Engenharia, Tecnologia e Inovação

Engpaper
rs

Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos
Marco Aurélio Rodrigues de Melo
ORGANIZAÇÃO

Colaboradores:
Hágnon Correia de Amorim
José Martinho de Albuquerque Silva
Luciana Alves da Nóbrega
Lucivânia Rangel de Araújo Medeiros
Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro
Tatyana karla oliveira Régis
Tuanny da Silva Maciel
Williams da Silva Guimarães de Lima

ISBN: 978-85-5597-025-2

Engenharia, Tecnologia e Inovação: Engpape

Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos
Marco Aurélio Rodrigues de Melo
(Organizadores)

Instituto de Educação Superior da Paraíba - IESP

Cabedelo
2018

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DA PARAÍBA – IESP

Diretora Geral
Érika Marques de Almeida Lima Cavalcanti

Diretor Administrativo/Financeiro
Richard Euler Dantas de Souza

Editores
Cícero de Sousa Lacerda
Hercilio de Medeiros Sousa
Jeane Odete Freire Cavalcante
Josemary Marcionila Freire Rodrigues de Carvalho Rocha

Corpo editorial
Antônio de Sousa Sobrinho – Letras
Hercilio de Medeiros Sousa – Computação
José Carlos Ferreira da Luz – Direito
Luciane Albuquerque Sá de Souza – Administração
Maria da Penha de Lima Coutinho – Psicologia
Rafaela Barbosa Dantas – Fisioterapia
Rogério Márcio Luckwu dos Santos – Educação Física
Thiago Bizerra Fideles – Engenharia de Materiais
Thiago de Andrade Marinho – Mídias Digitais
Thyago Henriques de Oliveira Madruga Freire – Ciências Contábeis

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Padre Joaquim Colaço Dourado (IESP)

E57 Engenharia, tecnologia e inovação [recurso eletrônico] / organizadores, Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos, Marco Aurélio Rodrigues de Melo. - Cabedelo, PB: Editora IESP, 2018.
307 p.

Formato: E-book
Modo de Acesso: World Wide Web
ISBN: 978-85-5597-025-2

1. Engenharia. 2. Tecnologia. 3. Inovação. 4. Construção civil. 5. Sustentabilidade. I. Vasconcelos, Giuseppe Cavalcanti de. II. Melo, Marco Aurélio Rodrigues de.

CDU 62

Bibliotecária: Elaine Cristina de Brito Moreira – CRB-15/053

SUMÁRIO

Prefácio 04

Apresentação 05

CAPÍTULO 1
Tratamentos Oxidativos Avançados em Água de lavagem do biodiesel.....06

CAPÍTULO 2
Aproveitamento de águas provenientes das chuvas para fins não potáveis: Implantação em um edifício no bairro de Manaíra, em João Pessoa, Paraíba.....15

CAPÍTULO 3
Biocarvão produzido por carbonização de dejetos caninos.....31

CAPÍTULO 4
Caracterização do uso e ocupação do solo nos processos erosivos costeiros no município de Baia da Traição, litoral norte da Paraíba.....41

CAPITULO 5
Caracterização físico-química das águas do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV, como subsídio para gestão da Unidade de Conservação – UC e sua sustentabilidade.....60

CAPÍTULO 6
Caracterização Física e Físico-química da água de coco Anão Verde.....79

CAPÍTULO 7
Estudo da viabilidade de instalação de uma unidade de compostagem no bairro do Bessa, no município de João Pessoa, PB.....90

CAPÍTULO 8
Estudo de Caso De uma Fundação Tipo Radier para um Edifico de Quatro Pavimentos, em Alvenaria Estrutural, Assente em de Solos de Baixa Resistência.....111

CAPÍTULO 9
Floculação da biomassa da lagerheimia longiseta para fins energéticos.....160

CAPÍTULO 10
Número de cetano de biodieseis de soja, mamona e suas blendas durante armazenamento.....171

CAPÍTULO 11
Principios Fundamentais para Cidades Sustentáveis e Inteligentes.....176

CAPÍTULO 12
Processos Erosivos Costeiros da Praia do Seixas Litoral Sul de João Pessoa/Pb.....192

CAPÍTULO 13
Proposta de construção de um reator para produção de biogás e biofertilizante em propriedades rurais a partir de dejetos animais.....199

CAPÍTULO 14
Riscos naturais e antrópicos da falésia ativa na praia de Carapibus, município de Conde, litoral sul da Paraíba.....221

CAPÍTULO 15
Avaliação da Intensidade e do Tempo De Exposição ao Ruído, Relacionando com a Qualidade de Vida de Motoristas de Ônibus em uma Empresa de Transporte Urbano da Cidade de João Pessoa – Pb.....238

CAPÍTULO 16
Um breve recorte sobre a História do Cálculo Diferencial e Integral.....244

CAPÍTULO 17
Um Estudo de Caso da Ampliação da Barragem Benício do Amaral – Pb.....257

CAPÍTULO 18
Uma metodologia de referência para a implantação da produção enxuta em operações hospitalares.....265

CAPÍTULO 19
Uso E Avaliação Do Quizup Como Ferramenta De Apoio Às Aulas De Química.....289

CAPÍTULO 20
Os efeitos provocados no saneamento básico urbano pela verticalização: avaliação do bairro Manaíra no município de João Pessoa – PB.....303

Prefácio

Este livro em verdade, é um desdobramento de um conjunto de ensaios científicos, numa tentativa de reunir a partir da contribuição de diversos autores, conhecimentos e informações sobre a temática tecnológica e inovação de engenharia, permitindo perceber novas ideias para novas atitudes. A obra é composta por 20 capítulos contendo os principais tópicos abordados pela ciência, e que seguem uma ordem progressiva de conteúdo. O que o leitor encontrará ao longo das páginas deste livro, são características notáveis no trabalho desenvolvido por cada autor, uma fina sensibilidade aos valores e necessidades da aguda percepção da rudeza e dos limites da nossa ciência. As experimentações científicas aqui relatadas nos oferecem um vislumbre grau, que persegue a busca de informações sobre inquietações minuciosas numa interessa viagem que nos leva a uma reflexão sobre as práticas tecnológicas e científicas, que apresentam conteúdos interessantes e enriquecedores, feitas por pesquisadores com formações técnicas especializadas, que se mostram e se colocam para 'o que fazer' num mundo contemporâneo no qual encontramo-nos mergulhados no escrutínio de dimensões dos processos de ensino-aprendizado e outros. A leitura deste livro dotará, certamente, os leitores de novas competências e reflexões sobre tecnologia e engenharia, com aplicações práticas no mundo real.

Dr. Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos

Apresentação

Visando uma educação de qualidade e desenvolvimento tecnológico e de inovação, o Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, fundado, em 1998, dispõe de corpo docente de excelência acadêmica, profissional e de pesquisa, que promove o conhecimento científico. Nesse sentido o IESP apresenta o Livro de Engenharia, Tecnologia e Inovação que apresenta novas tecnologias e inovação para o desenvolvimento da ciência de nosso país.

As publicações trazem resultados de alguns dos principais trabalhos desenvolvidos pelos docentes do IESP, como também outras Instituições de Ensino Superior e Instituições de Pesquisa. Abordagens como produção energética, sustentabilidade, cidades inteligentes e sustentáveis, meio ambiente, construção entre outras, impulsionando o desenvolvimento da pesquisa em engenharia, tecnologias e inovação na Paraíba e no Brasil. O Livro promove ações, que envolvem diversos atores em diversas áreas da ciência, permitindo a convergência de esforços e otimização de investimentos, buscando soluções para os desafios tecnológicos e de inovação.

Tendo como objetivo apresentar para a comunidade técnico-científica algumas das principais pesquisas realizadas no âmbito do desenvolvimento tecnológico e de inovação na região Nordeste do Brasil, o Livro "Engenharia, Tecnologia e Inovação", destaca resultados de estudos recentes inovadores produzidos por pesquisadores do IESP e também de outras renomadas Instituições Científicas.

A pesquisa científica está presente em todos os currículos de universidades, centros de pesquisa, faculdades, dentre outros, e este livro vem demonstrar a importância da pesquisa científica na área acadêmica. Sempre de caráter exploratório e descritivo, a pesquisa avalia dados que definem a descoberta de novos conhecimentos no domínio científico, demonstrando uma grande importância no meio profissional. Nos dias de hoje já não basta ter conhecimentos teóricos e sim na realização de uma prática que busca a produção de novas ideais e conhecimentos.

Espera-se que seja utilizado como instrumento e incentivo para busca pelo conhecimento e excite o interesse pela tecnologia e inovação.

Dr. Marco Aurélio Rodrigues de Melo

Advanced Oxidative Treatments in Biodiesel Washing Water

Rosa Virgínia Tavares Grangeiro[1], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[2], Neide Queiroz[3], Cláudia de Oliveira Cunha[4], Anderson Sávio de Medeiros Simões[5] e Ilda Antonieta Salata Toscano[6]
rosaquimica@yahoo.com.br[1], marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com[2], neide@quimica.ufpb.br[3], claudiah_cunha@hotmail.com [4], anderson_savio@hotmail.com[5], ilda@quimica.ufpb.br[6] - [1]Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Luís Freire, 1000, CEP 50740-540, Recife, PE, Brazil; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, CEP 58310-000, João Pessoa- PB; [3]UFPB/CCEN/DQ/Lacom, Cidade Universitária, CEP 58051-900, João Pessoa- PB; [4]UFPB/CCEN/DQ/Lacom, Cidade Universitária, CEP 58051-900, João Pessoa- PB; [5]IFPB/Campus João Pessoa, Av. Primeiro de Maio, 720 - Jaguaribe, João Pessoa - PB, 58015-435; [6]UFPB/CCEN/DQ, Cidade Universitária, CEP 58051-900, João Pessoa- PB.

Resumo: Os biocombustíveis são uma importante fonte de energia renovável. Assim, o desenvolvimento de um tratamento eficaz para permitir a reutilização da água de lavagem do biodiesel é uma questão importante.Ttratamentos oxidativos avançados UV/H_2O_2, Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) e foto-Fenton (Fe^{2+}/UV/H_2O_2) foram aplicados a água de lavagem de biodiesel de algodão, e as águas de lavagem tratadas foram comparadas em relação aos parâmetros de turbidez e demanda química de oxigênio (DQO). A toxicidade amostrada foi avaliada com testes de fitotoxicidade usando sementes de alface. A aplicação de tratamentos oxidativos avançados levaram a uma redução de mais de 90% da turbidez e 80% para DQO. De acordo com os testes de toxicidade utilizando sementes de alface, o maior percentual índice de germinação IG% ocorreram com a fotólise (95,3%) e tratamentos de UV/H_2O_2 (92,8%).

Palavras-chaves: biocombustível, COD, testes de fitotoxicidade.

Abstrat: Biofuels are an increasingly important renewable energy source. Because base-catalyzed transesterification with NaOH and KOH is the most common method for biodiesel production. So, developing an effective treatment to enable the reuse of biodiesel wash water is an important issue. Advanced UV/H_2O_2, Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) and photo-Fenton (Fe^{2+}/UV/H_2O_2) oxidation treatments were applied to wash water from cotton biodiesel, and the treated wash waters were compared with untreated wash water in terms of turbidity and chemical oxygen demand (COD). The sample toxicity was evaluated with phytotoxicity tests using lettuce seeds. The application of advanced oxidation treatments led to reductions of greater than 90% for turbidity and 80% for COD, and the efficiency of the treatment in reducing these parameters was dependent on the composition of the wash water. According to the toxicity tests using lettuce seed, the highest germination index percentage GI% occurred with the photolysis (95.3%) and UV/H_2O_2 (92.8%) treatments.

Key-words*: Biofuel, COD, phytotoxicity tests*

1. Introduction

The biodiesel production process is performed by transesterification and basic catalysis. Using methanol in transesterification is most attractive from an industrial point of view because of its low cost, simplicity and physico-chemical advantages (BERRIOS et al., 2010; MARCHETTI et al., 2007). This method leads to the conversion of triacylglycerides into biodiesel (MANIQUE et al., 2012; REZAEI et al., 2013). Glycerin; mono-, di- and tri-glycerides (and their salts); and methanol residues are removed during biodiesel purification (SABUDAK, 2010). The washing process is repeated 2 to 5 times, depending on the amount of impurities. On average, for every 100 L of biodiesel produced, 20 to 120 L of wastewater are generated (SUEHARA et al., 2005; REZAEI et al., 2013).

Biodiesel wash waters contain high levels of oils and solids and a low nitrogen concentration, which inhibits the growth of microorganisms and hampers biodegradation (JARUWAT et al., 2010). Because of their chemical composition, these waters have been shown to be inappropriate for disposal in water bodies without first being submitted to treatment (DE BONI et al., 2007). Thus, from an environmental standpoint, it is essential to develop effective techniques for treating these effluents (SUEHARA et al., 2005). Several treatments have been developed and tested for the effluent generated from biodiesel wash, including electrochemical, physico-chemical and biological treatments as well as combinations of these treatments.

Srirangsan et al. (2009), tested treatments involving electrocoagulation and verified the efficiency of an aluminum anode and graphite cathode (Al-C) combination at pH 6. The authors reported the removal of 55.7% of the chemical oxygen demand (COD), 97.5% of suspended solids and 97.8% of the oil and grease content (O&G) using this treatment, whereas the glycerin and methanol removal were 3.5% and 16.9%, respectively. Meneses et al. (2012), studied the biodiesel effluent produced by the alkaline esterification of commercial cotton oil at the laboratory scale. They observed that applying electrocoagulation/flocculation to the effluent removed 99.23% of the oils and greases, on average, indicating that alkaline esterification is an efficient treatment technique. Siles et al. (2010), used an electrocoagulation process combined with an anaerobic treatment with the objective of reducing the oil content of the effluent and obtained a 45% COD removal, favoring a subsequent biological treatment.

Treatment with electrochemical oxidation was also shown to be effective in reducing the biochemical oxygen demand (BOD) (90%), COD (100%) and O&G (100%). The decreased levels of these parameters were achieved via the electrochemical oxidation of the organic pollutants present in the effluent that results from the interaction of active chlorine (Cl_2/OCl^-) that is electrochemically generated in the reactor (PATTARALUK et al., 2010). Jaruwat et al. (2010), adopted a treatment that was able to completely remove COD and O&G from an effluent obtained at the laboratory scale from frying oil, and they achieved a 95% reduction in the BOD level. The effluent was first acidified and later submitted to an electro-oxidation process.

The previously cited methods were shown to be efficient in reducing OBD, COD and OGC. However, the use of photolysis following advanced oxidation treatments, such as UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton, shows promise because it has been shown to be efficient in treating industrial effluents and involves oxidation reactions initiated by hydroxyl radicals (MAHMOUD et al., 2007). The primary advantage of these processes is the complete destruction of organic contaminants, which are converted into carbon dioxide, water and inorganic salts. Among these advanced oxidation treatments, the Fenton and photo-Fenton processes are of particular interest because of their simplicity, speed and efficiency in degrading several compounds. These treatments are characterized by the generation of a hydroxyl radical from the Fe^{2+} salts and H_2O_2, according to Equation 1 and 2 (De LEÓN et al., 2008).

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + HO^{\bullet} \quad (1)$$
$$Fe^{3+} + H_2O + hv \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + HO^{\bullet} \quad (2)$$

Studies of the UV/H_2O_2 method have been conducted, most importantly including the degradation of methyl orange dye (HAJI et al., 2011), the removal of organic matter from different water matrices (VILHUNEN, 2010), the degradation of n-butylparaben into 4-tert-octylphenol (Bledzka, 2010) and the treatment of pharmaceutical products in residual waters (ROSARIO-ORTIZ et al., 2010). The Fenton process has been widely used for contaminant degradation in effluents and in managing landfill leaching (KWON et al., 199; KANG et al..

2003; WANG et al., 2000). Thus, as previously noted, advanced oxidation treatments have been used frequently in recent years, especially for the pre- or post-treatment of waste water (MOHAJERANi et al., 2009). However, no studies have investigated the use of these processes to treat biodiesel effluent. Therefore, the objective of the present work was to apply and compare the results of photolysis following advanced oxidative processes, namely, UV/H_2O_2, Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) and photo-Fenton (Fe^{2+}/UV/H_2O_2) applications, before and after effluent treatment.

2. Material and methods

2.1 Collection and characterization of biodiesel wash water

Cotton biodiesel wash water from the methanol transesterification route was obtained from a homogeneous basic catalysis. The water was collected from an industrial plant located in the city of Caetés in PE, Brazil. Two 100 L water samples were collected during the biodiesel purification process and were named RW-I (first wash) and RW-II (second wash).

The water samples were characterized by their pH, turbidity, electrical conductivity (EC), COD and O&G according to reference methods (APHA, 1998). The pH was determined with the potentiometric method with a Quimis model Q 400 2.01 apparatus. Policontrol model AP 2000-IR equipment was employed for the turbidity determination with standard suspensions of 10 and 100 nephelometric turbidity units (NTU). The samples were diluted with deionized water at 1:100 and 1:1000 (v/v) ratios, and their readings were taken. The EC was determined using a Digimed conductivimeter with a measurement range from 0.01 to 200 dSm^{-1}.

2.2 Evaluating the advanced oxidation treatments

Photolysis (UV), UV/H_2O_2, Fenton (H_2O_2/Fe^{2+}) and photo-Fenton (H_2O_2/Fe^{2+}/UV) treatments were applied to evaluate the efficiency of the advanced oxidation treatments in reducing the turbidity and COD values. For each treatment, 1 L of sample (biodiesel wash water) was added to the reactor. The reactor shown in Figure. 1 is constructed of a 1.2 L glass cylinder equipped with a thermostatic lining and receives UV radiation from UV-A lamps (Philips TL 8W-08 FAM), reaching a maximum radiation of 365 nm and a photon flux of 5.05 x 10^{-6} Einstein s^{-1}.

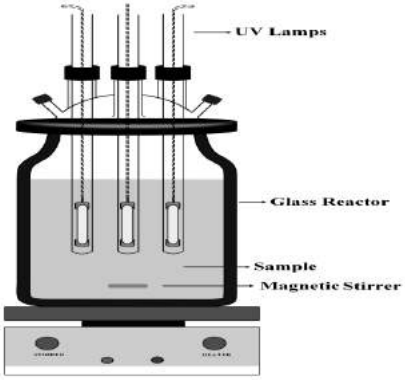


Figure 1. Schematic of annular photochemistry

In the photolysis treatment, the power efficiency of the lamps was assessed for residence times of 30 and 60 minutes. For the H_2O_2/UV treatment, two variables were investigated, namely, the H_2O_2 (30% p/v) concentration and the radiation time. For each test, 1 mL of the H_2O_2 solution was used at concentrations of 1.0 and 5.0 $mg.L^{-1}$. Each sample was subjected to UV radiation for 30 and 60 minutes.

The reagents used in the Fenton and photo-Fenton treatments were H_2O_2 (30%), Fe^{2+} in the form of $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ and H_2SO_4. The study variables were the Fe^{2+} concentration and time. For each experiment, the sample was initially acidified to a pH of 3 by adding H_2SO_4. Next, 1.0 $mg.L^{-1}$ H_2O_2 was added, followed by 5 and 10 $mg.L^{-1}$ of Fe^{2+} salts. The sampling times for this treatment were 30 and 60 minutes. A fixed concentration of 1.0 $mg.L^{-1}$ H_2O_2 was maintained in these treatments. All of the characterization tests performed to determine the efficiency of these treatments were conducted with four repetitions.

The choices of Fe^{2+} salt and H_2O_2 concentrations were based on recommendations from the literature (MENDOZA-MARÍN et al., 2010; BENSALAH et al., 2011). The choice of iron concentration was based on CONAMA Resolution 357/05, which establishes a maximum amount of 15 $mg.L^{-1}$ of soluble iron for effluents (CONAMA, 2012).

2.3 Phytotoxicity tests

The germination potential of lettuce (*Lactuca sativa*) seeds was tested to evaluate the phytotoxicity of the biodiesel wash water. The seeds were acquired from a local dealer of agricultural products in the city of João Pessoa, PB, Brazil.

The seed germination was performed by using a method based on standard (ASTM) E 1963-02 in the United States of America (ASTM, 2003). In the phytotoxicity tests, waters from the first and second washes of biodiesel produced from cotton oil were used in addition to samples subjected to UV and advanced oxidation treatments (UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton).The test consisted of placing 10 lettuce seeds on a filter paper moistened in distilled water and placing the filter paper in Petri dishes. Then, 2.0 mL of the sample under study was added, and the Petri dishes were kept in the incubator in the dark for 120 h at 22 ± 2 °C. The Petri dishes were then removed, and the number of germinated seeds was counted.

The inhibitory effects on each of the seeds were calculated by measuring the root length and comparing the results with the positive control. Each measurement was performed in quadruplicate, for a total of 40 lettuce seeds for each sample. Distilled water was used as a positive control (PC). The germination effect was assessed by the germination index percentage (GI%), determined according to Equation 3.

$$GI\% = \frac{(Ga \times La)}{(Gc \times Lc)} x100 \quad (3)$$

where
(Ga) - number of seeds that germinated in the sample,
(La) - root length in the samples/mm,
(Gc) - number of seeds that germinated in (PC) and
(Lc) - root length in (PC)/mm.

3. Results and discussion

Table 1 presents the characterization data for wash water from the cotton biodiesel obtained by the methanol transesterification route, including pH, turbidity, EC, COD, BOD and O&G.

Table 1. Characterization of wash water from the biodieselpurification process.

Sample	pH	Turbidity (NTU)	EC (dSm^{-1})	COD ($mg.L^{-1}$)	BOD ($mg.L^{-1}$)	O&G ($mg.L^{-1}$)
RW-I	3.8	7368	0.86	184000	2150	21761
RW-II	3.4	158	0.25	160000	830	2852

Fonte: autor

The analyses showed an effluent with high values of turbidity, COD, BOD and O&G in addition to reduced pH and EC values. The pH values for the investigated samples indicated that the formation of carboxylic acids took place during the purification process. This finding can be explained by the fact that acidification using citric acid, in addition to promoting potassium hydroxide neutralization, removes soaps in the form of free fatty acids; this process resulted in the acidic pH values of both RW-I and RW-II. Ngamlerdpokin et al. (2011) and Jaruwat et al. (2010) used sulfuric acid to neutralize the raw effluent of biodiesel obtained from frying oil and found a pH of 2.5.

The lower EC value for RW-II reflects the higher potassium content in the first wash water. Similarly, higher values for the turbidity, COD, BOD and O&G in RW-I relative to RW-II were observed. In the first biodiesel wash, a higher amount of chemical constituents is most likely washed away, such as the residues of catalysts, alcohol and organic compounds. When wastewater releases occur, such as those from the biodiesel wash, the esters form a difficult-to-remove emulsion, contributing to a decrease in water transparency, increasing the particulates and colloidal suspensions and complicating the effectiveness of treatments.

Brazilian environmental legislations (CONAMA Resolution 430/11) establish a pH value between 5 and 9 and a maximum concentration of vegetable oils and animal fats of 50 $mg.L^{-1}$ for the disposal of effluents (CONAMA, 2013). Specific values for the turbidity, COD and BOD parameters do not yet exist. However, a caveat has been established that the turbidity of the receiving water body must not exceed a value of 100 NTU.

Meneses et al. (2012), studied the effluent of biodiesel produced from the alkaline transesterification of cotton seed oil and observed a white cloudy effluent with an oil layer on its surface. Their analyses showed high values for the pH 10 and O&G (9.469 $mg.L^{-1}$) and a low EC value (0.65 $mS.cm^{-1}$). In the work of Siles et al. (2010) the wash water of biodiesel obtained from frying oil exhibited high amounts of glycerin, fatty acids and methanol and a total COD of 253,000 $mg.L^{-1}$. The pH, O&G, EC and COD values obtained by Meneses and by Siles were different from those found in the present work. These differences demonstrate that wash water from the biodiesel purification process can exhibit characteristics that are specific to the sample or the process.

The results for COD and turbidity as a function of time of exposure of the wash water to UV radiation are shown in Figure 2. In this treatment, a greater response to the reduction of these parameters was observed after a longer exposure.

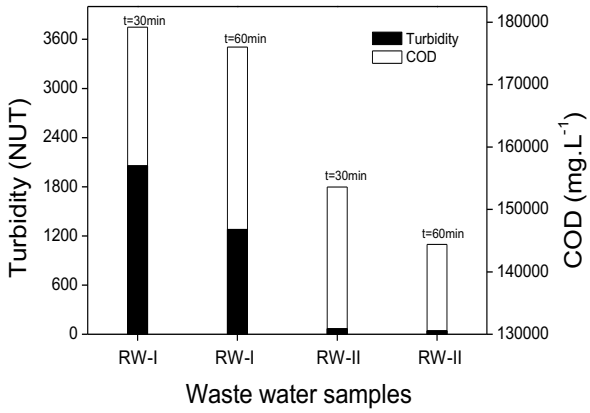


Figure 2. Turbidity and COD values upon photolysis treatment of biodiesel wash water

COD reductions of 72.1% and 82.6% for RW-I and 57.5% and 72.5% for RW-II were reported for UV radiation exposure times of 30 and 60 minutes, respectively. For COD, the tests performed for RW-I and RW-II presented reductions of 4% and 10%, respectively, under an exposure time of 60 minutes.

Because of the poor treatment efficiency for COD, other, more efficient treatments were used involving H_2O_2 and processes combining Fe^{2+} salts and H_2O_2. Figure 3 shows the turbidity results after using UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton treatments under different experimental conditions.

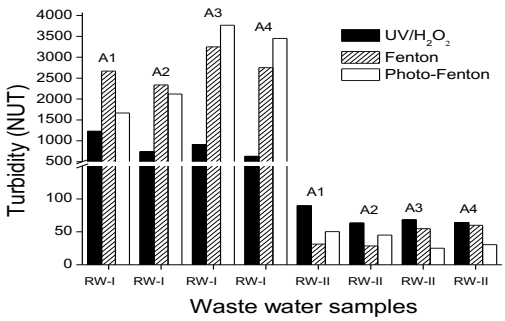


Figure 3. Turbidity and COD values for the UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton processes when applied to biodiesel wash water. Experimental conditions: UV/H_2O_2 [A1 ($c_{H_2O_2}$=1.0 $mg.L^{-1}$; t = 30min); A2 ($c_{H_2O_2}$=5.0 $mg.L^{-1}$; t = 60 min); A3

($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{H_2O_2}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)]; Fenton and photo-Fenton [A1 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)].

The turbidity values exhibited a substantial reduction during the treatments. For RW-I, the UV/H_2O_2 process was most efficient for the A4 experimental conditions, in which the NTU was reduced from 7368 NTU to 630 NTU, corresponding to a 91.4% reduction.

The formation of hydroxyl radicals is capable of oxidizing organic compounds by hydrogen abstraction, generating organic radicals and subsequently degrading them into CO_2, water and inorganic salts (NOGUEIRA, 2007). Thus, the treatment of biodiesel wash water with UV/H_2O_2 is generally efficient and can be employed for this type of effluent.

In the case of the Fenton treatment, the A2 experimental conditions yielded a turbidity reduction of 68.3%. In the photo-Fenton treatment, the A1 experimental conditions led to a decreased turbidity of 77.4%. The efficiency of these treatments can be explained by the high oxidation potential (2.80 V) of the reaction, which supports the degradation of the organic compounds.

For RW-II under the A2 experimental conditions, the UV/H_2O_2 treatment led to a turbidity reduction of 60%, and it was therefore less efficient when compared with the Fenton and photo-Fenton treatments. The Fenton results for the A2 experimental conditions led to a turbidity decrease of 82%. As observed in both the first and second wash water samples, the turbidity results obtained using the photo-Fenton treatment were once again more efficient than those with the Fenton treatment. The optimum turbidity reduction achieved by the photo-Fenton treatment reached 84% under the A3 conditions.

The results of the degradation of organic matter in the biodiesel wash water under UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton processes are presented in Figure 4 with regard to the COD parameter.

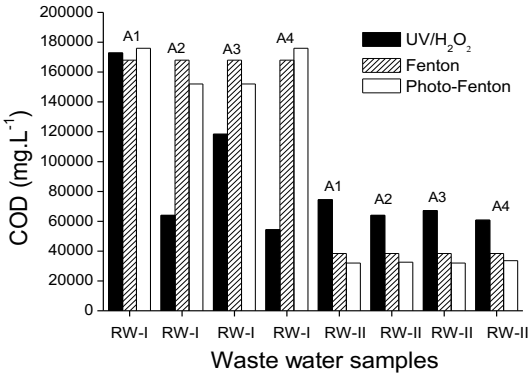


Figure 4. Chemical oxygen demand values after UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton treatments of biodiesel wash water. Experimental conditions: UV/H_2O_2 [A1 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{H_2O_2}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{1}; t = 60 min); A4 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)]; Fenton and photo-Fenton [A1 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)].

For RW-I, the greatest COD reduction was achieved by the UV/H_2O_2 treatment under the A4 experimental conditions, with a decrease of 70.4%. The COD values were constant following the Fenton process, with all of the tests exhibiting a reduction of 8.7% independent of the treatment time. The results obtained by photo-Fenton treatment indicated a COD reduction of 17.4% under experimental conditions A2 and A3.

For RW-II, the UV/H_2O_2 treatment under the A4 experimental conditions reduced the COD by 62%. For the Fenton treatment, the reduction was 78% under conditions A3 and A4. For the photo-Fenton treatment, the greatest reduction was 80% under conditions A1 and A3.

Because of the simplicity of using these materials, several investigations have demonstrated the applicability of H_2O_2 and ferrous salts for degrading different organic compounds in effluent treatments. Bandara et al. (1996), performed studies on the degradation of *p*-nitrotoluene-*o*-sulfonic acid (*p*-NTS), which is commonly found in industry effluents, and they reported that the photo-Fenton process was the only treatment that promoted the complete mineralization of the contaminant, with a 60% removal of COD in 30 minutes. According to Navarro et al. (2011) the oxidation of Fe^{2+} by H_2O_2 occurs during the photo-Fenton process, producing Fe^{3+} ions, Fe^{3+} complexes and $HO^{\bullet}$ radicals. Fe^{3+} ions absorb light and produce another $HO^{\bullet}$ radical, regenerating the initial Fe^{2+}.

The sample toxicity was assessed by phytotoxicity tests with lettuce seeds. The evaluation result for the first wash water before and after treatment with advanced oxidative tests showed the toxic potential of these

samples, given that no seed germinated after 5 days of incubation. This finding can be attributed to the high turbidity in addition to oils and greases present in the samples (Table 1). Conversely, the higher GI% values for the PC, RW-II and the samples submitted to photolysis (UV), UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton treatments are displayed in Figure 5.

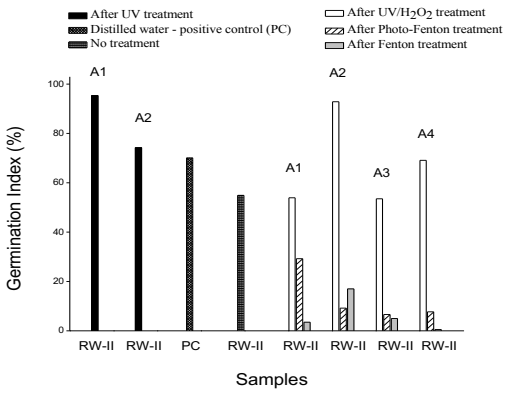


Figure 5. The germination index (GI%) of the water resulting from the second biodiesel wash (RW-II), from the positive control (PC) and from the photolysis, UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton wash water treatments. Experimental conditions: [UV A1 (t = 30 min); A2 (t = 60 min); UV/H_2O_2A1 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{H_2O_2}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)]; Fenton and photo-Fenton [A1 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)].

In raw effluent (RW-II), the germination of the seeds was inhibited, with a GI% of 54.9%. The photolysis and UV/H_2O_2 treatments were shown to be efficient in terms of phytotoxicity, presenting GI% values of 95.3% and 92.8%, respectively. According to Yong et al. (2012), the inhibition of seed growth is indicated by any GI% result below 80%. The literature confirms that treating effluents with advanced oxidation treatments reduces sample toxicity. Pelegrini et al. (2009), reported an 80% toxicity reduction for a leachate that was treated with the UV/H_2O_2 process. Textile effluents after photocatalytic treatment displayed a lower toxicity than raw effluent (GARCIA et al., 2009). Applying the Fenton and photo-Fenton treatments to the effluents did not lead to significant germination. This finding can be partially explained by the presence of iron salts that were added to these two treatments, which may have inhibited the germination capability of the tested seeds.

4. Conclusions

The application of advanced oxidative processes promotes a reduction of over 90% for turbidity and over 80% for COD in wash water resulting from cottonseed biodiesel purification. The most efficient process for reducing turbidity and COD in the first wash water from cottonseed biodiesel was UV/H_2O_2, and for the second wash water, the photo-Fenton treatment was most efficient. Thus, these treatments are recommended for their respective effluents resulting from cottonseed biodiesel purification. The significant reduction in the toxicity of biodiesel wash waters after advanced oxidation treatments confirms the importance of applying these processes, which may directly contribute to the prevention of environmental damage related to these effluents.

References

APHA. **Standard Methods for the Examinatio n of Water and Wastewater**. 19th ed. Publication Office American Public Health Association/American Water WorksAssociation/Water Environment Federation, Washington, **1998**.

ASTM - American Society for Testing and Materials. **Standard Guide for Conducting Terrestrial Plant Toxicity Tests**, **2003**.

BANDARA, J.; MORRISON, C.; KIWI, J.; PULGARIN, C. Degradation/decoloration of concentrated solutions of Orange II. Kinetics and quantum yield for sunlight induced reactions via Fenton type reagents. **Journal of Photochemistry and Photobiology**. v.99, p.57-66, **1996**.

BENSALAH, N.; Khodary, A.; Abdel-Wahab, A. Kinetic and mechanistic investigations of mesotrione degradation in aqueous medium by Fenton process. **Journal of Hazardous Materials**, v.189, p. 479–485, **2011**.

BERRIOS, M.; MARTÍN, M. A.; CHICA, A. F.; MARTÍN, A. Study of esterification and transesterification in biodiesel production from used frying oils in a closed system. **Chemical Engineering Jounal**, v. 160, p. 473-479, **2010**.

BLEDZKA, D. Degradation of n-butylparaben and 4-tert-octylphenol in H_2O_2/UV system. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 79, p.409–416, **2010**.

CONAMA. Disponivel em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: Julho, **2012** e **2013**.

DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E.; MILCHAREK, C. D.; SANTOS, F. A. **Tchê Química**, v.4: p. 41, **2007**.

DE LEÓN, M. A.; CASTIGLIONI, J.; BUSSI, J.; SERGIO, M. Catalytic activity of an iron-pillared montmorillonitic clay mineral in heterogeneous photo-Fenton process. **Catalysis Today**, v.133, p. 600–605, **2008**.

GARCIA, J. C.; SIMIONATO, J. I.; ALMEIDA, V. C.; PALÁCIO, S. M. Evolutive Follow-up of the Photocatalytic Degradation of Real Textile Effluents in TiO_2 and TiO_2/H_2O_2 Systems and their Toxic Effects on *Lactuca sativa* Seedlings. **Journal Brazilian Chemical Society**, v. 20, p.1589-1597, **2009**.

HAJI, S.; BENSTAALI, B.; AL-BASTAKI, N. Degradation of methyl orange by UV/H_2O_2 advanced oxidation process. **Chemical Engineering Journal**, v. 168, p. 134–139, **2011**.

JARUWAT, P.; KONGJAO, S.; HUNSOM, M. Management of biodiesel wastewater by the combined processes of chemical recovery and electrochemical treatment. **Energy Conversion and Managemen**t, v. 51, p.531–537, **2010**.

KANG, S.F.; YEN, H.Y.; YANG, M.H. Treatment of textile effluents by H2O2/UV oxidation combined with RO separation for reuse. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 38, p.1327-1339, **2003**.

KWON, B.G.; LEE, D.S.; KANG, N.; YOON, J. Characteristics of P-chlorophenol oxidation by fenton's reagent. **Wastes Resource**, v. 33, p. 2110 – 2118, **1999**.

MAHMOUD, A.; FREIRE, R. S. Métodos emergentes para aumentar a eficiência do ozônio no tratamento de águas contaminadas. **Quimica Nova**, v.30, p.198-205, **2007**.

MANIQUE, M.C.; FACCINI, C.S.; ONOREVOLI, B.; BENVENUTTI, E. V. Rice husk ash as an adsorbent for purifying biodiesel from waste frying oil. **Fuel**, v. 92, p. 56–61, **2012**.

MARCHETTI, J.M.; MIGUEL, V. U.; ERRAZU, A. F. Possible methods for biodiesel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.11, p.1300–1311, **2007**.

MENDOZA-MARÍN, C.; OSORIO, P.; BENÍTEZ, N. Decontamination of industrial wastewater from sugarcane crops by combining solar photo-Fenton and biological treatments. **Journal of Hazardous Materials**, v. 177, p. 851–855, **2010**.

MENESES, J.M.; VASCONCELOS, R. F.; FERNANDES, T. F.; ARAÚJO, G. T. Tratamento do efluente do biodiesel utilizando a eletrocoagulação/flotação: investigação dos parâmetros operacionais. **Quimica Nova**, v. 12, p. 235-240, **2012**.

MOHAJERANI, M.; MEHRVAR, M.; EIN-MOZAFFARI, F. An Overview of the integration of Advanced Oxidation Technologies and other process for water and wastewater treatment. **International Journal of Engineering**, v.3, p. 120–146, **2009**.

NAVARRO, S. Removal of ten pesticides from leaching water at pilot plant scale by photo-Fenton treatment. **Chemical Engineering Journal**, v.167, p. 42–49, **2011**.

NGAMLERDPOKIN, K.; KUMJADPAI, S.; CHATANON, P.; TUNGMANEE, U. Remediation of biodiesel wastewater by chemical- and electro-coagulation: A comparative study. **Journal of Environmental Management**, v. 92, p. 2454-2460, **2011**.

NOGUEIRA, R. F. P. Fundamentos e Aplicações Ambientais dos Processos Fenton e foto- Fenton. **Química Nova**, v.30, p. 400–4008, 2007.

PATTARALUK, J.; SANGKORN, K.; MALI, H. Management of biodiesel wastewater by the combined processes of chemical recovery and electrochemical treatment. **Energy Conversion and Management,** v. 5, p. 531-537, **2010**.

PELEGRINI, R. T.; BRITO-PELEGRINI N. N.; PATERNIANI, J. E. S.; BROTA, G. A. SANTOS, E. M.; SILVA, N. B. Ensaios biológicos com sementes para avaliar a redução da toxicidade do chorume tratado por processo fotoquímico. **2009**.

Rezaei, R., Mohadesi, M., Moradi, G.R., **2013**. Optimization of biodiesel production using waste mussel shell catalyst. Fuel, 109:534-541.

ROSARIO-ORTIZ, F.L.; WERT, E.C.; SNYDER, S. A. Evaluation of UV/H_2O_2 treatment for the oxidation of pharmaceuticals in wastewater**. Water Research,** v. 4, p. 1440–1448, **2010**.

SABUDAK, T.M. Biodiesel production from waste frying oils and its quality control. **Waste Management**, v. 30, p. 799–803, **2010**.

SILES, J.A.; MARTÍN, M.A.; CHICA, A.F.; MARTÍN, A. Anaerobic co-digestion of glycerol and wastewater derived from biodiesel manufacturing. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 6315–6321, 2010.

SRIRANGSAN, A.; ONGWANDEE, M.; CHAVALPARIT, O. Treatment of biodiesel wastewater by electrocoagulation process. **Environ Asia**, v. 2, p. 5-19, **2009**.

SUEHARA, K.; KAWAMOTO, Y.; FUJII, E.; KOHDA, J. Biological Treatment of waster water Discharged fron Biodiesel Fuel Production Plant with. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.100, p. 437-442, **2005**.

VILHUNEN, S. Removal of organic matter from a variety of water matrices by UV photolysis and UV/H_2O_2 method. **Journal of Hazardous Materials***,* v.179, p.776–782, **2010**.

WANG, W.G.; LYONS, D.W.; CLARK, N. N.; GAUTAM, M. Emissions from nine heavy trucks fueled by diesel and biodiesel blend without engine modification. **Environmental Science Technologic, v.** 34, p. 933- 939, **2000**.
YONG, B.J.; RIERA, N, I.; BEILY, M.E.; BRES, P.A. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 76, p.182-6, **2012**.

Aproveitamento de águas provenientes das chuvas para fins não potáveis: Implantação em um edifício no bairro de Manaíra, em João Pessoa, Paraíba.

Danilo Gurjão Ramos[1]; Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro[2]
[1]Centro Universitário de João Pessoa. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: danilogurjao@hotmail.com, [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: drickadefreitas@yahoo.com.br

RESUMO

A água é um recurso indispensável para sobrevivência de animais e vegetais, mesmo com toda sua quantidade elevada em todo o mundo, sua maior parte encontra-se inviável para consumo, aliado a essa situação, a má distribuição hídrica se torna também um fator agravante no fenômeno de escassez mundial. Existem fatores que contribuem para as altas demandas de água no mundo, nas quais estão: Crescimento populacional, quanto maior a população mundial maior a demanda por água; Crescente riqueza, a população tem acesso à água encanada 24 horas por dia, e uma menor preocupação com custos relacionados ao consumo hídrico; Expansão econômica, grande parte do que é produzido, necessita da água; Rápida urbanização, o saneamento básico e a coleta de lixo não consegue atender todas as áreas da cidade, onde esses resíduos são descartados em rios e mananciais; As mudanças climáticas aumentam a velocidade da evaporação, ocasionando o derretimento de calotas polares, gerando a perda de água doce. O presente projeto tem como finalidade verificar os custos, benefícios e período de retorno do investimento referente à implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais em um edifício residencial que atenda a demanda de bacias sanitárias e da rega de jardim.

Palavras-chave: Água. Escassez. Aproveitamento.

ABSTRACT

Water is an indispensable resource for the survival of animals and plants, even with all its high quantity throughout the world, most of it is unfeasible for consumption, allied to this situation, the poor water distribution also becomes an aggravating factor in the phenomenon of global scarcity. There are factors that contribute to the high demands of water in the world, which are: Population growth, the larger the world population the greater the demand for water; Growing wealth, the population has access to piped water 24 hours a day, and a lower concern with costs related to water consumption; Economic expansion, much of what is produced, needs water; Rapid urbanization, basic sanitation and garbage collection can not serve all areas of the city, where waste is discarded in rivers and springs; Climate change increases the speed of evaporation, causing melting of polar caps, leading to the loss of fresh water. The purpose of this project is to verify the costs, benefits and return period of the investment related to the implementation of a rainwater harvesting system in a residential building that meets the demand of sanitary basins and garden watering.

Key words: Water. Scarcity. Exploitation.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para vários setores da economia, além de ser fundamental para a sobrevivência de animais e vegetais, mesmo com toda sua abrangência e quantidades elevadas em todo o mundo, sua maior parte encontra-se inviável para consumo.

Através de dados disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente, o planeta tem 70% de sua superfície ocupada pela água, no qual 97,5% desse volume, constituído de água salgada, tendo uma parcela considerável da quantidade de água doce restante, fora do alcance, sendo preservada em geleiras, calotas polares, compondo a umidade de solos e pântanos e em regiões montanhosas, restando cerca de 0,3% de volume disponível para consumo da população (MMA, 2015), nesse cenário o desperdício a degradação da qualidade das águas e sua má distribuição se tornam grandes problemas para a população mundial.

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2009), "O mundo não está ficando "sem água": o problema é que a água não está disponível quando e onde o homem precisa. O clima, variações sazonais, secas e enchentes contribuem para condições locais extremas". A ANA destaca também que a partir dessa realidade, podem ser observados pelo menos cinco fatores que indicam a necessidade pela melhoria da gestão dos recursos hídricos, nos quais estão o crescimento populacional, expansão da atividade econômica, rápida urbanização, mudança climática e a crescente riqueza.

O crescimento vegetativo se tornou um dos principais motivos que tornam a demanda de água inapropriada em relação à quantidade de água doce disponível. Esse índice é caracterizado pela diferença entre a taxa de natalidade e taxa de mortalidade. Seu crescimento não contribui apenas para o aumento do consumo, mas também coopera com o alargamento da degradação dos recursos hídricos. Esse índice está ligado também ao desenvolvimento das nações que estão em crescimento, países que estão buscando a ascensão tendem a ter um maior crescimento da taxa de natalidade, visto que, a falta de acesso às informações, a pouca preocupação com o planejamento familiar, associado ao baixo nível cultural e à alta quantidade de analfabetos, contribuem para o crescimento da natalidade, em contrapartida os países que já são desenvolvidos que apresentam números de natalidade menores, a população tem uma maior preocupação com a prevenção, já que, tem mais acesso às informações sobre métodos contraceptivos, além da preocupação com custos gerados por uma família numerosa.

A demanda de água tende a crescer de acordo com o crescimento da população, ou seja, com o passar dos anos, o volume utilizado pela população tende a subir, porém a capacidade hídrica mundial não se altera, o que se torna mais um agravante para a situação da água para as próximas gerações, a população do planeta atualmente chega a 7,6 bilhões de pessoas, estima-se que em 2030 a população alcançará um contingente de 8,6 bilhões. Estudos mostram que esse crescimento se dará a partir de 47 nações que não apresentam grandes índices de desenvolvimento (ONU, 2017).

O segundo fator é o crescimento econômico mundial, muitas nações já estão ultrapassando a linha da pobreza e ascendendo ao "título" de países desenvolvidos. Essa mudança, embora seja benéfica à população, faz com que a procura pela água seja cada vez maior, visto que, países que estão nessas condições, tendem a possuir um número alto de habitantes que vivem acima da linha da pobreza, tendo acesso à água encanada 24 horas por dia, durante todos os dias da semana, saneamento básico e uma menor preocupação nos custos relacionados ao consumo hídrico.

Com expansão da atividade econômica, a demanda pelos recursos hídricos também sofre um aumento considerável, visto que, para grande parte do que é produzido, necessita do auxílio da água, em pelo menos uma das fases de seu processo produtivo.

O terceiro ponto é a rápida urbanização a expansão desordenada e mal planejada das cidades também se torna um dos fatores que agrava a degradação da água, a construção de residências, indústrias, asfaltos, calçadas e parques reduzem as condições de infiltração do solo, fazendo com o que o escoamento de água das chuvas seja direcionado aos rios (VICTORINO, 2007), além desse fator, o saneamento básico e a coleta

de lixo não consegue atender todas as áreas da cidade, devido ao fato de que não se desenvolvem com a mesma velocidade da ampliação da cidade, dessa forma os dejetos que deveriam ser recolhidos e direcionados para locais adequados não são tratados, deixando o destino desses materiais nas mãos da população, que de forma equivocada realizam o descarte dentro de rios e mananciais, destruindo o que deverias ser uma das fontes de água potável.

Estudos elaborados pelo Instituto Trata Brasil em 2015, oferecem dados preocupantes, mais de 100 milhões de brasileiros não tem acesso ao serviço de saneamento básico, isso significa que 47,7% dos habitantes descartam seus dejetos de forma inadequada, esse cenário se agrava, pelo fato de que 3,5 milhões de brasileiros tem acesso às redes de coleta, mas optam por despejar seus esgotos de forma irregular (TRATA BRASIL, 2015), deteriorando cada vez mais as condições dos recursos hídricos.

O último dos fatores é a evolução das alterações do clima nas diversas regiões do mundo que é decorrente, principalmente, do aquecimento global. Essas mudanças levam ao crescimento dos índices pluviométricos, isso seria de extrema vantagem, visto que, ofereceria aos determinados locais, maiores volumes de água doce. Porém, esse aquecimento gerado por essa transformação climatológica, aumenta a velocidade da evaporação, ocasionando o derretimento de calotas polares, fazendo com que a água doce se perca (ANA, 2009).

O Brasil, apesar de possuir um dos patrimônios hídricos mais ricos do planeta, dispondo em seu território 60% da bacia Amazônica, que corresponde a um quinto da disponibilidade de água doce do mundo, sofre com a falta desse recurso, visto que, a degradação, aliada à má distribuição dos recursos hídricos, que não coincidem com a demanda da população, são fatores que agravam a situação de algumas regiões brasileiras, o Nordeste é a região mais afetada por esses eventos, dispondo de 28% da população nacional (IBGE, 2017), e possuindo apenas 3% da capacidade hídrica brasileira (ANA, 2009).

Entendendo a necessidade por esse recurso, a procura por soluções que venham amenizar o desperdício e melhorar a qualidade de vida se torna cada vez mais importante. Desta forma, a implantação de sistemas que fazem a reutilização de água das chuvas vem como uma medida fundamental para combater o desperdício desse recurso, já que, para que esse bem seja preservado não basta apenas que se tenha a economia de água potável, mas também o seu reuso seja realizado.

Os benefícios desse sistema se baseiam na economia de água, reduzindo os casos de escassez, moderando o custo da obtenção de água de qualidade, diminuindo a vazão proveniente da precipitação que seria direcionada para a rede de drenagem pública, reduzindo possíveis picos de enchentes, sem que o ciclo da água seja interrompido. A água obtida por esses sistemas pode suprir necessidades para demandas não nobres, nas quais estão: a água utilizada na descarga de bacias sanitárias, rega de jardins e a lavagem de veículos e pisos.

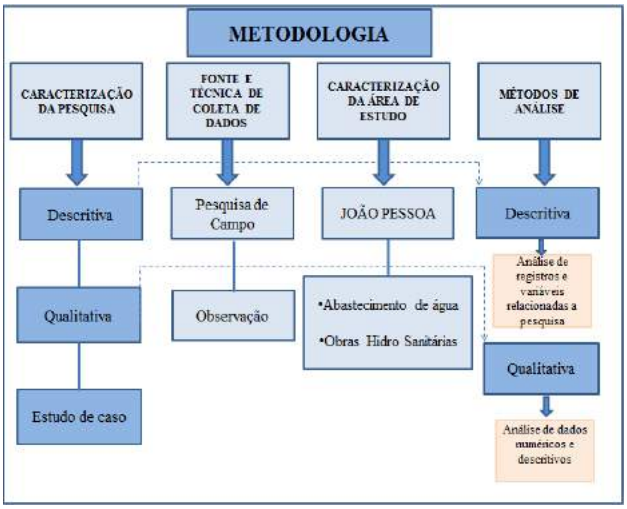
De forma tímida e lenta, em alguns estados brasileiros já se pode encontrar edificações residenciais e industriais que fazem a utilização desses sistemas, além de existirem programas que também implantam esse recurso como medida para reduzir os danos causados pela falta de chuvas no semiárido brasileiro.

O crescente desenvolvimento populacional da cidade de João Pessoa – PB é uma realidade, tal crescimento por muitas vezes desordenado e mal planejado, pode contribuir para degradação da qualidade da água da cidade. Dessa forma, torna-se importante que se procure analisar a viabilidade da implantação dos sistemas de reutilização de água em regiões que sofrem com problemas relacionados ao desenvolvimento e às altas demandas de água consumidas. Diante disto, o presente estudo realiza uma análise referente aos benefícios e custos da implantação de um sistema de reutilização de água, provenientes das chuvas para fins não potáveis em um edifício residencial, situado na cidade de João Pessoa, Paraíba.

2 METODOLOGIA

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a metodologia busca entender, avaliar e estudar os diferentes métodos possíveis para a realização de uma pesquisa acadêmica, levando em consideração também que em um nível aplicado, tem o intuito de resolver questões relacionadas à investigação, por meio de exames, descrições e avaliações de métodos e técnicas de pesquisa, tornando-se de fundamental importância no desenvolvimento de um projeto. A Figura 1 a seguir apresenta o fluxograma da metodologia aplicada neste trabalho. Este trabalho visa desenvolver um estudo de caso dos custos e benefícios da implantação de um sistema de reutilização de água da chuva, destinado para fins não nobres no Edifício Residencial Itacoatiara, situado no bairro de Manaíra, na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. O estudo de caso é uma das várias maneiras de realizar uma pesquisa, analisando fenômenos contemporâneos em seu contexto no mundo real (YIN, 2015).

Figura 1: Fluxograma da metodologia.



Fonte: Próprio autor.

A pesquisa tem um caráter descritivo, já que, visa realizar a identificação, análise e registro de fatores ou variáveis que estão relacionadas com o processo, além de ser uma pesquisa qualitativa, por fazer o uso de dados numéricos e descritivos.

Como meio de obtenção de fontes e coleta de dados, pesquisas de campo no local de implantação do projeto e realizando o estudo de bibliografias com a finalidade de obter parâmetros para os cálculos.

2.1 Características do ambiente estudado

2.1.1 João Pessoa

A cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, situa-se na região Nordeste do país, atualmente conta com dois açudes que abastecem a cidade, nos quais estão o Complexo Gramame-Mamuaba, com uma capacidade de 56.937.000 m³ e Marés que detém um volume de 2.136.637 m³ (AESA, 2017). A figura 2 apresenta a localização da cidade de João Pessoa.

Figura 2: Localização da cidade de João Pessoa.

Fonte: UFPB (2007).

Segundo a AESA, a capital foge aos padrões aos padrões de baixo índice de chuvas característico da região Nordeste, apresentando uma média pluviométrica de 1534,7 mm ao ano, tornando-a uma cidade propícia ao início da aplicação de medidas que venham reduzir as altas demandas por água (AESA, 2017).

2.1.2 Edifício Itacoatira

O objeto de estudo é o Edifício Residencial Itacoatiara, situado no bairro de Manaíra, na cidade de João Pessoa, Paraíba. A figura 3 apresenta planta de coberta.

Figura 3: Planta de coberta do edifício estudado

Fonte: Próprio autor.

O residencial contém dois blocos de 3 pavimentos comportando vinte e dois (22), apartamentos, ponderando pelo método de estimativa populacional, de onde se considera que cada quarto social é ocupado por duas pessoas e cada quarto de serviço, por uma pessoa (CREDER, 2006), detém uma população de 110

moradores. No condomínio, a utilização de água com finalidade não nobre é alta, tendo grande demanda nas bacias sanitárias e na rega de jardins, desta forma, o sistema será dimensionado para atender a necessidade de água para essas finalidades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados necessários para o dimensionamento dos reservatórios

O projeto foi desenvolvido para o Edifício Residencial Itacoatiara, por meio de dois métodos diferentes de dimensionamento de reservatórios, o Método de Rippl e o Método Prático Australiano. O método de Rippl oferece condições menos rígidas na utilização de informações relacionadas às demandas e aos dados pluviométricos, podendo utilizar dados mensais ou diários de precipitação e demandas variáveis ou constantes (MAY, 2004). O Método Prático Australiano que, além de utilizar os parâmetros citados acima, considera a interceptação da água que molha as superfícies e também as perdas por evaporação.

A partir da utilização de parâmetros que relacionam: Área de captação, coeficiente de Runoff, demanda variável ou constante e precipitações médias mensais se tornam possível o dimensionamento do volume do reservatório, pelos dois métodos (TOMAZ, 2003).

3.1.1 Área de captação (A)

Total da soma de áreas utilizadas para realizar a captação de água da chuva, fornecida em metros quadrados (m²). A tabela 1 fornecida abaixo dispõe de informações sobre as áreas do edifício estudado, obtido através da planta de coberta do edifício.

Tabela 1: Áreas de Captação do Edifício.

Especificação do local:	Total
Área da coberta do edifício	501,8 m²
Área da coberta da piscina	18 m²
Total:	**519,8 m²**

Fonte: Próprio autor

3.1.2 Coeficiente de Runoff (C)

É um coeficiente que relaciona a perda de água por autolimpeza da coberta, perda por vazamentos, evaporação e outras considerações, para cada tipo de material utilizado em cobertas, visto que, a água que cai na precipitação não será a mesma do volume de água aproveitado pelo sistema. O coeficiente de Runoff será utilizado como uma correção nos cálculos para as perdas citadas acima. A tabela 2 apresenta esses parâmetros.

Tabela 2: Coeficientes de Runoff médios.

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas Cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas Esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas Corrugadas de Metal	0,8 a 0,9
Cimento Amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz (2003)

O material das telhas utilizadas nas áreas de captação é de cimento amianto, portanto adotou-se o valor de C = 0,8.

3.1.3 Precipitação (I(t))

A precipitação é a média de chuvas ocorridas durante meses ou anos, no período estudado. Para determinar o I(t), do cálculo, foi feita uma análise de dados pluviométricos mensais na cidade de João Pessoa, em um período de 5 anos. Os dados foram obtidos através da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba), utilizando o posto de monitoramento DFAARA, localizado a -7.08330º de latitude -34.83330º de longitude, sendo escolhido pelo fato de ter mais proximidade com o local estudado. A tabela 3 reúne informações de precipitação durante os anos de 2013 a 2017.

Tabela 3: Média de precipitações mensais de 2013 a 2017.

Mês	Ano					Média mensal
	2013	2014	2015	2016	2017	
Jan	61,8	81,6	54	86,9	68,5	70,56
Fev	39,5	111,2	38,7	102,2	52,6	68,84
Mar	17,5	150,5	406,1	145,1	130,2	169,88
Abr	268,9	133,9	48,3	385,7	276,5	222,66
Mai	185,9	265	81,2	353,3	493,8	275,84
Jun	488,8	240,2	332,9	254,7	320,3	327,38
Jul	460,5	157,1	379	45,6	450,4	298,52
Agos	252,2	79	50,6	46,4	68,7	99,38
Set	286,9	199,4	56,9	52	18,1	122,66
Out	39,1	32,6	16,7	11,8		25,05
Nov	33,4	17,2	4,1	8,6		15,83
Dez	20,8	20,9	149,7	42,2		58,40

Fonte: Adaptado da AESA (Agencia Estadual de Gestão das Águas da Paraíba).

3.1.4 Demanda (D(t))

Como parâmetros utilizados para os cálculos foram usados dados pré-estabelecidos, nos quais indicam o uso de água diário para cada uma das situações, das quais o sistema será dimensionado. Na tabela 4 podem ser observados esses valores.

Tabela 4: Parâmetros para demanda de água não potável.

Parâmetros para demanda de água			
USO	**VALOR UTILIZADO**		**UNIDADE**
VASO SANITÁRIO	Volume da descarga	6	L/descarga
	Frequência do uso	3	Descargas/hab/dia
JARDIM	Volume de água	2	L/m²/dia
	Frequência da rega	8	regas/mês

Fonte: Adaptado de ANNECCHINI (2005).

Para fins de cálculos, a demanda deverá compreender o volume acumulado mensal de água que seria oferecida pela concessionária e que será substituído pela reutilização da água da chuva fornecida pelo sistema. A reutilização da água em lavagem de roupas, lavagem de carro e lavagem de calçadas são opções de pontos para aplicação da reutilização de água. Porém, no presente trabalho, a demanda mensal dos dois blocos de apartamentos, se dará pelo somatório do volume utilizado nas bacias sanitárias e nas regas de jardim. A tabela 5 destaca os valores do somatório das demandas referentes aos meses do ano.

Tabela 5: Demanda referente aos meses do ano.

Demanda mensal de água (L/mês)		
Demanda de bacias sanitárias (L)	**Demanda de rega de jardins (L)**	**Demanda total mensal (L/mês)**
59.400	118	59.518

Fonte: Próprio autor.

3.2 Dimensionamentos dos reservatórios pelo método de Rippl

A partir dos dados apresentados acima, torna-se possível iniciar os cálculos alusivos às dimensões necessárias para a cisterna funcionar de maneira satisfatória. A área de captação utilizada será de 519,8 m², equivalente ao somatório da área da coberta do edifício e a área da coberta de apoio da piscina. As telhas usadas no edifício são do tipo cimento amianto, na qual tem o coeficiente de Runoff fornecido entre 0,8 a 0,9, a critério do calculista, adotou-se o valor de 0,8. Os valores de demanda utilizada serão equivalentes a 59,518 m³/mês, destinados ao uso da rega de jardins e das bacias sanitárias. Os valores de precipitação utilizados são os mesmos da tabela 7**,** obtidos através da Agência Estadual de Gestão das Águas (AESA). A partir da Equação. 2 se torna possível dimensionar o reservatório pelo método de Rippl.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \text{(Eq.2)}$$

Onde:

$S_{(t)}$ = volume de água no reservatório no tempo t;

$Q_{(t)}$ = volume de chuva aproveitável no tempo t;

$D_{(t)}$ = demanda ou consumo no tempo t;

A tabela 6 apresenta o volume de água no reservatório durante cada mês e o volume final do reservatório.

Tabela 6: Cálculo do volume de água no reservatório, através do método de Rip**pl**

Mês	Precipitação média mensal I (mm)	Área de captação (m²)	C	Vol. de chuva mensal aproveitável Q (m³)	Demand a mensal D (m³/mês)	Volume de água no reservatório S (m³)	Diferença acumulada dos valores positivos do volume de água (m³)
Janeiro	70,56	519,8	0,8	29,34	59,51	30,17	30,17
Fevereiro	68,84	519,8	0,8	28,63	59,51	30,88	61,05
Março	169,88	519,8	0,8	70,64	59,51	-11,13	0
Abril	222,66	519,8	0,8	92,59	59,51	-33,08	0
Maio	275,84	519,8	0,8	114,71	59,51	-55,20	0
Junho	327,38	519,8	0,8	136,14	59,51	-76,63	0
Julho	298,56	519,8	0,8	124,15	59,51	-64,64	0
Agosto	99,38	519,8	0,8	41,33	59,51	18,18	18,18
Setembro	122,66	519,8	0,8	51,01	59,51	8,50	26,69
Outubro	25,05	519,8	0,8	10,42	59,51	49,09	75,78
Novembro	15,83	519,8	0,8	6,58	59,51	52,93	128,71
Dezembro	58,4	519,8	0,8	24,29	59,51	35,22	**163,93**
						Volume do reservatório	**163,93**

Fonte: Próprio autor.

Verificando o somatório dos valores de S para o caso 01, obteve-se -15,69 obedecendo à condição de que a demanda D, deve ser inferior ao volume de chuva mensal aproveitável Q, visto que, o não cumprimento dessa condição pode gerar problemas no bombeamento e na falta de água para o sistema.

3.3 Dimensionamento do reservatório pelo Método Prático Australiano

3.3.1 Dimensionamento

Os parâmetros do local estudado serão os mesmos utilizados pelo método de Rippl, o diferencial do Método Prático Australiano, se dá a partir da relevância da água interceptada que molha as superfícies e as perdas por evaporação, onde geralmente se considera 2mm e ainda oferece condições de confiabilidade do sistema. A equação (Eq.3), fornece as condições para o dimensionamento pelo Método Prático Australiano.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \text{(Eq.3)}$$

Onde:
Q_t = Volume mensal produzido pela chuva no mês t;
V_t = Volume de água que esta no tanque no fim do mês t;
V_{t-1} = Volume de água que está no tanque no inicio do mês t;
D_t = Demanda mensal.

A tabela 7 apresenta o dimensionamento do reservatório.

Tabela 7: Dimensionamento do reservatório pelo Método Prático Australiano

Mês	Área de captação (A) - m³	C	Precipitação média mensal de 2013 a 2017 (P) - mm	Perdas (P -I) - (m)	Volume mensal produzido pela chuva (Q) - m³	Demanda mensal (D(t)) -m³	Volume de água do tanque no inicio do mês (Vt-1) - m³V	Volume do tanque no final do mês (Vt) - m³
Janeiro	519,8	0,8	70,56	68,56	28,51	59,51	0	-31,00
Fevereiro	519,8	0,8	68,84	66,84	27,79	59,51	0	-31,72
Março	519,8	0,8	169,88	167,88	69,81	59,51	0	10,30
Abril	519,8	0,8	222,66	220,66	91,76	59,51	10,3	42,55
Maio	519,8	0,8	275,84	273,84	113,87	59,51	42,55	96,91
Junho	519,8	0,8	327,38	325,38	135,31	59,51	96,91	**172,71**
Julho	519,8	0,8	298,56	296,56	123,32	59,51	63,81	127,62
Agosto	519,8	0,8	99,38	97,38	40,49	59,51	127,62	108,60
Setembro	519,8	0,8	122,66	120,66	50,18	59,51	108,6	99,27
Outubro	519,8	0,8	25,05	23,05	9,59	59,51	99,27	49,35
Novembro	519,8	0,8	15,83	13,825	5,75	59,51	49,35	-4,41
Dezembro	519,8	0,8	58,4	56,4	23,45	59,51	0	-36,06
							Volume do reservatório	**172,71 m³**

Fonte: Próprio autor

3.3.2 Confiabilidade do sistema

A confiabilidade do sistema se dará pelos meses que o sistema não conseguirá atender a demanda do edifício, no caso do edifício Itacoatiara a confiabilidade foi de 33%, a partir da confiabilidade, torna-se possível determinar a confiança do sistema. A confiança do sistema foi equivalente a 67%.

3.4 Custos estimados da implantação do sistema

O valor relacionado à instalação do sistema envolve o reservatório, bomba centrífuga, tubulações, instalações elétricas dos equipamentos, filtros, equipamentos de irrigação de jardins, etc. A instalação de calhas e telhas, não serão consideradas, visto que, esses elementos já foram pré-instalados na estrutura dos dois edifícios. Os condutores não serão levados em consideração, pois, representam uma parcela menor dos custos do projeto.

3.4.1 Custo do reservatório

Segundo Tomaz (2003), a partir do dimensionamento dos reservatórios, se torna possível obter custos relacionados à execução do reservatório a partir de uma fórmula de estimativa de preço para uma cisterna de concreto enterrada (Eq.4).

$$C = 336 \text{ x } V^{0,85} \text{ (Eq.4)}$$

C = Custo do reservatório em dólares (U$);
V = Volume do reservatório em m³;

As tabelas 8 e 9 trazem dados, que sintetizam custos e volumes dos reservatórios, concedendo preço final da execução das cisternas pelos dois métodos, inicialmente fornecendo os valores em dólares (U$), tendo uma correção posterior para reais.

Tabela 8: Conversão de dólar para real.

Valor do real em relação ao dólar	
Valor de Dólar	**Valor do Real**
US$ 1,0	* R$ 3,10

*Valor do dólar do dia 06/09/2017.

Tabela 9: Custo dos reservatórios.

Método	**Volume do reservatório (m³)**	**Custo do reservatório em dólares (U$)**	**Valor do dólar em relação ao real = R$ 3,10**	**Valor em reais (R$)**
		C = 336 * V^0,85		
Rippl	163,93	$ 25.632,97	R$ 3,10	R$79.462,21
Australiano	172, 71	$ 26.795,33	R$ 3,10	R$83.065,53

Fonte: Próprio autor.

3.4.2 Custo de instalação e manutenção do sistema

Segundo Tomaz (2003), é interessante que exista uma previsão de custos proporcional a 30% do valor do reservatório para equipamentos, projeto ou possíveis custos extras. Desta forma, o método de Rippl, onde a cisterna teve um custo estimado de R$ 79.462,21 esse valor, acrescido dos 30%, passaria a ser R$ 103.300,87. No Método Prático Australiano o reservatório teve um custo estimado de R$ 83.065,53 com as adições relacionadas à instalação, passou a custar R$ 107.985,19.

Os custos de manutenção abrangem a verificação do funcionamento de bombas e filtros, fazer inspeções, desinfecções e limpeza no reservatório e na rede de água pluvial e ainda a inspeção e limpeza de calhas, telhas e condutores, esses serviços realizados geram custo anual avaliado em 6% do preço final do reservatório.

Tabela 10: Total de custos dos reservatórios, projetos e manutenções.

Custo Geral

Período (ano)	**Custos do reservatório**	**Custo de implantação + projeto + despesas extras + equipamentos**	**Custos de manutenção**	**Custo total**
Rippl	R$79.462,21	R$ 23.838,66	R$ 4.767,73	R$108.068,61
Australiano	R$83.065,53	R$ 24.919,66	R$ 4.983,93	R$112.969,12

Fonte: Próprio autor

3.5 Retornos da implantação do sistema

O retorno referente à implantação do sistema está diretamente ligado à relação entre custo, tudo que foi gasto com a instalação e o que ainda vai ser gasto com a manutenção do sistema e a economia gerada pela reutilização das águas das chuvas para fins não nobres.

A economia se dará pela demanda de água que o sistema passa a oferecer, substituindo a água que seria consumida através do fornecimento da concessionária. Através dos valores de cobrança por m³ de água da CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), torna-se possível obter valores aproximados da economia gerada pelo uso do sistema. As tabelas 15 e 16, apresentam os dados da economia mensal gerada pela instalação dos sistemas dimensionados pelos dois métodos.

Tabela 1: Valores fornecidos pela concessionária para cobrança do m³ de água.

CONSUMO RESIDENCIAL		
TARIFA NORMAL		
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO
Tarifa mínima - Consumo até 10 m³	R$ 36,84	R$ 29,47
11 à 20 m³ (p/m³)	R$ 4,75	R$ 3,80
21 à 30 m³ (p/m³)	R$ 6,27	R$ 5,64
acima de 30 m³ (p/m³)	R$ 8,51	R$ 8,51

Fonte: CAGEPA (2017)

Tabela 2: Economia anual gerada pelo sistema.

Valor da metragem de água economizada				
Mês	Demanda economizada - (m³)	Água	Esgoto	Valor Economizado - (R$)
Jan	59,52	R$398,25	R$375,08	R$ 773,33
Fev	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Mar	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Abr	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Mai	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Jun	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Jul	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Agos	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Set	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Out	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Nov	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Dez	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Total:	714,22	R$4.779,00	R$4.500,96	R$ 9.279,96

Fonte: Próprio autor.

3.6 Pay Back

Para que todo e qualquer investimento seja viável, deve-se ter um entendimento sobre o período no qual o investimento passará a gerar um retorno, o *pay back* é exatamente essa verificação, obtida a partir da relação entre o valor investido e o lucro anual fornecido pelo sistema de reutilização de água da chuva. A Eq.5 a seguir apresenta essa relação.

$$Pay\ back = \frac{Vi}{La}\ Eq.5$$

Onde:
Vi = Valor investido (R$)
La = Lucro anual (R$)

3.6.1 Método de Rippl

O tempo de retorno do capital do reservatório dimensionando pelo método de Rippl, foi obtido a partir do valor do custo total do sistema que foi igual a R$ 108.068,61, dividido pela economia anual do sistema, equivalente a R$ 9.279,96. A seguir são apresentados os cálculos para esse método.

$$Pay\ back = \frac{Vi}{La}\ Eq.1$$

$$Payback = \frac{108.068{,}61}{9.279{,}96}$$

$$Pay\ back = 11{,}6\ anos$$

Onde:

Vi = Valor investido (R$)
La = Lucro anual (R$)

3.6.2 Método Prático Australiano

Dimensionando o reservatório pelo método Prático Australiano, no qual, o *pay back* foi equivalente à divisão de R$ 112.969,12 que é o valor do investimento pelo valor economizado durante o ano R$ 9.279,96 obteve-se o resultado abaixo:

$$Pay\ back = \frac{Vi}{La}\ Eq.1$$

$$Pay\ back = \frac{112.969{,}12}{9.279{,}96}$$

$$Pay\ back = 12{,}2\ anos$$

Onde:

Vi = Valor investido (R$)
La = Lucro anual (R$)

4 CONCLUSÕES

O Brasil é um país que dispões de um das maiores capacidades hídricas mundiais, porém, devido às dimensões continentais de seu território, algumas das regiões que aglomeram a maioria da população são assoladas com a má distribuição de água.

A cidade de João Pessoa, mesmo tendo um volume hídrico considerado compatível com a demanda da cidade, ainda existe localidades que sofrem com a má distribuição de água. O sistema de captação e aproveitamento dos recursos pluviométricos vem como uma medida que atende as necessidades da população, visto que, o presente projeto pode ser desenvolvido para qualquer área da cidade, sendo executadas em prédios públicos e privadas.

Os reservatórios foram dimensionados pelo método de Rippl e pelo Método Prático Australiano, fornecendo volumes e custos diferentes em sua execução do sistema no Edifício Itacoatiara. O método de Rippl forneceu uma execução menos onerosa, o reservatório apresentou um volume de 163,93 m³, com custos de planejamento, execução e manutenção de R$ 108.068,61. Pelo Método Prático Australiano o reservatório obteve um volume de 172,71 m³, apresentando em seu investimento total de R$ 112.969,12. Vale salientar que esse método leva em consideração, além do armazenamento de água necessária para suprir a demanda do prédio, o volume de interceptação da água que molha as superfícies e as perdas por evaporação. No entanto, mesmo com a diferença de métodos e custos obtidos, o período de retorno do investimento (*pay back*), apresentou valores aproximados, para o dimensionamento dos dois sistemas o *pay back* foi de aproximadamente 12 anos, período considerado relativamente bom, visto que é um alto investimento. Para os dois sistemas o valor da economia na conta de água foi equivalente a R$ 9.279,96 ao ano.

A implantação dos sistemas de aproveitamento de água da chuva para fins não nobres acarreta na redução do consumo de água fornecida pela concessionária, visto que, os custos relacionados ao fornecimento de água e a coleta de esgoto não seriam mais uma realidade no orçamento das edificações. Caso esses sistemas fossem implantados em uma parcela considerável de residências, provocaria uma amplitude maior de benefícios, exigindo menos da drenagem urbana, reduzindo possíveis picos de enchentes e amenizando consequências causadas pelo fenômeno, além de ser uma importante vertente da questão sustentável, reduzindo problemas futuros como a escassez de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

AESA. **Meteorologia – Chuvas**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em 10 set 2017.

AESA. **Monitoramento dos açudes.** Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-diario/?tipo=atual>. Acesso em: 9 out 2017.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos.** Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2009_rel.pdf>. Acesso em 04 out 2017.

ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

CAGEPA. Estrutura Tarifária 2017. Disponível em: < http://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/Estrutura-Tarif%C3%A1ria-Final-2017.pdf>. Acesso em: 08 out 2017.

CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Hélio Creder – 6º ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2006

IBGE. **Estimativas da população.** Disponível em: < ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf>. Acesso em 03 out 2017.

IBGE. **Estimativas populacionais dos municípios para 2017**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017.html>. Acesso em 05 out 2017

MAY, Simone; **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** São Paulo, 2004. Dissertação apresentada a escola politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

MMA. **Água um recurso cada vez mais ameaçado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf> Acesso em 03 out 2017.

ONUBR. **World Population Prospects.** Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf> . Acesso em 04 out 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo, Navegar, 2003, 180p.

TRATA BRASIL. **Situação Saneamento no Brasil.** Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>. Acesso em 06 out 2017.

UFNPA. **População e mudanças climáticas**. Disponível em: <http://www.unfpa.org.br/novo/index.php/noticias/ultimas/1648-artigo-populacao-e-mudancas-climaticas>. Acesso em 04 out 2017.

UFPB. **Agonia de um rio marcado para morrer.** Disponível em <http://www.geociencias.ufpb.br/~paulorosa/textosdiscussao/riojaguaribe_marcado.pdf>. Acesso em 06 out 2017.

UNESCO. **Wather for people whather for life.** Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf>. Acesso em 04 out 2017.

VICTORINO, Célia Jurema Aito. **Planeta água morrendo de sede:** uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos / Célia Jurema Aito Victorino. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 231p.

YIN, Robert K. Estudo de caso: Planejamentos e Métodos / Robert K. Yin – 5. ed. – Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2015.

AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE E DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO, RELACIONANDO COM A QUALIDADE DE VIDA DE MOTORISTAS DE ÔNIBUS EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB

Verílton Nunes da Silva [1], verilton@yahoo.com.br, Renilson Ferraz Viana Júnior [1], renilsonferraz@hotmail.com, Fabiana Kelly de Medeiros[2], fabiana_medeiros2@hotmail.com, Williams da Silva Guimarães de Lima[3], williams_guimaraes@hotmail.com
[1]Instituto Federal da Paraíba –I FPB, João Pessoa, PB, Brasi, [2]Instituição de Ensino Superior da Paraíba – IESP, João Pessoa, PB, Brasil, [3] Instituição de Ensino Superior da Paraíba – IESP, João Pessoa, PB, Brasil.

Resumo

O ruído é o agente físico nocivo mais comum encontrado no ambiente de trabalho, ocasionando não só a perda auditiva ao longo dos anos, como também danos a todo o organismo. A perda auditiva por ruído (PAIR) é uma doença relacionada à perda permanente da audição quando o trabalhador encontra-se exposto ao ruído do ambiente do trabalho. Este trabalho tem como objetivo avaliar o nível de ruído no posto de trabalho de motoristas de ônibus em uma empresa de transporte urbano na cidade de João Pessoa – PB. A avaliação do ruído foi realizada em uma amostra de 03 ônibus, onde pode ser avaliado os resultados com diferentes fabricantes do motor, como também para diferentes idades de fabricação do mesmo, durante o trajeto percorrido pela linha de ônibus, observando a dosimetria e o nível equivalente de ruído durante sua jornada, onde neste último critério foram comparados os valores obtidos através de um audiodosímetro com os valores estabelecidos pela norma NR-15, que trata de agentes físicos no trabalho. Os resultados obtidos apontam valores dentro do que está estabelecido pela norma no tempo de exposição avaliado, porém, para uma jornada de trabalho de 8 horas diário, apontam uma tendência ao aumento do nível equivalente do ruído, onde a falta de manutenção dos veículos, com relação ao controle de ruído na fonte, apresenta ser o principal fator de contribuição para o aumento deste parâmetro.

Palavras-chave: Nível equivalente de ruído, Controle de ruído na fonte, Motoristas de ônibus.

Abstrat

Noise is the most common harmful physical agent found in the workplace, causing not only hearing loss over the years, but also damage to the whole organism. Noise-related hearing loss (NIHL) is a condition related to permanent hearing loss when the worker is exposed to noise from the work environment. This study aims to evaluate the noise level in the workstation of bus drivers in an urban transport company in the city of João Pessoa - PB. The noise evaluation was performed in a sample of 03 buses, where the results can be evaluated with different engine manufacturers, as well as for different ages of manufacture of the same, during the route traveled by the bus line, observing the dosimetry and the level noise equivalent during their journey, where in this last criterion the values obtained through an audiodosimeter were compared with the values established by the NR-15 standard, which deals with physical agents at work. The results show values within what is established by the norm in the time of exposure evaluated, but for a daily working day of 8 hours, indicate a tendency to increase the equivalent level of noise, where the lack of maintenance of the vehicles, with relation to noise control at source, is the main factor contributing to the increase of this parameter.

Keywords: Equivalent noise level, Noise control at source, Bus drivers.

1. Introdução

Quando se trata de agente físico nocivo, o ruído é o mais comum encontrado no ambiente de trabalho (DIAS *et al.*, 2006). O ruído ocasiona diversas consequências no organismo dos seres humanos, dentre elas: cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição, aumento da pressão arterial, problemas no aparelho digestivo, taquicardia e perigo de infarto. Os sintomas supracitados denominam uma doença conhecida popularmente como PAIR (perda auditiva induzida pelo ruído), e se esse ruído é sabidamente ocupacional, tem recebido o nome de PAIRO (perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional), Surdez profissional, Disacusia Ocupacional, etc. Porém todas constituem uma doença profissional, caracterizada pela diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis intensos de pressão sonora.

Neste trabalho de pesquisa, será abordada a exposição ao ruído ocupacional, quantificando a intensidade e tempos de exposição por meio de análise de dosimetria, e avaliando através de parâmetros indicados nas respectivas normas regulamentadoras a intensidade e o tempo de exposição que estão submetidos os profissionais do setor de transporte rodoviário em ônibus urbanos da cidade de João Pessoa/Paraíba, relacionando com a qualidade de vida dos mesmos, sendo esta pesquisa de fundamental importância, visto que, atualmente, o ruído é o agente físico nocivo mais comum encontrado no ambiente de trabalho.

2. Materiais e Métodos

O presente estudo foi aplicado em três motoristas de uma empresa de transporte coletivo urbano, de uma determinada empresa concessionária de transporte público da cidade de João Pessoa – PB, realizado em um único dia em horários distintos. Foram observados ônibus com idades de fabricação diferentes, todos com o motor localizado na parte dianteira do veículo, onde os motores dos veículos são de dois fabricantes diferentes, designados por motor tipo “A” e “B”, onde levou-se em conta a predominância dos ônibus com esta configuração que circulam em toda a cidade.

O instrumento de coleta de dados utilizado para esta pesquisa engloba o uso de um aparelho audiodosímetro, da marca INSTRUTHERM, e modelo DOS-500, devidamente calibrado, conforme especificações, para mensurar a dose de ruído que o motorista recebeu ao longo de sua jornada. Este instrumento foi devidamente aferido com o calibrador acústico marca INSTRUTHERM, modelo CAL-3000. O medidor e o calibrador são certificados em laboratórios credenciados pelo INMETRO. As medições foram realizadas instalando o microfone do dosímetro ao nível auditivo do trabalhador, com o aparelho operando na curva de compensação “A”.

A análise quantitativa consistirá na mensuração dos valores de ruído ao qual o trabalhador encontra-se exposto com uso do aparelho de medição. Após a coleta dos dados, serão apresentados como resultados o levantamento dos gráficos com os valores do nível de ruído obtido em relação ao histórico de tempo, bem como da dose de ruído, através do uso do software para análise e impressão de dados, elaborado pelo próprio fabricante do aparelho audiodosímetro.

3. Resultados obtidos

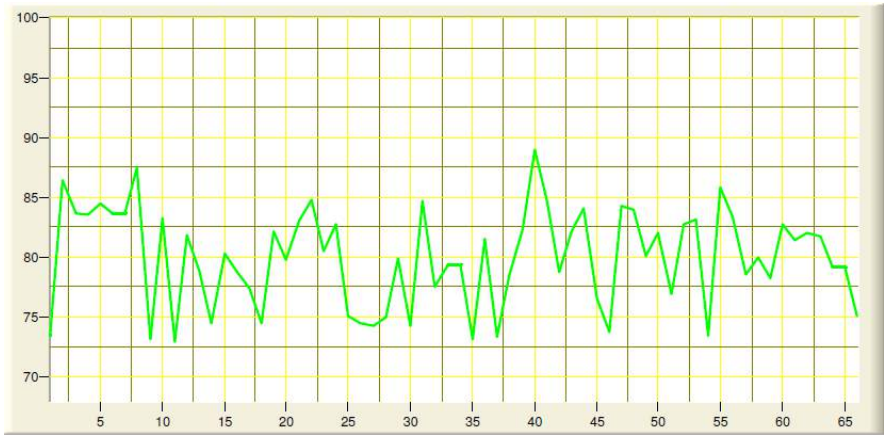
Vale ressaltar que toda esta análise foi realizada sem qualquer intervenção no equipamento ou no motorista e que toda análise qualitativa foi realizada através de observação.

Caso 1:

Neste primeiro caso foi realizada a dosimetria em um motorista que conduz um veículo de motorização do fabricante "A" e ano de fabricação 2007. O início da viagem deu-se às 09 h e 47 min, e o horário de retorno às 10 h e 52 min, totalizando um tempo de exposição de 01 h e 05 min.

Na Figura 2 temos o gráfico da dosimetria para este primeiro caso.

Figura 2: Gráfico de dosimetria para o caso 1



Número de Registros

Fonte: Dados da pesquisa

Caso 2:

Neste segundo caso a dosimetria foi realizada em um veículo de motor de fabricante "B", ano 2010. O início da viagem foi realizada às 11 h e 10 min, e o horário de retorno às 12 h e 37 min, totalizando num tempo de exposição de 01 h e 27 min. Na Figura 3 abaixo temos o gráfico da dosimetria para o segundo caso.

Figura 3: Gráfico de dosimetria para o caso 2

Número de Registros

Fonte: Dados da pesquisa

Caso 3:

Neste último caso foi realizada a dosimetria em um motorista que conduz um veículo de motorização do fabricante "A", ano de fabricação 2009. O início da viagem foi às 13 h e 49 min, e o horário de retorno às 15 h e 12 min, totalizando num tempo de exposição de 01 h e 23 min. Nesta viagem, o motorista alertou da existência de um furo na tubulação de escapamento do motor, o que poderia ocorrer ruídos acima do normal na região da cabina. Na Figura 4 abaixo temos o gráfico da dosimetria do terceiro caso.

Figura 4: Gráfico de dosimetria para o caso 3

Fonte: Dados da pesquisa

4. Conclusões

Nesta pesquisa buscou-se avaliar a condição do posto de trabalho dos motoristas de ônibus que circulam na cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, através de medição da dose de ruído e do nível equivalente de ruído aos quais os motoristas estão expostos.

Embora a frota de ônibus da cidade possua uma média de idade relativamente nova, foi constatado que o nível equivalente de ruído projetado, para um tempo de exposição de 8 horas, apresentou uma tendência a ultrapassar o limite máximo estabelecido de 85 dB(A), de acordo com a norma NR 15, no segundo caso estudado. Embora nenhuma intervenção no veículo tenha sido realizada, podemos indicar que por se tratar de uma viagem realizada em um horário onde ocorre um aumento de movimento dos veículos em trânsito, apresenta como uma contribuição externa para o elevado nível de ruído, por se tratar do veículo mais novo da amostra.

Diante do que foi apresentado neste trabalho, podemos concluir que o ruído é um fator de contribuição para o desequilíbrio do bem estar da saúde do trabalhador que fica exposto a este agente físico. Este agente predomina durante a jornada de trabalho destes profissionais, além de outros agentes físicos também consideráveis, como o calor e a vibração, que não foram abordados neste trabalho de pesquisa. Então, cabe aos profissionais de saúde e segurança no trabalho realizar estudos buscarem medidas que possam contribuir na redução ao máximo da exposição do trabalhador a esses agentes nocivos à saúde.

Referências

DIAS, A.; CORDEIRO, R.; CORRENTE, J. E.; GONÇALVES, C. G. O. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 1, p. 63-68. 2006.

DIDONÉ, J. A. **Perda auditiva dos motoristas de ônibus por exposição ao ruído: Medição, Análise e Proposta de Prevenção**. 2004. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

FERNANDES, J, C. VENTURA, L.M.P. KASAMA, 5. 1. NARECE, I.L. BOSSO, J.R. **Avaliação dos níveis de ruído em ônibus urbanos e análise do risco auditivo dos motoristas e cobradores**. 2001. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br> Acesso em: 20 nov 2013.

GIULIANI, A. O nível de ruído próximo aos motoristas de ônibus urbano na cidade de Porto Alegre, **RS. Revista Liberato**, v. 12, n. 17, p. 01-06. 2011.

MENDES, L. R. **Serviço essencial X Trabalho penoso: Análise das condições de trabalho dos motoristas de ônibus coletivo urbano na cidade de Belo Horizonte**. 1987. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

NHO 01 – Norma de Higiene Ocupacional: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**.** **FUNDACENTRO – Ministério do Trabalho.** 2001.

NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. **Ministério do Trabalho e Emprego**. 2011.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído – PPRA.** 6 ed, São Paulo, LTr, 2011.

SILVA, L. F.; MENDES, R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. **Rev. Saúde Pública**, v. 39, n. 1, p. 9-17. 2005.

BIOCARVÃO PRODUZIDO POR CARBONIZAÇÃO DE DEJETOS CANINOS

Willians da Silva Guimarães de Lima [1]; Rosamélia Gouveia de Lima [2]; Edivaldo Galdino Ferreira [3]; Marco Aurélio Rodrigues de Melo [4], Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos [5].
[1]williams_guimaraes@hotmail.com], [2]rosameliagouveia@gmail.com, [3]edivaldogaldino@gmail.com, [4]marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com, [5]giuseppecv@gmail.com. [1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [4]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA, [5]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP.

RESUMO

Diversas maneiras de destinação de resíduos (DE...) têm sido utilizadas, porém para os dejetos caninos, a única utilizada é o descarte em aterros sanitários, a carbonização para obtenção de biocarvão a partir deste tipo de biomassa foi uma solução para a problemática. O estudo fez o levantamento do montante de resíduos produzidos, buscando alternativas para solucionar um problema, e transformando essa dificuldade em alternativa para beneficiar o setor agrícola e siderúrgico. Este trabalho apresenta o potencial do produto realizando o reaproveitamento dos residuos oriundos de animais domesticados. O trabalho também realizou a comparação das características do biocarvão de dejetos caninos produzidos a partir de carbonização com o carvão vegetal. O teor de cinzas no biocarvão chegou a 1,90%, contribuindo positivamente para o rendimento da carbonização. O teor de material volátil diminuiu com o aumento da temperatura e o teor de carbono fixo aumentou com a temperatura, por fim os valores obtidos do material produzido foram de adequada qualidade, o biocarvão também se apresenta como uma ótima solução para diminuição do efeito estufa, realizando a estocagem de carbono no solo, contribuindo para geração de energia e auxiliando na fertilização do solo.

Palavras-chave: Biocarvão, carbonização, energia e fertilização.

ABSTRAT

Several ways of waste disposal Have Been used, but for the canine dejections, the one used is the disposal in landfills, carbonization to produce biochar from this type of biomass was a solution to the problem. The study made lifting the amount of waste produced, seeking alternatives to solve the problem, and difficulty in turning this alternative to benefit the agricultural sector and steel. This paper presents the potential of the product performing the reuse of residue from domesticated animals. The work Conducted Also the comparison of the features of canine waste biochar produced from charring with charcoal. The ash content in biochar cam to 1.90%, contributing positively to the yield of carbonization. The volatile materials content Decreased with Increasing temperature and the fixed carbon content Increased with temperature, the values Obtained from the produced materials Were of adequate quality, the biochar Also presents itself as a great solution for reducing the greenhouse effect, making the storage of carbon in the soil, contributing to energy generation and assisting in soil fertilization

Keywords: Biochar, charred, Energy and fertilization.

1 INTRODUÇÃO

Segundo (MAIA et al, 2011), o biocarvão é qualquer material rico em carbono obtido de biomassa carbonizada sob baixa atmosfera de oxigênio, para uso no solo, sendo o processo conhecido como pirólise ou carbonização.

Nesse processo térmico, são gerados produtos com valores agregados, tais como, óleo, gases e carvão que podem ser utilizados como fonte de combustíveis ou em outros usos relacionados à indústria agrícola (PEDROZA et al., 2010). De acordo com alguns autores, no Brasil a Embrapa coordena uma rede de pesquisa sobre o biocarvão, no qual estudam a viabilidade de produção, e apresenta resultados positivos sobre a utilização desse produto, comprovando sua eficácia no aumento da produtividade das lavouras e uma significativa economia com gastos em fertilizantes. Sua aplicação é simples bastando apenas lançar sobre o solo e incorporá-lo com arados. Dependendo das condições de operação do processo para carbonização da biomassa, a carbonização pode ser classificada como lenta, rápida ou "flash". Com isso materiais orgânicos que seriam ligeiramente decompostos, permitindo a liberação de dióxido de carbono e outros gases responsáveis pelo efeito estufa, são alterados dando origem ao biocarvão, o mesmo quando lançado no solo se degrada lentamente e através da sua estabilidade química promove um estoque de carbono em longo prazo no solo.

Dentre essas funções o produto aumenta a produtividade do solo, promovendo a estruturação e evitando a erosão, o mesmo faz a retenção da chuva para durante períodos de seca libera-lá, também gera a aeração e porosidade sendo uma boa característica estrutural. Alguns tipos de biocarvão agem como adsorventes de nutrientes, o que leva ao aumento da eficiência da adubação em plantas (MADARI et al. 2010).

Diante das probabilidades de redução da oferta de combustíveis fósseis, do consumo desenfreado de energia e as grandes restrições ecológicas, têm-se propiciado a retomada do uso da biomassa para geração de energia. Uma vez que a biomassa é uma matéria prima energética, renovável e pouco contaminante quando comparada a alguns tipos de combustíveis. (SEYE & PINHEIRO, citado por BARCELLOS, 2002). O biocarvão é uma fonte energética de grande importância, principalmente para o Brasil, pelo seu caráter renovável e pela sua importância histórica e econômica (BARCELLOS, 2007).

Basicamente qualquer fonte de biomassa se presta à produção de biocarvão, porém, devidas às diferenças existentes na composição química (teores de lignina, extrativos, celuloses e hemiceluloses) e na morfologia desses materiais, bem como o as condições de temperatura e tempo de carbonização. (PAZ-FERREIRO et al., 2014), o produto obtido apresenta características físicas e químicas particulares que servem para a melhoria dos solos (MAIA, 2011).

A matéria prima utilizada para fabricação de biocarvão pode ser qualquer fonte de biomassa como os resíduos agrícolas (bagaço e palha da cana de açúcar, e restos de outras culuras), resíduos orgânicos e resíduos urbanos sólidos (restos de podas de árvores, lodo de esgoto), resíduos industriais (da indústria de papel e celulose, tortas), e o tipo escolhido que foi o oriundo de materiais de origem animal (ossos, esterco).

Atualmente, a Lei 12.305 e 10004 atenta para a destinação e classificação dos resíduos sólidos, respectivamente. Diante dessa necessária ótica de destinação racional dos resíduos sólidos, destacamos a problemática dos resíduos sólidos resultantes do esterco do animal doméstico, em especial os caninos.

Atualmente a população de caninos em domicílios brasileiros está estimada em 52,2 milhões, o que indica uma média de 1,8 cachorros por domicílio. O dado mostra que, no Brasil, existem mais cachorros de estimação do que crianças. Segundo o (PNAD), em 2013, havia 44,9 milhões de crianças de até 14 anos. De acordo com Portari,(2008), um cão gera em média cerca de 0,33 kg de fezes, o que rende anualmente em todo o Brasil uma quantidade de 6 milhões de toneladas de fezes sendo lançadas em aterros sanitários, lixões a céu aberto, em vias públicas dentre outros locais.

Diante desses dados é de suma importância à preocupação acerca da contaminação ambiental por meio desses dejetos fecais oriundos de animais domésticos, principalmente cães. Nas praças, parques, vias públicas e logradouros tem sido motivo de preocupação, pela saúde pública, pois o parasitismo intestinal desses animais, além de causar danos à saúde destes, constitui um sério problema a qualidade de vida e bem estar das cidades. (NARDO et al., 2013). E a sujeitar os outros munícipes, em especial as crianças, a um perigo, devido à possibilidade de propagação de várias doenças, como a toxocaríase que acarretara em cegueira humana bem como a escherichia coli que pode em alguns casos levar a morte.

Como descreve Magnabosco (2006) "o desequilíbrio na população animal levou a excessos populacionais, que junto com a falta de saneamento e o crescimento desordenado das cidades, propiciam a

disseminação de zoonoses". O termo zoonose é definido pela Organização Mundial de Saúde – OMS como uma "doença ou infecção naturalmente transmissível de animais vertebrados para os seres humanos". E o veículo mais comum são as fezes.

Visto que a as fezes caninas são fontes de doenças, permitem a proliferação de vetores e contribuem significativamente para o aumento da quantidade de resíduo sólido de origem orgânica destinada aos aterros sanitários várias práticas de processamento de resíduos têm sido manejadas visando sua estabilização e uma posterior aplicação em solos como fonte de matéria orgânica (ABREU et al., 2011), como exemplo temos uma alternativa viável que consiste na transformação desse material em Biocarvão.

Logo, a conversão de biomassa de resíduos de esterco animal em carvão promove a eliminação de todos os patógenos ativos (AHMAD et al., 2014) nos dejetos de animais.

As características do carvão variam em função dos dejetos caninos utilizados. De acordo com (REZENDE et al.,2010) o bom carvão apresenta estrutura interna inerte, semelhante a grafite, que faz preservar (sequestrar) o carbono por centenas e até milhares de anos, e estrutura periférica (externa) reativa (funcionalizada) para atuar como a matéria orgânica natural do ambiente.

O presente artigo tem como objetivo realizar a transformação dos dejetos caninos por meio de carbonização a fim de obter o carvão, que poderá ser utilizado como uma fonte de combustível sólido bem como, na agricultura, contribuindo significativamente para a fertilidade do solo.

2 METODOLOGIA

Foi desenvolvido um experimento de carbonização, utilizando como fonte de biomassa, os dejetos caninos. O procedimento ocorreu em duas etapas, à primeira consistindo no desenvolvimento da metodologia para obtenção do produto, e a segunda etapa consistiu-se na caracterização do carvão obtido a partir da carbonização realizada anteriormente.

2.1 Processo

2.1.1 Obtenção e Preparo da Biomassa

Para a seleção da biomassa foi escolhido os dejetos caninos, levando em consideração a alta quantidade do mesmo. Os dejetos caninos foram obtidos de animais domésticos, residentes na cidade de Cabedelo-PB.

As amostras foram coletadas de animais que se alimentam basicamente de ração apropriada. Posteriormente realizada uma secagem no qual a amostra foi colocada em recipiente metálico e exposta ao sol, por cerca de cinco dias, objetivando eliminar os odores e reduzir a umidade da biomassa.

As características que foram analisadas no final do experimento obedeceram à metodologia proposta pela MB 15, que consistiu em: teor de umidade, teor de materiais voláteis, teor de cinzas, e teor de carbono fixo. Desta forma o estudo realiza a comparação entre as analises básicas do carvão obtido da biomassa inicial com trabalhos feitos com outro tipo de biomassa.

2.2 Carbonização de Dejetos Caninos

O carvão foi obtido num Laboratório de Química de uma Faculdade da Cidade de João Pessoa, através de ensaios de carbonização dos dejetos caninos. Uma vez que este tipo de processo é o que melhor representa o rendimento de sólidos. O carvão foi obtido a partir de 0,25 kg de biomassa, no qual foram submetidos a secagem ao ar livre por 5 dias, afim de remover o teor de umidade e odor da amostra, posteriormente a biomassa foi pesada, triturada, como mostra Fig 1. Após este procedimento foi separada a quantidade de 190 g de amostra a qual está foi submetida a prensagem em uma prensa hidráulica a 2 toneladas, os briquetes obtidos foram de 182 g, Figuras 2, 3, 4 e 5.

Figura 1 – Dejetos Caninos pesados e triturados grosseiramente.

Fonte: Lima (2015).

Figura 2 – Prensa Hidráulica utilizada no estudo.

Fonte: Lima (2015).

Figura 3 – Dejetos Caninos sendo compactados a frio na prensa.

Fonte: Lima (2015).

Figura 4 – Briquete produzido após prensagem.

Fonte: Lima (2015).

Figura 5 – Briquete produzido após prensagem.

Fonte: Lima (2015).

Depois da obtenção do briquete o mesmo foi pesado e colocado em um cadinho de porcelana conforme segue fig. 6, e levado a uma temperatura gradativa de 350°C, por cerca de 30 minutos, e depois a temperatura de 450°C por mais 30 minutos, realizada em mufla modelo Quimis, localizada no Laboratório da Faculdade Internacional da Paraíba. A carbonização foi realizada a uma taxa média de aumento de temperatura de 11 °C min-1, com um tempo de residência de total de 60 minutos. Passado o tempo estipulado o equipamento foi desligado para o resfriamento. Conforme segue Fig 7. O carvão já obtido.

Figura 6 – Briquete em cadinho de porcelana inserido em mufla.

Fonte: Lima (2015).

Figura 7 – Carvão obtido após carbonização.

Fonte: Lima (2015).

Após a carbonização e resfriamento, o carvão obtido foi transferido para dessecador e após 20 minutos quando o mesmo já estava frio, foi pesado e acondicionado para a realização das análises de caracterização.

2.3 Caracterizações do carvão

2.3.1 Determinação de umidade de equilíbrio

Para determinação da umidade, pesou-se o carvão em um cadinho sem tampa. Colocado na estufa por 100 ºC durante uma hora e meia. Posteriormente foi retirado da estufa e colocado em um dessecador e deixado esfriar até temperatura ambiente, e pesou-se novamente. Para calculo de umidade de equilíbrio utilizou-se a seguinte equação :

$$U\% = \frac{(m1-m2)}{m} x100$$

2.3.2 Determinação de matéria volátil

A quantidade de material volátil foi determinada a partir do carvão previamente seco pelo método da umidade, O aquecimento foi em mufla à 850 ºC, a partir do seguinte procedimento, o cadinho ficou na porta da mufla por cerca de 2 minutos a temperatura de 300 ºC, depois por quatro minutos o cadinho foi inserido na abertura da mufla por seis minutos com a temperatura a 500 ºC, por fim o cadinho foi colocado no interior da mufla por mais seis minutos com a porta fechada, após a chama ficar azul encerrou-se o procedimento e as amostras depois foram secar em dessecador. Para o calculo foi determinado pela seguinte equação:

$$\%MVt= \frac{(m2-m3)}{m2} x100$$

2.3.3. Determinação de teor de cinzas

Na determinação do percentual do teor de cinzas o material já previamente calcinado pelo método dos voláteis, partiu para a incineração por três horas em mufla, terminadas o procedimento, o material foi para dessecador por 20 minutos e calculado o teor de cinzas pela equação:

$$\%Z = \frac{m4}{m3} x100$$

2.3.4 Carbono fixo

Para cálculo de carbono fixo o mesmo foi realizado por diferença, após cálculo da porcentagem de umidade, de material volátel e de cinza a diferença entre 100 e a soma dessas três porcentagens dando por fim a porcentagem do carbono fixo pela equação:

$$\%\text{CF}= 100 - (\%U + \%MV + \%Z)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O material após secagem ainda apresentava odor característico, a partir da prensagem o material apresentou excelente condições de resistência e quando submetido a carbonização eliminou-se todos os patógenos presente, durante a carbonização a temperatura final de 450ºC foram suficientes para a geração do produto. O mesmo depois do resfriamento seguiu para a caracterização que está disposta a seguir sendo apresentados no Quadro 1 os valores médios das características químicas analisadas no carvão produzido no ensaio de carbonização e comparado a na discursão com outro carvão sendo este de biomassa vegetal.

Quadro 1 – Caracterização imediata do carvão

Características do carvão	**Carvão obtido (%)**
Teor de Umidade	5,9
Teor de Material Volátil	26,41
Teor de Cinzas	1,90
Teor de Carbono Fixo	78,52

Fonte: Lima (2015).

Os teores de umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo obtidos para o carvão de dejetos estiveram análogos aos encontrados por Oliveira et al. (2006), que variaram de 5 a 6,2% (umidade) 25,12 a 28,49 % (voláteis), de 1,00 a 1,94 (cinzas) e de 70,28 a 73,65% (carbono fixo).

5.1 Teor de umidade de equilíbrio do carvão produzido

Confere-se, que não existiram diferenças expressivas entre os carvões comparados. Quanto ao teor de umidade estando o valor próximo aos 6% (QUADRO 1). O teor de umidade desejável é inferiormente a 5%, deste modo observa-se que nenhuns dos carvões atenderam a essa especificação. Quanto maior o teor de umidade dos carvões, menor é quantidade de energia liberada dos mesmos, constituindo também uma grande quantidade de fumaça desprendida.

A composição química é uma das propriedades mais formidáveis do carvão e influencia o seu desempenho e performance. Em termos de análise química é considerado um produto formado de três partes: materiais voláteis, cinzas e carbono fixo.

3.2 Teor de material volátil

Relacionando-se aos materiais voláteis estes podem ser definidos como conteúdos que são desprendidos, como por exemplo os gases durante a carbonização, sendo admissível de 20 a 24%. O teor de voláteis encontrados em vários trabalhos analisados representa os compostos restantes do alcatrão que não se desataram ao longo do processo de carbonização, continuando assim como componente químico do carvão (CORRÊA, 1988). O valor comparado entre os dois tipos de carvões são bem próximos, sendo o carvão de dejetos caninos ultrapassando um pouco a margem admissível, Quadro 1.

3.3 Teor de cinzas

Os mesmos encontram-se dentro dos padrões desejados quando comparado ao que é encontrado na literatura, Quadro 1, podendo ser consequência direta do dejeto canino ou devido a não contaminação do carvão por terra, no qual, geralmente ocorre nos sistemas tradicionais. As cinzas que são provenientes do dejeto ou madeira carbonizado (VITAL et al, 1986) devem estar variando na faixa de 0,6 a 2,4 %. Altos teores de cinzas afetam de forma negativa no rendimento da carbonização.

3.4 Teor de carbono fixo

Notou-se que os resultados estão de acordo com o normalmente exigido, sobretudo referentes ao teor de carbono fixo, Quadro 1. O teor de carbono fixo médio, ponderando somente o ensaio realizado, foi de 68,52 %, esse teor de carbono fixo indica que a temperatura final de carbonização média ficou em torno de 450 °C. Segundo Jacomino et al. (2002), as indústrias siderúrgicas brasileiras utilizam carvão vegetal com um teor de carbono fixo na faixa de 65 % a 75 %. Podendo esse novo tipo de carvão ser testado para uso em escala industrial. Quanto maior o teor de carbono fixo, menor é o teor de materiais voláteis. Isso ficou claro quando observado no Quadro 1, tanto para o biocarvão de dejeto canino quanto para o carvão vegetal.

5 CONCLUSÕES

Alicerçado na interpretação dos resultados obtidos no sistema de carbonização de dejetos caninos, pode-se concluir que:

- O tempo de carbonização e o rendimento em carvão não sofreram interferência da umidade dos dejetos;
- O biocarvão produzido com o dejeto canino apresentou menores teores de voláteis e cinzas, maior teor de carbono fixo. De modo geral, em função das características químicas (análise imediata) o carvão tem melhores propriedades, para fins siderúrgicos;
- O biocarvão de dejetos caninos se apresenta como insumo para manutenção, estabilidade e recuperação de solos;
- O biocarvão pode ser utilizado em filtros para tratamento de agua em reatores industriais;
- Outros estudos devem ser continuados a fim de realizar testes de queima e análises físicas e químicas mais especificas.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, A. A.; Conversão Química de Madeiras da Amazônia: Carvão e Briquetes de Carvão Vegetal. Acta Amazônica, v.18, n1/2, p.93-108, mar./jun.1988.

JACOMINO, V. M. F. et al. Controle Ambiental das indústrias de Ferro-gusa em altos fornos a carvão vegetal. Belo Horizonte: Projeto Minas Ambiente/ SEGRAC, 2002a. 302p.

MADARI, B.E. et al.. Biomassa carbonizada como condicionante de solo para a cultura do arroz de terras altas, em solo arenoso, no Cerrado: efeito imediato para a fertilidade do solo e produtividade das plantas. Comunicado Técnico, Embrapa, Goiânia, Brasil, 197, p 8, 2010.

MAIA, C.; et al. Resíduo de Erva-Mate na Obtenção de Biocarvão, 2011.

MAGNABOSCO, C.; População Domiciliada de cães e gatos em São Paulo, 2006.

NARDO D, et al. High-density lipoprotein mediates anti-inflammatory reprogramming of macrophages via the transcriptional regulator ATF3. Nature immunology. 2013

PAZ-FERREIRO, J.; LU, H.; FU1, S.; MÉNDEZ, A.; GASCÓ, G. Use of phytoremediation and biochar to remediate heavy metal polluted soils: a review, 2014.

PEDROZA, M. M. et al. Produção e tratamento de lodo de esgoto: uma revisão. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 11, p. 147-157, 2010.

REZENDE, E. I. P.; A química inorgânica em fertilizantes de liberação lenta. PGQ/DQ/UFPR, 2010.

SEYE, O. & PINHEIRO, P. C. C., 2001. Influência da Temperatura de Carbonização nas Propriedades do Carvão Vegetal de Eucalyptus. Belo Horizonte – MG.In: BARCELLOS,

VITAL, B. R.; JESUS, R. M.; VALENTE, O. F. Efeito da constituição química e da densidade da madeira de clones de Eucalyptus grandis na produção de carvão vegetal. Revista Árvore, Viçosa, v. 10, n. 2, p. 151 - 160, 1986.

Caracterização do uso e ocupação do solo nos processos erosivos costeiros no município de Baia da Traição, litoral norte da Paraíba.

Francisco José Florentino Rodrigues[1], Marcílio Dornelles Nascimento dos Santos[2], Williams da Silva Guimarães de Lima[3], Edivaldo Galdino Ferreira[4]
[1]Engenheiro Ambiental. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcilio_741@hotmail.com, [2]Engenheiro Ambiental. Joao Pessoa, PB, Brasil. e-mail: gunga1975@hotmail.com, [3]Instituto de Ensino Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: williams guimaraes@hotmail.com, [4]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária Paraíba S/A João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: edivaldogaldino@gmail.com

RESUMO

Nas últimas décadas, vários problemas socioambientais se agravaram nos municípios litorâneas brasileiros. Estes problemas vêm ocorrendo, de forma cada vez mais acelerada, devido à ocupação desordenada e não planejada da zona costeira. Preocupado com estes processos no meio ambiente local, surge à necessidade de buscar o conhecimento do espaço geográfico da Baía da Traição, litoral norte da Paraíba, com adensamento urbano sobre áreas de APPs – área de preservação permanente como, dunas e mangues. A falta de planejamento de uso e ocupação do solo no litoral mais antropizado da Baía da Traição – PB tem afetado diretamente na funcionalidade do meio ambiente urbano. Por este motivo, o presente trabalho tem como objetivo a caracterização do uso e ocupação do solo, com ênfase no constante processo erosivo costeiro ocorrido na parte norte do litoral urbano do município da Baia da Traição – PB, tendo em vista, fornecer dados e informações para um futuro planejamento e gestão ambiental deste município.

Palavras-chave: socioambientais, espaço geográfico, pós-praia, risco ambiental.

ABSTRACT

In recent decades, various environmental problems worsens in Brazilian coastal cities. These problems have been occurring in a ever more rapid pace of time, due to disordered and unplanned occupation of coastal zone. Concerned about these processes in the local environment, comes the need to seek knowledge of geographical space in the Baía da Traição City, north coast of Paraiba State, aggravated by urban density on protections areas such as dunes and mangroves. The lack of planning of the use and occupation of land use in the most anthropic zone of the Baía da Traição coast - PB has directly affected in the urban environment functionality. Therefore, this study aims to characterize the use and occupation of land, with emphasis on constant coastal erosion occurred in the northern part of the urban coast of the Baía da Traição Ciy – PB, in order to provide data and information for future planning and environmental management of the municipality.

Keywords: social environment, post-beach, geographical space, environmental risk.

1. INTRODUÇÃO

Os dados estatísticos mostram que até o presente momento esta se vivendo o salto de urbanização global nas áreas litorâneas, que ultrapassa o percentual de 50% e que deverá atingir os 60% no ano de 2025. A ocupação no litoral do Brasil já é maior do que 75% e deve atingir os 85% nos próximos 20 anos. Isso significa que, para a maioria dos habitantes do planeta o meio ambiente natural foi substituído por espaços urbanos. Neles as relações entre a comunidade humana e seu meio físico foram alteradas pela própria ação do homem (FURTADO, 2009).

Assim, as transformações ocorridas no espaço urbano são produzidas pelas atividades, formas, significados e funções sociais que lhe são peculiares e visíveis. Dessa maneira, pode-se associar a percepção desses elementos a partir da representação do que a cidade produz fundamentada pelo diagnóstico de três componentes principais: identidade, estrutura e o significado. Corroborando com o conjunto desses elementos é que a paisagem pode ser analisada e compreendida, e suas transformações socioambientais podem ser visíveis (VIADANA, 2005).

A paisagem – como entidade dinâmica é diferenciada da superfície terrestre, considerada então, uma categoria espacial de aspecto visível e imediatamente perceptível, podendo ser conceituada, descrita e explicada através de sua morfologia decorrente da composição do meio natural e das ações antrópicas (VIADANA, 2005).

A maior diferença entre o meio ambiente urbano e um meio considerado natural é justamente o adensamento de pessoas e de construções que fazem parte do processo social humano. A cidade faz parte do meio ambiente construído pelo homem e constituem-se na paisagem alterada. A cidade é um sistema complexo de relação que esta em permanente mudança e é constituída por um mosaico de espaços. (BERTOLUZZI, 2004).

A preocupação com o meio ambiente deve começar pela busca do conhecimento do espaço geográfico, tendo em vista o ordenamento territorial caracterizado pela sua paisagem. A análise do ambiente equivale a desmembrar as suas partes, entendendo as suas funções e criando um conjunto integrado de informações representativas do conhecimento a ser adquirido. (SILVA; SOUZA, 1987).

A utilização da malha urbana em um ambiente costeiro possui grande importância no processo de urbanização das cidades. A legislação de zoneamento urbano é utilizada a pouco tempo, e é de responsabilidade municipal.

Através da lei que disciplina o uso e ocupação do solo no território municipal, são definidos a distribuição espacial das atividades socioeconômicas e da população, na cidade através do zoneamento.

A falta de adequação na definição de índices de ocupação do solo faz com que os planos diretores ou leis de zoneamento, sejam elaborados sem uma clara definição do resultado final quando a cidade estiver ocupada. (BOURSCHEID; LOCH, 1994).

Na busca pelo meio urbana mais justa, igualitária e solidária foi promulgado pela constituição de 1988 um capítulo especifico denominado "Politica Urbana" para tutelar a política urbana de desenvolvimento representada pelos Arts. 182 e 183, e posteriormente, em 10 de julho de 2001, foi instituído o estatuto da cidade.

Assim o estatuto das cidades estabelece normais de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e bem estar-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Segundo a lei 10.257/2001, que estabelece diretrizes gerais de politica urbana e dá outras providências, tem por objetivo:

> Art. 2º A politica Urbana tem por objetivo ordenas o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. (BRASIL, 2001).

O grande propósito do plano de ordenamento urbano é construir cidades com uma qualidade urbana para todos, evitando a formação de assentamentos irregulares e informais. O plano de ordenamento urbano expressa no seu contexto, variáveis como habitação, saneamento básico, transporte urbano, uso e ocupação do solo, visando, sobretudo, a preservação da qualidade ambiental das cidades (FRANÇA, 2008).

A intensificação do uso e ocupação do solo na zona costeira ocorre devido às atividades turísticas, que é alimentada pelas belas praias, existente na localidade.

A percepção de que o litoral é um ambiente sujeito a mudanças se estabelece a medida que aumenta a ocupação da orla costeira de modo que efeitos erosivos que antes da ocupação eram ignorados por não causarem prejuízos passam a ser vistos como fator de risco, implicando em questões ambientais e sociais (MUEHER, 2006).

A busca pelo litoral contribui para o aumento do adensamento urbano, causando diversos problemas, entre eles a degradação ambiental. O problema da falta de planejamento do uso do solo nas zonas costeiras resulta em danos ambientais (KLEIN et al... 2002).

Os processos de uso e ocupação das áreas costeiras sejam os impulsionados pela urbanização ou pelo desenvolvimento turístico, são responsáveis por uma série de modificações significativas e muitas vezes de caráter irreversível nesses ambientes.

Segundo Mueher (2006) 42% da linha d costa do estado da Paraíba, encontra-se ameaçado pela erosão. Esta tendência tem sido evidenciada por padrões inadequados de adensamento populacional da linha de costa.

A erosão da linha de costa pode trazer varias consequências, não somente a praia, mas também aos ambientes antrópicos destacando-se (Souza et al, 2005; Souza, 2009) o desaparecimento da zona de pós-praia, perda e desequilíbrio de habitats naturais, aumento da frequência de inundações costeiras, perda de propriedades de bens públicos e privado ao longo da linha costa, perda do valor imobiliários das habitações costeiras e perda do valor paisagísticos.

Facilitar a ocupação da zona costeira sem obedecer às diretrizes do planejamento ambiental pode se configurar em um risco significativo, de acordo com o que afirma Mueher (2006), "os riscos associados à erosão costeira, entretanto só se tornam críticos em áreas urbanizadas". Diante disto é necessário que se tenha uma discursão mais abrangente sobre o tema, porém o tema é fundamental para a sustentabilidade assim como para a qualidade de vida da população dessas áreas.

Desta maneira,

As várias formas de ocupação e uso do solo na zona costeira, a diversidade de atividades aí desenvolvidas e os diversos quadros naturais fazem com o que o planejamento territorial seja um instrumento fundamental na definição do futuro desse espaço em busca da construção da sustentabilidade urbana (SILVA, 2005).

Sendo assim, a falta de planejamento do espaço urbano, as ações antrópicas sem critérios, podem contribuir para a mudança nas áreas costeiras, principalmente quando estas ocupações ultrapassam os limites estabelecidos pela legislação que garantem a conservação de APPs - área de preservação permanente como de dunas e mangues, produzindo além de alterações naturais custos econômicos e sociais.

Segundo a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Tem por objetivo:

> I - A promoção do ordenamento do uso dos recursos naturais e da ocupação dos espaços costeiros, subsidiando e otimizando a aplicação dos instrumentos de controle e de gestão da zona costeira;

O litoral do município da Baia da Traição-PB, é um exemplo desses problemas que combinam a falta de organização do espaço urbano e a vulnerabilidade da erosão costeira existente no local. Os processos de ocupação desordenada nesta área, a falta de programas de educação ambiental para a população auxiliam no agravamento dos processos erosivos e depreciam os imóveis da localidade.

Com base nas características atuais da cidade, o artigo busca caracterizar o uso e ocupação do solo, com ênfase nos processos erosivos costeiros no município da Baia da Traição-PB, relacionando as características do ambiente, tendo em vista fornecer dados e informações sobre o ambiente urbano, para o planejamento e gestão ambiental desta cidade.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O Município da Baia da Traição-PB está localizada na unidade geoambiental dos tabuleiros costeiros, microrregião Baia da Traição e mesorregião Mata Paraibana, litoral norte do estado da Paraíba (Fig. 1). Totalizando uma área de 103,37 km², da foz do rio Camaratuba, ao norte, à foz do rio Mamanguape, ao sul. Mede aproximadamente 40 km de extensão de litoral. Tem como limítrofes: ao norte: a cidade de Matacara: ao sul o município de Marcação e a oeste o município de Rio Tinto, à leste é banhada pelo oceano atlântico. A Baia da Traição-PB situa-se a 06°41' 18'' de latitude sul e 34° 56' 09'' de longitude oeste.

Figura 1 – Localização da Cidade da Baia da Traição no estado da Paraíba.

Fonte: Adaptado pelo autor (2015).

A área de estudo compreende a zona norte do litoral urbanizado do município, onde foi identificado o maior adensamento urbano, totalizando um perímetro de 3,3 km aproximadamente (Fig. 2).

Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos latossolos e Podzólicos nos topos de chapada e topos residuais; pelos Podzpolicos com Fregipan, Podzólicos Plínticos e Podzóis nas pequenas depressões nos tabuleiros; pelos Podzólicos concrecionários em áreas dissecadas e encostas e gleissolos e solos aluviais nas áreas de várzea. De modo geral, os solos são profundos e de baixa fertilidade natural (CPRM, 2005).

A região também é caracterizada por terras tradicionalmente ocupadas, com várias construções e edificações, circunscrita a um aglomerado demográfico (aldeias). A construção e permanência das aldeias não se referem apenas as edificações (habitações), mas sim a todos os espaços e lugares construídos e recobertos de significados pelos indígenas.

O conceito de terra tradicionalmente ocupada é definido da seguinte maneira no art 231 da constituição federal de 1988:

Ás áreas habitadas em caráter permanente pelo grupo indígena, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação de recursos ambientais necessários a seu bem estar, e as necessárias à sua reprodução física e cultural, de acordo com seus usos, costume e tradições. (BRASIL, 1988).

Outra área que se destaca na Baia da Traição-PB é a grande área de terra indígena de etnia potiguar com uma superfície de 21.238ha de área declarada tradicionalmente ocupada, com uma população indígena de 1.058 segundo a (FUNAI, 2015).

2.2 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados para elaboração do trabalho foram referências bibliográficas especializadas em uso e ocupação do solo em ambientes costeiros, erosão costeira, conhecimento empírico, além de investigação técnica de campo na cidade objeto de estudo.

Foram identificadas as características do uso e ocupação do solo de forma desordenada, conforme abordado em estudos realizados por Furtado (2009). Segundo este autor, os municípios costeiros estão expandindo e como consequência aumentam os problemas sociais e os desequilíbrios ambientais, prevendo com isso um futuro com queda acentuada na qualidade de vida e degradação ambiental acelerada.

Foi realizado um levantamento bibliográfico digital de trabalhos relativos a uso e ocupação do solo em ambientes costeiros nos municípios brasileiros. Além do levantamento de campo para reconhecimento visual dos processos e aspectos do uso e ocupação na zona costeira. Este foi feito através de registro fotográfico e diálogos informais. Como também visualização dos pontos de erosão costeira na área estudada.

A técnica de diálogos informais foi realizada junto à população residente na área de estudo, para que houvesse um melhor entendimento da interferência humana nos processos de uso e ocupação do solo.

3. RESULTADO E DISCURSÃO

A área de estudo foi delimitada no mapa, conforme (Fig. 2) e compreende, aproximadamente, uma área de 3,3 km. Esta região foi escolhida por ser a zona de maior incidência dos processos erosivos costeiros, em área totalmente antropizada e por apresentar maior vulnerabilidade e risco à população, bem como aos frequentadores sazonais.

Figura 2: Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Adaptado pelo autor (2015).

3.1 Evolução populacional da Baia da Traição

A população é estimada em 8.826 habitantes de acordo com o último censo demográfico conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (Fig. 3).

Figura 3 – Evolução populacional da Baia da Traição.

Fonte: Censo demográfico (2010).

O crescimento população do município se deu de forma gradual, de acordo com o nível de desenvolvimento local, que é considerado baixo segundo o senso demográfico do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010. A tendência de crescimento da região denota de uma evolução populacional obtida através do crescimento natural.

3.2 Adensamento urbano em área costeira.

O adensamento urbano desordenado na zona costeira está ocasionando problemas de ordem ambiental. De acordo com Mugller et al. (2006) o uso intensivo dos recursos naturais e a pressão do adensamento urbano costeiro expõem e ampliam o desequilíbrio inerente a esta concepção da relação homem natureza.

Diante disto verificou-se uma significante transformação da paisagem natural, trazendo danos às edificações que sofrem ações diretas da dinâmica costeira.

Este processo é observado pelo avanço das construções em busca de localização privilegiada por belas paisagens cênicas. Essa busca constante pela melhor localização se deu em detrimento ao cumprimento da legislação em relação ao uso e ocupação desta área.

O crescimento populacional e a expansão das construções nas áreas costeiras da cidade da Baia da Traição-PB trazem, no seu processo construtivo, riscos e problemas ambientais diversos que não são levados em consideração pelo poder público, ao permitir construções irregulares em áreas de preservação, como é visualizado a seguir nas construções existentes na localidade (Fig.4).

Figura 4 – Evidências de construções de casas sobre dunas em área de pós-praia.

Fonte: Adaptado pelo Autor (2015).

De acordo com a lei 7.661 de 16 de maio de 1988 no seu art. 3º. Do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC prevê o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dá prioridade à conservação e proteção de dunas e manguezais.

Como também no seu art. 23 que define os limites da orla marítima fica estabelecido de acordo com os seguintes critérios: II - terrestre: cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas (ecossistemas costeiros comuns em estuários, lagunas e baías), lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acrescidos.

Figura 5 – Evidências de pavimentação e residências sobre dunas em área de pós-praia.

Fonte: Autor (2015)

A supressão da área de pós-praia para a implantação de residências, comércios, bares, casas de pescadores, pousadas, hotéis, casas de veraneio entre outros empreendimentos, tem causado destruição de bens e patrimônio público (Fig. 6).

Figura 6: Evidência da ocupação na linha de pós- praia, por comerciantes.

Fonte: Autor (2015)

Para Mugller et al. (2006) as pessoas têm atitude de pouca consciência e sensibilidade em relação ao uso e ocupação do solo, o que contribui para sua degradação, seja pelo seu mau uso ou pela sua ocupação desordenada.

Este problema aumenta quando se trata do uso inadequado do espaço. Esse tipo de ocupação tem modificado a paisagem local, afetando o cenário natural, além de acarretar um desequilíbrio e desconforto ambiental nos ambientes costeiros como, por exemplo, a emissão de efluente residencial direto na praia por meio de esgoto residencial e falta de galeria de rede pluvial que direciona todo efluente doméstico das ruas adjacentes direto para o mar, conforme (Fig.7 e 8).

Figura 7 – Evidência do efluente domiciliar lançado diretamente na área de pós-praia na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

O acesso dos banhistas à praia é feito pelas laterais das residências e outros estabelecimentos que competem pelo espaço mais privilegiado de frente para o mar, sem se preocupar com a falta de estrutura. Há poucas ruas de acesso à praia e os poucos que há, a população tem acesso por becos contendo lixo marinho, efluentes líquidos residenciais e rede pluvial, todos lançados direto no mar.

Figura 8 – Evidência do efluente pluvial e domiciliar lançados diretamente na área de pós-praia na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

Outro problema ambiental observado decorrente desse adensamento irregular é o aterramento da área de pós-praia, com o mais variado tipo de material, para servir de suporte às construções que se estendem ao longo da área de estudo contribuindo, assim, para a descaracterização natural da praia (Fig. 9).

Figura 9 – Evidência do adensamento urbano na área de pós-praia na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

A instalação de novos empreendimentos acarreta a retirada da vegetação nativa e o aterramento da área de pós-praia, para dar suporte às edificações irregulares com uso de sedimentos diversos como: entulho, argila e outros materiais, resultando em mudanças na dinâmica praial.

Esse tipo de ocupação esta modificando a paisagem, afetando o cenário natural. Segundo Mueher (2006), nos últimos anos houve uma preocupação na forma de se planejar racionalmente a ocupação e o uso do espaço costeiro nos pequenos municípios Brasileiros, sendo esta problemática relativamente nova no Brasil.

O adensamento urbano costeiro é um dos fatores indicativos, que representa o planejamento e a gestão dos assentamentos urbanos segundo Acioly, 1998:

> "Ela representa um número total da população de uma área urbana especifica, expressa em habitantes por unidade de terra ou solo urbano" (ACIOLY, 1998).

Verificou-se que o adensamento urbano é ocasionado por não existe um planejamento politico-administrativo na cidade. Através disso é ocasionados conflitos de ordem ambiental e, em muitos casos, a ocupação ocorre de forma desordenada. A densidade urbana afeta diretamente os processos de desenvolvimento urbano, exercendo um impacto significativo no meio ambiente.

Esse processo de desenvolvimento quando feito de forma desordenada e sem respeitar minimamente o ecossistema natural pode provocar um desequilíbrio ambiental.

Nas ultimas décadas, a zona costeira vem recebendo os efeitos diretos do crescimento demográfico, com o aumento da ocupação da costa. Em geral, esta ocupação tem ocorrido de forma desordenada, sem se levar em conta o caráter natural instável das zonas costeiras. A partir dos problemas acarretados pelos processos de erosão (GOMES, 2004).

O adensamento urbano sobrecarregar a saturação do solo urbano, produzindo um meio ambiente inadequado ao desenvolvimento urbano. Adensamento urbano sugere um risco maior de degradação ambiental, principalmente pelo aumento dos processos erosivos costeiros (Fig. 10).

Figura 10 – Evidência do adensamento urbano na praia da Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

3.3 Processos erosivos costeiros

A erosão costeira tem constituído um grave problema no município da Baia da Traição-PB, devido ao adensamento urbano nas áreas de pós-praia, resultando em perda de propriedades e no investimento de recursos significativos para a construção de obras de contenção.

Em termos geomorfológicos, é observado que a costa possui um grande dinamismo de processos atuantes de perda (erosão), fazendo com que a praia avance em direção ao continente, mas a interferência humana vem provocando desequilíbrios acentuados nesse balanço sedimentar provocando danos ambientais e materiais às populações residentes nestas áreas costeiras.

A erosão costeira corresponde ao processo de destruição realizada pelas ondas do mar, ao longo do litoral. Os processos erosivos costeiros na cidade da Baia da Traição-PB, estão ocasionando a destruição das construções que se encontram na área de pós-praia devido constante e impacto das ondas, nas marés altas, removendo os sedimentos arenosos do meio natural, característico das praias, sem haver condições de reposição de forma natural destes sedimentos, que é comum a dinâmica costeira.

As consequências disto são incalculáveis, em termos materiais e imateriais, pois todos os investimentos feitos por particulares em seus imóveis, como melhorias e reformas, são desperdiçados, por ignorarem o fato de estarem ocupando uma área de forma irregular e desordenada (Fig. 11).

Figura 11: Evidências dos processos erosivos costeiros na praia da Baia da Traição-PB.

Foto: Inaê Teles (2013).

Segundo Mueher (2006) o litoral paraibano apresenta cerca de 140 km de extensão, onde 42% apresenta recuo da linha de costa, 33% experimentam progradação, 21% em equilíbrio, apenas 4% estabilizados por obras de engenharia e quase 50% da costa encontra-se ameaçado pela erosão (Fig. 12).

Figura 12 – Tendência de comportamento da linha de costa do estado da Paraíba.

Fonte: Mueher (2006).

Com o continuo avanço e recuo das ondas e marés, os sedimentos costeiros vão sendo carregados e depositados no mar. Pois as ondas são responsáveis pelos processos marinhos de deposição e remoção de sedimentos ao longo da linha de costa sob a influência das marés e correntes marítimas.

A ocupação da zona costeira ocorre de maneira desordenada, com o avanço das construções sobre a área de pós-praia, comprometendo o fluxo de sedimentos que alimentam naturalmente as praias adjacentes, resultando no recuo gradativo da linha de praia (Fig.13).

Figura 13 – Evidência da erosão costeira na área de pós-praia na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

Quase 42% da linha de costa do estado da Paraíba encontra-se ameaçado pela erosão. Este número alarmante decorre do fato deste trecho da linha de costa está situada em um setor da costa Brasileira caracterizada por uma tendência de longo prazo para erosão costeira. Esta tendência tem sido exacerbada por padrões inadequados de ocupação da linha costa. (Mueher, 2006).

O fenômeno da erosão é um problema para a população local, quando o mesmo constrói algum tipo de referencial, que se interpõe na trajetória de recuo da linha de costa. Desse modo, este problema de erosão costeira é acelerado, contribuindo com a destruição das casas que são construídas sem acompanhamento técnico e sem critérios, por falta de um plano de uso e ocupação do solo, já que o município não se disponibiliza de um.

Sendo assim, ocorrem instalações e construções que ocupam de forma irregular e desordenada toda a linha de pós-praia. As consequências dessas ações colocam a população em uma situação de risco gerado pela falta de informação, tanto de quem ocupa estas áreas, como de quem as permitem ocupar (Fig. 14).

Figura 14: Evidência do processo de erosão costeira na Baia da Traição-PB.

Fonte: Inaê Tales (2015).

A erosão costeira visualizada na área encontra-se em um estado avançado, com crescente perda da pós-praia e do patrimônio público e privado local. As variações do nível do mar e a ocupação indevida das áreas de dinâmica nos processos costeiros tem ocasionado intensa descaracterização do ambiente praial (Fig. 15).

Figura 15 – Evidência do processo de erosão costeira na Baia da Traição-PB, com destruição de patrimônio privado.

Fonte: Autor (2015).

O uso da área costeira é impulsionado tanto pela urbanização, de ritmo acelerado devido a grande expansão imobiliária dos últimos anos intensificado como pelo desenvolvimento turístico da cidade, que chega a triplicar o número de frequentadores em época de férias.

A deficiência em orientação e acompanhamento técnico adequado, com conhecimento em dinâmica costeira, faz com que a ocupação existente seja caracterizada de forma desordenada e sem a observância às leis de proteção ambiental de APP – área de proteção ambienta em áreas costeiras. Esse tipo de ocupação tem modificado a paisagem local, afetando o cenário natural, estando diretamente relacionado com potencial turístico e cênico do lugar, que induz a essa prática, por ser tratar de uma praia balneária (Fig. 16).

Figura 16 – Evidência do processo de erosão costeira na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

3.5 Intervenções de mitigação dos processos erosivos costeiros

A junção dos processos erosivos costeiros observados na área de estudo e o constante adensamento de forma desordenada que é característico em todo o município da Baía da Traição-PB, principalmente na parte norte do litoral mais urbanizado e com maior intensificação de atividades turísticas, levaram aos proprietários de imóveis desta área a improvisarem estruturas de contenção não eficientes (Fig. 17).

Figura 17: Evidência de construção de estruturas de contenção como meio de mitigação dos processos erosivos costeiros.

Fonte: Autor (2015)

Levando em consideração a proporção dos problemas ambientais decorrentes da erosão costeira local, associados à forma de uso e ocupação do solo e as estruturas construídas como meio de mitigação dos processos erosivos sofridos por suas edificações, fica caracterizado a fragilidade com que o meio se encontra mediante as tentativas de evitar maiores danos em risco ambiental, que é uma realidade local.

Grande parte das estruturas de contensão para mitigar os processos erosivos costeiros na cidade da Baia da Traição-PB tem sido feito de maneira artesanal, espontânea e desordenada, a partir de intervenções de iniciativa particular individual, sem nenhum planejamento urbanístico por meio do poder público municipal.

Levando em consideração que a erosão marinha local tem feito com que a linha de praia avançasse em direção ao continente, foi observado que a área que anteriormente era considerada como área de pós-praia, hoje, ela é a zona de estirâncio, isto é, a zona que sofre diretamente a ação das ondas por serem exatamente os limites de alcance das marés alta e baixa. Desta forma, as edificações que se encontravam em zona relativamente segura de pós-praia, sujeitas apenas a eventuais ressacas do mar, hoje, quase todas se encontram dentro dos limites de estirâncio, e por isso, sofrem direta e diariamente a ação das ondas.

O problema atinge proporções alarmantes por gerar um grave risco ambiental, colocando em risco os moradores e frequentadores destas praias que ignoram o perigo eminente e graves acidentes por estarem residindo ou veraneando nestas áreas.

Em seguida são avaliados os tipos de intervenções feitos, tanto por iniciativa privada como iniciativa pública, dessas construções que se encontram em áreas de maior risco.

3.5.1 Estruturas de gabiões

As estruturas de gabiões são construídas, tendo em vista a necessidade de proteger a propriedade o patrimônio público e a população de um modo geral. Estas estruturas de estabilização podem causar efeitos adversos, caso sejam utilizadas de forma indevida, dentro os quais podem ser citadas: a mudança da paisagem costeira natural, poluição visual, perca da praia recreativa, proliferação de vetores causadores de pragas urbanas e a fixação de lixo marinho.

Com a falta de manutenção e a quebra do equilíbrio natural da dinâmica costeira de remoção e deposição de sedimentos, areia da praia, todas estas estruturas, logo após a conclusão de suas construções, elas já inauguram com uma vida útil e prazo de validade vencido.

Esta estrutura se encontra na praça principal do município e é onde ocorrem os grandes eventos locais. Ela foi reformada recentemente, mas já é possível visualizar a fragilidade da estrutura mediante a ação diária das marés, por se localizar exatamente dentro da zona de estirâncio (Fig. 18).

Figura 18: Evidência de obras de engenharia para contenção da erosão por uso de gabiões.

Fonte: Autor (2015).

As estruturas de gaiolas como embalagens colocadas uma junto da outra para formar um conjunto homogêneo e monolítico com as dimensões apropriadas para fornecer mais condições de resistência já estão avariadas devido o solapamento das ondas em sua base, removendo os sedimentos de suporte dos gabiões e, consequentemente, toda usa estrutura.

Ainda foi visualizado que os locais onde foram feito as estruturas de contenção, com o objetivo de evitar a retração da linha de costa e a destruição de casas e patrimônio público, são os locais que mais sofrem com os processos erosivos costeiros, sendo observado o colapso total destas estruturas.

3.5.2 Muros de alvenaria de rochas

A forma como as construções de estruturas de contenção da erosão costeira característica na Baía da Traição-PB podem ser comparadas com a pesquisa de Koerner & Oliveira (2010), que analisa o comportamento e as alterações ocorridas nas estruturas de contenção, denotando uma tendência do aumento do número de casas com estes tipos obras de contenção, uma vez que o número de casas com obras de contenção aumentaram nos últimos anos (Fig. 19).

Figura 19: Evidência de estrutura de contenção por meio de muros de alvenaria de pedra.

Fonte: Autor (2015).

Foi observado que este tipo de estrutura é o mais comum. Mas como os demais métodos usados para tentar diminuir o avanço do mar sobre as edificações, este também se torna ineficiente mediante as condições locais.

O resultado é o mesmo dos outros problemas ambientais identificados que restringem e/ou dificultam o acesso das pessoas à praia. Essas estruturas de contenção quando implantadas sem um breve estudo ambiental pode potencializar os processos erosivos nas praias adjacentes já que contribuem para a erosão costeira (Fig. 20).

Figura 20: Evidência da ineficiência dos muros de alvenaria de rochas como meio de contenção na Baía da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

3.5.3 Diques artificiais de rochas aleatórias nas bases das edificações

Com a remoção do sedimento natural da zona de pós-praia onde as residências, bares e outros estabelecimentos comerciais se encontram, umas das soluções paliativas são a disposição de rochas nas bases das construções como um meio de atenuar a ação das ondas, diminuindo a força das marés que invadem as casas (Fig. 21).

Figura 21: Evidência da disposição de rochas como mitigação dos processos erosivos costeiros.

Fonte: Autor (2015).

Da mesma forma, este método utilizado na figura acima, se mostra pouco eficaz e contribui ainda mais para a erosão costeira, poluição visual e demais problemas ambientais anteriormente citados.

3.5.4 Muro de alvenaria associado a diques artificiais de rochas

A junção de duas diferentes técnicas como, a construção de muro de alvenaria e diques artificiais em uma mesma edificação, mostra de forma mais clara a tentativa paliativa de mitigação da erosão. A praça recém-construída em frente à Prefeitura municipal se utilizou dessa estrutura de engenharia (Fig. 22).

Figura 22: Praça recém-construída em frente a sede da Prefeitura Municipal da Baía da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

Esta praça, mesmo sendo construída com maior recuo da linha de praia, em relação às edificações vizinhas, ainda sofre a força das marés por estar localizada na mesma zona de pós-praia que sofre o avanço da linha do mar em relação ao continente (Fig. 23).

Figura 23: Evidência da disposição de rochas como mitigação dos processos erosivos costeiros.

Fonte: Autor (2015).

3.5.5 Utilização de troncos e madeira

De forma artesanal, troncos e madeira das edificações demolidas pelas ondas são utilizadas para construção de estruturas que possam oferecer qualquer tipo de resistência à força das marés. Proprietários com poucos recursos lançam mão dessa matéria prima de maior oferta disponível no local para construção de barricadas pouco eficientes visando o retardamento a erosão costeira (Fig. 24).

Figura 24: Utilização de sacos de areia para contenção da erosão costeira no municipal da Baía da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

3.5.6 Utilização de sacos de areia

Outra forma artesanal de tentar conter a erosão sofrida por seus imóveis é a utilização sacos de areia como barricada para conter a força das ondas. Sendo muito menos eficaz que os métodos anteriores, ainda assim é bastante usado no local. Por ser uma estrutura mais frágil, de saco e areia, logo são destruídos e por isso são usados em associação com outros meios de contenção (Fig. 25).

Figura 25: Utilização de sacos de areia para contenção da erosão costeira no municipal da Baía da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

Apesar de todo esforço da comunidade local em tentar conter a ação das ondas e garantir a permanência de suas edificações, pouco sucesso é obtido mediante a força contínua das marés, da erosão e da dinâmica costeira no município da Baía da Traição-PB.

Outros materiais como: entulho de construções, retirados dos prédios destruídos e reformas, barro, areia, rochas e até mesmo lixo marinho são lançados nas bases dos imóveis com maior grau de risco ambiental, como medida de mitigação dos processos erosivos costeiros. Relativamente poucos imóveis estão realmente abandonados. Alguns, pelas condições não há condições de uso, mas, mesmo assim, os proprietários insistem em continuar ocupando as áreas de pós-praia em meio ao risco e os problemas ambientais causados pela ocupação irregular local.

4. CONCLUSÕES

Verificou-se o crescente desordenamento espacial retratado através do uso e ocupação do solo na linha de praia na zona norte da Baia da Traição-PB.

Caracterizou-se a ocupação irregular e desordenada pela antropização das dunas na zona de pós-praia.

Observou-se a aceleração significativa do processo de erosão costeira.

Constatou-se que as estruturas construídas para mitigação dos processos erosivos costeiros sobre as edificações são deficientes.

É necessário que se estabeleça um plano de ordenação na linha de costa de forma integrado e continuado.

É necessária uma política de conscientização, para os moradores e visitantes, visando à conservação dos ambientes costeiros.

O avanço da linha da praia sobre o continente fez com que a área de pós-praia se tornasse a zona de estirãncio.

Como o objetivo deste trabalho foi o de caracterização das condições do meio ambiente costeiro no litoral município da Baía da Traição-PB, as avaliações quantitativas para definição da atual zona de entirâncio e pós-praia das áreas antropizadas podem ser tema de uma nova pesquisa de trabalho científico como sequência deste artigo.

REFERÊNCIAS

FURTADO, F. **Cidades Sustentáveis**. Disponível em: http://www.ceci-br.org/textos/fatima2.dov. Acessado em 15 de maio 2015.

VIADANA, A. G. **A Excursão geográfica didática: Pontal do Triângulo Minério**. Rio Claro/SP: LPM/IGCE, 2005.

BERTOLLUZI, D.S. **Caracterização das Funções e Padrões de Uso e Ocupação do Solo no Centro de Florianopolis (SC).** Dissertação. UFSC. Florianoppolis. 2004.

SILVA,J.X; SOUZA, M.L. de. **Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1987. 196p.

BOURSCHEID, J.A.; LOCH, C. **Estatuto da Expansão Vertical na Ocupação Urbana.** In: Anais do congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitario – COBRAC. Florianopolis, 1994.

FRANÇA, Hélio Moreira. **O plano diretor e as funções sociais da cidade. CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro**. 2008.

BRASIL. Lei nº 10.257: **Estabelece diretrizes gerais da politica urbana e dá outra providências.** DUO: Publicado em 10 de julho de 2001.

BRASIL. Lei nº 7.661: **Dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências**. DUO: Publicado em 16 de maio de 1988.

BRASIL. Constituição (1988) de 05 de outubro de 1988. **Artigo 231**. No título VIII – " Da Ordem Social", Capitulo VIII – Dos Índios. Disponível em: www.planalto.gov.br/constituição.htm. Acessado em 29.11.2015.

IDEME – Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba. Disponível em:**www.ideme.pb.gov.br/.../2893atlasidhm2013perfilbaia-da-traicaopb**. Acessado em 28.11.2015

CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. **Atlas digital dos recursos hídricos subterrâneos do estado da Paraíba.** (2005). Disponível em: www. cprm.gov.br. Acessado em 28.11.2015.

MOTA, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental.** Fortaleza. Edições UFC, 1981.

FUNAI-WEB. **Fundação Nacional do Índio**. Disponivél em: http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas. Acessado em: 02. Dez. 2015.

IBGE-WEB. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250140. Acessado em: 03.Dez.2015.

MUGLLER, Cristine Carole et al. **Educação em solos: princípios, teoria e métodos**. Revista Brasileira de Ciência do Solos. Vol.30. Viçosa. Minas Gerais. 2006.

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana.** Ed. Mauad. Rio de Janeiro. 1998.

KLEIN, A. H. F. ; DIEHL, F. L.; RIBEIRO Jr, O. & BENEDITO FILHO, L. **O litoral de Santa Catarina e a ocupação desordenada das suas praias**. Gerenciamento costeiro integrado, Nº 2 ano I, 2002.

MUEHER Dieter (Org).**Erosão e progradação do litoral Brasileiro – Paraíba.** Brasília:MMA, 2006.

SILVA, Solange Teles da: **Planejamento urbano na zona costeira**. XIV. Congresso Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós Graduação em Direito – CONPEDI. Fortaleza. 2005.

GOMES, Renato Correa**. Perfil Praial de Equilíbrio da Praia de Meaípe – Espirito Santo**. Monografia. Vitoria, 2004.

DANTAS, Marisete de Aquino; MOTA Suetônio; SILVA, Erasmo da Pinto beira. **Impactos ambientais da ocupação desordenada da praia de Caponga-CE**. (2003).

MUEHER Dieter. **Erosão progradação do litoral brasileiro**. Brasília, MMA, 2006

KOERNER, K.F; Oliveira. **Impactos de Estruturas de Contenção sobre a Orla do Balneário do Hermenegildo**. Revista da Gestão Integrada. Rio Grande do Sul. 2010.

SOUZA, C.R. de G.A. **Erosão nas praias do estado de São Paulo: causas, consequências, indicadores de Monitoramento e Risco.** São Paulo, SP, Brasil. 2009

SOUZA, C.R de G., Souza Filho, P.W.M., Esteves, S.L., Vital, H., Dillenburg, S.R., Patchineelam, S.M. & Addad, J.E. (2005) - **Praias arenosas e Erosão Costeira**. In: C.R. de G. Souza, k. Suguio, A.M. Santos & P,E. Oliveira (eds.), " Quaternário do Brasil", P.130- 152, Holos Editora, Ribeirão Preto, SP, Brasil. (ISBN-10:858669470).

Caracterização físico-química das águas do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV, como subsídio para gestão da Unidade de Conservação – UC e sua sustentabilidade.

Daniel Baima de Oliveira[1], Márcio Gonçalves Adriano[1], Williams da Silva Guimarães de Lima[2], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[3]
[1]Engenheiro Ambiental Innovatis Solar. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: dbaima.1985@gmail.com, [1]Engenheiro Ambiental Innovatis Solar. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcio_adriano@gmail.com, [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: williams_guimaraes@hotmail.com, [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcoaureliorodriguesdemelo @gmail.com

RESUMO

As plataformas continentais são curvaturas suaves em direção ao alto mar e é formada por grandes extensões continentais. Muitos desses locais possuem um constante impacto seja ela por resíduos sólidos, óleos combustíveis, a pesca, entre outros.
Estudos e observações realizadas ao redor e dentro do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, foi perceptível uma grande quantidade de resíduos sólidos, o que causa problemas para o turismo, um grande perigo para a vida marinha. Esse tipo de poluição ela é produzida diretamente ou indiretamente pela ação do homem, gerado em terra ou no mar, muitas vezes postergados por longos tempos devido à falta de conhecimento e falta de políticas de gerenciamento ambiental.
Outro fator sério no que se diz à questão de poluição são os óleos combustíveis marítimos que embora não apresente grandes danos aos ambientes marinhos, temos que intensificar o gerenciamento desse produto, pois são absorvidos por grande parte do ecossistema marinho. A pesca por mais que seja uma atividade de menor escala, também possui uma certa porcentagem de culpa na poluição marinha, pois muitas redes e outros artefatos são esquecidos nos mares, fazendo com que animais aquáticos sofram sérios riscos, alem de contaminar todo ecossistema do local.

Palavras-chave: resíduos sólidos; poluição marinha; plataforma continental; gerenciamento ambiental.

ABSTRAT

The continental shelves are gentle curves towards the high seas and are formed by large continental expanses. Many of these places have a constant impact whether it be solid waste, fuel oils, fishing, among others.
Studies and observations made around and within the Marine State Park of Areia Vermelha, was perceived a large amount of solid waste, which causes problems for tourism, a great danger to marine life. This type of pollution is produced directly or indirectly by man's action, generated on land or at sea, often delayed for long periods due to lack of knowledge and lack of environmental management policies.
Another serious factor in the issue of pollution is marine fuel oils which, while not presenting major damage to marine environments, have to intensify the management of this product, since they are absorbed by a large part of the marine ecosystem. Fishing, however small-scale, also has a certain percentage of guilt in marine pollution, since many nets and other artifacts are forgotten in the seas, causing aquatic animals to suffer serious risks, as well as to contaminate every ecosystem of the place.

Keywords: solid waste; marine pollution; Continental shelf; environmental management.

1 INTRODUÇÃO

As plataformas continentais são formadas por grandes extensões continentais submersas pelas águas dos mares, possuindo curvatura suave em direção ao alto mar, são do tipo largas e continuas e possuem profundidade de até 180 metros, até atingir o talude continental. No Brasil a maior largura da plataforma

continental fica localizada no estuário do Rio Amazonas, onde possui cerca de 200 km (SUGUIO, 2003, p. 281).

A plataforma continental pode ser subdividida em plataforma interna e externa, e algumas vezes, alguns até admiti-se a plataforma média nessa divisão. A plataforma interna corresponde inicialmente no nível de maré baixa média e estende-se até 30 metros de profundidade. Nessa fase, a salinidade e a temperatura são extremamente variáveis e possui iluminação em abundancia, o que propicia o desenvolvimento profícuo de vidas animais e vegetais. Na plataforma externa, que representa a porção distal e inicia-se acerca de 30 metros, podendo chegar a 200 metros, onde é caracterizado por se situar abaixo da base de ondas e por exibir fundo lamacento, embora possam aparecer areais e cascalho. Quando se compara com a plataforma interna, a plataforma externa possui a salinidade mais constante, porém a insuficiência de luminosidade leva ao desenvolvimento principalmente de algas calcarias (SUGUIO, 2003, p. 281).

Muito dessas áreas possuem uma constante impacto seja ela por resíduos sólidos, óleos combustíveis, a pesca, entre outros.

Uma das poluições mais frequentes no nas águas dos mares são os "Lixos Marinhos" que é definido como qualquer tipo de resíduo sólido produzido pelo homem, gerado em terra ou no mar, que, intencionalmente ou não, tenha sido introduzido no ambiente marinho (UNEP, 2005; BRASIL, 2013).

Através do artigo primeiro da Convenção sobre Direito do Mar de 1982 a principal definição de poluição marinha é:

> "Significa a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio ambiente marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir a provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e vida marinha, riscos a saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreio".

Se tratando da poluição dos oceanos por resíduos, pode-se afirmar que ela foi omitida por um longo tempo devido à falta de conhecimento e políticas de gerenciamento (LAIST, 1987; NAGELKERKEN et al., 2001 apud CARVALHO-SOUZA; TINÔCO, 2010).

Outra definição seria a introdução, pelo homem, de substâncias ou energia no ambiente marinho (incluindo estuários), acarretando em efeitos prejudiciais ou negativos, como danos aos seres vivos, à saúde humana e obstáculos às atividades marinhas (JUNIOR; MORAES; MAURAT, 2009).

Segundo Araújo e Costa, (2003):

> Fonte de riquezas supostamente inesgotáveis, os oceanos cobrem dois terços da superfície terrestre e há muito tempo servem de depósito para todo tipo de resíduos produzidos pelo homem, desde efluentes líquidos sanitários ou industriais até as mais diversas classes de lixo, como plásticos, vidros e materiais radioativos ou tóxicos (ARAÚJO; COSTA, 2003, p. 64).

A contaminação por resíduos sólidos no ambiente marinho é uma questão que deve ser tratada com cuidado, uma vez que a sua importância é crescente desde a substituição de materiais degradáveis por outros não degradáveis (MACHADO, 2006).

No Brasil, tem-se 7.408 km de extensão de linha de costa e cerca de 442 mil km² de zonas costeiras, onde, cinco das nove maiores regiões metropolitanas brasileiras, situam-se à beira-mar. Diante desses dados, podemos dizer que metade da população brasileira reside a menos de 200 km do mar (ARAÚJO; COSTA, 2003).

O fato da maior parte da população não dispor de redes de esgotos, nem de sistema de coleta de resíduos, agrava os efeitos ambientais dessa concentração. Além disso, grande número de pessoas não exerce os princípios básicos de cidadania e trata o espaço público como um bem que não lhe pertence, ignorando sua responsabilidade de mantê-lo limpo (ARAÚJO; COSTA, 2003).

Estudos evidenciam que os ambientes recifais costeiros encontram-se contaminados por resíduos e provavelmente este seja um padrão para todos os ambientes recifais urbanos, tendo como principais e preocupantes poluentes o plástico, madeira, metal, apetrechos de pesca e outros onde estes estão afetando

diretamente o ambiente, a biota, paisagem submarina, as atividades recreacionais e comerciais e, com isso, podendo acarretar a perdas ecossocioculturais e econômica (SOUZA, 2009).

Os oceanos e os mares se tornam também, muitas vezes, o destino dos subprodutos gerados pelas atividades humanas e acolhem de forma direta ou indireta, uma grande variedade de poluentes, rejeitos urbanos, agrícolas e industriais. Isto se dá pelo fato da grande maioria dos grandes centros urbanos estarem localizados em regiões costeiras e geralmente próximos a baías e estuários, estas áreas são, comparativamente aos oceanos, as mais vulneráveis ao impacto da poluição (JUNIOR; MORAES; MAURAT, 2009).

Segundo Araújo e Costa, (2003):

> A pesca, a navegação e outras atividades marítimas, embora em menor escala, também têm sua parcela de culpa na poluição. Grande quantidade de linhas, redes e outros artefatos de pesca são perdidos no mar a cada dia, não só contaminando o ambiente, mas trazendo sérios riscos para peixes, aves, golfinhos e baleias [...] (ARAÚJO; COSTA, 2003, p. 65).

Outra fonte de poluição marinha é feita através da contaminação por óleo onde sempre foi absorvido pelo ecossistema marinho e é causada por fontes naturais, mas sem apresentar grandes danos aos organismos marinhos, porém o crescente consumo desses óleos em vários países mudou completamente esse quadro (BARBOSA, 2010), tornando de grande preocupação o grau de contaminação.

Os metais traços liberados nos ambientes aquáticos provocam uma seria ameaça ao ecossistema devido a sua toxicidade, bioacumulação, persistência longa e biomagnificação da cadeia alimentar (BARBOSA, 2010).

Graças atualmente aos esforços, apesar de ainda esparsos, de pesquisadores como também agentes preocupados com a atual situação, esta problemática vendo sendo amplamente discutida, verificando a necessidade de criar soluções e estratégias para o controle deste impacto e manutenção do equilíbrio dos processos (IVAR DO SUL e COSTA, 2007).

Existe uma necessidade atual apontada para a criação de meios para o conhecimento e integração destas informações pelo mundo, com o objetivo de criar planejamentos diretivos a esta problemática. Uma compreensão dos processos costeiros e dinâmica da poluição marinha, aliados as alternativas da produção de possíveis resíduos descartáveis é fundamental para intensificar modelos de gerenciamento destes resíduos e estratégias para a conservação dos ambientes costeiro e marinho.

Foi caracterizada em termos geoquímicos a qualidade da água na plataforma continental interna do município de Cabedelo/PB, de forma a permitir o diagnóstico da atual conservação dos ecossistemas adjacentes do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha.

Para isso, analisamos a atual situação dos resíduos sólidos e outras formas de contaminação das embarcações no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, verificando os possíveis efeitos do impacto gerado em uma análise em escala local e subsídios para sua gestão. Foi verificado o impacto ambiental ocasionado pelo uso desordenado e pelo trafego de embarcações no entorno do PEMAV e caracterizar as águas do PEMAV relacionados a sua qualidade.

Alem disso, foram feitos análises de parâmetros quantitativos e qualitativos das coletas de água no entorno das áreas do PEMAV.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O PEMAV – Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, tem como ponto central a ilha de areia vermelha, que é um banco de areia de cerca de dois quilômetros de comprimento por um de largura, localizado em frente à praia de Camboinha, Cabedelo. A ilha aparece sempre na baixa-mar, do mesmo modo que os corais de picãozinho, na praia de Tambaú, João Pessoa. Areia Vermelha é um ótimo lugar para banhos, já que possui piscinas naturais e corais, numa água transparente de tom verde-claro.

O PEMAV foi criado no ano de 2000, através do decreto estadual 21.263/00, sendo classificado como Unidade de Conservação de Proteção Integral, onde visa proteger e preservar integralmente os recursos naturais do ecossistema (banco de areia, corais recifais, piscina naturais, fauna e flora marinha), controlar e ordenar o turismo sustentáveis e as demais atividades econômicas, de gerenciar e fiscalizar a área para um uso racional, além de garantir a integridade da paisagem.

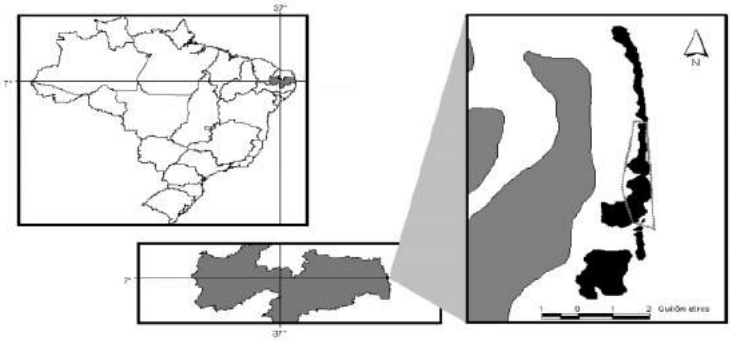
Esta Unidade de Conservação é 100% marinha, e está localizado aproximadamente a 700 metros da costa do município de Cabedelo (Bar do Marujo – Camboinha). Possui uma área de 231 hectares e perímetro de 8.382,72 metros e abrange o Banco de Areia Vermelha e o Banco de Areia Dourada que afloram de acordo com as marés.

Existem vários meios para que se possa chegar no Parque de Areia Vermelha uma delas é utilizando os serviços das embarcações turísticas que ficam na zona costeira de Cabedelo, os que são chamados de Catamarãs, além de ser usados as lanchas, caiaques, barcos a velas, Jet-sky, etc.., meios mais aventureiras que turistas utilizam para que haja acima de tudo diversão no parque.

Figura 1. Parque Estadual Marinho Areia Vermelha. Cabedelo, PB.

Fonte: Google Earth, 2016.

Figura 2. Mapa de localização geográfica de areia vermelha e área recifal do litoral norte da Paraíba, em destaque na figura a porção correspondente aos limites do Parque Estadual Marinho Areia Vermelha.



Fonte Google Earth, modificado por C. Cordeiro.

Além de possuir o banco de areia, estima-se que o Parque seja responsável pela proteção de diversas espécies que ali estão, sendo nove espécies de corais, nove tipos de esponjas do mar, 41 de moluscos, 31 de crustáceos, 55 de peixes, entre outros grupos da fauna recifal.

Problemas como a atividade de captura, pesca, extrativismo e degradação da fauna e flora, além de resíduos jogados pelos turistas e embarcações podem causar graves danos a todas as espécies existentes no local, e também causar algum tipo de poluição que leve a gerar doenças aos que ali estão.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Utilizando a carta náutica faremos a observação de todo o perímetro do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, para que se possa tirar as coordenadas de todas os pontos das embarcações turísticas e de passeio que fazem percurso da zona costeira até o local estudado e de todos os pontos de coletas das amostras, onde serão marcados ao redor de todo o parque. Utilizaremos um barco com ecobatimetro e sonar e um GPS da marca Garmim, além de equipamentos de mergulhos para tentar realizar a caracterização geoquímica da plataforma continental de Areia Vermelha.

Coletas de água nessa região são de extrema importância para tentar identificar alguma poluição no local, sendo que será feito a retirada da água para análise em um fim de semana movimentado com diversas embarcações e turistas, as coletas serão feitas sempre na maré baixa.

As coletas de água serão feitas em frasco de vidro, onde o mesmo será mergulhado com uma profundidade mínima de 20 cm, com a abertura do frasco voltado em direção contraria a correnteza, para evitar contaminação da coleta. Colocaremos o frasco de vidro dentro de uma caixa de isopor com gelo para que se leve ao laboratório com segurança para fazer as realizações dos estudos.

De acordo com o (CONAMA 357/2000), a qualidade das águas de forma alguma deve deteriorar o equilíbrio ecológico aquático e muito menos prejudicar a saúde e o bem-estar humano.

De acordo com o (CONAMA 274/2000) a classificação das águas próprias para, exclusivamente, uso de recreação de contato primário (natação, ski aquático e mergulho), pode considerar que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade onde a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade.

Utilizaremos os devidos parâmetros e indicadores mais importantes para se fazer a avaliação da qualidade da água que poderão ser analisados dentro do PEMAV:

Nos parâmetros Físico-Química será feito análises temperatura da água, turbidez, coloração da água, pH, resistividade, mV pH, condutividade, SST dissolvidos e salinidade, já nos parâmetros químicos será feito análises cálcio, magnésio, sódio e potássio.

Através disso, o presente trabalho irá buscar uma avaliação da qualidade da água no PEMAV utilizando alguns parâmetros que identificam situações onde a poluição possa estar diretamente relacionado ao meio ambiente como um todo, podendo assim verificar se possui alguma deficiência de infraestrutura de saneamento ambiental no local e se há uso desordenado no banco de areia do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha.

Segue abaixo a tabela onde foram tirados os pontos de todas as análises dessa presente pesquisa:

O ponto 2, teve problema no embarque para o laboratório e com isso não teve como ser analisado e nem foi colocado as seguintes coordenadas do local na tabela abaixo para que não haja confusões de informações.

Tabela 1 – Localização, hora e profundidade aproximada dos pontos coletados na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.

Amostras	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Profundidade
Ponto 1	9227300.00 m S	298470.00 m E	1,30 metros
Ponto 3	9227400.00 m S	299500.00 m E	2 metros
Ponto 4	9226180.00 m S	299200.00 m E	2 metros
Ponto 5	9225309.00 m S	299100.00 m E	2 metros
Ponto 6	9224660.00 m S	299300.00 m E	0 metros
Ponto 7	9224270.00 m S	299160.00 m E	2,30 metros
Ponto 8	9224430.00 m S	298345.00 m E	3 metros
Ponto 9	9224730.00 m S	298770.00 m E	1,60 metros

Fonte: Autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostras coletadas na plataforma continental adjacente a região de Cabedelo, litoral norte do estado da Paraíba, nas proximidades do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV, objetivou identificar possíveis contaminações do meio físico e biótico levando em consideração as análises de água. Foram analisados os parâmetros de pH, condutividade, sólidos suspensos totais, salinidade, turbidez, cor, cálcio, magnésio, sódio e potássio, do total de nove amostras. Vale ressaltar que das nove (09) amostras analisadas, ocorreu problemas com uma (01) P2, não sendo possível levar em consideração sua leitura.

Buscando melhor entendimento acerca dos parâmetros encontrados em consonância com estas análises, as seguintes leituras levaram em consideração os parâmetros de qualidade da água e sua consequente classificação, o enquadramento de dois elementos preconizados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) buscando assegurar uma tipologia de qualidade sanitária que garanta a preservação da vida e da saúde dos animais e do meio vegetal. Tais adequações de parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas nos asseguram um ambiente livre de contaminação, garantindo saúde e bem estar social. A mensuração dos parâmetros foi realizada mediante análise que ficaram assim descrita:

3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Nos ecossistemas aquáticos, a influência do pH é um fator de efeito direto sobre a fisiologia de diversas espécies do meio aquático. Proporciona também efeitos indiretos importantes, podendo, em alguns casos, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, por exemplo, metais pesados.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, o pH de um meio aquático é um indicativo da qualidade sanitária e das possíveis reações químicas que podem ocorrer no meio, conforme recorte abaixo:

> "O pH pode ser de origem natural ou antropogênica, sendo identificada por meio de substâncias que aderem à água. Neste parâmetro leva-se em consideração a concentração de íons hidrônio (H+) que determina o índice de concentração numa faixa que vai de 0 a 14, sendo considerada ácida (quando pH < 7), neutra (quando pH = 7) e básica (quando pH > 7)". (RENOVATO; SENA; SILVA, 2013).

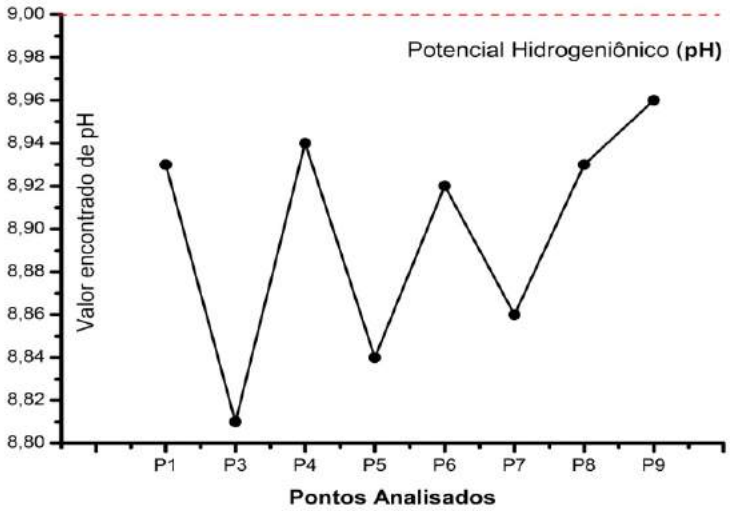
Além disso, o pH pode ser influenciado pela quantidade de matéria morta decomposta, sendo que, quanto maior a matéria orgânica presente, menor o pH irá ser, tendo em vista que vai haver mais decomposição de materiais (acido húmico) (FARIAS, 2006).

É importante salientar que a presença de algas e outros meios bióticos, podem influenciar diretamente no pH da água, uma vez que realizam fotossínteses, retiram muito gás carbônico da água, que é a principal fonte de acidez da água, consequentemente tornando a água alcalina (FARIAS, 2006).

Segundo Branco (2009) sugere que o pH é um índice de suma importância quando se trata de determinar a qualidade da água, pois em índices elevados ocorrem em precipitações química de metais pesados, além da oxidação química de cianeto; redução de cromo hexavalente à forma trivalente a pH baixo, bem como de fenóis; entre outros. Portanto considera-se que as diferentes faixas de pH são estabelecidas para diversas classes de águas naturais, conforme prevê as legislações federal, estadual e/ou municipal, dependendo do local, fixando o pH para proteção à vida aquática entre 6 e 9, conforme Resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe 1. (CETESB, 2009)

Levando em consideração os parâmetros acima mencionados, sugere-se uma interpretação dos resultados das análises do potencial hidrogeniônico das amostras coletadas conforme representados no Gráfico 1.

Gráfico 01. Parâmetros do potencial hidrogeniônico das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



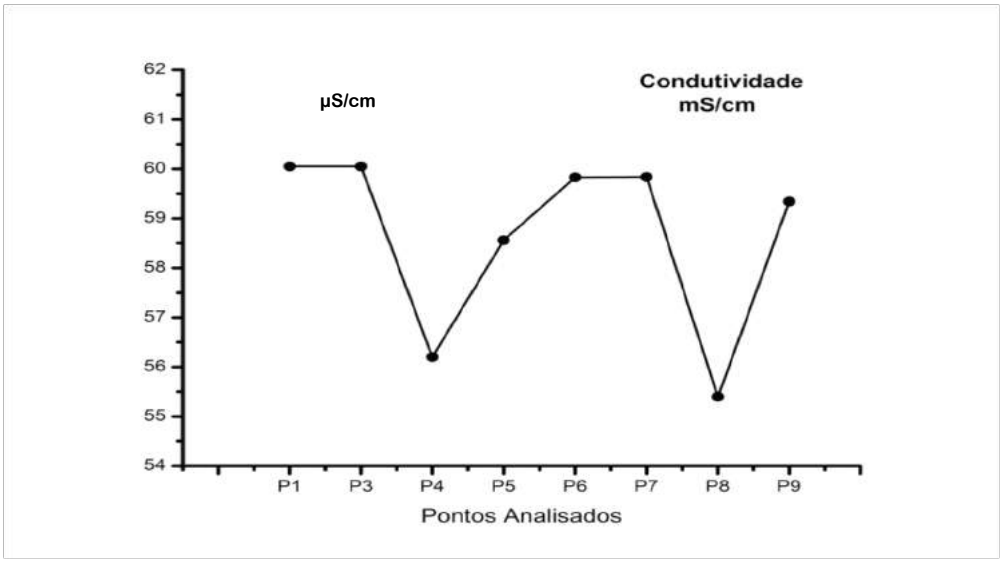
Fonte: Autores.

De acordo com este gráfico, pressupõe-se que os valores mais altos de pH, são mais representativos nos pontos P1 (8,93), P4 (8,94), P6 (8,92), P8 (8,93) e P9 (8,96), pois apresentam os valores bem próximos ao limites estabelecidos para Classe 1 de águas conforme sugere a resolução CONAMA 357/2005. Os demais pontos, P3 (8,81), P5 (8,84) e P7 (8,86), não obtiveram valores altos, em detrimento aos demais. Contudo, percebe-se que todos os pontos analisados estão bem próximos ao limite acima preestabelecidos.

3.2 Condutividade

A condutividade é um parâmetro da água usada para verificar sua capacidade de conduzir a corrente elétrica através de íons dissociados, também está diretamente ligada ao quantitativo de sais dissolvidos na água como espécie predominante, tornando-se a medida mais utilizada para se comparar com o teor total de sais, por estar diretamente ligada a este parâmetro (FARIAS, 2009).
Esse parâmetro não determina, especificamente, quais íons estão presentes em determinada amostra, mas contribui para reconhecimento de impactos ambientais (FARIAS, 2006).
Segundo Branco (2011), é um bom indicador par se determinar modificações na composição de uma água, se considerar a condutividade pode aumentar à medida que mais sólidos dissolvidos são encontrados, consequentemente, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Valores superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados (BRANCO, 2011).

Gráfico 02. Parâmetros da condutividade das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

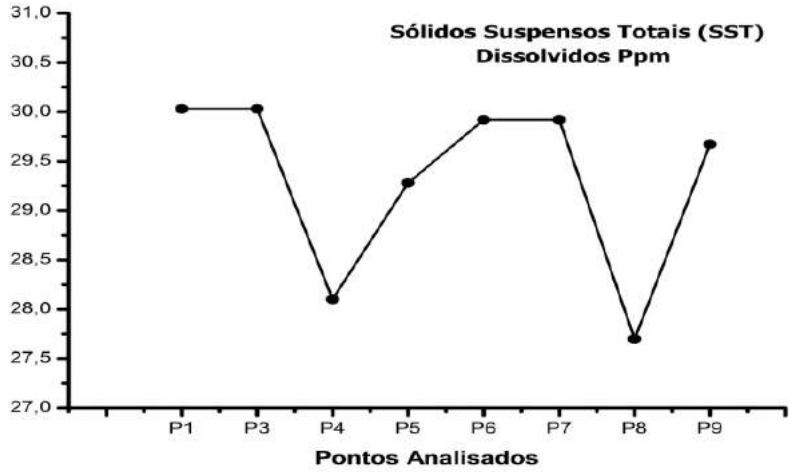
Observa-se conforme os valores apresentados no Gráfico, sugere-se que os pontos P1 (60,05) e P3 (60,05) apresentaram valores maiores em relação aos parâmetros acima mencionados. Consequentemente os pontos P4 (56,2), P8 (55,4) apresentaram valores abaixo do tolerado pela literatura. Em relação aos demais pontos de coleta, P5 (58,56), P6 (59,83), P7 (59,84), P9 (59,34), observa-se que não houve uma variação significativa. De uma forma geral, níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados (BRANCO, 2011).

Portanto baseado nestes resultados a tendência é que possivelmente pode ocorrer impactos que interfira na qualidade da água.

3.3 Sólidos Suspensos Totais (SST)

Os Sólidos Suspensos Totais, comumente chamados de SST, são utilizados como indicadores de qualidade da água quando se trata de contaminação ou decaimento de poluição por particulados inorgânicos ou patógenos, bem como, empregado para estimar o conteúdo orgânico do sedimento. A alta concentração de sólidos em suspensão está basicamente relacionada com a turbidez do líquido e, consequentemente, menor transparência ou menor capacidade de penetração da luz no meio, ocasionando turbidez (PÁDUA, 2016).

Gráfico 03. Parâmetros de Sólidos Suspensos Totais das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



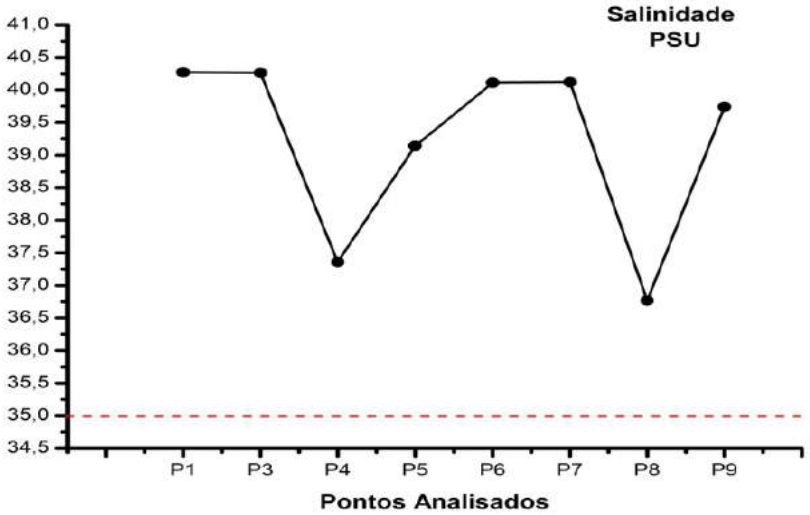
Fonte: Autores.

Ainda que alguns contaminantes da água possam ser gases ou líquidos como óleos, a maioria dos contaminantes comuns são sólidos dissolvidos ou suspensos na água, na forma de coloides com diferentes dimensões. Os valores encontrados na amostra, representados no Gráfico acima, não podem ser comparados com padrões estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005, assim como a CONAMA nº 437/2011. Isto ocorre pois não se prevê os seus limites mínimos ou máximos. Portanto, sugere-se apenas tecer pequenos comentários abordando que ocorreu uma pequena variação entre os valores encontrados para o parâmetro em estudo.

3.4 Salinidade

De acordo com FARIAS (2009), salinidade é um parâmetro que não é muito variável no litoral paraibano, pois representa apenas a medida dos teores de sais dissolvidos na água, que favorecem o crescimento de plantas, mas em excesso tornam-se prejudiciais, desfavorecendo o equilíbrio necessário para seu desenvolvimento. (RENOVATO; SENA; SILVA, 2013).

Gráfico 04. Parâmetros de Salinidade das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

De forma geral, os valores de salinidade se mostraram pouco elevados aos encontrados no ambiente natural, não alterando significativamente suas condições físicas e químicas. Não obstante observou-se que os pontos P1 (40,27) e P3 (40,26) apresentaram valores relativamente mais elevados, seguidos dos pontos P6 (40,11) e P7 (40,12). Valores abaixo destes anteriormente encontrados, observou-se nos pontos P8 (36,77) e P4 (34,36), conforme apresentados no Gráfico 4. Segundo Farias (2009), os valores médios encontrados para este parâmetro é de 35 PSU (Unidade de Salinidade Prática).

Diante dos índices encontrados, todos os pontos apresentam valores elevados se comparados com o parâmetro estabelecido por FARIAS (2009). Isso se justifica devido ao alto índice de evaporação da água, apresentado no dia das coletas, ocasionado pela alta incidência solar durante a maré baixa. Como a Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece valores padrões para este parâmetro, considerou-se que a elevação dos índices encontrados, não representam impactos significativos na biota marinha.

3.5 Temperatura

De acordo com Pereira (2004), a temperatura influencia vários processos que ocorrem nos corpos d'água (cinética das reações químicas, atividade microbiológica e características físicas do meio).

A temperatura possui um papel de suma importância para o meio aquático, pois influencia diretamente uma série de variáveis físico-químicas. A partir do momento em que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, o calor especifico, viscosidade, compressibilidade, tensão superficial e calor latente de vaporização diminuem e a pressão de vapor e condutividade térmica aumentam (CETESB, 2009).

Tabela 2 - Resultados encontrados de Temperatura (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.

Pontos	Temperatura Água do mar ºC
P1	27,6
P3	27,5
P4	25,4
P5	26,8
P6	27,6
P7	27,6
P8	25,0
P9	27,3

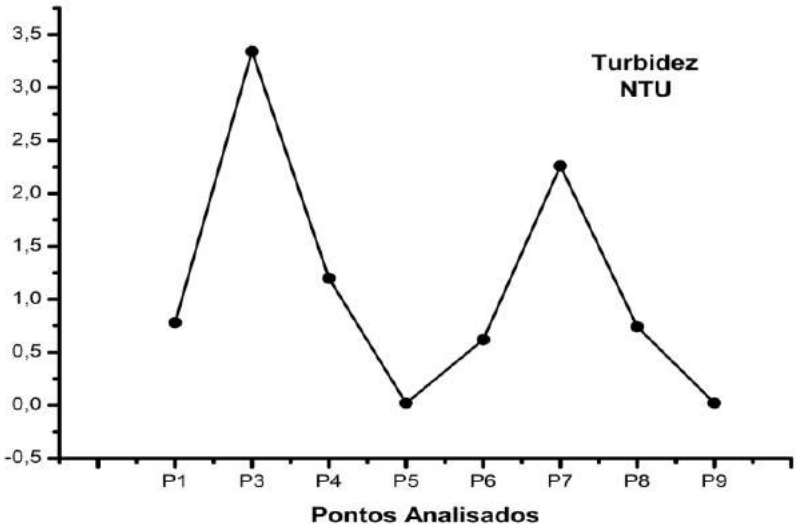
Fonte: Autores.

3.6 Turbidez

De acordo com Alves et. al. (2008), turbidez causa diminuição da incidência de luz nos líquidos. Esta relação é causada pela presença de materiais em suspensão, diminuindo a ação fotossintética no ambiente, o que causa a redução da reposição de oxigênio ao meio e consequentemente, reduzindo o desenvolvimento das plantas em detrimento deste, podendo inibir a produtividade dos peixes e da comunidade biótica aquática do local.

O parâmetro da turbidez está diretamente ligado com o parâmetro da cor. Se a turbidez e a cor estiverem com valores elevados, fazem com que dificulte a penetração de raios solares, e com isso, diminuem a oxigenação das águas (CETESB, 2009).

Gráfico 05. Parâmetros de Turbidez das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

Os ensaios demonstram que a Turbidez variou de 0,02 a 3,34 NTU. Portanto, todos os pontos estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, conforme representado no Gráfico 05. As amostras apresentaram águas límpidas, ou seja, inferiores aos valores máximos estabelecidos para o

parâmetro de turbidez. Sugere-se, provavelmente o ambiente em que foram coletadas estas amostras apresentam uma oxigenação adequada à manutenção da biota local.

3.7 Cor

Segundo CETESB (2009), a cor é um parâmetro que está diretamente ligada ao grau de redução que a luz sofre ao atravessar o liquido, ou seja, a turbidez. A definição da cor se dá pela presença de sólidos dissolvidos, principalmente materiais em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre outros colóides, podem ser citados os ácidos húmico e fúlvico, que são substancias naturais decorrentes da decomposição de compostos orgânicos presentes em folhas e outros substratos.

Tabela 3 - Resultados encontrados de Cor (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.

Resultados da Cor	
Pontos	UC Hazen
P1	<1
P3	<1
P4	<1
P5	<1
P6	<1
P7	<1
P8	<1
P9	<1

Fonte: Autores.

Conforme os valores apresentados na Tabela 1,verifica-se que as amostras em todos os pontos apresentaram valores abaixo de uma (01) unidades Hazen – UH. A Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece parâmetros definindo se há limites inferiores e superiores para água do mar.

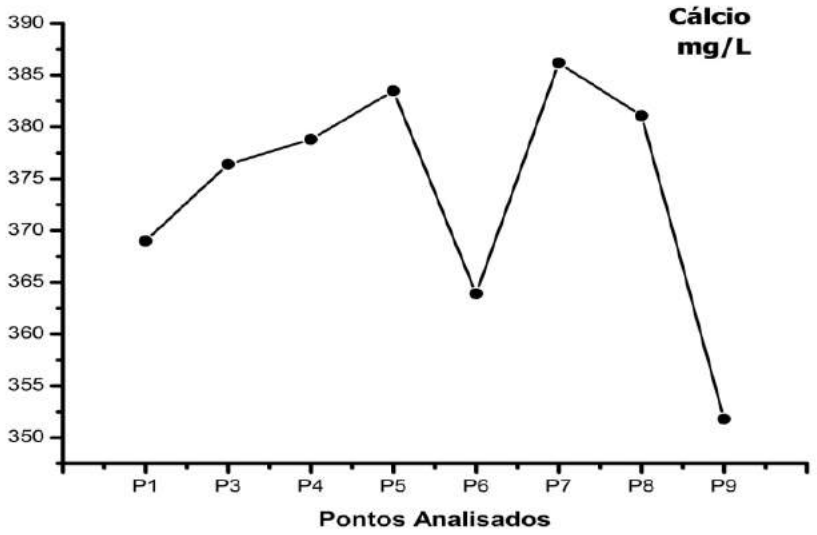
3.8 Cálcio (Ca)

O cálcio é um metal altamente reativo e pode estar envolvido em uma série de reações químicas, incluindo troca iônica, precipitação e fixação, mas sua função ainda não está bem definida (BRANCO, 2011). Segundo este autor, o íon cálcio é um dos cátions comumente encontrado em maiores concentrações em sistemas de água doce e os íons Carbonatos de Cálcio, frequentemente encontrados em águas salgadas devido à dissolução de rochas sedimentares, resultando na reação de óxidos de cálcio com dióxidos de carbono, ocasionando o aumento da alcalinidade do meio.

A formação do carbonato de cálcio em águas superficiais e sua sedimentação em direção ao assoalho oceânico são importantes na transferência do carbono superficial para águas profundas. Além disto, a deposição do carbonato de cálcio no sedimento pode se tornar importante sistema de acumulação de hidrocarbonetos (BRANCO, 2011).

Aparentemente o cálcio reduz os efeitos tóxicos de outros íons, sendo notadamente sódio e magnésio, quando absorvidos pelas raízes. Fazem também interação com o magnésio e o potássio em altas concentrações e isso pode ocasionar uma deficiência de ambos nas plantas (FARIAS, 2006).

Gráfico 06. Parâmetros de cálcio (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



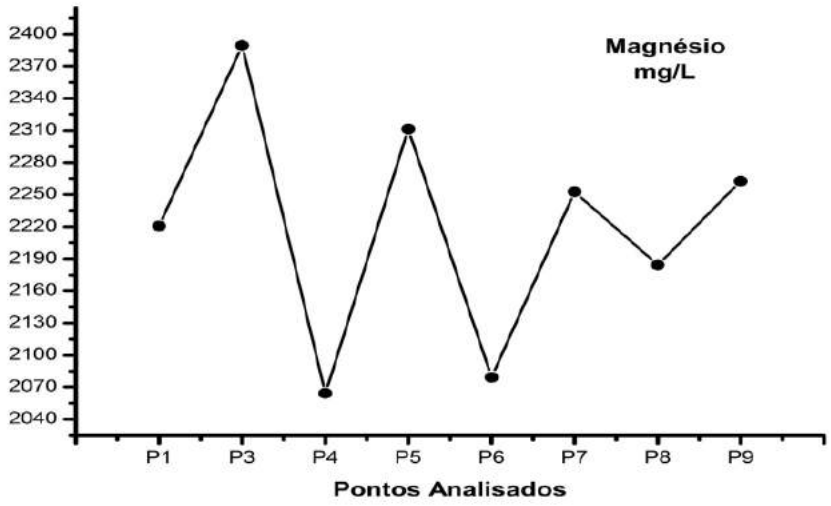
Fonte: Autores.

Os pontos P7 (386,2), P5 (383,5), P8 (381,1), P4 (378,8) e P3 (376,4) conforme observa-se, apresentaram maiores índices encontrados, nestas analises. Os menores índices encontrados foram observados no ponto P9 (351,8). De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelecem padrões para esse parâmetro.

3.9 Magnésio (Mg)

O magnésio tem um importante papel no que se refere à atividade fotossintética, por fazer parte essencial do núcleo da molécula da clorofila. Este elemento tem uma função ativadora de enzimas do sistema vegetativo das plantas. Entretanto, se não estiver em proporção com o Cálcio, ocorrerá à perda de produtividade dessas culturas (FARIAS, 2006).

Gráfico 07. Parâmetros de magnésio (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



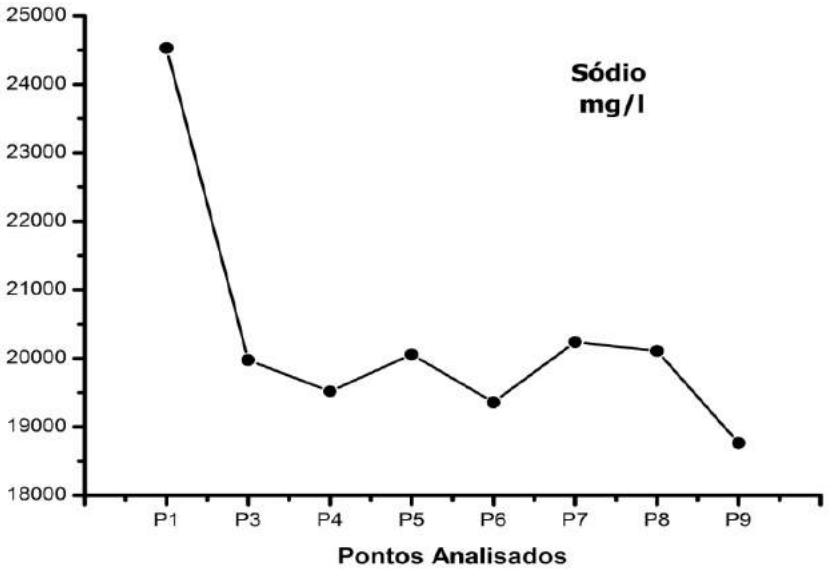
Fonte: Autores.

Pode-se observar que os índices encontrados para estes parâmetros apresentaram significativa oscilação, apontados nos pontos P3 (2389,6), P5 (2311,4), P7 (2252,8) e P9 (2262,5). Os índices menores encontrados foram os pontos P4 (2064,3) e P6 (2079,2). Na Resolução CONAMA 357/05 e 430/11 não estabelecem padrões para esse parâmetro.

3.10 Sódio (Na)

O sódio é um importante parâmetro de qualidade de água, pois indica a permeabilidade do solo e a sua adsorção, dos íons de sódio, levando partículas do solo à dispersão coloidal, com o consequente bloqueio dos poros do solo. Além disso, o sódio pode acumular-se sobre a superfície do solo, desenvolvendo uma camada densa e de baixa permeabilidade, o que pode, em altas concentrações, quando absorvidas pelas plantas, provocar queimaduras e necrose nas suas bordas (FARIAS, 2006).

Gráfico 08. Parâmetros de sódio (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



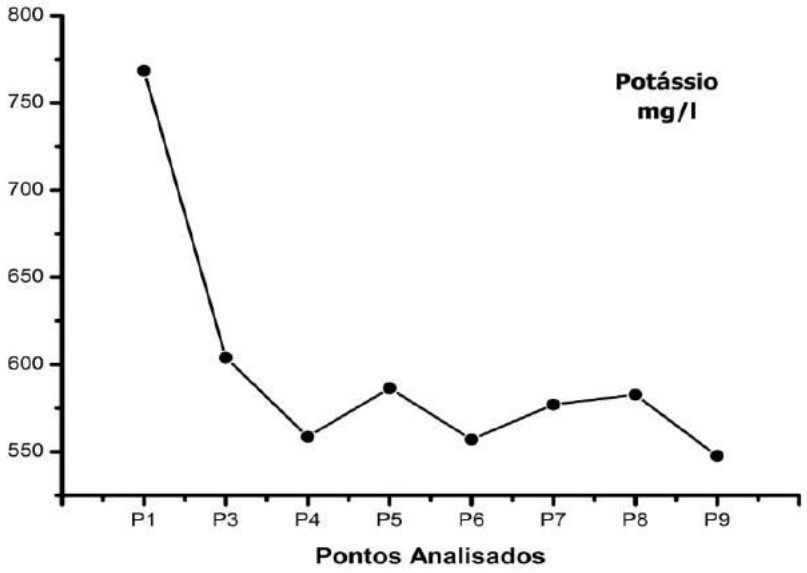
Fonte: Autores.

Através das análises das amostras, foi verificado no ponto P1 (24530,5) que seu índice apresenta valores bem acima se comparando com aos demais pontos, P3 (19976,6), P4 (19516,1), P5 (20055,5), P6 (19358,1), P7 (20240,0), P8(20108,3) e P9 (18765,0). Na Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece valor padrão para este parâmetro. Porém, caso o Sódio se apresentar em altas concentrações, pode ocasionar queimaduras e necrose nas bordas das plantas quando for absorvida por ela (FARIAS 2006).

3.11 Potássio (K)

O potássio pode deslocar o sódio pela capacidade de troca catiônica do solo. Muitos minerais, em meio argiloso, têm grande capacidade de fixar o potássio por substituição isomórfica. Além disso, o potássio é importante no desenvolvimento das plantas por agir na ativação de varias enzimas, assim como ajuda na formação de suas raízes e tubérculos, entre outros benefícios (FARIAS, 2006).

Gráfico 09. Parâmetros de potássio (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

Os resultados das análises nos mostra os valores para P1 (768,5), P3 (603,9), P4 (558,6), P5 (586,4), P6 (557,0), P7 (557,0), (P8 (582,8) e P9 (547,7). Através do Gráfico 9, verificamos que o Ponto 1 está com valores bem elevados comparando-se aos demais. A Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece limites para este parâmetros.

De modo geral, verificamos os índices gerais obtidos, mesmo com uso desordenado do local, a qualidade da água se manteve satisfatória. O pH manteve-se dentro dos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA 357/05, mesmo estando próximo ao seu limite. A condutividade elétrica da água se manteve bem abaixo dos limites estabelecidos pela legislação vigente, o qual nos denota que não há prejuízo na qualidade da água.

No que tangue o parâmetro dos sólidos suspensos totais podemos apenas comentar que houve uma pequena variação entre os valores encontrados para o parâmetro em estudo, tendo em vista que a Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelecem padrões para este parâmetro. O mesmo pode citar para o parâmetro da salinidade, onde verificamos que os índices encontrados estão em níveis elevados comparados ao parâmetro citado por FARIAS (2009).

No parâmetro referente à turbidez, verificamos que os índices encontrados estão bem abaixo ao preconizado pela Resolução CONAMA 357/05. Esses índices nos remetem a afirmar que a águas apresentam boa qualidade. Em relação à cor, podemos usar o mesmo principio, ou seja, por apresentar baixos índices, verificamos que há uma boa qualidade da água por esse parâmetro.

Em detrimento aos metais, podemos apenas comentar que não achamos parâmetros que estabelecem valores padrões para os índices em questão. Mas podemos concluir que é de suma importância que estes parâmetros sejam estudados com maior profundidade e que sejam estabelecidos valores padrões para eles para assim, mensurarmos os índices em pauta.

4 CONCLUSÕES

Conforme verificamos, o controle sistemático da analise de água no ambiente em questão, se faz de suma importância para controle da qualidade água, tendo em vista a identificação de possíveis poluentes que possam se fazer presentes, visando o grande fluxo de trânsito de embarcações de passeio e turismo no interior do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV.

Diante exposto, constatamos que os parâmetros se relacionam um com o outro, ou seja, um interfere diretamente ou indiretamente na concentração do outro. Averiguamos que o pH se mostrou alcalino devido a sua média revelar-se com índices médios de 8,9.

Em relação à condutividade, podemos dizer que é um importante indicador de modificações na qualidade da água, levando em consideração que a condutividade aumenta de acordo com o aumento de sólidos dissolvidos, que por sua vez, determina a contaminação ou decaimentos de poluição por particulados inorgânicos ou patógenos. Neste estudo, constatamos que a condutividade se apresentou com valores baixos (valor médio de 58,7 µS/cm), direcionando a uma boa qualidade da água.

A salinidade, por sua vez, não apresentou variações consideráveis em detrimento que nosso litoral não se obtém uma variação significativa do mesmo. Porém, em comparação com os limites estabelecidos pela literatura citada por FARIAS (2006), os índices encontrados (39,2 PSU) estão acima da média (35 PSU) para este parâmetro, mas isso pode explicar-se devido às características climáticas apresentados no dia da coleta.

No que se refere à turbidez, podemos assegurar que ela está diretamente relacionada com os sólidos em suspensão. Podemos afirmar que, quanto maior os índices encontrados neste parâmetro, menor vai ser a oxigenação da água, o que pode levar a diminuição do desenvolvimento das plantas e, em detrimento deste, inibir a produtividade dos peixes e da biota local. Diante do exposto, verificamos que os índices encontrados (média de 1,1 NTU) nos remetem a uma boa qualidade da água em detrimento a este parâmetro, tendo em vista que os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 determina um índice máximo de 40 NTU.

O parâmetro da cor está correlacionado ao grau de redução da luz, o que nos remete a estar diretamente ligada ao parâmetro de turbidez. Esses sólidos suspensos é que são responsáveis pela definição da coloração da água, tendo em vista que eles são ocasionados pelas substancias, quando naturais, da decomposição de composto orgânicos presentes em folhas e outros substratos.

Direcionando para a parte de análises de metais, verificamos que o cálcio é um metal altamente reativo e pode está envolvido em uma série de reações químicas. Ele é um parâmetro que altera o pH da água, levando esse parâmetro a alcalinidade. Este fator pode justificar a média (8,9) do pH encontrado no estudo em questão.

No que tange o parâmetro do Magnésio, podemos afirmar que ele é muito importante no que se refere à atividade fotossintética, justamente por ele ser parte essencial ao núcleo da clorofila. Entretanto, se não estiver com em proporção com o cálcio, ocorrerá perda de produtividade dessas culturas.

Em se tratando do sódio, podemos afirmar que ele também é um parâmetro de suma importância para a qualidade da água, uma vez que ele indica a permeabilidade do solo e a sua absorção leva às partículas do solo a dispersão coloidal, o que pode levar ao bloqueio dos poros do solo. Além disso, pode se acumular sobre a superfície do solo, ocasionando a formação de uma camada densa e de baixa permeabilidade. E se observada em grandes concentrações, pode ocasionar danos severos, se absorvidos pelas plantas.

Em relação ao potássio, podemos dizer que a presença dele é importante por contribuir para o desenvolvimento das plantas e por agir na ativação das enzimas que forma o crescimento das raízes e tubérculos. Com exceção do P1 (768,5 mg/L), os demais pontos variaram entre 545 e 603 mg/L. Chegamos a uma média de 597,7 mg/L de potássio no estudo.

Na parte da analise de metais do estudo em questão, não se obteve parâmetros que determinassem valores adequados para os parâmetros estudados aqui, tendo em vista que a Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece padrões para estes parâmetros.

Com isso, podemos afirmar que, no que tange a preservação e conservação da Unidade de Conservação – UC, ao qual o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV faz parte, é preciso intensificar e aprimorar os estudos realizados naquele ambiente, tendo em vista a fragilidade do ecossistema presente no PEMAV e do uso desordenado que se pratica naquela região. Esses estudos deverão se aplicar em paralelo ao Plano de Manejo que o PEMAV possui. Com isso, um subsidiará ao outro no que tange a certeza e precisão das medidas que são e serão tomadas para conservação e uso sustentável da área.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, Natalie; SILVEIRA, Maria Luíza Gêsser; WIDMER, Walter Martin. **Coleção Didática e de Referência sobre Lixo Marinho: Uma Experiência de Montagem e Implantação no IFSC – Florianópolis**. Revista de extensão do IFSC, volume 1, ano 2, nº 3, p. 123-128, NOV – 2015.

AMARAL, Antônia Cecília Z.; JABLONSKI, Sílvio. **Conservação da Biodiversidade Marinha e Costeira no Brasil**. Revista Megadiversidade, volume 1, nº 1, p. 43-51, 2005.

ARAÚJO, Maria Christina B. de; COSTA, Mônica Ferreira da Costa. **Lixo no ambiente marinho**. Revista Ciência Hoje, volume 32, nº191, p. 64-67. Mar – 2003.

CARVALHO-SOUZA, G. F.; TINÔCO, M. S. **Avaliação do Lixo Marinho em Costões Rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. Revista da Gestão Costeira Integrada, volume 1, nº 11, p. 135-143, 2011.

CARVALHO-SOUZA, G. F.; TINÔCO, M. S. **Resíduos Sólidos em Ambientes Recifais na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO'2010. Rio Grande – RS, 17 a 21 de maio de 2010.

IVAR DO SUL, J.A. & COSTA, M. F. 2007. **Marine debris review for Latin América and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here?** Marine Pollution, Bulletin 54, p. 1087-1104, 2007.

JUNIOR, A. N. M.; MORAES, R. B. C.; MAURAT, M. C. 2009. **Poluição marinha**. In: PEREIRA, R.C. & SOARES-GOMES, A. (orgs). Biologia Marinha**.** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

LOURENÇO, Liliane de Jesus S. **Proposta de Zoneamento e Capacidade de Carga para o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha**. João Pessoa: UFPB, 2010, 134 p., monografia, PPG/PRODEMA – UFPB, João Pessoa, 2010.

MACHADO, Arthur Antônio. **Estudo da Contaminação por Resíduos Sólidos na Ilha do Arvoredo: Principal Ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), SC**. Rio Grande do Sul: FURG, 2006, 43 p., monografia, CONECO – FURG, Rio Grande do Sul, 2006.

MOURA, C. M.; MOURA, A. C.; SILVA, E. V.; ROCHA, et al. **ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ZONA COSTEIRA DO JABOATÃO DOS GUARARAPES – PERNAMBUCO**. V Simpósio Brasileiro de Oceanografia. Santos – SP, 2011.

QUERINO, Luciana Alcântara Carvalho. **Composição e Estrutura da Comunidade de Peixes Recifais do Parque Estadual Marinho Areia Vermelha, Cabedelo, PB**. João Pessoa: UFPB, 2011, 92 p., monografia, PPG – UFPB, João Pessoa, 2011.

SANTOS, Jaciele Souza dos. **Turismo no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha: Praticando a (In) Sustentabilidade**. Cabedelo: IFPB, 2014, 37 p., monografia, Cabedelo, 2014.

SOUZA, Gustavo Freire de Carvalho. **Poluição Marinha em ambientes recifais na Baía de Todos os Santos: composição, síndromes ecológicas e aspectos conservacionistas**. Bahia: UFBA, 2009, 113 p., monografia, Ciências Biológicas – UFBA, Salvador, 2009.

SOUZA, Jacqueline Lopes de; SILVA, Iracema Reimão. **Avaliação da Qualidade Ambiental das Praias da Ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia**. Salvador, 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **UNEP 2005: Marine Litter, an analytical overview**. Disponível em: <www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/anl_oview.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2016.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **SIGNIFICADO AMBIENTAL E SANITÁRIO DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS E METODOLOGIAS ANALÍTICAS E DE AMOSTRAGEM**. São Paulo. CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2009

RENOVATO, Danilo C. C; SENA, Caio P. S.; SILVA, Maria M. F. **ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DA BARRAGEM PÚBLICA DA CIDADE DE PAU DOS FERROS (RN) – pH, COR, TURBIDEZ, ACIDEZ, ALCALINIDADE, CONDUTIVIDADE, CLORETO E SALINIDADE**. IX Congresso de Iniciação Cientifica do IFRN. p.882. 2013.

BRANCO, Christina C. **RELATÓRIO TÉCNICO: Monitoramento Rio Ribeirão das Lajes — Rio Guandu**. Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da Pch Paracambi – RJ. Março. 2011.

FARIAS, Neyla Rogéria. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICO NAS ÁGUAS DA PRAIA DO FRANCÊS E PRAIA DO SACO, MARECHAL DEODORO – ALAGOAS**. Maceió: Universidade Federal de Alagoas - UFAL. 2007. 35 p. Monografia (Pós-Graduação). Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2009.

PÁDUA, Helcias B. de. **Sólidos Totais em Sistemas Aquáticos**. Disponível em: <http://www.pisciculturafb.com.br/artigos12.htm>. Acessado em: 20/11/16

ALVES, Eliane Cristina; SILVA, César Flores da; COSSICH, Eneida Sala; TAVARES, Célia Regina Granhen; FILHO, Edvard Elias de Souza; CARNIEL, Ademir. **Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. Acta Sci. Technol. Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

PEREIRA, R.S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS. v.1, n. 1. p. 20-36. 2004. http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf

LIMA, Adriel Martins; SANTOS, Francismário Ferreira dos. **Análise das Propriedades Físico-Químicas e de Metais Potencialmente Tóxicos na Água do Rio Claro, Próximo a Cidade de Jataí – GO**. Revista Ciências Exatas e Naturais. Volume 14. Edição nº 2. Jul/Dez. 2012.

FARIAS, Maria Sallydelandia Sobral de. **Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo**. UFCG. 2006. 152 p. Tese (Doutorado) - Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2006.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE COCO ANÃO VERDE

Edivaldo Galdino Ferreira[1]; Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[2]; Willians da Silva Guimarães de Lima[3]; Marco Aurélio Rodrigues de Melo[4].
[1]edivaldogaldino@gmail.com, [2]giuseppecv@gmail.com, [3]williams_guimaraes@hotmail.com, [4]marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com. [1]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [4]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP.

Resumo: o experimento teve por objetivo avaliar algumas características físicas e físico-químicas dos frutos do cultivar anão verde. Os frutos foram colhidos de diferentes ambientes do Estado do Rio Grande do Norte. Logo após a colheita, foram conduzidos para o laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da UFERSA, em Mossoró, Rio Grande do Norte. Foram realizadas caracterizações físicas dos frutos (diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, relação DL/DT, massa fresca, volume de água e relação MF/VA), e em seguida, as avaliações físico-químicas da água de coco: sólidos solúveis, pH, acidez titulável e relação SS/AT. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x3, com quatro repetições. Os resultados deste experimento mostraram que as plantas de coqueiro anão verde, podem ser exploradas comercialmente, devido às qualidades físicas e físico-químicas que apresentaram. Com relação ao diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, a planta 1 apresentou o maior valor de 15,45 cm e 20,03 cm, respectivamente, não diferindo estatisticamente das demais plantas. Para a relação DL//DT, a planta 3 apresentou valor médio, superior às demais plantas, sendo, portanto, considerada como a que possui o fruto mais arredondado. Em relação a massa fresca, a planta 1 no ambiente 2 se caracterizou com o maior valor de 2,396 kg. No entanto, a planta 2 do mesmo ambiente apresentou o menor valor de massa fresca 1,867 kg. A planta 1 do ambiente 1 apresentou o maior volume de água se sobressaindo em relação as demais, com um valor médio de 531 mL. Pode-se concluir que, a planta 1 para a relação VA/MF em ambos os ambientes apresentou o maior (6,89) e menor (3,99) valor. Pode-se verificar que houve uma variação de 5,30 a 7,10 entre as plantas para valores de sólidos solúveis, tendo a planta 1 do ambiente 2 o maior resultado para esta variável. A planta que obteve o maior valor dessa relação foi a 2 proveniente do ambiente 2, com um valor médio de 403,4, enquanto que a 3 do mesmo ambiente foi a que se caracterizou com um menor valor de 92,56 desta relação. Verificou-se que a planta 3 proveniente do ambiente 2 apresentou o maior valor (0,060%) de acidez, enquanto que no ambiente 1, pode-se observar um maior valor (0,025%) para a planta 1. De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que a planta 1 do ambiente 2 obteve o maior valor de pH, seguido pela planta 2 do mesmo ambiente, com valores de 5,05 e 5,04, respectivamente e que a planta 2 do ambiente 2, apresentou valor médio de 403,4 desta relação.

Palavras chave: Cocus nucifera L., caracterização, qualidade, volume de água.

Abstract: The experiment aimed to evaluate some physical and physicochemical characteristics of the fruits of the dwarf cultivar. The fruits were harvested from different environments of the State of Rio Grande do Norte. Soon after the harvest, they were taken to the Post-Harvest Physiology and Technology Laboratory of

UFERSA, in Mossoró, Rio Grande do Norte. The physical-chemical characterization of the fruits (transverse diameter, longitudinal diameter, DL / DT ratio, fresh mass, water volume and MF/VA ratio) was performed, followed by physical-chemical evaluations of coconut water: soluble solids, pH, titratable acidity and SS / AT ratio. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 2x3 factorial arrangement, with four replications. The results of this experiment showed that the green dwarf coconut plants can be exploited commercially due to the physical and physicochemical qualities they presented. Regarding the transverse and longitudinal diameter of the fruits, plant 1 had the highest value of 15.45 cm and 20.03 cm, respectively, and did not differ statistically from the other plants. For the DL / DT ratio, plant 3 had an average value, higher than the other plants, and was therefore considered to have the most rounded fruit. In relation to the fresh mass, plant 1 in room 2 was characterized by the highest value of 2,396 kg. However, plant 2 of the same environment had the lowest fresh mass value 1,867 kg. The plant 1 of the environment 1 presented the highest volume of water that stood out in relation to the others, with an average value of 531 mL. It can be concluded that plant 1 for the VA / MF ratio in both environments had the highest (6.89) and lowest (3.99) values. It can be verified that there was a variation of 5.30 to 7.10 between the plants for soluble solids values, with plant 1 of the environment 2 being the highest result for this variable. The plant that obtained the highest value of this relation was the 2 coming from environment 2, with an average value of 403.4, while the 3 of the same environment was the one that was characterized with a lower value of 92.56 of this relation. It was verified that the plant 3 from environment 2 presented the highest value (0.060%) of acidity, whereas in environment 1, a higher value (0.025%) could be observed for plant 1. According to the results obtained , it was possible to observe that plant 1 of environment 2 obtained the highest pH value, followed by plant 2 of the same environment, with values of 5.05 and 5.04, respectively, and that plant 2 of environment 2 presented an average value of 403.4 of this ratio.

Key words: Cocus nucifera L., characterization, quality, water volume.

Introdução

O coqueiro é uma planta monocotiledônea, pertencente à família *Palmae.* É constituído de uma só espécie (*Cocus nucifera* L.). O fruto do coqueiro é botanicamente, uma drupa, sendo formado por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior uma camada muito dura, o endocarpo (PASSOS, 1998). O coqueiro é uma palmeira tipicamente tropical,

classificada como uma das oleaginosas mais importantes do mundo. Dentre os diversos produtos manufaturados do seu fruto, direta ou indiretamente, os de maior importância comercial são a sua polpa, o óleo, a fibra e, atualmente, a água de coco (BRASIL, 2004).

No Brasil, a área colhida de coco é de, aproximadamente, 283,930 mil hectares e a região Nordeste é responsável por 228,416 mil hectares da produção nacional (IBGE, 2007). Os maiores produtores no Brasil são os estados do Espírito Santo com (14,378 frutos por hectare) seguido do Rio de Janeiro (13,339 frutos por hectare). Os estados da Região Nordeste são os que apresentam menor produtividade, sendo a Bahia com 5.212 e o Ceará com 5.070 frutos por hectare.

Existem diversas variedades de coqueiros anões, dentre elas podemos citar anã verde, anã vermelho e anã amarelo. Esses coqueiros apresentam frutos com um teor de água e de polpa mais doce que o coco comum e uma produtividade também mais elevada, chegando a 300 frutos por ano, com um volume médio de água no fruto de 300 mL (ARAGÃO et al., 2001).

No Brasil, a disponibilidade de informações quanto às mudanças nas características físico-químicas da água de coco, durante o desenvolvimento do fruto, são bastante limitadas. Tais informações são fundamentais para a determinação da idade mais adequada para colheita do coco, quando se destina ao fornecimento de água para consumo ao natural ou para o envasamento industrial. Por outro lado, os poucos trabalhos existentes na literatura internacional fazem referência à caracterização da água de coco de variedades gigante ou híbrida, geralmente, referindo-se ao fruto nas fases finais da maturação (SREBERNICH, 1998).

O coco verde ou jovem é consumido em países produtores como uma refrescante bebida, saborosa e nutritiva, que pode ser uma boa fonte de minerais na alimentação, sendo barato e abundante em regiões tropicais (ALEIXO et al., 2000). A água-de-coco verde para ser processada comercialmente deve ter o Brix e pH próximo de 5,0 e 5,2, respectivamente. É recomendável uniformizar o estádio de maturação e a cultivar, pois os teores de açúcar e ácido influenciam a qualidade sensorial do fruto (EMBRAPA, 1998).

A preocupação com a saúde e a forma física tem-se apoiado também nas bebidas naturais, que visam repor as perdas de água, vitaminas e sais minerais sofridas durante grande esforço físico no trabalho, em esporte e em divertimentos. Dessa forma, existe uma atração dos consumidores por novos produtos e uma tendência por sabores exóticos, naturais, ligados à saúde, a exemplo da água-de-coco (CUENCA et al., 2002).

A água-de-coco é uma bebida natural, pouco calórica, com sabor agradável, conhecida mundialmente e muito apreciada em todo o Brasil, principalmente nas regiões litorâneas. Seu consumo vem crescendo nos últimos tempos, principalmente devido às suas propriedades de reposição de eletrólitos perdidos após uma desidratação ou desgaste físico (AROUCHA e VIANNI, 2002).

De acordo com Oliveira et al., (1999) os aspectos físicos dos frutos referentes à aparência externa, tamanho, forma e cor da casca, constituem atributos de qualidade importantes para comercialização dos frutos. As transformações físico-químicas dos frutos ocorrem durante todo o processo de maturação, afetando constituintes como ácidos, amido, açúcares, ácido ascórbico, umidade, entre outros. Estas variáveis físico-químicas são atributos de qualidade dos frutos comercializados *in natura*, assim como, os destinados ao processamento. A acidez e os sólidos solúveis são as variáveis que mais interessam à indústria de processamento de frutos. Também são variáveis que indicam o estádio de maturação fisiológica dos mesmos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Mediante ao exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas e físico-químicas da água de frutos de diferentes plantas de coqueiro anão verde cultivadas em dois ambientes distintos do estado do Rio grande do Norte.

Metodologia

Foram selecionados frutos de coqueiro anão verde, colhidos de dois pomares situados em diferentes ambientes do Estado do Rio Grande do Norte. O primeiro ambiente se encontra localizado no Município de Assu-RN. A região desse pomar possui as coordenadas geográficas de 5º 11´de latitude sul e 37º e 20´ de longitude oeste, com altitude media de 18 m. O clima do local e do tipo BSwh´ com base na classificação de Köppen e a média anual de precipitação é da ordem de 678 mm.

O segundo ambiente de coleta foi a região litorânea de Natal e apresenta latitude de 07°47'42" e longitude de 35°12'34", com clima tropical úmido e temperatura media de 28°C. Em cada um dos ambientes coletaram-se frutos de plantas escolhidas aleatoriamente no ponto de colheita comercial

Os frutos foram colhidos pela manha e colocados em sacos plásticos, sendo estes, posteriormente transportados, para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, do município de Mossoró-RN, no mês de novembro de 2008. Após a chegada dos frutos, esses foram submetidos e avaliados quanto às seguintes características físicas: massa total do fruto (MT), que foi obtido utilizando-se balança semi-analítica e os resultados expressos em g; diâmetro longitudinal (DL), transversal (DT) e relação DL/DT, determinados com auxílio de paquímetro manual e todos os resultados expressos em centímetro

Posteriormente, as avaliações físicas, procedeu-se a abertura dos frutos com o auxílio de um perfurador/ extrator manual para a retirada do endosperma líquido e posterior medição do volume de água (VA) em proveta graduada, sendo estes resultados expressos em mL. Também foi avaliada a relação volume de água e massa total do fruto (VA/MT) através do quociente entre as duas variáveis, expresso em mL. kg^{-1}.

Quanto às características físico-químicas foram determinados os sólidos solúveis (SS), utilizando-se refratômetro digital e os resultados expressos em °Brix; pH, utilizando-se potenciômetro de acordo com a metodologia da Association of official Analytical Chemists (2002); acidez titulável (AT), com resultados expressos em % de ácido cítrico segundo Instituto Adolfo Lutz (1985) e relação SS/AT, obtida por meio do quociente entre SS e AT.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, sendo o primeiro fator representado por dois ambientes de coleta e o segundo constituído por três plantas de cada pomar, com quatro repetições. À análise de variância das características avaliadas foi feita através do programa operacional software Sisvar versão 4,3, sendo a interação entre os fatores determinadas por meio do teste F a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Em relação ao diâmetro transversal dos frutos, não foi observada interação estatística significativa entre os ambientes de coleta e as plantas avaliadas (Tabela 1). A planta 1 foi a que apresentou o maior valor de diâmetro transversal (media de 15,45 cm) dentre todas as plantas estudadas. Os valores encontrados estão na mesma faixa dos observados por Maciel (2008).

Quanto ao diâmetro longitudinal dos frutos, não foi observada interação significativa ($p \leq 0,05$) entre os ambientes de coleta e as plantas avaliadas (Tabela 1). Para este parâmetro a planta 1 apresentou o maior valor de 20,03 cm, não diferindo estatisticamente das demais plantas. Os valores médios encontrados variaram de 19,42 a 20,03 cm, estando na faixa encontrados por Maciel (2008) e Araújo (2003) quando trabalhou com a mesma espécie. Foi observado que todas as plantas apresentaram o diâmetro longitudinal de frutos sempre maior que o diâmetro transversal, fato esse também observado por Silva (2006).

Para a relação DL/DT de frutos de coqueiro anão verde, não foi observada interação significativa entre os ambientes de coleta e as plantas avaliadas (Tabela 1).

A planta 3 apresentou valor médio estatisticamente superior às demais plantas quanto à relação diâmetro longitudinal e transversal, sendo, portanto, considerada como a mais arredondada. Essa relação é indicadora do formato do fruto, que é mais arredondado à medida que este quociente se aproxima de 1,0. As indústrias

dão maior preferência aos frutos arredondados, por facilitarem as operações de limpeza e processamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os dados médios de comprimento e largura obtidos por Aroucha (2000), quando convertidos para a relação DL/DT, aos 8 e 10 meses de idade do coqueiro anão verde (1,24 e 1,28) estão próximas as obtidas neste estudo. Shimizu (2006) quanto trabalhou com esta mesma espécie observou resultados semelhantes.

Planta	**MF (Kg)**	**VA (mL)**	**MF/VA (mL kg $^{-1}$)**
Nível	**(cm)**	**(cm)**	**DL/DT**
Amb. 1	15,41 a	19,84 a	1,28 a
Amb. 2	15,04 a	19,62 a	1,30 a
		Plantas	
1	15,45 a	19,72 a	1,28 a
2	15,42 a	20,03 a	1,30 a
3	14,80 a	19,42 a	1,32 a
C.V.	5,54	3,58	6,67

Tabela 01. Diâmetro Transversal (DT), Diâmetro Longitudinal (DL), relação (DL/DT) de frutos de coqueiro anão verde cultivados em ambientes distintos do Estado Rio Grande do Norte, Mossoró-RN, UFERSA, 2009.
Fonte: autor
Médias seguidas de mesma letra, entre níveis de cada fator, não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Com relação à massa fresca dos frutos, foi observado efeito estatístico significativo da interação entre os ambientes de coleta e as plantas do referido estudo (Tabela 2). A planta 1 no ambiente 2 se caracterizou com o maior valor de massa 2,396 kg. No entanto, a planta 2 do mesmo ambiente apresentou o menor valor de massa fresca 1,867 kg. Araújo (2001) estudando a cultivar anão verde do jequi, observou que as massas dos frutos aumentaram ate os 210 dias de desenvolvimento, ocorrendo a partir daí um decréscimo, independentemente da cultivar. Essas pequenas diferenças entre os resultados aqui apresentados e os de Silva (2006) e Araújo (2001) podem ser devidas ao fato de uma mesma cultivar poder ter comportamento diferente conforme a estação de cultivo, pois fatores como irrigação, adubação e fitossanidade influenciam no desenvolvimento dos frutos (SREBERNICH, 1998).

A diminuição no peso dos frutos está associada à perda de água do mesocarpo no final da maturação (CASTRO e MAIA, 1985); enquanto, a redução no volume da água ou endosperma líquido é resultante dos processos bioquímicos que incorporam o endosperma líquido em endosperma sólido (MEDINA, 1980; ARAGÃO et al., 2001).

O volume de água do fruto foi dependente da interação entre as plantas e os ambientes de coleta (Tabela 2). A planta 1 do ambiente 1 apresentou o maior volume de água se sobressaindo em relação as demais, com um valor médio de 531 mL. No entanto, a planta 3 apresentou os menores valores de volume de água em ambos os ambientes de coleta, com valores médios de 411 e 401 mL, respectivamente.

No que se refere à produção de frutos para consumo in natura, o volume de água é uma das características que é mais importante aos produtores e consumidores, pois o que se leva em conta, além da qualidade, é a quantidade de água produzida pelas diferentes cultivares.

	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2
1	2.118,1 aA	2.396,2 aA	531,2 aA	347,5 bB	3,99 bB	6,89 aA
2	2.276,0 aA	1.867,5 bB	450,0 aB	427,0 aA	5,07 aA	4,37 bB
3	2.061,6 aA	1.920,0 aB	411,2 aB	401,0 aAB	5,02 aA	4,81 aB
C.V	9,33		8,78		8,07	

Tabela 02. Massa fresca (MF), Volume de Água (VA), relação (MF/VA) de frutos de coco anão verde cultivados em ambientes distintos do Rio Grande do Norte, Mossoró-RN, UFERSA, 2009.
Fonte: autor

Souza et al. (2002) recomenda que quando o objetivo for também o consumo de água de coco verde, deve-se optar por efetuar a colheita quando os frutos atingirem o sétimo mês de desenvolvimento em função das melhores características organolépticas apresentadas pela água. Por outro lado, Aragão et al. (2001) recomendam que a colheita dessas mesmas cultivares, seja feita aos 180 dias de desenvolvimento após a polinização, em virtude de apresentarem maiores massas do fruto e volume de água acumulado.

O volume de água no fruto do coco, tanto é dependente do cultivar, quanto do estádio de maturação do fruto (JACKSON et al., 2004). Segundo Aroucha (2000) mudanças no volume de água das cultivares Anão Verde do Jequi e Anão Vermelho foram observadas conforme o estádio de maturação. Os resultados dos volumes de água do presente trabalho estão acima dos apresentados por Jaylekshmy et al. (1986) e Tavares et al. (1998).

Foi observada interação significativa para a relação massa do fruto e volume de água (Tabela 2) entre os ambientes de coleta e plantas analisadas. A planta 1 em ambos os ambientes apresentou o maior (6,89) e menor (3,99) valor de relação massa do fruto e volume de água.

O volume de água de certa quantidade de frutos pode ser estimado a partir dessa relação. Daí sua utilidade. Sua importância já foi relatada por Srebernich (1998); Assis et al. (2000) e por Araújo (2003). Por esses estudos, concluiu-se que a relação entre o volume de água e a massa do fruto pode variar conforme cultivar, idade do fruto e a safra, além do número de frutos por cacho e número de frutos por planta.

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada planta de coco, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 3, houve interação estatística significativa entre os ambientes de coleta e as plantas de coqueiro anão verde analisadas com relação a acidez da água de coco. Pode-se verificar que a planta 3 proveniente do ambiente 2 apresentou o maior valor (0,060%) de acidez, enquanto que no ambiente 1, pode-se observar um maior valor (0,025%) de acidez para a planta 1. Em geral, não foram observadas grandes diferenças na acidez da água entre as plantas estudadas. Os resultados aqui observados, em geral, foram semelhantes aos encontrados por Aragão et al. (2002) e Araujo (2003).

O ácido málico e o acido orgânico predominante na água de coco, o qual se encontra em proporção superior a 90% dos ácidos graxos presentes. Por isso, este e o acido que melhor expressa a acidez da água de coco (SREBERNICH, 1998). A legislação brasileira para acidez de água de coco estabelecida por Brasil, (2002) tem limites máximos e mínimos de 0,03% e de 0,18%.

Pelos resultados de acidez encontrados nesse trabalho pode-se afirmar que esta característica não e boa indicadora para auxiliar na determinação do ponto de colheita do coco, dada as baixas proporções de ácidos presentes na água. Santos Filha et al. (2005) relatam que a acidez dessa cultivar não foi diferente

quando os frutos estavam com 180 e 210 dias de idade. O valor de acidez encontrado no presente trabalho esta na faixa dos encontrados por Jayalekshmy et al. (1988).

De acordo como modelo estatístico empregado, foi observada interação significativa entre os ambientes de coleta e as plantas analisadas com relação ao pH da água de coco (Tabela 3). Verificou-se que a planta 1 do ambiente 2 obteve o maior valor de pH, seguido pela planta 2 do mesmo ambiente, com valores de 5,05 e 5,04, respectivamente. Os valores de pH do presente estudo estão próximos aos detectados em água de coco destinados ao consumo por Campos et al. (1996).

Maciel (2008) e Aroucha (2000) quando trabalharam com esta mesma espécie observaram valores semelhantes aos encontrados no trabalho. Silva (2006) estudando esta especie verificou que entre 180 e 195 dias de desenvolvimento o pH variou na faixa de 5,27 a 5,55, valores estes muito próximos do encontrado por Araújo (2003), ou seja, 5,63 aos 182 dias de desenvolvimento, que é a faixa, onde normalmente, o sabor doce e a adstringência para a água de coco são desejáveis.

De acordo Kays (1991), alguns frutos se caracterizam pelo decréscimo no teor de ácidos durante o amadurecimento, como conseqüência principal da atividade metabólica do fruto, o que ocasiona a elevação no pH.

Para essa variedade de coco, é importante mostrar que todos os valores de pH para as diferentes plantas apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos por Brasil (2002), o que permite um valor mínimo de pH de 4,30.

A relação SS/AT é muito importante, pois é um excelente indicador de doçura e esta diretamente relacionada com o aroma e o sabor da água de coco (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Foi observada, neste trabalho interação estatística significativa entre os ambientes de coleta dos frutos e plantas analisadas (Tabela 3). A planta que obteve o maior valor dessa relação foi a 2 proveniente do ambiente 2, com um valor médio de 403,4, enquanto que a 3 do mesmo ambiente foi a que se caracterizou com um menor valor de 92,56 desta relação.

Isepon et al. (2002) estudando este atributo com a mesma espécie do referido estudo, encontrou valores numa faixa de 49 a 219, a partir do sexto ate o décimo primeiro mês de desenvolvimento do fruto.

Os altos valores obtidos para esta relação são devidos à baixa acidez do albúmen liquido, conforme norma para fixação de identidade e qualidade da água de coco do Ministério da Agricultura, que determina o mínimo de 0,03 e o máximo de 0,18 g de acido cítrico.

O conteúdo dos sólidos solúveis na água foi significativo para a interação ambientes de coleta e plantas analisadas (Tabela 3). Pode-se verificar que houve uma variação de 5,30 a 7,10 entre as plantas para valores de sólidos solúveis, tendo a planta 1 do ambiente 2 o maior resultado para esta variável.

Considerando-se a relação entre os sólidos solúveis totais e o teor de açúcar total e, consequentemente, a manifestação do sabor e a doçura da água, uma vez que, em grande percentagem é representada pelos açúcares, existindo por tanto, uma forte correlação dessa característica com a qualidade final da água entre as diferentes cultivares. Diante disso, Jackson et al. (2004) recomendam que essa característica pode ser utilizada como indicador da doçura na água de coco.

Não existe definido ainda, no mercado consumidor, um limite mínimo de sólidos solúveis para a aceitação da água de coco e nem mesmo para essas cultivares. No entanto, alguns autores apontam como entre 5,0 e 6,0% (JACKSON et al., 2004); 6,0 e 7,0% (ARAÚJO, 2003); 5,2 e 9,2% (ARAGÃO, 2002); 7,37 e 7,58% (ISEPON et al., 2002) e 5,84 e 6,71% (AROUCHA, 2000) como sendo ideais por ocasião da colheita para a grande maioria das cultivares de coqueiro Anão, estando os valores deste trabalho na mesma faixa dos referidos autores citados.

Tabela 03. Acidez titulável (AT), Sólidos soluveis (SS), Relação (SS/AT) e pH de frutos de coco anão verde cultivados em ambientes distintos do Rio Grande do Norte, Mossoró-RN, UFERSA, 2009.

Fonte: autor
Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada planta de coco, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conclusões

De acordo com as condições em que este experimento foi realizado, conclui-se que:

Com relação ao diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, a planta 1 apresentou o maior valor de

Planta	AT (% ác. Málico)		SS (ºBRIX)		SS/AT		pH	
	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2
1	0,025aA	0,025aA	5,42bB	7,10aA	244,6bB	372,5aA	4,75bB	5,05aA
2	0,020aA	0,020aB	6,07bA	6,70aA	365,7aA	403,4aA	4,97aA	5,03aA
3	0,020bA	0,060aA	6,30aA	5,30bB	379,3aA	92,56bB	4,94aA	4,59bB
C.V	20,59		3,75		17,92		1,22	

15,45 cm e 20,03 cm, respectivamente, não diferindo estatisticamente das demais plantas.

Para a relação DL//DT, a planta 3 apresentou valor médio, superior às demais plantas, sendo, portanto, considerada como a que possui o fruto mais arredondado.

Em relação a massa fresca, a planta 1 no ambiente 2 se caracterizou com o maior valor de 2,396 kg. No entanto, a planta 2 do mesmo ambiente apresentou o menor valor de massa fresca 1,867 kg. A planta 1 do ambiente 1 apresentou o maior volume de água se sobressaindo em relação as demais, com um valor médio de 531 mL. Pode-se concluir que, a planta 1 para a relação VA/MF em ambos os ambientes apresentou o maior (6,89) e menor (3,99) valor. (MÉDIAS)

Baseado nas características físico-químicas, a planta que obteve o maior valor dessa relação foi a 2 proveniente do ambiente 2, com um valor médio de 403,4, enquanto que a 3 do mesmo ambiente foi a que se caracterizou com um menor valor de 92,56 desta relação; verificou-se que a planta 3 proveniente do ambiente 2 apresentou o maior valor (0,060%) de acidez, enquanto que no ambiente 1, pode-se observar um maior valor (0,025%) para a planta 1 se apresentando como as de melhores qualidades.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que a planta 1 do ambiente 2 obteve o maior valor de pH, seguido pela planta 2 do mesmo ambiente, com valores de 5,05 e 5,04, respectivamente e que a planta 2 do ambiente 2, apresentou valor médio de 403,4 desta relação.

Referências

ALEIXO, P. C. et al. Determinação direta de selênio em água de coco e em leite de coco utilizando espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite. **Química Nova,** v. 23, n. 3, p. 310-312, 2000.

ARAGÃO, W.M. et al. Água de coco. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, 24).

ARAGÃO, W. M. et al. **Coco pós–colheita**. Frutas do Brasil. [Aracajú?]: EMBRAPA/CPATC, 2002. 75p.

ARAÚJO, M. V. *Ponto de colheita e armazenamento refrigerado de coco Anão Verde (Cocos nucífera L) sob atmosfera modificada*. Mossoró-RN, 62p. (Dissertação de Mestrado) - ESAM. 2003.

ARAÚJO, M. V. *Conservação pós-colheita de coco Anão Verde (Cocos nucífera L) sob atmosfera modificada*. Congresso Brasileiro de Fruticultura Belém-PA, CD-ROM. 2001.

AROUCHA, E.M.M. Avaliação das principais características físicas e físico-químicas do endosperma líquido e sólido das cultivares de coco anão (cocos nucífera L) verde e vermelho em diferentes estádios de maturação. 2000. Tese (Mestrado)–Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2000.

AROUCHA, E. M. M; VIANNI, R. Determinação de ácido ascórbico na água-de-coco (*Cocos nucifera* L.) por cromatografia líquida e pelo método titulométrico. **Revista Ceres**, Viçosa/MG, v. 49, n. 283, p.245-251, 2002.

ASSIS, J.S. de; RESENDE, M.J.; SILVA, O.F.; SANTOS, R.C.; NUNES, F. **Técnicas para colheita e pós-colheita do coco verde**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 95).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. *Offi cial methods of analysis of AOAC International*. 17th ed. New York, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário Brasileiro de Fruticultura. Santa Cruz do Sul. Ed. Gazeta Santa Cruz, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Coco verde. Disponível em: www.integracao.gov.br/pdf/frutiseries/frutiseries sp 03.pdf. Acesso em: 13 mar. 2002.

CAMPOS, C. F.; SOUZA, P. E. A.; COELHO, J. V.; GLÓRIA, M. B. A. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal Food Processing Preservation**, New York, v. 20, n. 6, p. 487-500, 1996.

CASTRO, F. A.; MAIA, G. A. **Coco: Leite e Coco Ralado**. Fortaleza: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial, 1985.47p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Póscolheita de frutos e hortaliças:* Fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2005.

CUENCA, M. A. G.; RESENDE, J. M.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; REIS, C. S. Mercado brasileiro do côco: situação atual e perspectivas. In: ARAGÃO, W. M. **Côco**: pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 18.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa de Tecnologia de Alimentos. (Guaratiba, RJ). **Processamento de água de coco verde**. Guaratiba: EMBRAPA/CTAA: 1998. 10p. (Comunicado Técnico)

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: Sistema IBGE de recuperação automática. SIDRA. Disponível em: <http:// www.ibge.gov.br>. Acesso em: agosto de 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, v. 1, 1985.

ISEPON, dos J. S. et al. Monitoramento da qualidade de frutos de coqueiro Anão (*Cocos nucifera L.*) em diferentes estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 2002, Belém. **Anais**…Pará: SBF, 2002. CR-ROM.

JACKSON, J.C. et al. Changes in chemical composition of ccoconut (Cocos nucífera) water during maturation of the fruit. J. Sci. Food Agric., v. 84, n. 9, p. 1049-1052, 2004.

JAYALEKSHMY, A. et al. Changes in the chemical composition of coconut water during maturation. Oléaneux, Paris, v. 43, n. 11, p. 409-412, 1988.

JAYALEKSHMY, A. et al. Changes in the chemical composition of coconut water during maturation. **Journal of Food Science and Technology**. v. 23, p. 203 – 207, july,1986.

KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishables plant products.** New York: AVI, 1991. 543p.

MACIEL, V. T. Caracterização fisica, fisico-química e enzimática de frutos de seis cultivares de coqueiro anão em diferentes estadios de desenvolvimento. Dissertação de Mestrado, UFC. p. 102. 2008.

MEDINA, J. C. **Processamento: cultura - variedades; produtos, características e utilização - bebidas destiladas -** água de coco - Da Cultura ao Processamento e Comercialização. São Paulo: [s.n], 1980. 252p. (Série Frutas Tropicais no 5).

OLIVEIRA, M. E. B. de; BASTOS, M. do S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. de A. C.; SILVA, M. das G. G. da. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, set./dez., p. 326-332, 1999.

PASSOS, E. E. M. Morfologia do Coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). *A cultura do coqueiro no Brasil.* 2. ed. Brasília: Embrapa - Serviço de Produção de Informação, 1998. p. 57-64.

SANTOS FILHA, M. E. C. S. et al. Qualidade da água de fruto de seis cultivares de coqueiro Anão para consumo in natura e/ou industrializado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS. I, 2005, João Pessoa, Anais... João Pessoa, PB: (SBPCFT), 2005, 5 p. CD ROM.

SHIMIZU, M. K. Influência da idade na variação dos constituintes de frutos de coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera* L.) da região da baixada de sepetiba/RJ. p.69. 2006.

SILVA, F. V. G. **Bebidas à base de água de coco e suco de maracujá: processamento e estabilidade.** Fortaleza, 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará.

SILVA, F. V. G. **Bebidas à base de água de coco e suco de maracujá: processamento e estabilidade.** Fortaleza, 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará.

SOUZA, V. A. B.; NOGUEIRA, C. C. P.; SOUZA. H. V.; CARNEIRO, J.; VAL, A. D. B. Avaliação de cultivares de coqueiro Anão na micro região do Baixo Parnaíba Piauiense: características de desenvolvimento vegetativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais....** Belém: CBF, 2002. (CD - ROM).

SREBERNICH, S. M. Caracterização física e química da água de fruto de coco (*Cocos nucifera*), variedades gigante e híbrido PB-121, visando o desenvolvimento de uma bebida com características próximas às da água de coco. Campinas, 1998. 189 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas.

TAVARES, M. Estudo da composição química da água de coco Anão Verde em diferentes estádios de maturação. In**:** CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16. Rio de Janeiro. *Anais.* Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. v. 2, p.1262-1265. 1998.

Estudo da viabilidade de instalação de uma unidade de compostagem no bairro do Bessa, no município de João Pessoa, PB.

Annie Priscilla de Lima Cândido[1], Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[2]
[1]Engenheira Ambiental. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: eng.anniecandido@gmail.com, [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: giuseppecv@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo prolongar a vida útil do aterro sanitário de João Pessoa, desviando uma parcela de resíduos sólidos domiciliares enviados a ele diariamente. Com isso, o trabalho estuda a viabilidade da instalação de uma unidade de compostagem no bairro do Bessa, buscando dar uma correta destinação ao resíduo local, através da compostagem, desviando 16 toneladas (material orgânico domiciliar + resíduos provenientes de poda) geradas diariamente no bairro. A pesquisa foi desenvolvida a partir de estudos bibliográficos, desenvolvimento de equações básicas, disponibilização de documentos públicos e outros. Para a obtenção de resultados, foi necessária a coleta de dados a respeito do quantitativo de resíduo gerado no bairro do Bessa, o dimensionamento da área ideal à implantação da unidade, bem como os valores de investimento atribuídos a construção da estrutura, equipamentos necessários e gastos com funcionamento mensal. O estudo demonstrou a viabilidade do empreendimento, que gerará, inclusive, lucros significativos para um posterior investimento em novas unidades.

Palavras-chave: Aterro sanitário; Resíduos orgânicos; Sustentabilidade.

Abstrat

The objective of this work is to extend the useful life of the landfill of João Pessoa by diverting a portion of solid household waste sent to it daily. This work examines the feasibility of installing a composting unit in the neighborhood of Bessa, aiming to give a correct allocation to the local waste, through composting, diverting 16 tons (home organic material + residues from pruning) generated daily in the neighborhood . The research was developed from bibliographic studies, development of basic equations, availability of public documents and others. In order to obtain results, it was necessary to collect data on the amount of waste generated in the neighborhood of Bessa, the size of the ideal area for the implementation of the unit, as well as the investment values attributed to the construction of the structure, necessary equipment and expenses with monthly operation. The study demonstrated the viability of the venture, which will generate significant profits for a subsequent investment in new units.

Keywords: Landfill; Organic waste; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A partir do século XV, movimentos comerciais distanciaram a sociedade de seu comportamento tradicional, tornando-a cada vez mais focada no consumo (FIGUEIREDO; GODECKE; NAIME, 2012). Essa sociedade passou a ter comportamentos marcados pela extravagância, preocupando-se apenas com o que a natureza tem a oferecer e não com os impactos ambientais que pudessem ser causados a ela. Com isso, à medida que o poder de compra aumentava, a quantidade de resíduo crescia consideravelmente, visto que o nível de riqueza é capaz de interferir no consumo e nos hábitos de vida da população (FIGUEIREDO; GODECKE; NAIME, 2012).

Em decorrência do crescimento populacional de uma média de 0,86% nos últimos seis anos (IBGE, 2013?), tem-se também o natural aumento da produção alimentícia para atender à demanda. Esse aumento, seguido do consumo, acaba por gerar cada vez mais restos alimentícios que na maioria das vezes não são encaminhados para um tratamento adequado.

Esse meio de destinação cria despesas para os municípios que poderiam ser evitadas caso os resíduos fossem corretamente separados na fonte e conduzidos para um correto tratamento (MASSUKADO, 2008, p. 20).

Por vezes, o rápido crescimento populacional, embora traga aspectos positivos, acaba por não acompanhar o desenvolvimento local de uma região, desencadeando uma série de problemas ambientais.

Grande parte desses problemas é causada por resíduos sólidos e advindos da falta de atenção dada pelos gestores públicos, uma vez que sua má gestão é responsável por causar a contaminação do solo, dos recursos hídricos, do ar e, também, afetar a saúde pública (DANTAS, 2012).

Conforme os dados do censo demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população nordestina é a segunda maior do Brasil, ocupando também, a segunda colocação da região que mais consome.

Segundo ABRELPE (2014), o Nordeste foi responsável por gerar no ano de 2013 cerca de 41.820 t/dia, sendo 0,750 kg/hab/dia de resíduo sólido, aumentando esses valores no ano seguinte para 43.330 t/dia, sendo 0,771 kg/hab/dia.

De acordo com o IBGE (200-), a cidade de João Pessoa foi criada em 1586, com uma população estimada em 801.718 mil habitantes para 2016 e cerca de 65 bairros. Segundo a EMLUR (2016), o município foi responsável por encaminhar ao aterro sanitário, entre 2008 e 2013, cerca de 3.680.263 toneladas de resíduo nos últimos nove anos, com média de 400.000 toneladas anuais, aumentando significativamente de 330.000 toneladas em 2008 para 476.000 toneladas em 2015 (ASMJP, 2016).

A dificuldade da gestão frente aos resíduos sólidos ocorre devido à variedade de componentes existentes em sua composição (DANTAS, 2012), deixando o gerador inseguro quanto à correta destinação de cada tipo de resíduo, dificultando o correto acondicionamento por falta de conhecimento.

A não separação desses resíduos dificulta a sua triagem após a entrada ao aterro sanitário ou em associações de catadores, inutilizando os resíduos passíveis de reciclagem e ocupando, cada vez mais, espaço no aterro que deveria conter em suas células apenas o rejeito, conforme a política nacional dos resíduos sólidos (PNRS) em sua Lei nº 12.305 que conceitua:

> "São resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada" (BRASIL, 2010).

Apesar da dificuldade a pouco citada, o incentivo à segregação dos resíduos na fonte geradora consta como estratégia de não geração e redução de resíduo sólido urbano (RSU) no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de João Pessoa, para facilitar a coleta seletiva pelas associações/cooperativas de catadores de materiais recicláveis (PMGIRS, 2010).

Outro impasse é devido ao atraso brasileiro frente à gestão dos resíduos sólidos se comparado a outros países, como a Alemanha que, segundo (CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2013) recuperou 63% dos resíduos em

2011, sendo 17% por meio da compostagem, enquanto no Brasil, apenas 3% é reciclado (AGÊNCIA SENADO, 2014). Esse atraso ocorre devido ao grande impacto econômico que a lei 12.305 traz consigo, visto que existe a necessidade de se investir bastante para que se obtenha sucesso, deixando de lado medidas que poderiam ser realizadas para dar avanço na área.

Apesar da variedade de componentes presentes nos resíduos sólidos domiciliares (RSD), tornando-os heterogêneos (DANTAS, 2012) o orgânico é o mais predominante. Segundo dados da EMLUR (2016), o percentual de matéria orgânica no RSD é de 35%, seguido de 16% de resíduo verde, sendo o orgânico a maior parte dentre os vários tipos de resíduos que compõem o RSD.

A PNRS (2012) impôs metas e prazos para a redução da disposição de RSU úmidos em aterros sanitários no Nordeste e em João Pessoa, cabendo ao Nordeste reduzir 10% a cada quatro anos a partir de 2015 e para João Pessoa reduzir 2% em 2015, 10% em 2019 e 10% a mais a cada quatro anos.

Infelizmente, devido a enorme quantidade de restos de alimentos gerados e a carência de sistemas de gerenciamento nos municípios que tratem esses resíduos, esse percentual ainda é uma realidade distante.

Em meio a esse impasse, casos menos profissionais como o da compostagem demonstra ser um método sustentável que devolve esse resíduo ao seu ciclo de origem.

Estudos mostrados pelos os autores Wanger e Freitas (2009), demostraram a viabilidade para ciclagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares através da compostagem, gerando um composto com características físicas e químicas favoráveis, com potencial de uso agrícola, restaurando solos e desviando resíduos do aterro.

A matéria orgânica faz parte de um ciclo de vida, que é um processo de reciclagem. A partir deste processo a matéria morrerá, será degradada e transformada em matéria prima para que outras moléculas possam surgir dando continuidade ao ciclo e devolvendo a Terra àquilo que nos foi dado.

Agir de forma sustentável é apropriar-se do que a Terra tem para oferecer em prol das necessidades humanas, mas de forma consciente, pensando no bem estar das futuras gerações, sem prejudicá-las. É desenvolver atividades que não venham a agredir o meio ambiente e nem comprometer o futuro, e a compostagem é uma forma de reciclagem, sendo definida por Gualberto Filho et al (2012) como um processo biológico que transforma a matéria orgânica em um composto com propriedades e característica completamente diferentes da inicial.

Através dela, os restos orgânicos, podas e quaisquer outros resíduos compostáveis serão decompostos aerobiamente, pelos microrganismos e a atividade microbiana no composto pode ser controlada por meio de sua temperatura, umidade e aeração, fatores que devem ser respeitados para que a matéria seja decomposta sem liberação de odor num menor espaço de tempo.

Apesar de o aterro ser um meio sanitário para dispor os resíduos, significa em última análise, aterrar recursos naturais, não o devolvendo ao ciclo produtivo, como no caso da matéria orgânica que, por vezes, não é reaproveitada (HACK; PEIXE, 2014, p. 1).

Embora aterro sanitário possua aspectos positivos, como sanitários e sociais (DANTAS, 2012), os seus processos tem sido bastante criticados. Segundo a CETESB (200?), o objetivo dos aterros sanitários não está sendo o correto tratamento ou a reciclagem do lixo urbano, mas apenas o de compacta-lo no solo. Apesar de ser o meio mais difundido para disposição de resíduos, o aterro sanitário envolve a ocupação de áreas que sejam devidamente apropriadas para sua instalação, e espaços úteis para este fim estão cada vez mais escassos.

> "De acordo com a PNRS, antes de encaminhar os resíduos sólidos ao aterro sanitário, deve-se sempre procurar outras formas de tratamento como reciclar, tratar, reutilizar ou minimizar sua geração." (DANTAS, 2012)

A PNRS, em sua lei 12.305/10, artigo 3º, inciso VII define destinação final ambientalmente adequada como:

> "[...] Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações [...]". (BRASIL, 2010).

Para isso, apenas os rejeitos deveriam ser encaminhados, conforme PNRS, já citado anteriormente.

Embora o Aterro Sanitário Municipal de João Pessoa (ASMJP) apresente um Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) = 9,2 sendo classificado como condições adequadas (SILVESTRE; SILVESTRE FILHO, 2010) e a EMLUR tenha apresentado, nos últimos anos, a construção de esforços na criação de projetos para o gerenciamento do resíduo municipal, até então não foram apresentados modelos que se encaixem com as exigências atuais frente à correta destinação da matéria orgânica, apesar do município possuir em seu PMGIRS

metas relacionadas a esse tipo de resíduo, como: definição de responsáveis pela coleta do resíduo úmido; capacitação de associações/cooperativas para realizar o tratamento de resíduos úmidos; e, incentivar e promover a segregação dos resíduos em secos e úmidos.

Visto que a proposta de uma usina de compostagem no interior do aterro sanitário do município apresentaria dificuldades financeiras para sua realização devido seu grande porte, opta-se por outra forma de prolongar a vida útil do aterro, também por meio da compostagem, desviando parte do resíduo enviado a ele através de propostas sustentáveis e viáveis para o município, como exemplo do estado de São Paulo que criou um pátio de compostagem piloto em 2015 para coleta de orgânicos de feiras livres, servindo de referência para outros pátios e quatro centrais de compostagem que seriam implantados na cidade no ano seguinte (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015).

Em seu histórico, a prefeitura de João Pessoa e a EMLUR apresentam várias tentativas de projetos que buscam incentivar a reciclagem do resíduo seco, como o Acordo Verde, onde a população faz a separação do resíduo e a prefeitura faz a coleta porta a porta com o auxilio de antigos catadores informais (PMJP, 2007). No caso do resíduo úmido, até o momento não fora identificado nenhum programa específico para a compostagem da matéria orgânica que possa atender a bairros em sua totalidade, apesar de constarem estratégias de incentivo no Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos voltados ao resíduo sólido orgânico.

O Ministério do Meio Ambiente (2014) afirma que o município deve possuir um bom sistema de gerenciamento para os resíduos sólidos, como a coleta seletiva e métodos de compostagem para que se consiga dispor apenas os rejeitos em aterro sanitário.

Diante a implantação de qualquer projeto voltado ao tratamento de resíduos, a conscientização e colaboração da população a ser abrangida se faz extremamente necessária para seu bom funcionamento.

Ações voltadas à conscientização da população tem se mostrado eficientes, como exemplo de São Paulo que, segundo a Prefeitura de São Paulo (2015), a cidade investiu em ações para conscientização ambiental, como exemplo da Lei das Sacolinhas, medida está prevista na Lei Municipal 15.374. A lei consiste na distribuição de sacolas verdes (recicláveis) e cinzas (matéria orgânica e rejeito) no lugar das brancas, cabendo aos comerciantes essa distribuição.

Essa medida aumentou o percentual de reciclagem da cidade de 3% para 7%, aliado a outras ações de melhorias voltadas à reciclagem.

Para isso, devem ser desenvolvidas campanhas de educação ambiental em parceria com as prefeituras a fim de se estreitar a relação ser humano/meio ambiente e mostrando-lhe a importância de se preservar e de adotar medidas sustentáveis como a apresentada neste trabalho sendo necessário, segundo o autor JACOBI (2003):

> "[...] fortalecer a importância de garantir padrões ambientais adequados e estimular uma crescente consciência ambiental, centrada no exercício da cidadania e na reformulação de valores éticos e morais, individuais e coletivos, numa perspectiva orientada para o desenvolvimento sustentável." (JACOBI, 2003, p. 200)

Com isso, o trabalho tem por objetivo estudar a viabilidade da implantação de uma unidade de compostagem no bairro do Bessa, buscando dar uma correta destinação ao resíduo local através da compostagem.

2 METODOLOGIA

2.1 Materiais e métodos

Inicialmente, o trabalho foi desenvolvido a partir de estudos bibliográficos e informações disponíveis das principais referências norteadoras do assunto "Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos" por intermédio de periódicos, publicações na internet, livros e documentos públicos e privados, permitindo uma reflexão e análise sobre a temática.

O levantamento de dados estimativos referente à quantidade de RSD e poda gerada anualmente foram obtidos a partir da cooperação da Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana – EMLUR.

2.1 Dimensionamento da área

Para dimensionar a Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos proposta no presente trabalho foi necessário, estudos bibliográficos e a elaboração de equações básicas envolvendo cálculos de área, volume, logísticos e tempo, a fim de se dimensionar o terreno necessário. As fórmulas utilizadas foram:

- Resíduo gerado por dia
  1 - RSDia = (RSDA + RPA)/dias.ano^{-1}
  Onde: RSDia – resíduos sólidos diários; RSDA – resíduos sólidos domiciliares anuais e RPA – resíduos de poda anual.

- Porcentagem de matéria orgânica
  2 - QMO = RSD . Y%
  Onde: QRSO – quantidade de matéria orgânica; RSD – resíduo sólido domiciliar; Y% - percentual de referência;

- Quantidade de poda na mistura
  3– QRPO = QMO . Y'%
  Onde: QRPO – quantidade de resíduos de poda; QMO – quantidade de matéria orgânica; Y'% - percentual de referência.

- Volume da leira
  4– V = C x L x H
  V = 4,60 m x 2,20 m x 1,30 m = 13,1 m³
  Onde: C – comprimento; L – largura; H – altura.

- Peso da leira
  5– PL = (PLr . VL)/VLr
  Onde: PL – peso da leira; PLr – peso da leira referenciada; VL - volume da leira desejada; VLr – volume da leira referenciada.

- Área da base da leira
  6– Ab = C x L
  Onde: Ab – área da base da leira; C – comprimento; L – largura.

- Quantidade de leiras
  7– QL = PLD / PL
  Onde: QL – quantidade de leiras; PLD – peso da leira diário referenciada; PL – peso da leira.

- Área das leiras
  8– Al = Bl x nº leiras
  Onde: Al – área das leiras; Bl – base das leiras.

- Área de compostagem
  9– Ac = Al x dc
  Onde: Ac – área de compostagem; Al – área das leiras; dc – dias de compostagem.

- Área entre as leiras
  10– Aesp = Z x P x Qdc
  Onde: Aesp total: area de espaçamento; Z – espaçamento adotado; P – número de faces da leira; Qdc – quantidade de dias de compostagem.

- Área total de compostagem
  11– At = Ac + Aesp
  Onde: At – area total; Ac – area de compostagem; Aesp – area de espaçamento.

- Produção diária de composto
  12– MOCD = QTRSD . Y''% = 16 ton. $dias^{-1}$. 60% = 9,6 ton. $dias^{-1}$
  Onde: MOCD – matéria orgânica compostada diariamente; QTRSD – quantidade total de resíduo sólido diário; Y''% - percentual de referência;

Para iniciar o dimensionamento da área, foram utilizados dados anuais referentes à quantidade de RSD e resíduos provenientes de restos de poda gerados no bairro do Bessa (antes do desmembramento).

2.2 Área de Estudo

Primeiramente, para fins de esclarecimento, vale salientar que, em 4 de setembro de 1998, a Lei Municipal nº 1574 alterou a divisão de bairros em João Pessoa (PB) onde, uma parte do bairro do Bessa foi desmembrada dando origem a dois outros bairros: Jardim Oceania e Aeroclube, como pode-se verificar na Fig. 1 e 2 (GONDIM, 2012).

O bairro do Bessa está localizado na cidade de João Pessoa, estado da Paraíba, Brasil. O município em questão possui área com extensão territorial de 211,4 km² (IBGE, 2015) e 723.515 habitantes (IBGE, 2010).

O Bessa é um bairro nobre localizado na zona leste da cidade de João Pessoa, limitando-se ao sul com os bairros Aeroclube e Jardim Oceania, ao norte com o Rio Jaguaribe (João Pessoa) e com o bairro de Intermares (município de Cabedelo) e a leste com o Oceano Atlântico.

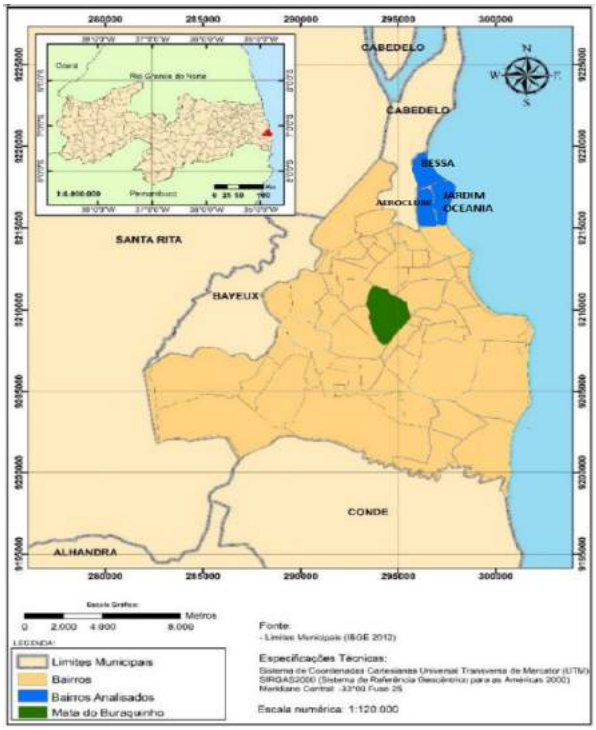
O bairro possui as coordenadas 7°04'05.3"S 34°50'35.2"W e uma extensão territorial aproximada de 2,13 km² (GOOGLE EARTH, 2016), com um quantitativo populacional estimado em 14.680 habitantes para o ano de 2016 (IBGE, 2010).

A escolha do bairro para a análise dos dados não seguiu nenhum critério sendo selecionado de maneira aleatória.

2.3 Área Destinada à Unidade De Compostagem

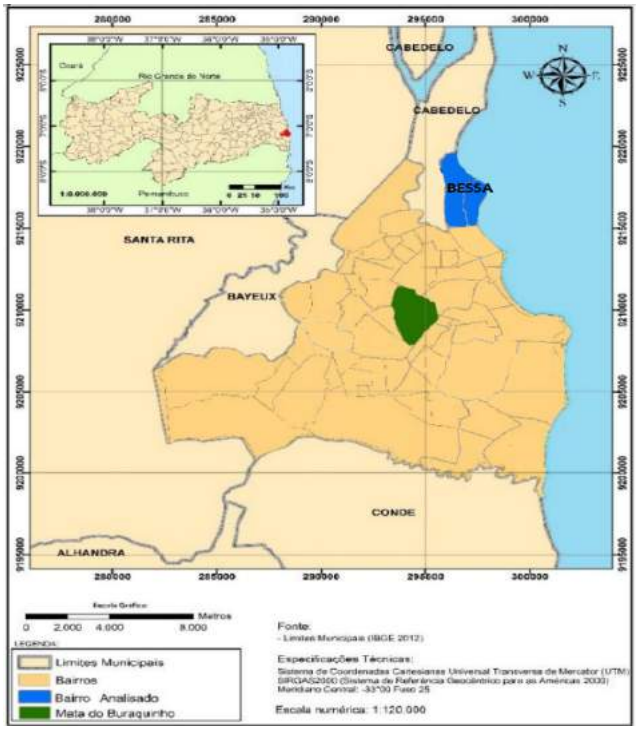
Após dimensionamento de uma área que atenda ao quantitativo gerado no bairro do Bessa, foi selecionado um terreno que comportasse a unidade de compostagem no bairro Jardim Oceania (Fig. 2), próximo ao Bessa.

Figura 1 – Cidade de João Pessoa com destaque para o bairro do Bessa antes do desmembramento.



Fonte: AVELAR e SILVA, 2015 (Adaptado).

Figura 2 – Cidade de João Pessoa com destaque para o bairro do Bessa após o desmembramento, dando origem aos bairros Jardim Oceania e Aeroclube.



Fonte: AVELAR e SILVA, 2015 (Adaptado).

O terreno escolhido pertence à prefeitura e encontra-se desativado. Possui, aproximadamente, 5.300m² de área, e está localizado (Fig. 3) na Rua Severino Nicolau de Melo s/n, de coordenadas 04'33.9"S 34°50'05.4"W e vizinho à associação de catadores, ASCARE-JP (fig. 3). Em seu entorno, a rua possui apenas uma das laterais próxima às residências, sendo as outras três consideravelmente afastadas, tornando o local favorável para a implantação da unidade de compostagem.

Figura 3 - Terreno escolhido para a unidade de compostagem (vermelho) e ASCARE-JP (azul) no bairro Jardim Oceania.

Fonte: Google Maps (Adaptado).

Sendo assim, após o dimensionamento, o presente trabalho optou pelo bairro Jardim Oceania, por este possuir um grande terreno desativado capaz de comportar a unidade de compostagem dimensionada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Dados iniciais

Dados referentes ao Bessa, bairro escolhido no presente trabalho, foram analisados para o dimensionamento da área necessária para a implantação de uma unidade de compostagem.

- Quantidade de poda: 1.360,86 ton/ano;
- Quantidade RSD: 12.840,64 ton/ano;
  Sendo necessário apenas o uso dos dados acima para a iniciação dos cálculos.
  O RSD e poda anual foram transformados dias, dividindo seu valor por 365 dias, dados por:

1- RSDia = (RSDA + RPA)/dias.ano^{-1}

- RSDia = RSDA / dias.ano^{-1} = 12.840,64 / 365 = 35,17 ton. dias^{-1}
- RPD = RPA / dias.ano^{-1} = 1.360,86 / 365 = 3,72 ton. dias^{-1}
  Onde: RSDia – resíduos sólidos diários; RSDA – resíduos sólidos domiciliares anuais e RPA – resíduos de poda anual.

Segundo a EMLUR (2016), 35% de todo o resíduo sólido domiciliar gerado é composto por matéria orgânica. Sendo assim, das 35,6 ton/dia de RSD, 35% é matéria orgânica:

$$2\text{- QMO} = \text{RSD} \,.\, Y\% = (35{,}17 \text{ ton. dias}^{-1} \,.\, 35\%)/100\% = 12{,}3 \text{ ton. dias}^{-1}$$

Onde: QRSO – quantidade de matéria orgânica; RSD – resíduo sólido domiciliar; Y% - percentual de referência.

Para que a decomposição ocorra num menor espaço de tempo, a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) deve ser levada em consideração, já que uma grande quantidade de carbono (poda) pode desacelerar o processo, devido a sua decomposição ser mais demorada. Do percentual estabelecido para o bom funcionamento de uma compostagem é recomendado aproximadamente 70% de MO e 30% de material lignoso (LAVIET, 2016).

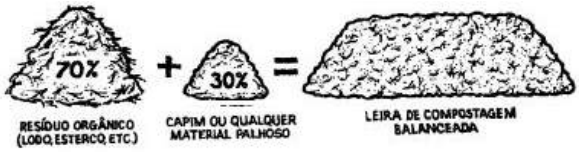
Considerando que a quantidade passível de compostagem de M.O de 12,3 ton. $dias^{-1}$ represente 100%, deve-se calcular aos 30% referentes à poda.

$$3– QRPO = QMO . Y'\% = (12,3\ ton.dias^{-1}.\ 30\%)/100\% = 3,7\ ton.dias^{-1}$$

Onde: QRPO – quantidade de resíduos de poda; QMO – quantidade de matéria orgânica; Y'% - percentual de referência.

Portanto, a proporção (Fig. 4) de 70% de M.O e 30% de poda corresponde, respectivamente, a 12,3 ton. $dias^{-1}$ e 3,7 ton. $dias^{-1}$.

Figura 4 – Proporção a ser utilizada



Fonte: Google (Adaptado).

3.2 Estrutura da leira

Devido à dispersão de resultados referente à dimensão ideal para uma leira, concluiu-se que não existem limitações para o comprimento, entretanto, os valores de altura e largura, não devem ultrapassar os limites de 1,8m e 3,5m (ESALQ, 2015), respectivamente (fig. 5):

Figura 5 – Leira de compostagem de aeração passiva

Fonte: Imagem Google (Adaptado)

Sendo assim, as medidas adotadas para a leira no presente trabalho estão dentro dos limites estabelecidos acima. Portanto, serão admitidos, 4,60 m para o comprimento (C), 2,20 m referente à largura (L) e 1,30 m para altura (H), logo para obtenção do volume da leira (V) teremos:

$$4– V = C \times L \times H$$

$$\mathbf{V} = 4,60\ m \times 2,20\ m \times 1,30\ m = 13,1\ m^3$$

3.2.1 Peso da leira

Para se estimar o peso de uma leira de grande volume, Fonseca (2012) pesou uma leira de menor volume e, por regra de três, encontrou o peso da leira maior. Com isso, sabendo que uma leira de 11,5 m³ pesa 4,6 toneladas (FONSECA, 2012), por regra de três, temos que:

$$5 – PL = (PLr \cdot VL)/VLr$$
$$PL = (4{,}6 \text{ ton} \cdot 13{,}1 \text{ m}^3)/11{,}5 \text{ m}^3 = 5{,}24 \text{ ton}$$

Onde: PL – peso da leira; PLr – peso da leira referenciada; VL - volume da leira desejada; VLr – volume da leira referenciada.

3.2.2 Área da base da leira

0A área da base da leira (Ab) é resultante da multiplicação entre o comprimento (C) da leira e sua largura (L):

$$6 – Ab = C \times L$$
$$Ab = 4{,}60 \text{ m} \times 2{,}20 \text{ m} = 10{,}12 \text{ m}^2$$

Conclui-se que uma leira ocupará um espaço de 10,12m^2.

3.2.3 Quantidade de leiras

Para estimar a quantidade de leiras (Ql) foi dividido o peso diário total (Poda+ M.O = 16 ton/dia) pelo peso da leira.

$$7 – QL = PLD / PL$$
$$QL = 16 \text{ ton} / 5{,}24 \text{ ton} = 3 \text{ leiras}$$

Onde: QL – quantidade de leiras; PLD – peso da leira diário referenciada; PL – peso da leira.

Conclui-se que, diariamente, serão necessárias três leiras para comportar as 16 toneladas diárias de material enviado à unidade de compostagem.

3.2.4 Área das leiras

Conforme calculado anteriormente, sabe-se que uma leira possui 10,12m2 e que serão necessárias três leiras diárias. Deve-se então, calcular a área que essas três leiras ocuparão diariamente.

A área das leiras (Al) consiste na multiplicação da base da leira (Bl) pelo número de leiras (nº) necessárias.

8– Al = Bl x nº leiras

$$Al = 10{,}12 \text{ m}^2 \times 3$$
$$Al = 30{,}36 \text{ m}^2$$

Seria necessária uma área de 30,36 m² por dia para as três leiras diárias.

3.3 Área de compostagem

Considerando o tempo total de compostagem igual a 75 dias, sendo 70 para transformação da matéria orgânica em composto orgânico e 5 dias para possíveis imprevistos climáticos ou outros, a área da compostagem (Ac) será igual a área diária das três leiras (Al) multiplicado pelo número de dias da compostagem (dc).

9– Ac = Al x dc

$$Ac = 30{,}36\ m^2 \times 75$$

$$Ac = 2.277\ m^2$$

Portanto, ao longo dos 75 dias de compostagem, ocupando 30,36 m² de leira por dia, seria necessária uma área de 2.277 m².

3.3.1 Cálculo da área total de compostagem

3.3.1.1 Área entre as leiras

É necessária a existência de um espaço entre as leiras para que o maquinário possa transitar entre elas e revolvê-las e, também, um espaço para drenagem de chorume. O espaçamento vertical e horizontal adotado será de 3,00 metros (Fig. 5).

Figura 5 – Espaçamento entre as leiras.

Fonte: Google (Adaptado).

Sendo assim, a área de espaçamento consiste na multiplicação da medida adotada (Z) pelas quatro faces da leira (P), multiplicada ainda, pela quantidade de dias de compostagem (Qdc).

10– Aesp total = Z x P x Qdc

$$Aesp = 3m \times 4m \times 75$$

$$Aesp = 900\ m^2$$

Portanto, de espaçamento entre as leiras será necessário adicionar mais 900 m² a área total.

3.3.1.3 Área total do terreno para compostagem

A área total necessária para a compostagem (At) será resultante da área de compostagem (Ac) vezes a área de espaçamento (Aesp).

11– At = Ac + Aesp =

$$At = 2.277\ m^2 + 900\ m^2 = 3.177\ m^2$$

3.4 Produção diária de composto orgânico

Segundo Fonseca (2012), o processo de compostagem admite as seguintes perdas:

Evaporação da água 25%
Rejeito na triagem 8%
Rejeito no peneiramento 7%
Total 40%

Sendo assim, se o peso diário do material a ser compostado é de 16 ton. $dias^{-1}$, o material final será de 60%, visto que os outros 40% são provenientes de perdas.

$$12 – MOCD = QTRSD \cdot Y''\% = 16 \text{ ton. dias}^{-1} \cdot 60\% = 9{,}6 \text{ ton. dias}^{-1}$$

Onde: MOCD – matéria orgânica compostada diariamente; QTRSD – quantidade total de resíduo sólido diário; Y''% - percentual de referência;

Portanto, após o 76º dia, período em que a leira inicial ficará pronta, a produção diária estimada, a partir desse dia, será de 9,6 ton. $dias^{-1}$ de composto orgânico.

Com a captação de 9,6 toneladas diárias a unidade de compostagem será responsável por desviar, aproximadamente, 288 toneladas mensais do aterro sanitário favorecendo o prolongamento da sua vida útil e diminuindo os gastos da prefeitura com coleta e disposição final.

3.5 Atribuição de valores

O presente tópico abordará a estimativa dos valores necessários referentes à instalação e funcionamento da unidade, os maquinários indispensáveis e o pessoal necessário para gerir o processo.

Todavia, os valores contidos nas tabelas 1, 2 e 3 foram obtidos a partir da média dos valores encontrados através de consulta via internet de preços praticados no mercado.

3.5.1 Valores de Instalação

Os valores atribuídos à instalação (Tab. 1) referem-se à estrutura básica necessária para implantação da unidade de compostagem.

Materiais de mobiliário como cadeira, computador, mesa, lâmpadas e outros foram estimados num valor médio de R$ 20.000 (US$ 6.170).

Tabela 1 – Valores atribuídos à estrutura da unidade.

Estrutura	Quantidade	Valor (US$)	Valor (R$)
Administração	1	21.596	70.000
Galpão	1	18.511	60.000
Guarita	1	925	3.000
Mobiliário	-	6.170	20.000
Muro de limitação	-	1.234	4.000
Reator	3	617	2.000
Sistema de Drenagem	-	12.341	40.000
Total	**-**	**US$ 60.779**	**R$ 199.000**
Coeficiente de erro (%)	**10%**		

Fonte: Autor

3.5.2 Valores com Maquinários

Os valores atribuídos aos maquinários (Tab. 2) referem-se aos equipamentos indispensáveis para o funcionamento do sistema.

Ferramentas básicas como pá, carrinho de mão, termômetro, mangueira e outros foram estimados num valor de R$ 5.000 (US$ 1.543).

Tabela 2 – Valores atribuídos aos maquinários da unidade

Itens	Quantidade	Valor (US$)	Valor (R$)
Balança	1	7713	25.000
Container	3	1234	4.000
Esteira	2	9255	30.000
Revolvedora	1	21596	70.000
Ferramentas básicas	-	1543	5.000
Moega	1	9255	30.000
Trator pá carregadeira	1	12341	40.000
Triturador	1	2468	8.000
Total	**-**	**US$ 66.024**	**R$ 212.000**
Coeficiente de erro (%)	**10%**		

Fonte: Autor

3.5.3 Valores de Funcionamento e de Pessoal

Os valores atribuídos ao funcionamento e pessoal (Tab. 3) referem-se a gastos mensais que são essenciais para o funcionamento da unidade.

Tabela 3 – Valores atribuídos ao Funcionamento e Pessoal

Itens	Quantidade	Valor (US$)	Valor (R$)
Água	-	154	500
Energia	-	617	2.000
Engenheiro Ambiental	1	3.085	10.000
Colaborador	5	1.358	4400
Licença de funcionamento	-	X	-
Supervisor	1	1.234	4.000
Total		**US$ 6.448**	**R$ 20.900**
Coeficiente de erro (%)	**10%**		

Fonte: Autor

É importante ressaltar que os valores referentes aos trabalhadores deverão sofrer alterações de acréscimo referentes à insalubridade, férias e 13º, já que não foram inclusos.

Valores referentes à licença de funcionamento não foram mensurados devido as constantes remodelações sofridas pelos órgãos.

Os valores atribuídos ao funcionamento e pessoal (Tab. 3) correspondem a apenas 30 dias de operação. Portanto, como o sistema só apresentará rentabilidade após 75 dias, é necessário um valor a fim de se manter a funcionalidade do sistema e pagamento do pessoal nos outros 45 dias, acrescentando-se um valor proporcional a esses dias: se 30 dias correspondem a R$ 20.900 (US$ 6.448), 75 dias corresponderão a R$ 52.228 (US$ 16.120).

Logo, será necessário o valor de R$ 52.228 (US$ 16.120) para despesas com pessoal e funcionamento do sistema até o período em que as leiras começarão a ficar prontas (75 dias).

3.5.4 Valores Totais

Os valores totais (Tab. 4) englobam os gastos com a estrutura de instalação, os maquinários indispensáveis e as despesas mensais básicas de funcionamento, incluindo o corpo de funcionários.

Tabela 4 – Valores Totais

Tipo de Gasto	Valor (US$)	Valor (R$)
Estrutura de Instalação	60.779	199.000
Maquinários	66.024	212.000
Funcionamento e Pessoal	16.120	52.228
Total	**US$ 142.923**	**R$ 463.228**
Coeficiente de erro (%)	**10%**	

Fonte: Autor

Sendo assim, os valores atribuídos para a implantação de uma unidade de compostagem seria estimado em de R$ 463.228 (US$ 142.923).

Para esses valores não se aplicam as deduções de impostos de comercialização.

3.6 Viabilidade do projeto

Para o valor de mercado será fixado R$ 0,60 (US$ 0.185) o quilo do adubo para fins de comercialização dentro da unidade de compostagem.

Partindo do principio de que, diariamente, são produzidas 16 toneladas e estas serão comercializadas com valor de mercado de R$ 0,60 o quilo, estima-se que o sistema possa produzir um valor diário de:

QD = PMQ . PDC .: QD = R$ 0,60 . 9600 kg .: QD = R$ 5.760 (US$ 1.777)

Onde: QD – Quantia diária; PMQ – Preço de mercado do quilo; PDC – produção diária de composto.

Sendo o valor diário estimado em R$ 5.760, em 30 dias tem-se:

QM = QD . DPM .: QM = R$ 5.760 . 30.: QM = R$ 172.800 (US$ 53.333)

Onde: QM – Quantia mensal; QD – Quantia diária; DPM – Dias por mês.

Sabendo-se que a rentabilidade ocorrerá, aproximadamente, a partir de dois meses e meio (75 dias) após o início do processo, os custos com instalação e equipamentos serão compensados conforme tab. 5:

Tabela 5 – Simulação de arrecadação para os primeiros 180 dias de funcionamento.

Total (B) gasto com pessoal após 105 dias de funcionamento			**$ 25.568**
Total (C) de implementação		**142.293**	**$**
Total (D) apurado após 180 dias		**$ 186.665**	
Total Geral	**D-(C+B)**	**$ 18.804**	
Coeficiente de erro (%)			**10%**

Fonte: Autor

Tabela 5 - Simulação de arrecadação para os primeiros 180 dias de funcionamento.

Período	**Situação**	**Arrecadado (US$)**	**Gasto fixo mensal (US$)**
30 dias	Em produção	-	-
30 dias	Em produção	-	-
15 dias	Em produção	-	-
15 dias	Venda	$26.666	$3.224
30 dias	Venda	$53.333	$6.448
30 dias	Venda	$53.333	$6.448
30 dias	Venda	$53.333	$6.448
Total (A) gasto com pessoal nos 75 dias iniciais de funcionamento			**$ 16.120**

Fonte: Autor

Analisando a tabela tab.5, verifica-se que serão necessários, aproximadamente, seis meses (180 dias), a partir do primeiro dia de funcionamento da unidade, para compensar os investimentos iniciais que foram de US$ 142.293 de todo o projeto.

Em seis meses estima-se que será obtida a quantia de US$ 186.665. Esse valor é suficiente para quitar o investimento inicial, como exposto na Tab. 5 onde o valor de US$ 186.665 foi subtraído do total de gastos fixos após 105 dias de funcionamento (US$ 25.568) e os gastos com instalação (US$ 142.293). Logo, US$ 186.665 - US$ 25.568 - $ 142.293 = US$ 18.804.

Depois de computado o custo de instalação, segue-se na rotina normal com a arrecadação de US$ 53.333 mensal (30 dias) havendo uma variabilidade no valor arrecadado devido ao valor de funcionamento mensal (US$ 16.120), restando ainda um montante de US$ 37.213 (US$ 53.333 – US$ 16.120) correspondendo ao lucro da empresa.

Do lucro gerado serão realizados gastos extras que serão utilizados em capacitações constantes dos colaboradores envolvidos, no marketing empresarial para com a população, em melhoria das qualidades operacionais da unidade, investimento para a abertura de novas unidades de compostagem e outros.

3.5.1 Uso do composto orgânico

Para Khiel (1985), o fertilizante orgânico ou composto orgânico aplicado ao solo em quantidades, épocas e maneiras adequadas, pode proporcionar uma significativa melhoria em suas qualidades físicas, químicas e biológicas, atuando como agente corretor de Ph e toxidez, fornecendo os nutrientes necessários para que se possam produzir colheitas compensatórias, sem causar danos ao solo, à planta ou ao meio ambiente.

O composto orgânico poderá ser utilizado contribuindo com o meio agrícola; em indústrias de adubo químico que necessitam de uma porcentagem de composto orgânico em sua formulação; no auxilio da construção de jardins, seja em ambientes domésticos ou em edificações sustentáveis; no favorecimento da melhoria paisagística, como nas praças da cidade, na revitalização de áreas verdes existentes e outros.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que a instalação de uma unidade de compostagem é viável, sendo capaz de gerar boa lucratividade.

A instalação da unidade de compostagem em questão desviará, aproximadamente, 288 toneladas mensais do aterro sanitário favorecendo o prolongamento da sua vida útil e diminuindo os gastos da prefeitura com coleta e disposição final.

Demonstrou-se através deste estudo a importância de se investir em propostas que visem o correto tratamento de resíduos orgânicos em decorrência de sua enorme geração.

Observou-se que a quantidade de resíduo sólido domiciliar no bairro do Bessa é bastante significativa, sendo geradas 38,89 toneladas diárias.

Sugere-se que os lucros obtidos através da comercialização do produto gerado sejam utilizados para fins de investimento: na melhoria das associações de catadores, escolas e creches, beneficiando os envolvidos; na instalação de outras unidades de compostagem pela cidade de João Pessoa; com educação ambiental voltada a conscientização da população, buscando reduzir a geração de resíduo; com a distribuição de composteiras caseiras para incentivar a compostagem, colaborando ainda mais com o desvio de resíduo ao aterro; com marketing para divulgação de programas da unidade; com auxílio na capacitação dos colaboradores da empresa.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panpanor2014.pdf. Acesso em: 18 maio2016

AGÊNCIA SENADO. **Sem vontade política, Brasil recicla apenas 3% do lixo urbano.** 2014. Disponível em: http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2014/04/23/sem-vontade-politica-brasil-recicla-apenas-3-do-lixo-urbano. Acesso em: 7 nov 2016.

AVELAR, G. F. SILVA, R. R. **Análise do perfil de conhecimento da população sobre a compostagem de acordo com a gestão compartilhada na politica nacional dos resíduos sólidos em zonas censitárias da cidade de João Pessoa.** João Pessoa, 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Dispõe: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. DOU: 03 de agosto de 2010

CETESB. **Aterro Sanitário**. São Paulo. Disponível em: http://biogas.cetesb.sp.gov.br/aterro-sanitario/ Acesso em: 18 maio 2016

CIDADES SUSTENTÁVEIS**. Gestão de resíduos sólidos na Alemanha**. Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-pr%C3%A1ticas/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-na-alemanha> Acesso em: 18 julho 2016

DANTAS DE LIMA, J. **Modelos de apoio à decisão para alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Recife, 2012.

EMLUR. Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana. **Coleta**. 2016

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. **Compostagem**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/cprural/upimg/evento/arq/22.pdf. Acesso em: 2 nov 2016

FIGUEIREDO, J. GODECKE, M. NAIME, R. **O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. In: Rev. Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Rio Grande do Sul, 2012.

FONSECA, E. **Projeto de compostagem para a produção de composto orgânico**. João Pessoa, 2012.

GOMDIN, H. F. **Planejamento, gestão e (re)ordenamento territorial da orla: o caso do projeto orla em João Pessoa – PB nos bairros do Bessa e Jardim Oceania.** João Pessoa, 2012.

GUALBERTO FILHO, A. NÓBREGA, C. C. REIS, R. N. N. **Projeto de uma usina de compostagem de resíduos sólidos domiciliares para a cidade de cabedelo, Paraíba, Brasil**. João Pessoa, 2012.

HACK, M. B. PEIXE, M. **Compostagem como método adequado ao tratamento dos resíduos sólidos orgânicos urbanos: Experiência do Município de Florianópolis/SC.** Florianópolis, 2014.

IBGE. **Cidades**. 200-. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=250750&search=|joao-pessoa Acesso em: 20 jul 2016.

_____. **Popclock Projeção 2013**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/notatecnica.html. 2013.

_____. **Estimativa para 2016**. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?codmun=250750&idtema=130&search=paraiba%7Cjoao-pessoa%7Cpopulation-estimate-2015-&lang= Acesso em: 12 out 2016

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf 2003 Acesso em: 5 set 2016

KHIEL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** Editora Agronômica Ceres Ltda. p. 132. São Paulo, 1985.

LAVIET. Laboratório de alternativas viáveis a impactos em ecossistemas terrestres. **Compostagem.** UFBa. Bahia, 200-. Disponível em: http://www.laviet.ufba.br/compostagem/passo.htm Acesso em: 28 out 2016

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em uma unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 182 p. São Carlos, 2008.

Ministério do Meio Ambiente. **Política de Resíduos Sólidos apresenta resultados em quatro anos**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/informma/item/10272-pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-apresenta-resultados-em-4-anos Acesso em: 18 maio 2016.

PMGIRS. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de João Pessoa**. João Pessoa, 2010.

PREFEITURA DE SÃO PAULO**. Prefeitura inaugura central de compostagem para reciclar resíduos das feiras livres.** Disponível em: http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/9368. Acesso em: 1 set 2016

_____. **Prefeitura investe em ações para conscientização ambiental.** São Paulo, 2015 Disponível em: http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/5518

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Coleta Seletiva e Acordo Verde**. 2007. Disponível em: http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/emlur/coleta-seletiva/ Acesso em: 5 set 2016

SILVESTRE, G. D. SILVESTRE FILHO, G. D. **Apresentação e monitoramento das atividades operacionais no aterro sanitário metropolitano de João Pessoa – ASMJP**. In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESÍDUOS, 3. João Pessoa, 2010. Disponível em: <http://www.redisa.uji.es/artSim2010/Outro%20Tema/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20e%20monitoramento%20das%20atividades%20operacionais%20no%20aterro%20sanit%C3%A1rio%20metropolitano%20de%20Jo%C3%A3o%20Pessoa.pdf> Acesso em: 5 maio 2016.

WANGEN, D. R. B. FREITAS, I. C. V. **Compostagem Doméstica: Alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos**. Uberlândia/MG. In: Revista Brasileira de Agroecologia, 2009.

ESTUDO DE CASO DE UMA FUNDAÇÃO TIPO RADIER PARA UM EDIFÍCO DE QUATRO PAVIMENTOS, EM ALVENARIA ESTRUTURAL, ASSENTE EM DE SOLOS DE BAIXA RESISTÊNCIA.

Hágnon Correia de Amorim[1], Valdês Borges Soares[2].
[1]hagnon_eng@hotmail.com, [1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [2]Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

Este trabalho é um estudo de caso de fundação tipo radier, em solos de baixa resistência, para um edifício residencial de quatro pavimentos em alvenaria estrutural. Sua análise foi executada através da interação solo-estrutura, empregando um software de cálculo estrutural que discretiza as alvenarias estruturais em elementos finitos de forma triangular e a fundação tipo radier em uma malha de barras, cujos nós são apoiados em molas representados pelo coeficiente de reação vertical (coeficiente de molas) conforme proposta de Winkler. Para tanto foi admitido um modelo geotécnico, que considera a estratificação do maciço de solo, para a determinação dos recalques nas áreas representativas dos nós e comparação destes com os recalques obtidos na modelagem do radier pelo programa de cálculo.

Palavras-chave: Interação solo-estrutura, Hipótese de Wilkler, Radier, Coeficiente de mola.

ABSTRACT

This work is a case study of radier type foundation in low resistance soils for a residential building with four floors in structural masonry. Their analysis was carried out through the soil-structure interaction, using a structural calculation software that discretizes the structural masonry in finite elements of triangular form and the foundation radier in a mesh of bars, whose nodes are supported in springs represented by the coefficient of vertical reaction (spring coefficient) as proposed by Winkler. For this, a geotechnical model was considered, which considers the stratification of the soil mass, to determine the settlements in the representative areas of the nodes and the comparison of these with the settlements obtained in the radier modeling by the calculation program.

Keywords: Soil-structure interation, Winkler hypothesis, Mat foundation, Spring coefficient.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente verifica-se o uso de programas de cálculo estrutural que leva em conta a interação solo-estrutura, chamada de ISE, com o objetivo de analisar, de uma forma mais realista, o comportamento do solo e das fundações para a obtenção dos esforços advindo da estrutura e sua distribuição.

O presente trabalho é um estudo de caso de uma fundação em radier para um edifício de quatro pavimentos em alvenaria estrutural, considerando a interação solo-estrutura (ISE).

A edificação do caso compõe um condomínio de prédios residenciais em uma área da Cidade de João Pessoa, que de acordo com as sondagens tipo SPT, realizadas no terreno, possui solo com baixa resistência.

Será feita a análise do tipo de fundação escolhida, com a modelagem da estrutura (alvenaria estrutural) e da fundação, usando um programa para o cálculo estrutural, que discretiza as alvenarias através do método dos elementos finitos, a fundação em radier numa malha de barras e o solo em molas, colocadas nos nós dessas barras, caracterizadas pelo seu coeficiente de reação vertical do modelo de Hipótese de Winkler (Coeficiente de Mola).

CAPACIDADE DE CARGA DE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS E TENSÃO ADMISSÍVEL

MÉTODO DE TERZAGHI

Apoiado nas contribuições de Prandtl(1920) e Reissner(1924), Terzaghi(1946) apresentou a primeira formula para o cálculo da capacidade de carga das fundações superficiais (Velloso; Lopes, 2010, p.59).

Para o caso de **ruptura geral**, temos:

$$\sigma_{rup} = c.N_c.S_c + 0{,}5\,.B.\gamma N_\gamma S_\gamma + q.N_q S_q \qquad (01)$$

Onde:

c : coesão do solo

B : largura da base da sapata

γ : peso específico do solo subjacente à fundação

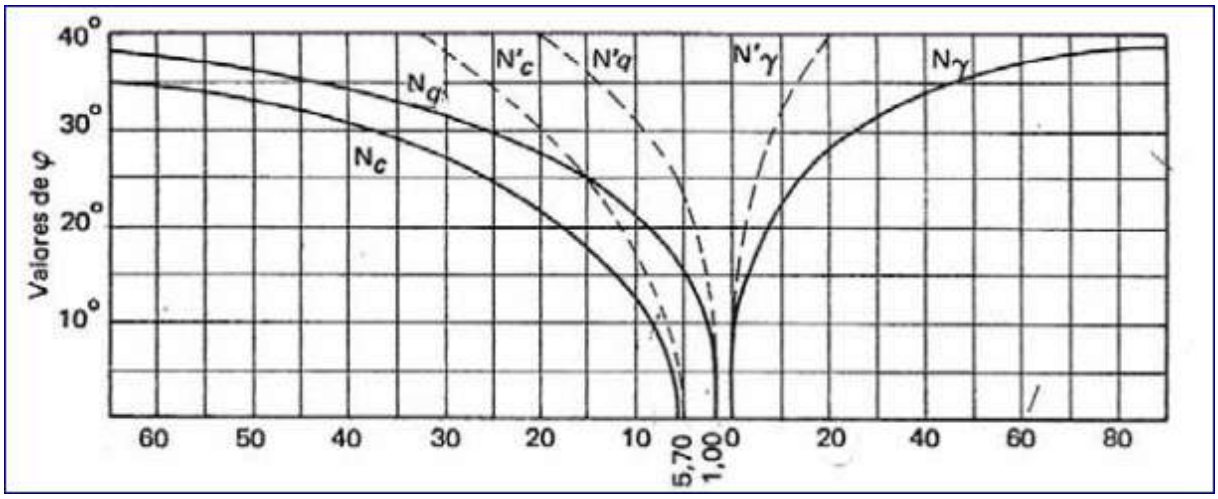
Nc, Nγ e Nq : fatores de capacidade de carga (Ábaco 2.1)

Sc, Sγ e Sq : fatores de forma da fundação (Tab. 2.1)

q : sobrecarga de embutimento da fundação (q = γ.Df)

Os fatores de carga são adimensionais e dependem do ângulo de atrito ϕ. Para solos com ruptura geral eles são representados por Nc, Nq e Nγ. Para solos com ruptura local os fatores de carga são N'c, N'q e N'γ.

Ábaco 2.1: Valores de capacidade de carga - Terzaghi



Fonte: Alonso (1983)

Tabela 2.1: Valores de forma - Terzaghi

Valores dos fatores de forma da fundação pela Teoria de Terzaghi			
Forma da fundação	**Sc**	**Sq**	**Sg**
Corrida	1,0	1,0	1,0
Quadrada	1,3	0,8	1,0
Retangular	1,1	0,9	1,0
Circular	1,3	0,6	1,0

Fonte: Alonso (1983)

Para o caso de **ruptura por puncionamento**, Terzaghi(1943) sugere a redução dos parâmetros de resistência do solo (c e □) (Cintra, 2012):

$$c *= \frac{2}{3}\, c \qquad (02)$$

$$tg\emptyset^* = \frac{2}{3}\, tg\, \emptyset \qquad (03)$$

MÉTODO DE VÉSIC

Vesic (1975, apud Cintra, 2012, pag. 31), partindo de seus estudos sobre os tipos de ruptura do solo, sugere a adoção da equação de Terzaghi, desenvolvida sob as hipóteses de **ruptura geral**, utilizando os fatores de capacidade de carga de Caquot-Kerisel (1953) e fatores de forma da sapata de De Beer(1967).

No caso da **ruptura por puncionamento,** usa-se a mesma equação mas com a redução sugerida por Terzaghi para a coesão (c) e ângulo de atrito (□).

Para o caso de **ruptura local** Cintra(2012) sugere encontrar o valor médio entre as capacidades de carga pela hipótese de ruptura geral e ruptura por puncionamento.

Tabela 2.2: Valores de capacidade de carga (Vesic,1975)

ϕ	Nq	Nc	Nγ	Nq/Nc	ϕ	Nq	Nc	Nγ	Nq/Nc
0	1,00	5,14	0,00	0,19	26	11,85	22,25	12,54	0,53
1	1,09	5,38	0,07	0,20	27	13,20	23,94	14,47	0,55
2	1,20	5,63	0,15	0,21	28	14,72	25,80	16,72	0,57
3	1,31	5,90	0,24	0,22	29	16,44	27,86	19,34	0,59
4	1,43	6,19	0,34	0,23	30	18,40	30,14	22,40	0,61
5	1,57	6,49	0,45	0,24	31	20,63	32,67	25,99	0,63
6	1,72	6,81	0,57	0,25	32	23,18	35,49	30,21	0,65
7	1,88	7,16	0,71	0,26	33	26,09	38,64	35,19	0,68
8	2,06	7,53	0,86	0,27	34	29,44	42,16	41,06	0,70
9	2,25	7,92	1,03	0,28	35	33,30	46,12	48,03	0,72
10	2,47	8,34	1,22	0,30	36	37,75	50,59	56,31	0,75
11	2,71	8,80	1,44	0,31	37	42,92	55,63	66,19	0,77
12	2,97	9,28	1,69	0,32	38	48,93	61,35	78,02	0,80
13	3,26	9,81	1,97	0,33	39	55,96	67,87	92,25	0,82
14	3,59	10,37	2,29	0,35	40	64,20	75,31	109,41	0,85
15	3,94	10,98	2,65	0,36	41	73,90	83,86	130,21	0,88
16	4,34	11,63	3,06	0,37	42	85,37	93,71	155,54	0,91
17	4,77	12,34	3,53	0,39	43	99,01	105,11	186,53	0,94
18	5,26	13,10	4,07	0,40	44	115,31	118,37	224,63	0,97
19	5,80	13,93	4,68	0,42	45	134,87	133,87	271,75	1,01
20	6,40	14,83	5,39	0,43	46	158,50	152,10	330,34	1,04
21	7,07	15,81	6,20	0,45	47	187,21	173,64	403,65	1,08
22	7,82	16,88	7,13	0,46	48	222,30	199,26	496,00	1,12
23	8,66	18,05	8,20	0,48	49	265,50	229,92	613,14	1,15
24	9,60	19,32	9,44	0,50	50	319,06	266,88	762,86	1,20
25	10,66	20,72	10,88	0,51	51	385,98	311,75	955,77	1,24

Fonte: Cintra(2012)

Tabela 2.3: Fatores de forma (De Beer, 1967, apud Vesic,1975)

Sapata	Sc	Sq	S_γ
Corrida	1,00	1,00	1,00
Retangular	1 + (B/L) (Nq/Nc)	1 + (B/L) tg ϕ	1 - 0,4 (B/L)
Circular ou Quadrada	1 + (Nq/Nc)	1 + tg ϕ	0,60

Fonte: Cintra(2012)

SOLO ESTRATIFICADO

Sobre as condições de não homogeneidade do solo, pode-se ter duas condições: a estratificação em camadas distintas e a variação linear das propriedades com a profundidade (Velloso; Lopes ,2010, p.78).

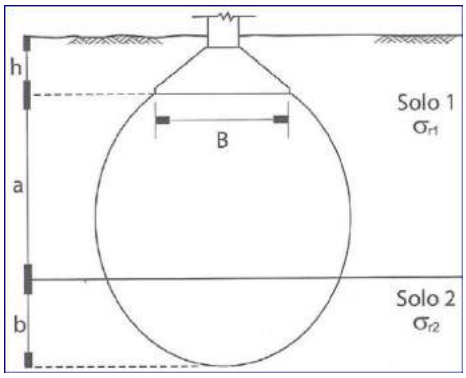
Como a superfície potencial de ruptura se desenvolve no interior do bulbo de tensões, não importa o solo que estiver além da profundidade definida pelo bulbo.

Havendo mais de uma camada dentro do bulbo de tensões, podemos adotar o procedimento prático detalhado por Cintra (2012, pag. 38), conforme fluxograma a seguir, considerando a média ponderada entre a capacidade de carga da primeira camada (σ_{r1}) e a capacidade de carga da sapata fictícia apoiada no topo da segunda camada (σ_{r2}), como sendo:

$$\sigma_{r12} = \frac{a.\sigma_{r1} + b.\sigma_{r2}}{a+b} \quad (04)$$

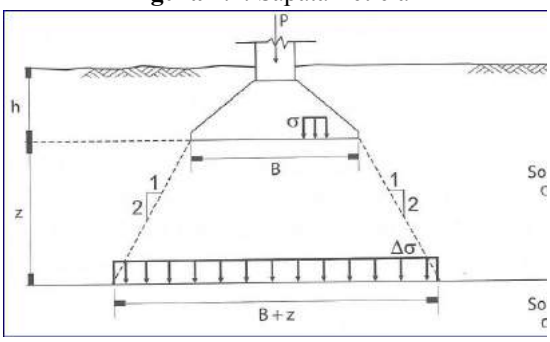
em que a e b estão definidos na Fig. 2.1.

Figura 2.1: Segunda camada atingida pelo bulbo de tensões



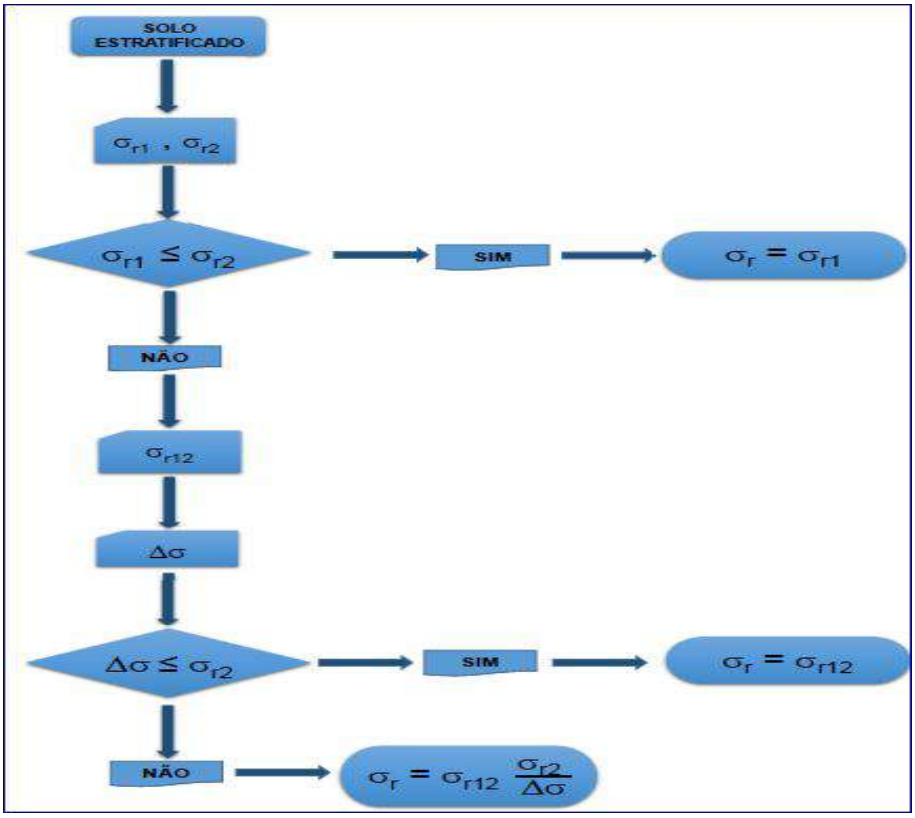
Fonte: Cintra (2012)

Figura 2.2: Sapata fictícia



Fonte: Cintra (2012)

Figura 2.3: Fluxograma para capacidade de carga de solos estratificados



Fonte: O Autor (2016)

TENSÃO ADMISSÍVEL

Para as fundações superficiais se faz necessária a determinação da tensão admissível ou a tensão resistente de projeto, obedecendo simultaneamente aos estados-limites último (ELU) e de serviço (ELS).

Para os estado-limite último (ELU) essas tensões devem oferecer segurança satisfatória contra a ruptura ou o escoamento do solo ou do elemento estrutural. Já para o estado-limite de serviço (ELS), elas deveram ter o valor máximo aplicado ao terreno que atenda às limitações de recalque ou deformação da estrutura (NBR 6122-2010, pag. 21).

Conforme a NBR 6122-2010 a tensão admissível e a tensão resistente de projeto podem ser obtidos segundo duas filosofias de projetos, já tratadas aqui em 2.3 Métodos de Segurança.

- **1. Tensão admissível**: aplica-se um fator de segurança global à capacidade de carga obtida por qualquer um dos métodos citados em 4.2.
- **2. Tensão resistente de projeto**: aplica-se os fatores de segurança parciais aos parâmetros de resistência do solo.

Para o **Método Teórico** com aplicação da formula de Terzaghi a **tensão admissível** (σ_a) é dada pela aplicação do fator de segurança FS (segundo a NBR 6122-2010 é igual a 3,0 – Tab. 1) ao valor da capacidade de carga (σ_r):

$$\sigma_a = \frac{\sigma_r}{FS} \quad (05)$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_r}{3{,}0} \quad (06)$$

Tabela 2.2: Fatores de segurança – Fundações superficiais

Fundações superficiais – Fatores de segurança e coeficientes de minoração para solicitações de compressão

Métodos para determinação da resistência última	Coeficiente de minoração da resistência última	Fator de segurança global
Semi-empíricos [a]	Valores propostos no próprio processo e no mínimo 2,15	Valores propostos no próprio processo e no mínimo 3,00
Analíticos [b]	2,15	3,00
Semi-empíricos a ou analíticos [b] acrescidos de duas ou mais provas de carga, necessariamente executadas na fase de projeto, conforme 7.3.1	1,40	2,00

[a] Atendendo ao domínio de validade para o terreno local.
[b] Sem aplicação de coeficientes de minoração aos parâmetros de resistência do terreno.

Fonte: NBR 6122-2010

PREVISÃO DE RECALQUES

TEORIA DA ELASTICIDADE – CAMADA FINITA

Cintra (2012, pag. 68), prevê que em muitos casos a camada de argila possui uma espessura finita delimitada pela sua sobreposição a uma camada rígida ou indeformável. Nessa condição o recalque imediato em uma camada de argila é dado pela equação de Janbu (1956, apud CINTRA, 2012).

$$w_i = \mu_0 \, \mu_1 \, \frac{\sigma \, B}{E_s} \qquad (1)$$

onde :

wi : recalque imediato em argila (em mm);

B : largura menor da fundação (em mm);

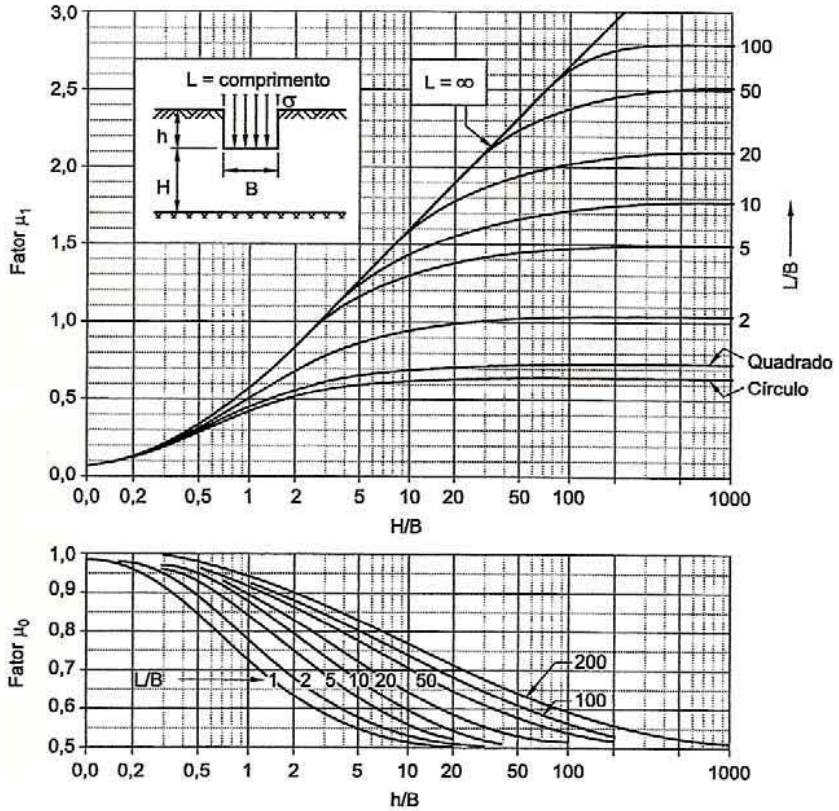
σ : tensão aplicada na base da fundação (em kPa);

Es : módulo de deformabilidade (em kPa)

μ_0 : fator de influência do embutimento da fundação;

μ_1 : fator de influência da espessura da camada de solo;

Figura 3.1: Fatores μ_0 e μ_1 para cálculo de recalque imediatode sapata em camada finita



Fonte: Cintra (2012)

Sem dispor de ensaios de laboratório o módulo de deformabilidade pode ser obtido através da correlação com o índice de resistência à penetração em Mpa (Texeira e Godoy, 1996, apud CINTRA, 2012, pag. 92).

$$E_S = \alpha \, K \, N_{72} \ \text{(MPa)} \qquad (08)$$

O fator α e o coeficiente K dependem do tipo de solo e podem ser obtidos nas tabelas Tab 3.1 e Tab. 3.2.

Tabela 3.1: Fator α para correlação com Es

Solo	α
areia	3
silte	5
argila	7

Fonte: Cintra (2012)

Tabela 3.2: Fator K de correlação para Es

Solo	K
areia com pedregulhos	1,10
areia	0,90
areia siltosa	0,70
areia argilosa	0,55
silte arenoso	0,45
silte	0,35
argila arenosa	0,30
silte argiloso	0,25
argila siltosa	0,20

Fonte: Cintra (2012)

MÉTODO DE BURLAND E BURBIDGE

Segundo Burland e Burbidege (1985, apud Velloso; Lopes, 2010, p.106), o recalque de fundações em **areias** pode ser estimado a partir do SPT com:

$$w = q\, B^{0,7}\, \frac{1,71}{{N_{60}}^{1,4}}\, f_s\, f_l \qquad (09)$$

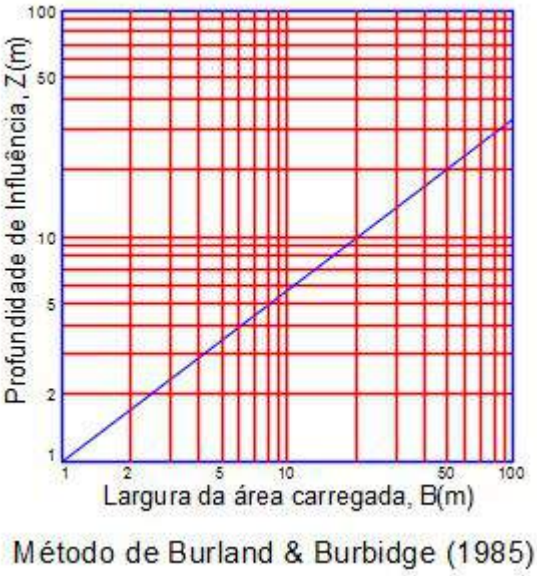
onde:
w : recalque em mm;
q : pressão aplicada em kN/m²;
B : menor dimensão da fundação em m;
N_{60} : média do número de golpes no SPT na profundidade de influência Z_1;
f_s : fator de forma;
f_l : fator de espessura compressível (H), sendo que, para H > Z_1, $f_l = 1,0$;

$$f_s = \left[\frac{1,25\frac{L}{B}}{\frac{L}{B} + 0,25}\right] \qquad (10)$$

$$f_l = \frac{H}{Z_1}\left(2 - \frac{H}{Z_1}\right) \qquad (11)$$

onde:
H : espessura compressível;
Z_1 : profundidade de influência dado pelo ábaco da Fig. 3.2.

Figura 3.2: Profundidade de influência



Fonte: Velloso; Lopes (2010)

MULTICAMADAS

O maciço de solo sobreposto ao indeslocável pode ser constituído por mais de uma camada. Para esta situação Cintra (2012, pag. 72) recomenda adotar o **método da sapata fictícia**.

Deve-se determinar o recalque em cada camada, sendo que para a segunda camada, o recalque será função da tensão aplicada no topo dela através de uma sapata fictícia de dimensões ampliadas na propagação 1:2.

De maneira similar, podemos considerar a presença de mais camadas, prosseguindo o cálculo até encontrar uma camada com contribuição desprezível no recalque e com rigidez crescente na camada subsequente.

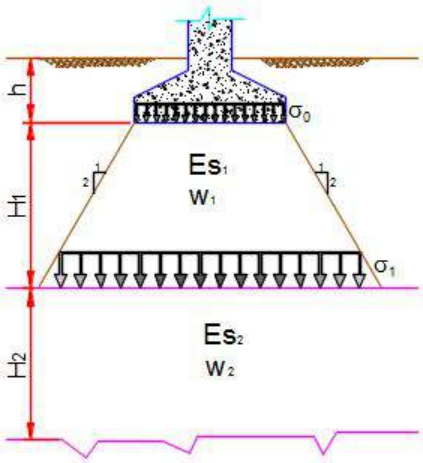
Camada H_1: $w_1 = f(\sigma_0)$

Camada H_2: $w_2 = f(\sigma_1)$

Camada H_n: $w_n = f(\sigma_n)$

$$w_i = w_1 + w_2 \ldots + w_n \quad (12)$$

Figura 3.3: Sapata fictícia para recalque



Fonte: o Autor

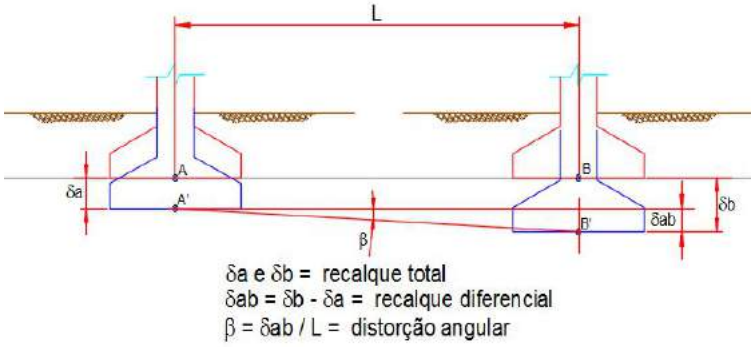
RECALQUES LIMITES

A NBR 6122-2010 estabelece que a tensão admissível além de atender ao estado limite último deve também satisfazer ao estado limite de serviço, ou seja, o seu valor máximo aplicado ao terreno deve atender as limitações de recalque ou deformação da estrutura. Ela depende da sensibilidade da construção aos recalques, especialmente aos recalques diferenciais que podem prejudicar a estabilidade da construção ou seu funcionamento.

Skempton e MacDonald (1956, apud CINTRA, 2012, pg. 89), associaram a ocorrência de danos com valores limite para distorção angular **β = δ/L**, onde δ é o recalque diferencial entre dois pilares e L a distância entre eles. Resumidamente esses valores limites são:

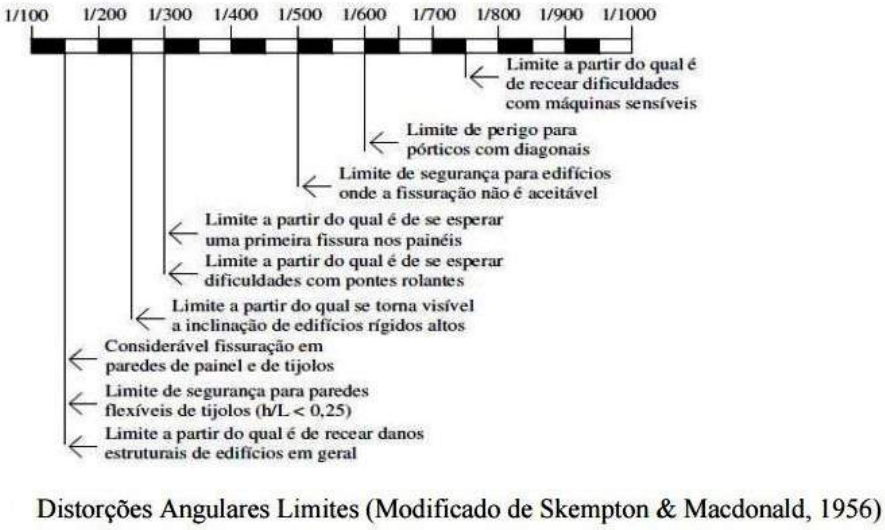
- β = δ/L = 1:300 – trincas em paredes de edifícios
- β = δ/L = 1:150 – danos estruturais em vigas e colunas de edifícios correntes

Figura 3.4: Recalques total e diferencial



Fonte: o Autor

Figura 3.5: Distorções angulares limites



Fonte: Velloso; Cintra (2012)

Segundo Godoy (1996, apud CINTRA, 2012, pg. 90) a limitação do recalque total é uma das maneiras de limitar o recalque diferencial.

Para estruturas usuais de concreto armado e de aço, são recomendados os seguintes valores (Burland et al, 1977, apud CINTRA, 2012, pg. 90):

- **Areias:**
  - δmax (recalque diferencial) = 25mm
  - ρmax (recalque total) = 40mm para sapatas isoladas
  - ρmax (recalque total) = 40mm a 65mm radiers

- **Argilas:**
  - δmax (recalque diferencial) = 40mm
  - ρmax (recalque total) = 65mm para sapatas isoladas
  - ρmax (recalque total) = 65 a 100mm para radiers

Terzaghi e Peck (1967, apud CINTRA, 2012, pg. 92) recomendam valores admissíveis para o recalque diferencial e recalque total em areias de:

- **δ** (recalque diferencial) = 20mm
- **ρ** (recalque total) = 25mm

INTERAÇÃO SOLO ESTRUTURA (ISE)

FATORES DE INFLUÊNCIA DO MECÂNISMO DA ISE

Grande parte dos projetos estruturais são elaborados considerando a estrutura apoiadas em uma base rígida e indeslocável. Mas na prática o solo quando submetido ao carregamento da estrutura, através das suas fundações, sofre deformação provocando recalques. Para se obter os recalques reais da fundação e conhecer a distribuição dos esforços de uma estrutura tomamos como analise a interação solo-estrutura (ISE).

Este mecanismo de interação solo-estrutura está associado a uma série de fatores tais:

- o número de pavimentos da edificação;
- o processo construtivo;
- a forma em planta da edificação;
- as edificações vizinhas;
- as pressões de contato;
- e a rigidez relativa solo-fundações.

OBTENÇÃO DO COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL

Velloso; Lopes (2010, p.126), destacas dois modelos para análise da interação solo-estrutura:

- **Meio contínuo**: o solo é tratado como um meio elástico ou elastoplástico, através de soluções pala Teoria da Elasticidade ou soluções numéricas pelos métodos das diferenças finitas (**MDF**), dos elementos finitos (**MEF**) ou elementos de contorno (**MEC**).
- **Hipótese de Winkler**: as pressões de contato são proporcionais aos recalques, ou seja:

$$\mathbf{q = k_v \cdot w} \qquad (13)$$

onde:

kv : coeficiente de reação vertical

w : recalque

O coeficiente de reação vertical Kv pode ser obtido **por meio de ensaio de placa**, **tabelas de valores típicos** (correlações) ou pelo **cálculo do recalque da fundação real**.

Supondo a fundação rígida, submetida a um carregamento vertical igual a somatório das cargas verticais, obtém-se o recalque médio, estimado pelos métodos de previsão de recalques, levando em conta as propriedades das diferentes camadas submetidas a diferentes solicitações.

Com o recalque obtido calcula-se o coeficiente de reação vertical Kv através:

$$k_v = \frac{\bar{q}}{\bar{w}} \qquad (14)$$

onde : $\bar{q} = \frac{\sum V}{A}$

□V : somatório das cargas verticais

A : área de aplicação das cargas

Antoniazzi, J.P.(2011, pg. 62) destaque que a o coeficiente de reação vertical Kv é uma grandeza escalar "que representa o coeficiente de rigidez que o solo possui para resistir ao deslocamento mobilizado por uma pressão imposta".

CONSIDERAÇÕES PARA O USO DE FUNDAÇÕES EM RADIER

Para Budhu, Muni (2013, p. 297) a fundação do tipo **radier** é adequada quando:

- As sapatas cobrem uma área acima de 50% da área de projeção da estrutura devido as cargas elevadas dos pilares;
- O solo é mole, com baixa capacidade de carga;
- Há ocorrência de solo mole e/ou bolsões de solos moles variáveis sob a projeção da estrutura;
- O estado limite de serviço (recalque tolerável total e diferencial) e/ou estado limite último da estrutura usando sapatas são excedidos;
- É necessário combater a sobrepressão hidrostática.

CAPACIDADE DE CARGA E RECALQUE DE FUNDAÇÕES DO TIPO RADIER

Fundações do tipo **radier** devem atender aos requisitos do estado limite último (ELU) e estado limite de serviço (ELS). Desta forma há a necessidade de se estimar a capacidade de carga do solo abaixo do radier e o seu recalque.

A capacidade de carga é calculada de maneira similar à de uma fundação superficial, observando como as tensões estão distribuídas abaixo do radier, para estimar com margem de segurança, a ruptura por cisalhamento.

No **radier rígido** as tensões não se distribuem uniformemente, ao passo que verificamos a uniformidade dos recalques. Essa situação é inversa quando da adoção de uma **radier flexível**.

A estimativa de recalque de um radier é muito mais complexa que a da capacidade de carga, mas para uma primeira aproximação podemos calcular pelo método racional da Teoria da Elasticidade e o método semi-empirico de Burland e Burbidege, considerando os seus limites.

DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

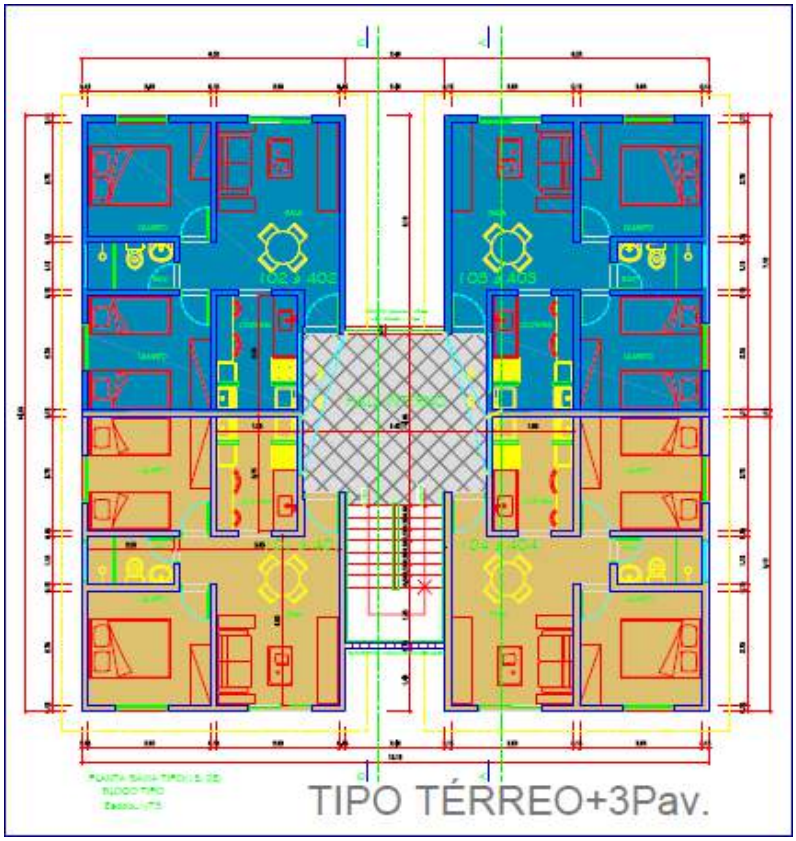
O edifício em estudo é uma edificação de uso residencial que compõem os 18 blocos do desenho urbanístico do Condomínio Residencial Colinas do Sul de propriedade da JMS Construções Ltda, localizado na Zona Sul, da Cidade de João Pessoa – Pb.

A arquitetura e urbanização do Condomínio é de autoria do Escritório de Arquitetura Frankie D. Muniz Brito e projeto estrutural do Escritório Flávio Roberto Projetos Estruturais.

O edifício é composto de 12 apartamentos tipo, distribuídos nos seus quatro pavimentos, sendo 4 apartamentos por pavimento. O pavimento Térreo apoia diretamente nas fundações tipo radier e os demais pavimentos em blocos de concreto de 14cm de largura (armados ou não).

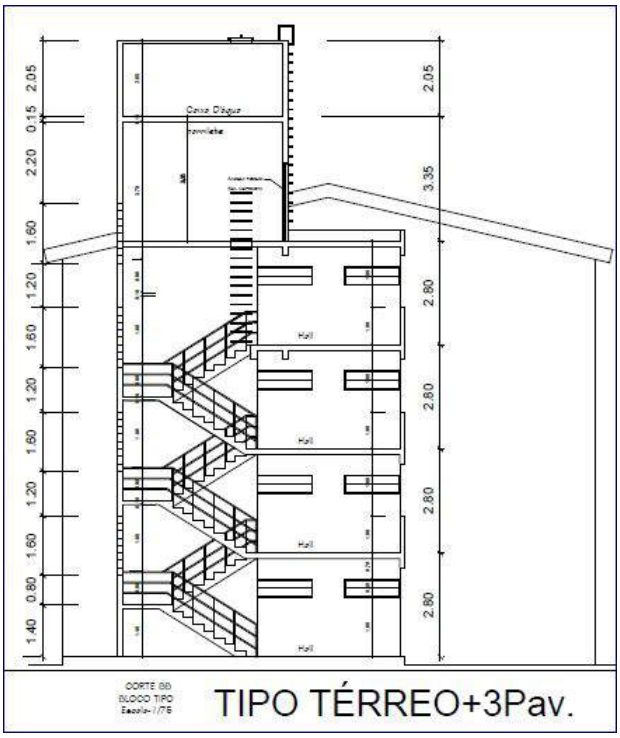
Na área da escada encontra-se o pavimento para barrilete e outro para o reservatório superior. O reservatório inferior encontra-se no pavimento térreo ao lado da escada.

Figura 5.1: Planta Baixa – Térreo e Pavimento Tipo



Fonte:Projeto de Arquitetura – Cond. Colinas do Sul

Figura 5.2: Corte BB



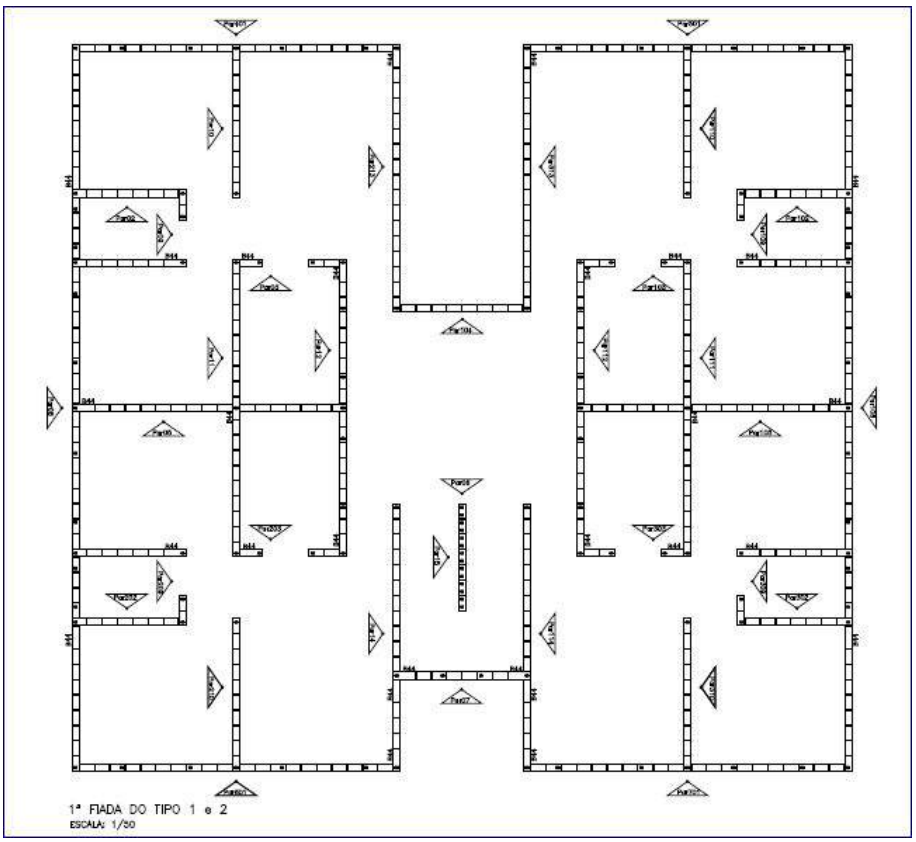
Fonte: Projeto de Arquitetura – Cond. Colinas do Sul

Figura 5.3: Locação dos 18 Blocos

Fonte: Projeto de Arquitetura – Cond. Colinas do Sul

Definido no projeto estrutural, a alvenaria será composta por blocos de concreto, da família 15x30 (largura = 140mm, altura = 190mm e comprimento = 290mm) e da Classe A, onde a resistência característica do bloco é maior que 8 MPa (NBR 6136 - 2014 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – requisitos, pg. 7).

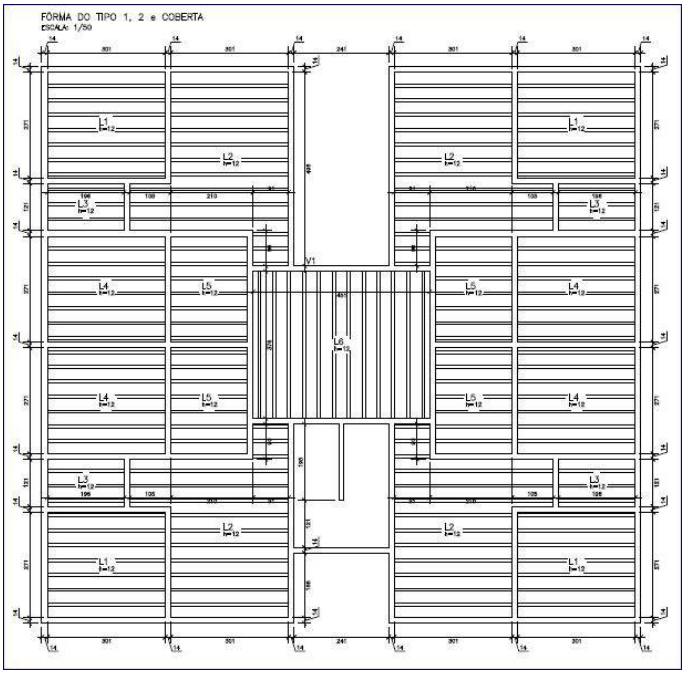
Figura 5.4: Planta da 1ª fiada de alvenaria



Fonte: Projeto estrutural – Cond. Colinas do Sul

As lajes são em pré-moldados de 12 cm de altura com elemento de enchimento o bloco cerâmico de 8cm e capa de concreto de 4cm.

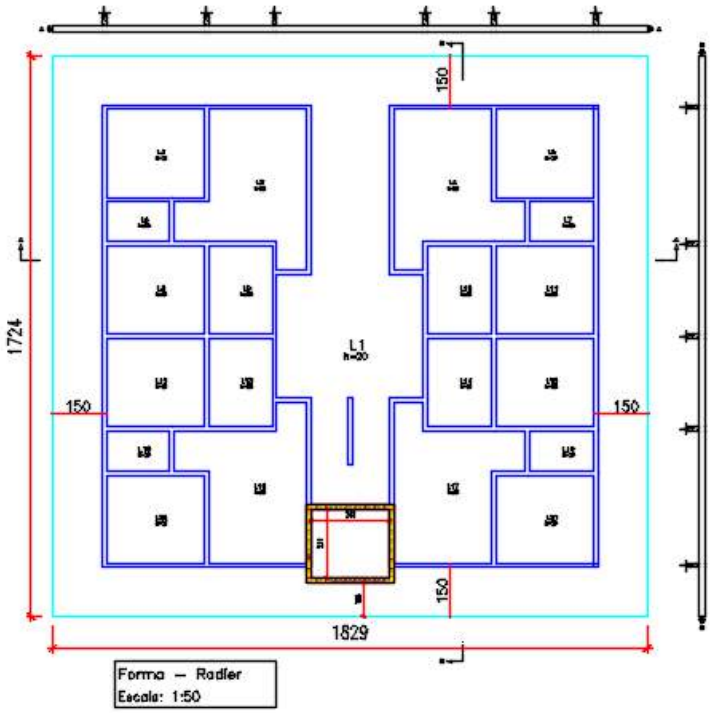
Figura 5.5: Forma do Pavimento tipo e Coberta



Fonte: Projeto estrutural – Cond. Colinas do Sul

A fundação é do tipo radier em concreto armado com espessura de 20 cm e fck de 30MPa.

Figura 5.6: Forma Radier



Fonte: Projeto estrutural das fundações em Radier – Cond. Colinas do Sul

CARGAS VERTICAIS

Para as cargas verticais permanentes e variáveis para este estudo de caso foram consideras (segundo a NBR 6120-1980):

- **CARGAS PERMANENTES**:

– Peso específico do concreto armado = 25 kN/m³.

– Peso específico de paredes estruturais revestidas = 14 kN/m³

– Peso próprio das lajes pré-moldadas com enchimento de bloco cerâmico – h=12cm (bloco = 8cm + capa = 4cm) = 2,1 kN/m²

– Peso do revestimento de piso das lajes = 1,0 kN/m²

Para as paredes revestidas foi considerado uma espessura de 16 cm acabada (espessura do bloco = 14 cm + espessura do revestimento = 1cm cada lado).

- **CARGAS VARIÁVEIS**:

– Sobrecarga nas lajes de piso dos pavimentos tipo = 1,5 kN/m².

– Sobrecarga nas escadas = 3,0 kN/m².

– Sobrecarga na laje do reservatório superior = 17 kN/m²

– Sobrecarga nas lajes da coberta = 0,5 kN/m².

CARGAS HORIZONTAIS

As cargas horizontais a serem consideradas são as de vento e as correspondentes ao desaprumo.

Para as cargas de vento, segundo a NBR 6123 – 1988 (Forças devido ao vento em edificações), temos as seguintes considerações:

- Velocidade básica do vento = **30 m/s**
- Fator Topográfico (S1) – terreno plano = **1,0**
- Rugosidade do terreno – **Categoria IV** (Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada)
- Classe da edificação quanto as suas dimensões: **Classe A** (Todas as unidades de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais de estruturas sem vedação. Toda edificação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical não exceda 20 m).
- Fator Estatístico (S3) – Grupo 1(Hotéis e residências) = 1,0

MODELAGEM DO EDIFÍCIO

Para a modelagem do edifício e obtenção de dados para análise e dimensionamento das fundações será usado o software comercial Cypecad, versão 2015.

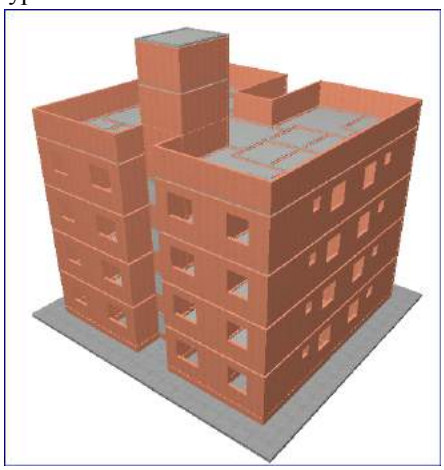
O Cypecad é um software desenvolvido para realizar o cálculo e dimensionamento de estruturas em concreto armado, protendido, estrutura metálica e alvenaria estrutural para edifícios submetidos a ações verticais, horizontais e de sismo.

O Cypecad considera todos os elementos que define uma estrutura (pilares, paredes, muros, vigas e lajes), na análise das solicitações. Esta análise é realizada através do cálculo espacial 3D, por métodos matriciais de rigidez. A discretização desses elementos estruturais é feita por elementos tipo barra, grelha e elementos finitos triangulares.

As lajes de fundação (radier) tem a sua discretização feita por malhas de elementos tipo barra, de tamanho máximo de 25 cm, com molas nos nós desta malha, cuja a constante do coeficiente de reação vertical Kv se define a partir do coeficiente de Winkler.

As alvenarias estruturais têm a sua discretização efetuada por elementos finitos tipo lâmina espessa tridimensional, de forma triangular.

Figura 5.7: Modelagem do edifício no Cypecad 2015



Fonte: Cypecad 2015

METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

Seguindo as orientações dadas por Krahl, P.A, para proceder a inserção da constante elástica Kv e conferir um comportamento elástico as restrições dos nós (2011, pg.27 a 31) e adaptando-as às características do tratamento dado pelo Cypecad para as lajes tipo radier, seguiremos os seguintes passos:

i. Calcular a primeira aproximação para o coeficiente de mola Kv, considerando a estrutura indeslocável, determinando assim a tensão média ($\bar{q}$) aplicada no maciço pela **placa** (radier);

ii. Determinar o recalque médio ($\bar{w}$) da placa para a tensão média ($\bar{q}$) através das equações de Janbu (Eq. 07) e método de Burland e Burbidege (Eq. 09) – Cálculo Geotécnico;

iii. Considerando a Hipótese de Winkler (Eq. 10) e determinar a coeficiente de mola Kv;

iv. Realizar o processamento da estrutura para obtenção das reações e seus deslocamentos (recalques) no nós da malha dos elementos finitos e assim aplicando a teoria de Winkler obter o novo coeficiente de apoio elástico (Kv') para estes nós;

v. Com as reações obtidas neste primeiro processamento e levando em consideração a área de influência entre os nós, calcular os deslocamentos (recalques) nesses nós com as equações de Janbu (Eq. 07) e método de Burland e Burbidege (Eq. 09) – Cálculo Geotécnico;

vi. Repetir estes procedimentos descritos anteriormente até que o coeficiente Kv se torne constante entre uma e outra interação, ou que, comparando os deslocamentos dos nós obtidos no processamento da estrutura com os deslocamentos obtidos pelo Cálculo Geotécnico, a diferença entre eles se torne desprezível;

PROPRIEDADE FÍSICA DOS MATERIAIS

Na entrada de dados para a modelagem da estrutura é exigido alguns parâmetros relativos aos materiais empregados no edifício em estudo.

Para as fundações em radier teremos:

- Resistência a compressão do concreto – fck = 30MPa

Para as alvenarias estruturais teremos:

- Peso especifico da alvenaria – γ_a = 14 kN/m³
- Coeficiente de Poison – ν_a = 0,20
- Resistencia característica do prisma à compressão – fp_k = 7 MPa
- Resistencia característica do bloco à compressão – fb_k = 9 MPa
- Resistencia característica da argamassa à compressão – fa_k = 5 MPa
- Resistencia característica do graute à compressão – fp_k = 16 MPa

Figura 5.8: Resistência características do prisma, do bloco, da argamassa e do graute.

$f_{pk} \geqslant$ (MPa)	$f_{bk} \geqslant$ (MPa)	$f_{gk} \geqslant$ (MPa)	$f_{ak} \geqslant$ (MPa)
7	9	16	5

– f_{pk} : Resistência CARACTERÍSTICA do prisma à compressão. MEDIDA NA ÁREA LÍQUIDA DE PRISMAS ÔCOS (NÃO GRAUTEADOS) E CHEIOS (GRAUTEADOS), DESCONTADO–SE OS FUROS DE PRISMAS ÔCOS.

– f_{bk} : Resistência CARACTERÍSTICA do bloco à compressão. MEDIDA NA ÁREA BRUTA (NÃO SÃO DESCONTADOS OS FUROS).

– f_{ak} : Resistência CARACTERÍSTICA da argamassa à compressão.

– f_{gk} : Resistência CARACTERÍSTICA do graute à compressão.

Fonte: Projeto estrutural – Cond. Colinas do Sul

Conforme a NBR 15961-1 – 2011 (Alvenaria estrutural – Blocos de Concreto – Parte 1) o módulo de elasticidade E da alvenaria é dado em função da resistência característica do prisma, pela expressão:

$$E = 800\ f_{pk}$$

- Módulo de elasticidade da alvenaria – E =5,6 Gpa

CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS

No terreno onde foi implantado os 18 blocos de edifícios foram executados 08 furos de sondagem tipo SPT.

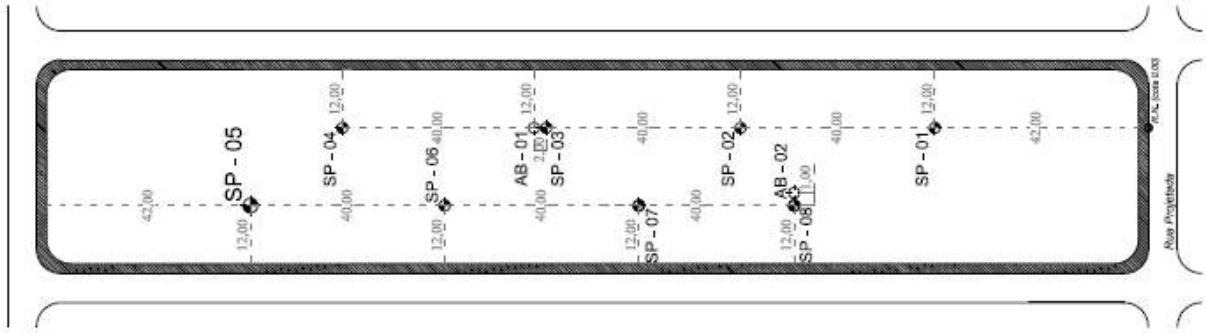
Apesar de podermos considerar que para a área especifica, onde o Condomínio foi implantado, ser a quantidade de furos pequena em relação ao que indica a NBR 8036:1983 (Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimento), analisando os furos realizados, podemos observar que eles mantem uma regularidade sobre a estratificação do solo ao longo da profundida e sua resistência em uma projeção crescente.

Observando atentamente os 08 furos de sondagem podemos identificar que:

- Da superfície até uma profundidade de 1,0m, encontramos uma areia fina siltosa fofa, com NSPT variando de 2 a 4 golpes.
- Entre as profundidades de 1,0m e 4,0m há a presença de um silte argiloso de consistência mole a muito mole, com NSPT entre 2 e 5 golpes.
- Da profundidade de 4,0m a 9,0m, o solo se apresenta como uma silte argiloso de consistência média a rija, com NSPT variando de 6 a 17 golpes.

As sondagens demonstram que existe uma camada superficial de baixa resistência, justificando assim a adoção de fundações do tipo radier em vez de sapata corrida para as fundações das alvenarias.

Figura 5.9: Planta de locação dos furos de sondagem - SPT

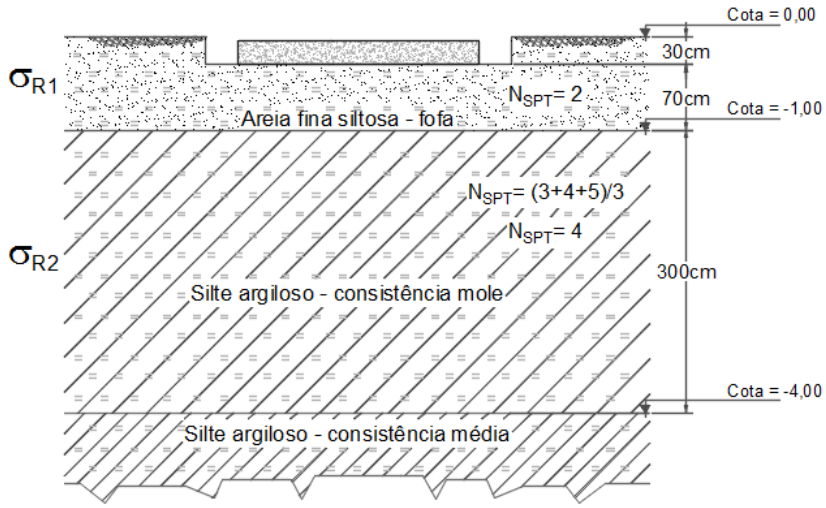


Fonte: Relatório de Sondagem - Concresolo

TENSÃO ADMISSÍVEL DO PROJETO

Para a determinação da **tensão admissível** será adotado o método de Vesic, considerando a estratificação (não homogeneidade) do solo abaixo da fundação.

Figura 5.10: Perfil representativo do solo



Fonte: O autor

Para a **primeira camada** de 0 a 1,0m temos:

- Areia fina siltosa - fofa
- $N_{72} = N_{SPT} = 2$ golpes
- Ângulo de atrito:

$$\emptyset = 15° + \sqrt{20 \,.\, N_{72}}$$

$$\emptyset = 15° + \sqrt{20 \,.\, 2}$$

$$\emptyset = 21°$$

Mecanismo de Ruptura: Ruptura por puncionamento (solos fofos):

tg ϕ^* = 2/3 tg ϕ

tg ϕ^* = 2/3 tg 21º

tg ϕ^* = 0,256 ➔ 14 = 14º

- Fatores de capacidade de carga (Tab. 2.2):

Para ϕ^* = 14º ➔ Nq = 3,59 e Nγ = 2,29

- Fatores de forma para uma fundação retangular (Tab. 2.3):

L = 18,29m

B = 17,24m

Sq = 1 + (B/L) tgϕ^* = 1 + (17,24/18,29) x 0,25 ➔ Sq = 1,236

Sγ = 1 – 0,4 (B/L) = 1 – 0,4 x (17,24/18,29) ➔ Sγ = 0,623

- Peso especifico - Areia fofa seca (Cintra 2012, pag. 45):

γ = 16 kN/m³

- Sobrecarga de embutimento (q):

h = 0,30m

q = h γ = 0,30 x 16 = 4,8 kPa

- Tensão de ruptura para a primeira camada (σ_{R1}):

σ_{R1} = q Nq Sq + ½ γ B Nγ Sγ

σ_{R1} = 4,8 x 3,59 x 1,236 + ½ x 16 x 17,24 x 2,29 x 0,623

σ_{R1} = 218 kPa

Para a **segunda camada** de 1,0 a 4,0m temos:

- $N_{72} = N_{SPT} = 4$ golpes
- Silte argiloso mole
- Ângulo de atrito: $\emptyset = 0°$
- Coesão:

c = 10 . N_{72} = 10 x 4

c = 40 kPa

Mecanismo de Ruptura: Ruptura por puncionamento (solos mole):

c* = 2/3 c = 2/3 x 40

c* = 26,7 kPa

- Fatores de capacidade de carga (Tab. 2.2):

Para $\phi^* = 0º$ ➔ Nq = 1,00 e Nc = 5,14

- Fatores de forma para uma fundação retangular (Tab. 2.3):

L = 18,29m

B = 17,24m

Sq = 1 + (B/L) tgϕ* = 1 + (17,24/18,29) x 0 ➔ Sq = 1,0

Sc = 1 + (B/L) (Nq/Nc) = 1 + (17,24/18,29) x (1,0/5,14) ➔ Sc = 1,183

- Peso especifico – Silte argiloso mole (Cintra 2012, pag. 45):

γ = 15 kN/m³

- Sobrecarga de embutimento (q):

h = 1,00m

q = h γ = 1,00 x 15 = 15 kPa

- Tensão de ruptura para a segunda camada (σ_{R2}):

σ_{R2} = q Nq Sq + c* Nc Sc

σ_{R2} = 15 x 1,00 x 1,00 + 26,7 x 5,14 x 1,183

σ_{R2} = 177 kPa

Como temos $\sigma_{R1} > \sigma_{R2}$, então devemos calcular σ_{R12}, que é a média ponderada das tensões da primeira e segunda camadas.

$$\sigma_{R12} = \frac{a.\sigma_{R1} + b.\sigma_{R2}}{a+b}$$

Sendo a = 0,70m e b = 3,00m , temos:

$$\sigma_{R12} = \frac{0{,}7\ x\ 218 + 3{,}0\ x\ 177}{0{,}7 + 3{,}0} = 185\ kPa$$

Calculamos agora a parcela propagada da tensão σ_{R12} até o topo da segunda camada:

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{R12}\ .B\ .L}{(B+z)(L+z)}$$

Sendo Z = 0,70m, B = 17,24m e L = 18,29m temos:

$$\Delta\sigma = \frac{185\ x\ 17{,}24\ x\ 18{,}29}{(17{,}24 + 0{,}70)(18{,}29 + 0{,}70)} = 171\ kPa$$

Como a $\Delta\sigma$ = 171 kPa é menor que a tensão da segunda camada σ_{R2} = 177 kPa, então adotamos como para a **tensão de ruptura** $\sigma_R = \sigma_{R12}$ = 185 kPa.

A tensão admissível é dada pela aplicação do fator de segurança F.S = 3,0:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_R}{F.S}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{185}{3} = 61{,}7\ kPa$$

$\boldsymbol{\sigma_{adm} = 0{,}062\ MPa}$ **(Fundação em Radier)**

Para o caso da fundação ser em sapata corrida, devido aos fatores de formas serem diferentes aos das fundações retangulares, essa tensão admissível seria:

$\boldsymbol{\sigma_{adm} = 0{,}055\ MPa}$ **(Fundação em Sapata Corrida)**

COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL KV

Vamos estimar o primeiro valor do coeficiente de reação vertical Kv, em função do recalque médio da fundação do edifício, através da expressão:

$$k_v = \frac{\bar{q}}{\bar{w}}$$

O recalque médio será obtido pela soma dos recalques das camadas abaixo da fundação (Fig. 5.11), utilizando a Teoria da Elasticidade, através da equação de Janbu (Eq. 07) para solos argilosos e método de Burland e Burbidege (Eq. 09) para solos arenosos.

Para a determinação da tensão aplicada na cota de assentamento do radier, a estrutura inicialmente será considerada indeslocável.

- **Recalque da 1ª camada**:

– Areia fina siltosa, fofa.
– Espessura da camada – H = 0,70m
– Método: Burland e Burbidege
– Dimensões da fundação – B = 17,24m e L = 18,29m
– Somatório das cargas verticais – ΣV = 8.067,50 kN (Anexo 5)
– Peso próprio do radier (h=20cm) – Pp_{radier} = 1.576,60 kN
– Pressão aplicada – q = $\bar{\sigma}_{max}$ = 34,5 kPa (considerando ação do vento) (Anexo 5)
– $N_{72} = N_{SPT}$ = 2 golpes
– $N_{60} = 1{,}2\ N_{72} = 2{,}4$
– Fator de forma:

$$f_s = \left[\frac{1{,}25\frac{L}{B}}{\frac{L}{B}+0{,}25}\right] = \left[\frac{1{,}25\,\frac{18{,}29}{17{,}24}}{\frac{18{,}29}{17{,}24}+0{,}25}\right] = 1{,}012$$

– Fator de espessura compressível (H) ➔ Fig.3.2 – Z_1 = 8

$$f_l = \frac{H}{Z_1}\left(2 - \frac{H}{Z_1}\right) = \frac{0{,}7}{8{,}0}\left(2 - \frac{0{,}7}{8{,}0}\right) = 0{,}167$$

– Recalque w_1:

$$w_1 = q\ B^{0,7}\ \frac{1{,}71}{N_{60}{}^{1,4}}\ f_s\ f_l$$

$$w_1 = 34{,}5\ x\ 17{,}24^{0,7}\ x\ \frac{1{,}71}{2{,}4^{1,4}}\ x\ 1{,}012\ x\ 0{,}167 = 21{,}5\text{mm}$$

$\boldsymbol{w_1 = 21{,}48\text{mm}}$

- **Recalque da 2ª camada**:

– Silte argiloso, consistência mole.
– Espessura da camada – H = 3,00m
– Método: Teoria da Elasticidade – Camada Finita
– Dimensões da fundação – B = 17,24m e L = 18,29m
– Pressão aplicada no topo da camada – σ_1:

$$\sigma_1 = \frac{q\,.\,B\,.\,L}{(B+z)(L+z)} = \frac{34{,}5x17{,}24x18{,}29}{(17{,}24+0{,}7)(18{,}29+0{,}7)}$$

$\sigma_1 = 31{,}93$ kPa

– $N_{72} = N_{SPT} = 4$ golpes
– Fator α (Tab. 3.1) ➔ $\alpha = 6$ (Silte argiloso)
– Fator K (Tab. 3.2) ➔ K = 0,25 (Silte argiloso)
– Modulo de deformabilidade Es:

Es = α K N_{72} = 6 x 0,25 x 4 = 6,0 MPa = 6.000 kPa

– Fator de influência do embutimento da fundação μ_0 (Fig. 3.1):

➔ $\mu_0 = 0{,}98$

– Fator de influência da espessura da camada do solo μ_1 (Fig. 3.1):

➔ $\mu_1 = 0{,}10$

– Recalque w_2:

$$w_2 = \mu_0\,\mu_1\,\frac{\sigma_1\,B}{E_{s2}} = 0{,}98\,x\,0{,}10\,\frac{31{,}93\,x\,17{,}24x10^3}{6000}$$

$\boldsymbol{w_2 = 8{,}99\text{mm}}$

- **Recalque da 3ª camada**:

– Silte argiloso, consistência média.
– Espessura da camada – H = 2,00m
– Método: Teoria da Elasticidade – Camada Finita
– Dimensões da fundação – B = 17,24m e L = 18,29m
– Pressão aplicada no topo da camada – σ_1:

$$\sigma_1 = \frac{q\,.\,B\,.\,L}{(B+z)(L+z)} = \frac{34{,}5x17{,}24x18{,}29}{(17{,}24+3{,}7)(18{,}29+3{,}7)}$$

$\sigma_1 = 23{,}62$ kPa

– $N_{72} = N_{SPT} = 7{,}5$ golpes
– Fator α (Tab. 3.1) ➔ $\alpha = 6$ (Silte argiloso)
– Fator K (Tab. 3.2) ➔ K = 0,25 (Silte argiloso)
– Modulo de deformabilidade Es:

Es = α K N_{72} = 6 x 0,25 x 7,5 = 11,25 MPa = 11.250 kPa

– Fator de influência do embutimento da fundação μ_0 (Fig. 3.1):

➔ $\mu_0 = 0{,}95$

– Fator de influência da espessura da camada do solo μ_1 (Fig. 3.1):

➔ $\mu_1 = 0{,}10$

– Recalque w_3:

$$w_3 = \mu_0\,\mu_1\,\frac{\sigma_1\,B}{E_{s2}} = 0{,}95\,x\,0{,}10\,\frac{23{,}62\,x\,17{,}24x10^3}{11250}$$

$\boldsymbol{w_3 = 3{,}44\text{mm}}$

- **Recalque da 4ª camada**:

– Silte argiloso, consistência rija.
– Espessura da camada – H = 3,00m
– Método : Teoria da Elasticidade – Camada Finita
– Dimensões da fundação – B = 17,24m e L = 18,29m
– Pressão aplicada no topo da camada – σ_1:

$$\sigma_1 = \frac{q\,.\,B\,.\,L}{(B+z)(L+z)} = \frac{34{,}5\text{x}17{,}24\text{x}18{,}29}{(17{,}24+5{,}7)(18{,}29+5{,}7)}$$

$\sigma_1 = 19{,}8$ kPa

– $N_{72} = N_{SPT} = 12$ golpes
– Fator α (Tab. 3.1) ➔ $\alpha = 6$ (Silte argiloso)
– Fator K (Tab. 3.2) ➔ K = 0,25 (Silte argiloso)
– Modulo de deformabilidade Es:

Es = α K N_{72} = 6 x 0,25 x 12 = 18 MPa = 18.000 kPa

– Fator de influência do embutimento da fundação μ_0 (Fig. 3.1):

➔ $\mu_0 = 0{,}90$

– Fator de influência da espessura da camada do solo μ_1 (Fig. 3.1):

➔ $\mu_1 = 0{,}10$

– Recalque w_4:

$$w_4 = \mu_0\,\mu_1\,\frac{\sigma_1\,B}{E_{s2}} = 0{,}90\,x\,0{,}10\,\frac{19{,}8\,x\,17{,}24x10^3}{18000}$$

$\boldsymbol{w_4 = 1{,}71\text{mm}}$

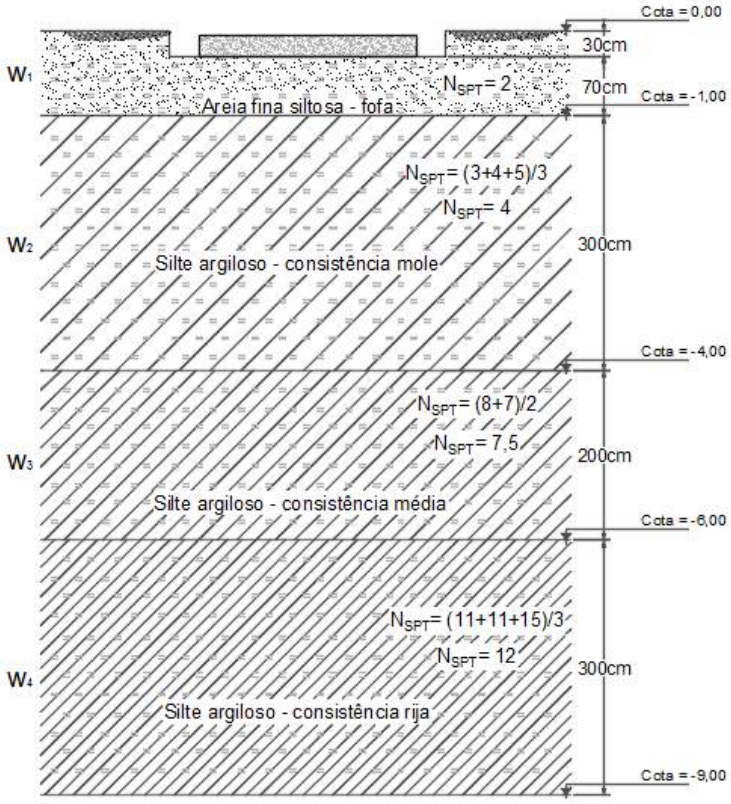
- **Recalque médio total**:

$$\bar{w} = w_1 + w_2 + w_3 + w_4$$

$$\bar{w} = 21{,}48 + 8{,}98 + 3{,}44 + 1{,}71$$

$\boldsymbol{\bar{w} = 35{,}61\text{mm}}$

Figura 5.11: Perfil representativo do solo (recalque)



Fonte: O autor

Com o recalque médio estimado, temos para o coeficiente de reação vertical Kv:

$k_v = \frac{\bar{q}}{\bar{w}} = \frac{34,5}{0,03561} = 968,8$ kN/m³

$\boldsymbol{k_{v0}}$ **= 969 kN/m³**

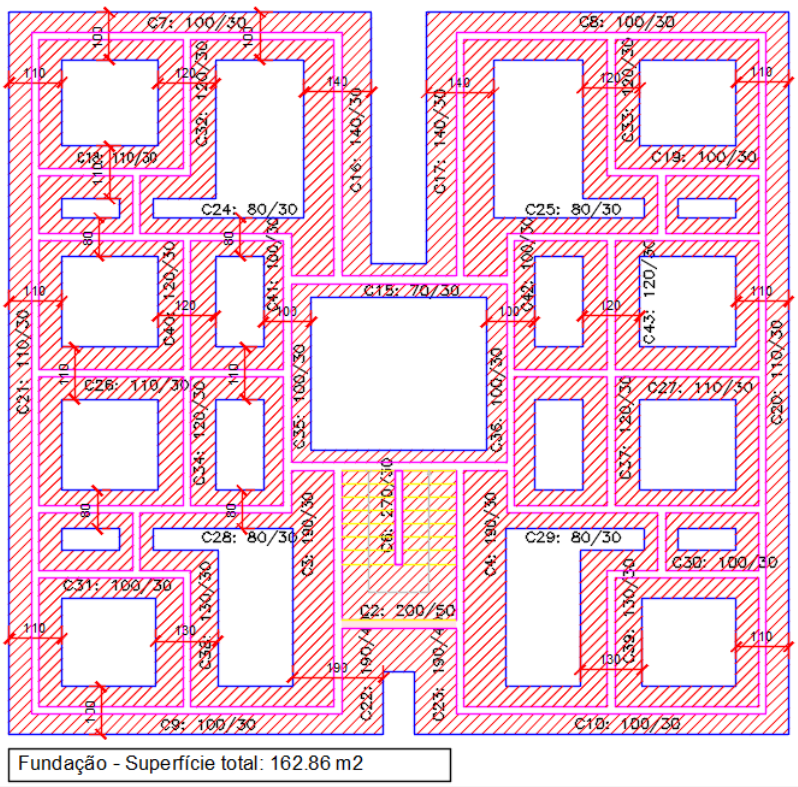
ANÁLISE DOS RESULTADOS

ANÁLISE DO RADIER X SAPATA CORRIDA

Com o auxílio do Cypecad, o edifício foi modelado para uma fundação do tipo sapata corrida, adotando para esta situação de fundação a tensão admissível de σ_{adm} = 0,055 MPa (Item 5.8).

O resultado obtido (Fig. 6.1), mostra uma ocupação dessas fundações corridas a uma taxa maior do que 50% dá área de projeção do prédio, justificando assim, a adoção de fundação do tipo Radier.

Figura 6.1: Locação da fundação em sapata corrida



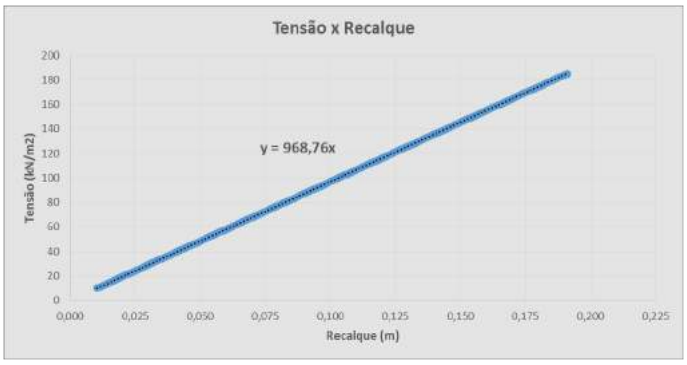
Fonte: O autor

- Área de projeção do edifício = 217,73 m^2
- Superfície total das fundações corridas = 162,86 m^2
- Taxa de ocupação das fundações corridas = 74,8%

ANÁLISE DO RADIER CONSIDERANDO O COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL DO SOLO

Com o auxílio de uma planilha Excel para determinar o recalque (item 5.9) em função da variação da tesão aplicada ao solo, na profundidade onde se encontra o Radier, até a sua **tensão de ruptura** do solo ($\sigma_R = \sigma_{R12} = 185$ kPa – item 5.8), obtivemos o gráfico entre a Tensão Aplicada e o Recalque estimado.

Gráfico 6.1: Relação Tesão x Recalque
(Método Geotécnico)



Fonte: o Autor

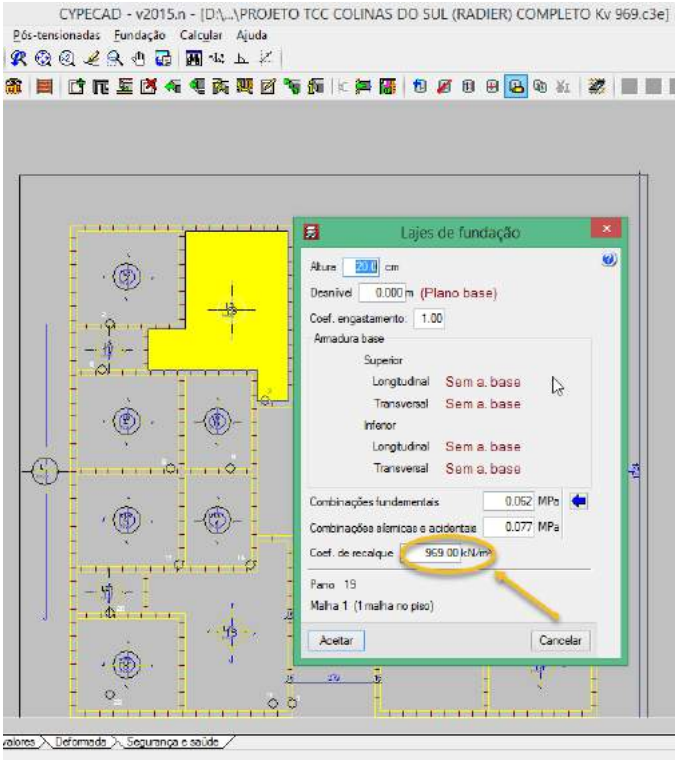
Nota-se que o valor do coeficiente de mola calculado para a Placa (item 9.9) e´ semelhante ao coeficiente angular da reta do gráfico apresentado (Gráfico 10.1).

$$y = 968{,}76\ x$$

$$\bar{q} = k_v \,.\, \bar{w}$$

Desta forma adotaremos para a primeira interação, na modelação da estrutura no CYPECAD, o valor do coeficiente de mola de **Kv= 969 kN/m³** (Fig. 10.2).

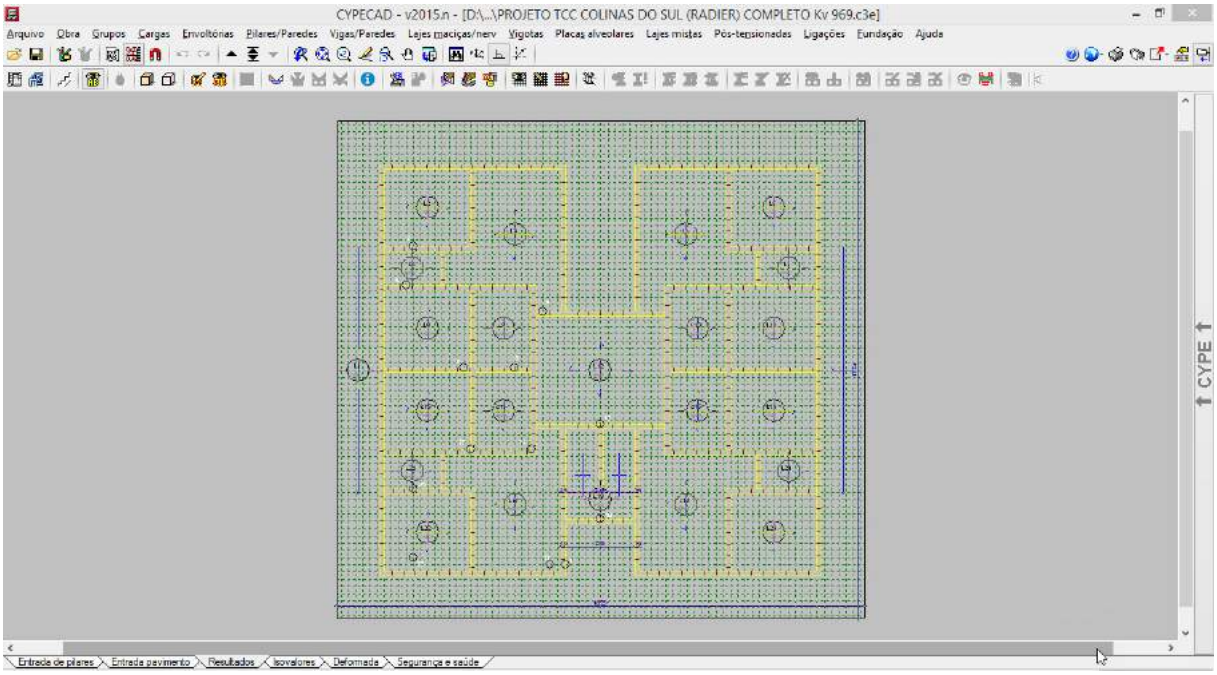
Figura 6.2: 1ª Interação



Fonte: o Autor

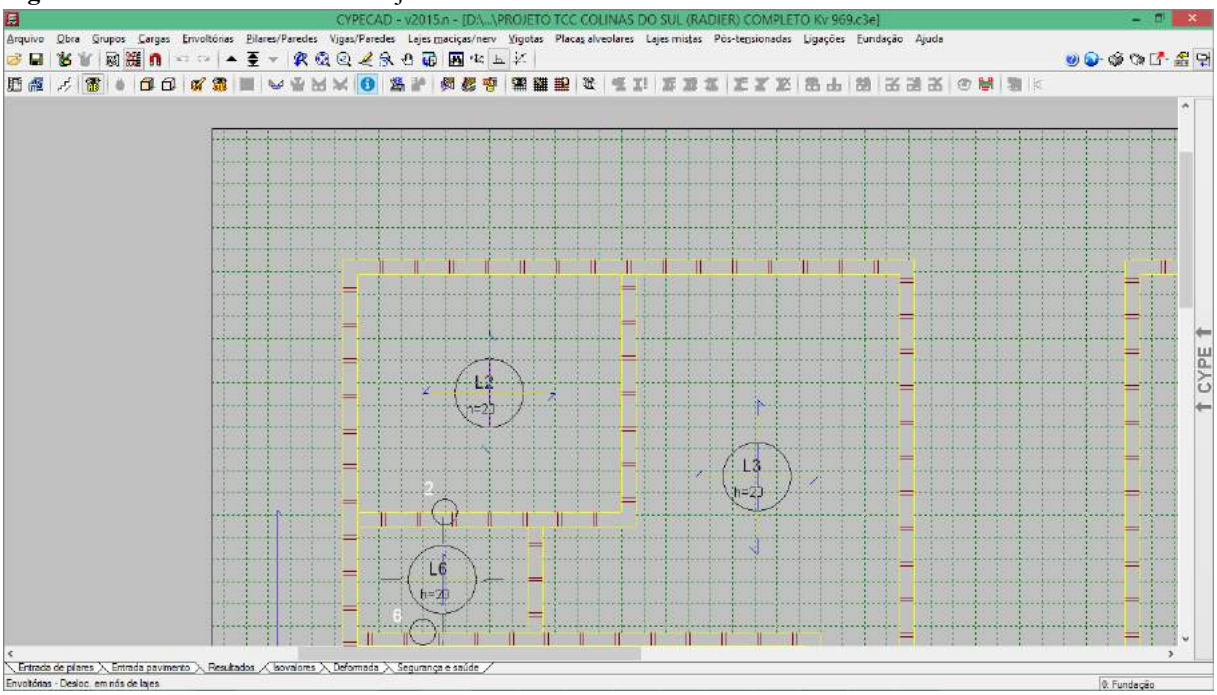
No modelo, o CYPECAD divide o radier numa malha de 25cmx25cm, dando assim um número total de 5.324 nós, e em Panos de laje, que são definidos entre os contornos das paredes que se apoiam no radier (Fig. 6.3 e 6.4).

Figura 6.3: Desenho da malha (Cypecad)



Fonte: o Autor

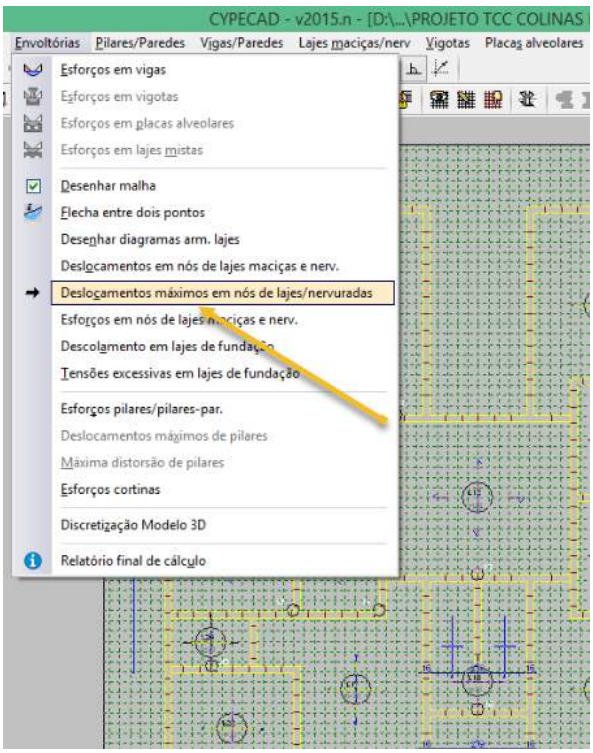
Figura 6.4: Limites dos Panos de Laje



Fonte: o Autor

Após o processamento podemos obter varais informações tais como: deslocamentos máximos em nós, Tensões máximas nos Panos de lajes e a flecha entre dois pontos (Fig. 6.5).

Figura 6.5: Dados das Envoltórias



Fonte: o Autor

Para a 1ª interação, pela quantidade de nós e simetria do prédio, para o estudo em questão, restringimos para análise o nós de máximo deslocamento nos panos definidos pela modelação, apresentados a seguir (Tab. 6.1)

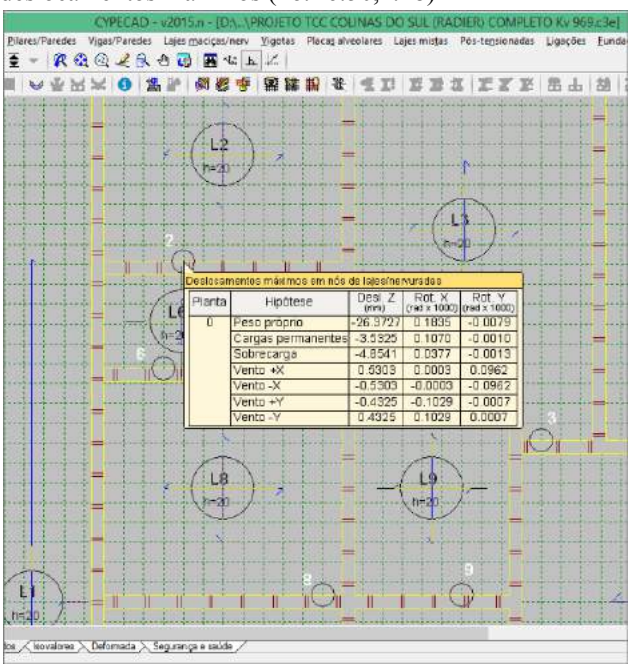
Tabela 6.1: Nós

Pano	Nó	
	X	Y
L1	-1,20	-6,75
L2	-6,50	4,28
L3	-2,00	2,03
L6	-6,75	2,93
L8	-4,75	0,08
L9	-3,00	0,08
L12	0,00	-1,87
L13	-4,51	-2,75
L14	2,41	-2,75
L17	-1,75	-6,75
L18	0,00	-5,17
L20	-6,50	-4,12
L22	-6,50	-6,50

Fonte: o Autor

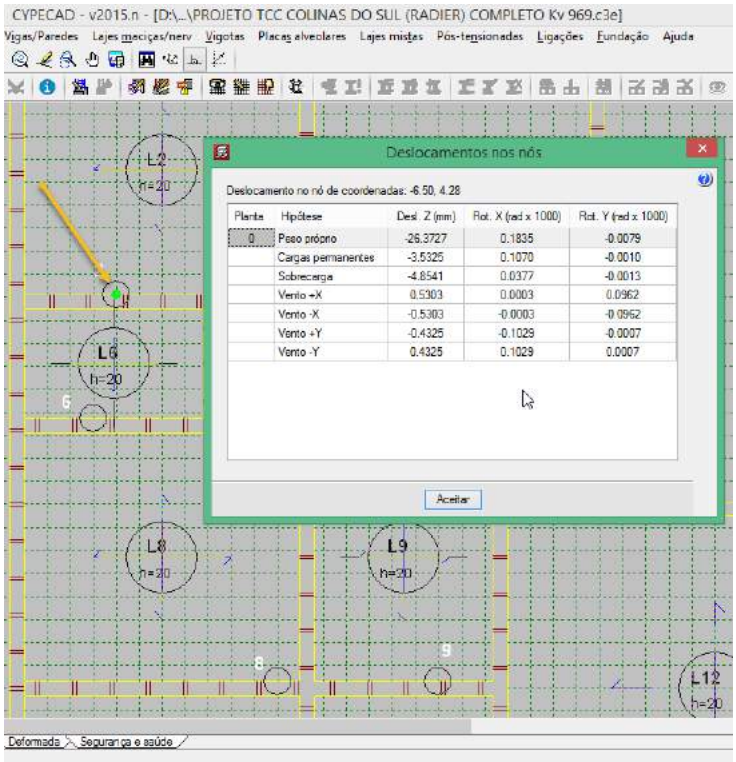
Selecionando o pano para a obtenção dos deslocamentos máximos, o CYPECAD indica em qual nó isso acontece e mostra estes deslocamentos para as Hipóteses de cargas (Fig. 6.6 e 6.7).

Figura 6.6: Nó no Pano 2 com deslocamentos máximos (nó: -6.50,4.28)



Fonte: o Autor

Figura 6.7: Deslocamentos máximos no nó -6.50,4.28



Fonte: o Autor

Com os dados retirados do CYPECAD e combinando as hipóteses de cargas, obtemos, por exemplo, o valor do recalque máximo do nó (-6.50,4.28) do pano 2 (Fig. 6.8). Estes resultados para os nós em estudos são apresentados na tabela 10.3.

Figura 6.8: Recalque máximo no nó -6.50,4.28 (CYPECAD)

1/1 Kv 969

Wmax para a 1ª Interação

2

Deslocamento no nó de coordenadas: -6.50, 4.28

Planta	Hipótese	Desl. Z (mm)
0	Peso próprio	-26.3727
	Cargas permanentes	-3.5325
	Sobrecarga	-4.8541
	Vento +X	0.5303
	Vento -X	-0.5303
	Vento +Y	-0.4325
	Vento -Y	0.4325

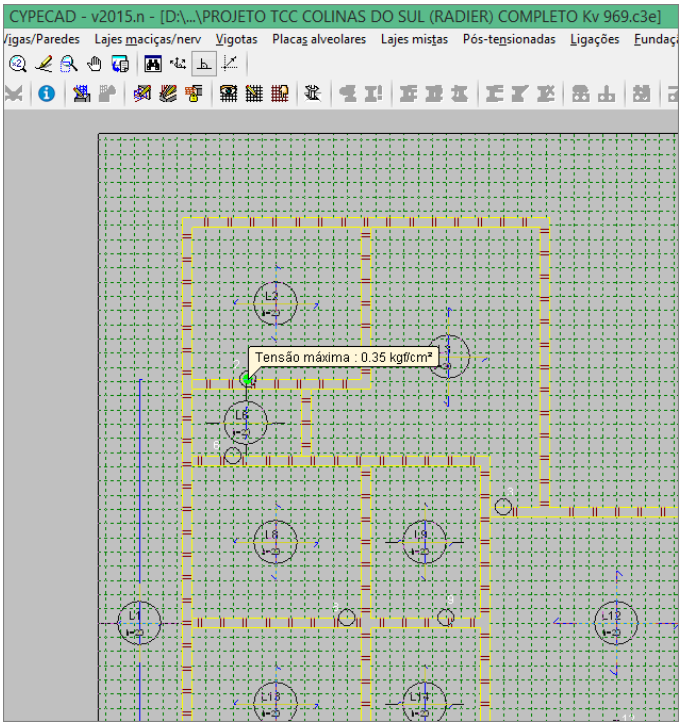
PP	-26,3727
CP	-3,5325
Qa	-4,8541
V(+X)	0,5303
V(-X)	-0,5303
V(+Y)	-0,4325
V(-Y)	0,4325

PP+CP	29,91
PP+CP+Qa	34,76
PP+CP+V(+X)	29,37
PP+CP+Qa+V(+X)	34,23
PP+CP+V(-X)	30,44
PP+CP+Qa+V(-X)	35,29
PP+CP+V(+Y)	30,34
PP+CP+Qa+V(+Y)	35,19
PP+CP+V(-Y)	29,47
PP+CP+Qa+V(-Y)	34,23
Wmax =	35,29 mm

Fonte: o Autor

Do mesmo modo que foi feito para os deslocamentos máximos, se procede no CYPEDAC para obter a tensão máxima aplicada ao nó (Fig. 6.9).

Figura 6.9: Tensão máximo no nó -6.50,4.28



Fonte: o Autor

Com os valores retirados do CYPECAD, do deslocamento máximo e sua respectiva tensão para cada nó estudado, calculamos o novo recalque Wx' pelo Método Geotécnico (item 9.9) e obtemos um novo Kv', para a segunda interação (Tab. 6.2).

Tabela 6.2: 1ª Interação – Kv= 969

			Aplicado Kv (kN/m³) ==>			969		
Panos	Nó		σx		Wx (Cype)	Wx' (Geo)	Diferença	Kv' (Geo)
	X	Y	Kg/cm²	kN/m²	mm	mm	%	kN/m³
L1	-1,20	-6,75	0,39	38,2	39,67	6,65	83,24	5744
L2	-6,50	4,28	0,35	34,3	35,29	5,98	83,05	5736
L3	-2,00	2,03	0,35	34,3	35,80	5,98	83,30	5736
L6	-6,75	2,93	0,35	34,3	35,81	5,98	83,30	5736
L8	-4,75	0,08	0,36	35,3	36,75	6,15	83,27	5740
L9	-3,00	0,08	0,36	35,3	36,60	6,15	83,20	5740
L12	0,00	-1,87	0,37	36,3	37,57	6,32	83,18	5744
L13	-4,51	-2,75	0,37	36,3	37,76	6,32	83,26	5744
L14	2,41	-2,75	0,37	36,3	37,74	6,32	83,25	5744
L17	-1,75	-6,75	0,39	38,2	39,78	6,65	83,28	5744
L18	0,00	-5,17	0,39	38,2	39,12	6,65	83,00	5744
L20	-6,50	-4,12	0,39	38,2	38,47	6,65	82,71	5744
L22	-6,50	-6,50	0,39	38,2	39,66	6,65	83,23	5744
							Menor	5736
							Média	5742
							Maior	5744
							Moda	**5744**

Moda em conjunto de dados com elementos repetidos é o valor que ocorre com maior frequência ou o valor mais comum em um conjunto de dados.

Fonte: o Autor

Nesta etapa é importante determinar a primeira mola para a área de influência dos nós, que neste modelo é de 25cm x 25cm, e que se comporta como uma sapata fictícia (Krahl, P.A – pág. 38). A critério do autor, para a segunda interação será considerado o coeficiente de mola mais frequente apresentado na tabela 6.2 – **Kv' = 5744 kN/m³**.

Feito o segundo processamento com o CYPECAD para o novo coeficiente de mola, Kv' = 5744 kN/m³, nota-se que, para alguns panos de lajes, acontece a mudança dos nós que tem o deslocamento máximo e respectiva tensão máxima aplicada, (Tab. 6.3), implicando assim para análise o uso desse novos dados (Tab.6.4).

Tabela 6.3: Pontos com deslocamentos máximos

Pontos com deslocamentos máximos				
Panos	Kv= 969		Kv= 5744	
	Nó		Nó	
	X	Y	X	Y
L1	-1,20	-6,75	-1,00	-5,33
L2	-6,50	4,28	-6,75	5,75
L3	-2,00	2,03	-2,25	2,25
L6	-6,75	2,93	-6,75	2,93
L8	-4,75	0,08	-4,75	0,08
L9	-3,00	0,08	-4,25	0,08
L12	0,00	-1,87	0,00	-1,87
L13	-4,51	-2,75	-4,51	-2,75
L14	2,41	-2,75	2,41	-2,75
L17	-1,75	-6,75	-1,75	-6,50
L18	0,00	-5,17	0,00	-4,00
L20	-6,50	-4,12	-6,75	-4,12
L22	-6,50	-6,50	-6,75	-6,25

Fonte: o Autor

Tabela 6.4: 2ª Interação – Kv= 5744 kN/m³

			Aplicado Kv (kN/m³) ==>			5744		
Panos	Nó		σx		Wx (Cype)	Wx' (Geo)	Diferença	Kv' (Geo)
	X	Y	Kg/cm²	kN/m²	mm	mm	%	kN/m³
L1	-1,00	-5,33	0,42	41,2	7,10	7,18	-1,13	5738
L2	-6,75	5,75	0,37	36,3	6,27	6,32	-0,80	5744
L3	-2,25	2,25	0,37	36,3	6,34	6,32	0,32	5744
L6	-6,75	2,93	0,37	36,3	6,33	6,32	0,16	5744
L8	-4,75	0,08	0,38	37,3	6,51	6,50	0,15	5738
L9	-4,25	0,08	0,38	37,3	6,50	6,50	0,00	5738
L12	0,00	-1,87	0,4	39,2	6,85	6,83	0,29	5739
L13	-4,51	-2,75	0,39	38,2	6,65	6,65	0,00	5744
L14	2,41	-2,75	0,39	38,2	6,68	6,65	0,45	5744
L17	-1,75	-6,50	0,42	41,2	7,14	7,18	-0,56	5738
L18	0,00	-4,00	0,42	41,2	7,15	7,18	-0,42	5738
L20	-6,75	-4,12	0,4	39,2	6,80	6,83	-0,44	5739
L22	-6,75	-6,25	0,41	40,2	7,07	7,01	0,85	5735
							Menor	5735
							Média	5740
							Maior	5744
							Moda	**5744**

Moda em conjunto de dados com elementos repetidos é o valor que ocorre com maior frequência ou o valor mais comum em um conjunto de dados.

Fonte: o Autor

Analisando os resultados desta segunda interação, verifica-se que as **diferenças entre os recalques calculados pelo CYPECAD e os encontrados pelo método Geotécnico**, são bem pequenos e tendendo a zero. Já poderíamos assim adotar para essa modelação o coeficiente de mola Kv' = 5744 kN/m³.

Como o coeficiente de mola, nesta 2ª interação varia do menor valor Kv' = 5735 kN/m³ para o maior valor Kv' = 5744 kN/m³, será feito um terceiro processamento para o coeficiente de molar de menor valor.

Os resultados desta terceira interação são apresentados na tabela 6.5.

Tabela 6.5: 3ª Interação – Kv= 5735 kN/m³

			Aplicado Kv (kN/m³) ==>			5735		
Panos	Nó		σx		Wx (Cype)	Wx' (Geo)	Diferença	Kv' (Geo)
	X	Y	Kg/cm²	kN/m²	mm	mm	%	kN/m³
L1	-1,00	-5,33	0,42	41,2	7,11	7,18	-0,98	5738
L2	-6,75	5,75	0,37	36,3	6,28	6,32	-0,64	5744
L3	-2,25	2,25	0,37	36,3	6,35	6,32	0,47	5744
L6	-6,75	2,93	0,37	36,3	6,34	6,32	0,32	5744
L8	-4,75	0,08	0,38	37,3	6,52	6,50	0,31	5738
L9	-4,25	0,08	0,38	37,3	6,51	6,50	0,15	5738
L12	0,00	-1,87	0,4	39,2	6,86	6,83	0,44	5739
L13	-4,51	-2,75	0,39	38,2	6,66	6,65	0,15	5744
L14	2,41	-2,75	0,39	38,2	6,69	6,65	0,60	5744
L17	-1,75	-6,50	0,42	41,2	7,16	7,18	-0,28	5738
L18	0,00	-4,00	0,42	41,2	7,16	7,18	-0,28	5738
L20	-6,75	-4,12	0,4	39,2	6,81	6,83	-0,29	5739
L22	-6,75	-6,25	0,41	40,2	7,08	7,01	0,99	5735
							Menor	5735
							Média	5740
							Maior	5744
							Moda	**5744**

Moda em conjunto de dados com elementos repetidos é o valor que ocorre com maior frequência ou o valor mais comum em um conjunto de dados.

Fonte: o Autor

Como no caso do processamento anterior, a 3ª interação, para o coeficiente de mola Kv = 5735 kN/m³, mostra que as diferenças entre os recalques calculados pelo CYPECAD e os recalques determinado pelo modelo Geotécnico, também são pequenas e tendendo a zero. Mostra também que o novo coeficiente de mola continua a variar entre Kv' = 5735 kN/m³ e Kv' = 5744 kN/m³.

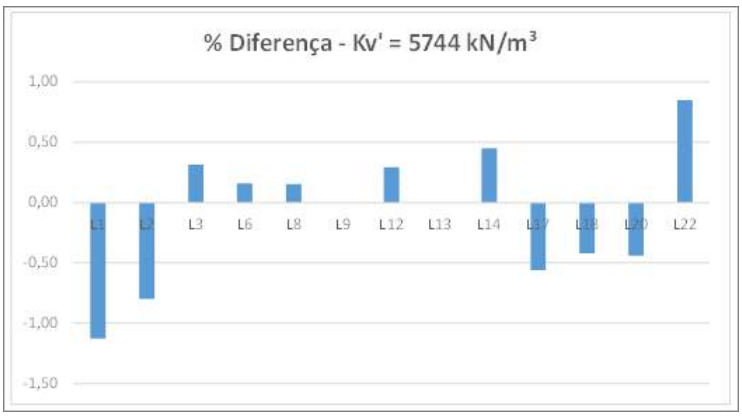
Essa tendência é mostrada na tabela 6.6 e visualizada nos gráficos 6.2 e 6.3 para os coeficientes de mola Kv = 5744 kN/m³ e Kv = 5735 kN/m³.

Tabela 6.6: Diferença entre
Recalque do CYPECAD x recalque Geotécnico

Diferença entre o recalque do CYPE e o recalque Geotécnico			Kv kN/m³	Kv kN/m³
Laje	Nó		**5744**	**5735**
	X	Y	%	%
L1	-1,00	-5,33	-1,13	-0,98
L2	-6,75	5,75	-0,80	-0,64
L3	-2,25	2,25	0,32	0,47
L6	-6,75	2,93	0,16	0,32
L8	-4,75	0,08	0,15	0,31
L9	-4,25	0,08	0,00	0,15
L12	0,00	-1,87	0,29	0,44
L13	-4,51	-2,75	0,00	0,15
L14	2,41	-2,75	0,45	0,60
L17	-1,75	-6,50	-0,56	-0,28
L18	0,00	-4,00	-0,42	-0,28
L20	-6,75	-4,12	-0,44	-0,29
L22	-6,75	-6,25	0,85	0,99
Σ Valor Absoluto			**5,562**	**5,896**

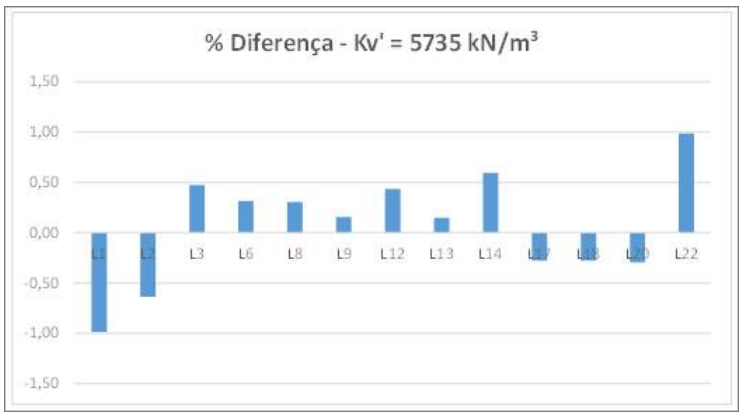
Fonte: o Autor

Gráfico 6.2: % Diferença – Kv= 5744 kN/m³



Fonte: o Autor

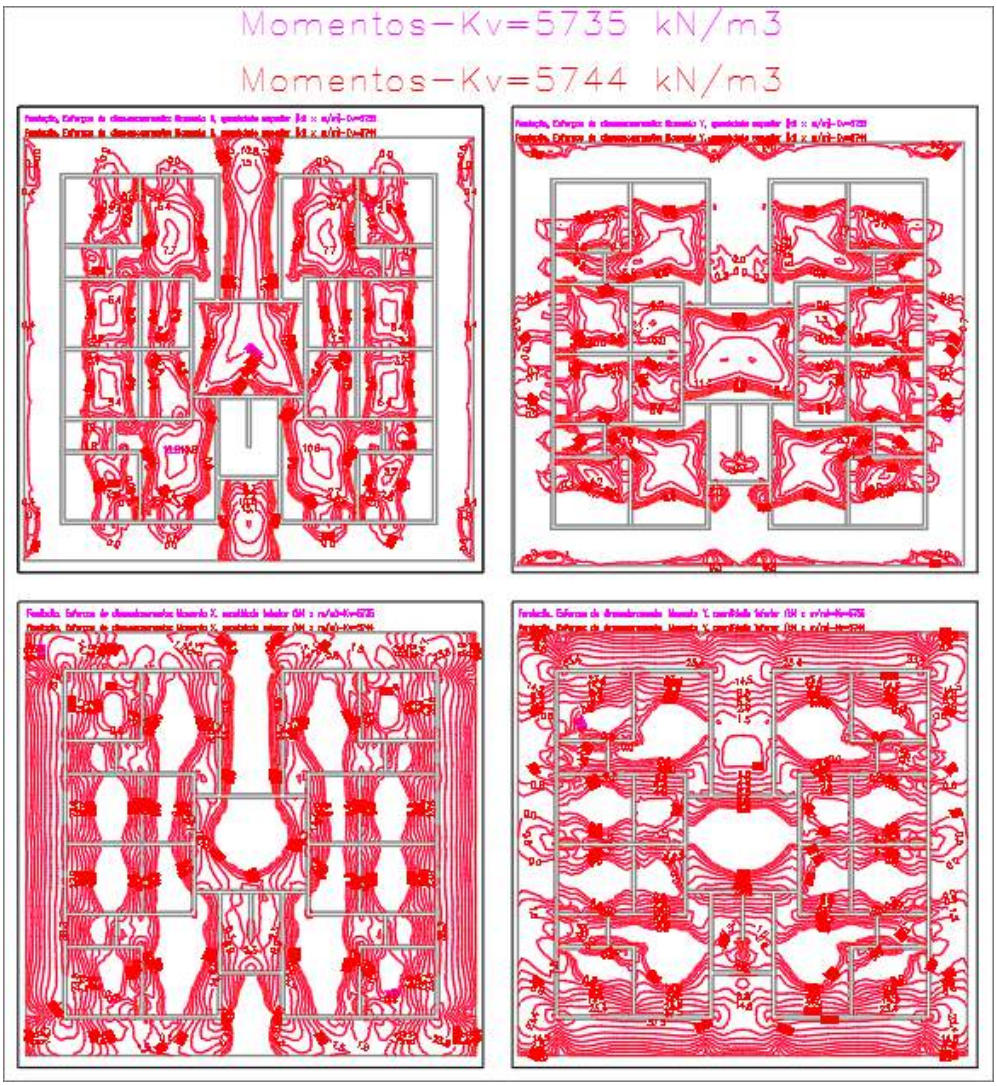
Gráfico 6.3: % Diferença – Kv= 5735 kN/m³



Fonte: o Autor

Isso também fica claro na Fig. 6.10, onde se apresenta as curvas de Isovalores dos Momentos atuantes (X e Y, Superior e Inferior) no Radier, numa superposição das linhas, resultantes da modelação do radier com os coeficientes de mola Kv' =5735 kN/m³ e Kv' =5744 kN/m³. Os momentos se apresentam iguais nos dois processamentos, devido a pequena variação dos coeficientes de molas dessas modelações.

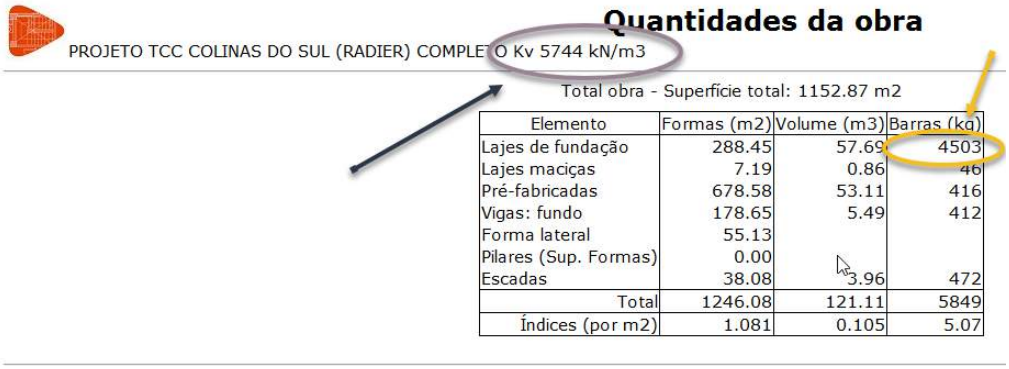
Figura 6.10: Isovalores - Momentos



Fonte: o Autor

Momentos iguais, em resposta aos processamentos com os coeficientes de mola Kv' =5735 kN/m³ e Kv' =5744 kN/m³, resultou na mesma quantidade de armação para as duas situações, que é de 4503 Kg de Barras para Laje de Fundação, o Radier (Fig.6.11 e Fig. 6.12).

Figura 6.11: Quantidades – Kv= 5744 kN/m³



Quantidades da obra

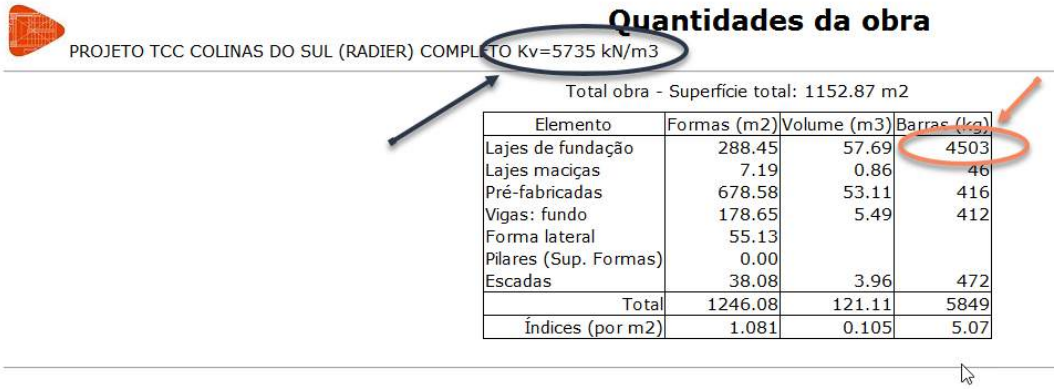
PROJETO TCC COLINAS DO SUL (RADIER) COMPLETO Kv 5744 kN/m3

Total obra - Superfície total: 1152.87 m2

Elemento	Formas (m2)	Volume (m3)	Barras (kg)
Lajes de fundação	288.45	57.69	4503
Lajes maciças	7.19	0.86	46
Pré-fabricadas	678.58	53.11	416
Vigas: fundo	178.65	5.49	412
Forma lateral	55.13		
Pilares (Sup. Formas)	0.00		
Escadas	38.08	3.96	472
Total	1246.08	121.11	5849
Índices (por m2)	1.081	0.105	5.07

Fonte: CYPECAD

Figura 6.12: Quantidades – Kv= 5735 kN/m³



Quantidades da obra

PROJETO TCC COLINAS DO SUL (RADIER) COMPLETO Kv=5735 kN/m3

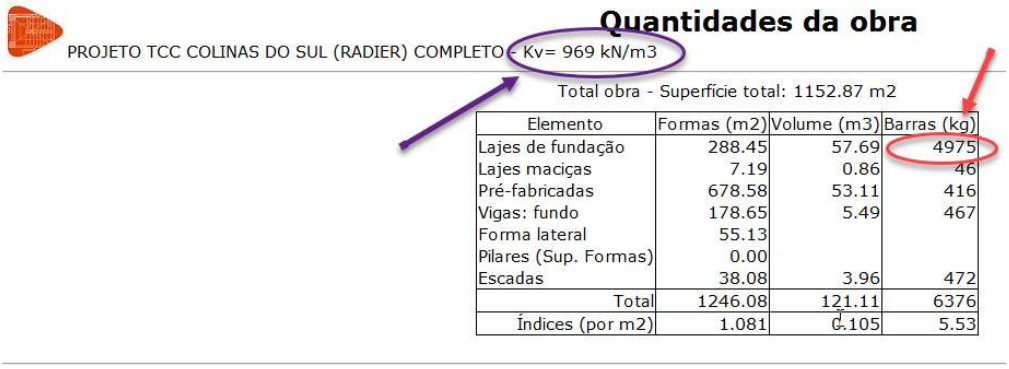
Total obra - Superfície total: 1152.87 m2

Elemento	Formas (m2)	Volume (m3)	Barras (kg)
Lajes de fundação	288.45	57.69	4503
Lajes maciças	7.19	0.86	46
Pré-fabricadas	678.58	53.11	416
Vigas: fundo	178.65	5.49	412
Forma lateral	55.13		
Pilares (Sup. Formas)	0.00		
Escadas	38.08	3.96	472
Total	1246.08	121.11	5849
Índices (por m2)	1.081	0.105	5.07

Fonte: CYPECAD

Situação bem diferente para o primeiro processamento com o coeficiente de mola Kv = 969 kN/m³, que apresentou um consumo no Radier (Laje de Fundação) de 4975 Kg de Barras, 10% maior do que as lajes processadas com coeficientes de mola Kv' =5735 kN/m³ e Kv' =5744 kN/m³ (Fig.6.13).

Figura 6.13: Quantidades – Kv= 969 kN/m³



Quantidades da obra

PROJETO TCC COLINAS DO SUL (RADIER) COMPLETO - Kv= 969 kN/m3

Total obra - Superfície total: 1152.87 m2

Elemento	Formas (m2)	Volume (m3)	Barras (kg)
Lajes de fundação	288.45	57.69	4975
Lajes maciças	7.19	0.86	46
Pré-fabricadas	678.58	53.11	416
Vigas: fundo	178.65	5.49	467
Forma lateral	55.13		
Pilares (Sup. Formas)	0.00		
Escadas	38.08	3.96	472
Total	1246.08	121.11	6376
Índices (por m2)	1.081	0.105	5.53

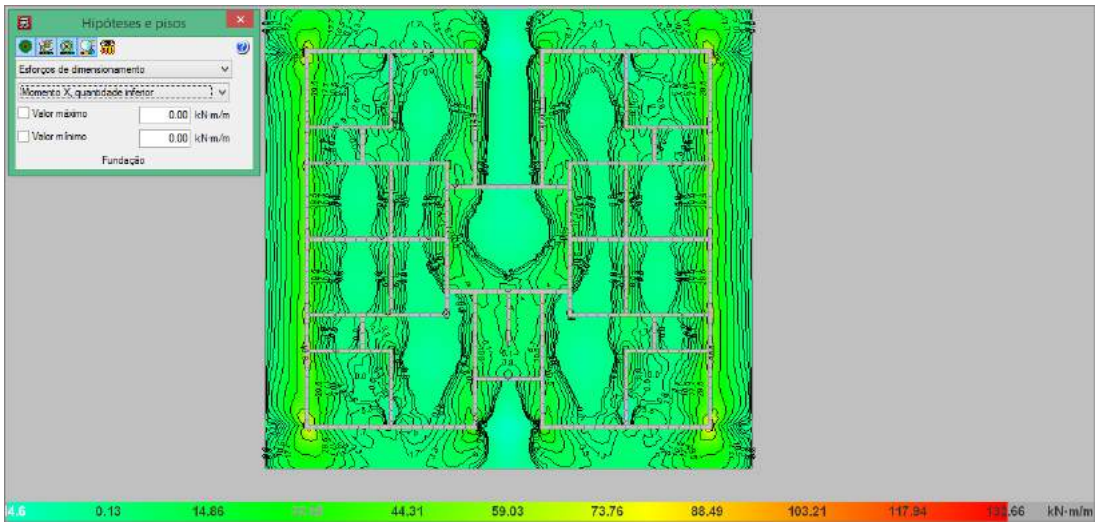
Fonte: CYPECAD

Essa diferença significativa fica clara quando observamos os momentos atuantes no Radier, quando aplicado na sua modelação o coeficiente de mola Kv = 969 kN/m³ (1ª interação) e os momentos atuantes resultantes na 2ª e 3ª interação (Figuras 6.14, 6.15, 6.16 e 6.17).

Como já encontramos uma convergência entre os recalques calculados pelo CYPECAD e os determinados pelo Método Geotécnico, quando da aplicação dos coeficientes de molas Kv' =5735 kN/m³ e Kv' =5744 kN/m³ e o

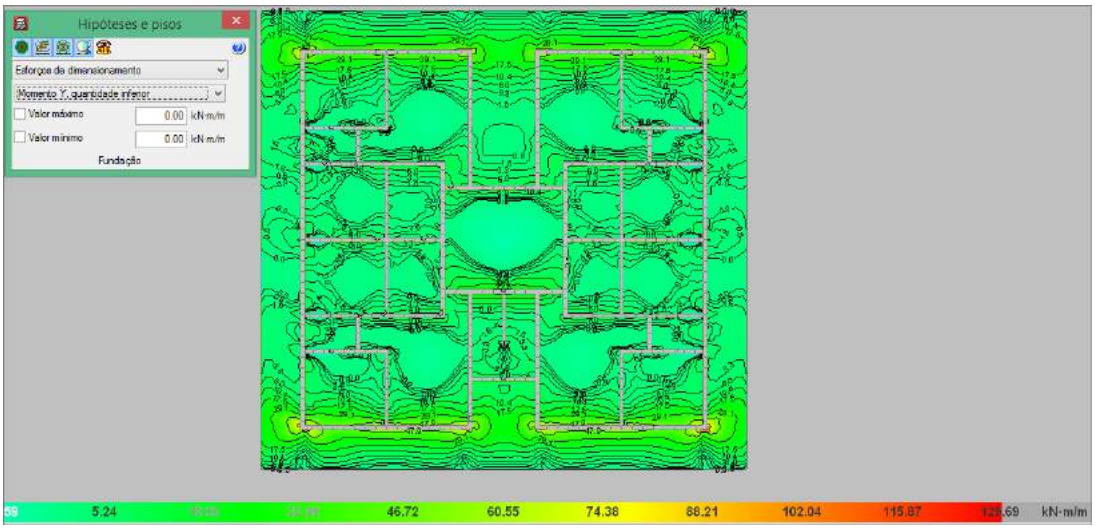
resultado desse processamento não gerou diferenças entre os momentos aplicados no radier e nem na taxa de aço aplicada à placa de concreto, iremos a partir daqui adotar o valor de **Kv' =5735 kN/m³**, como coeficiente mola para análise do radier quanto aos Estados Limite Ultimo e de Serviço.

Figura 6.14: Momento X – Inferior – Kv 969 kN/m³



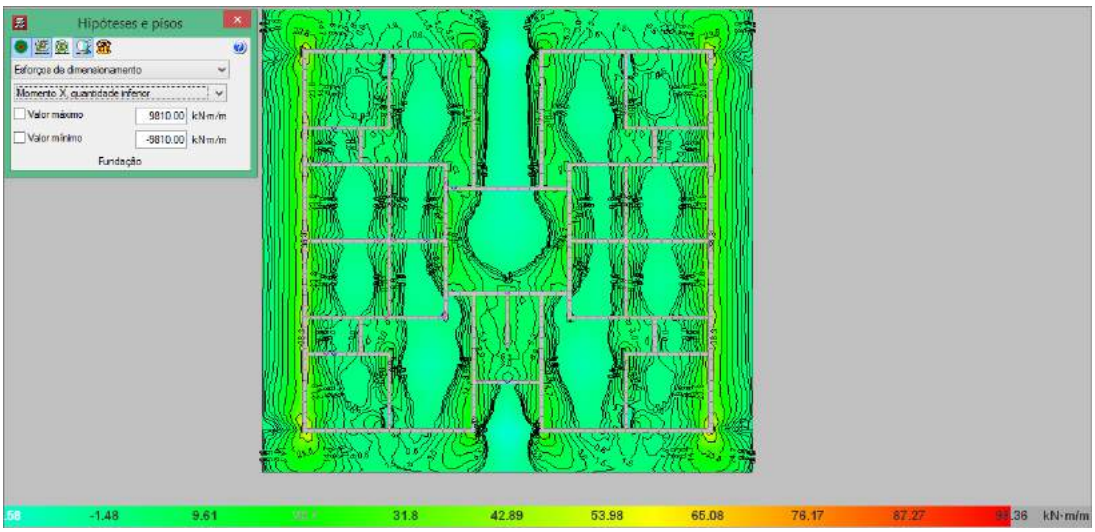
Fonte: CYPECAD

Figura 6.15: Momento Y – Inferior – Kv 969 kN/m³



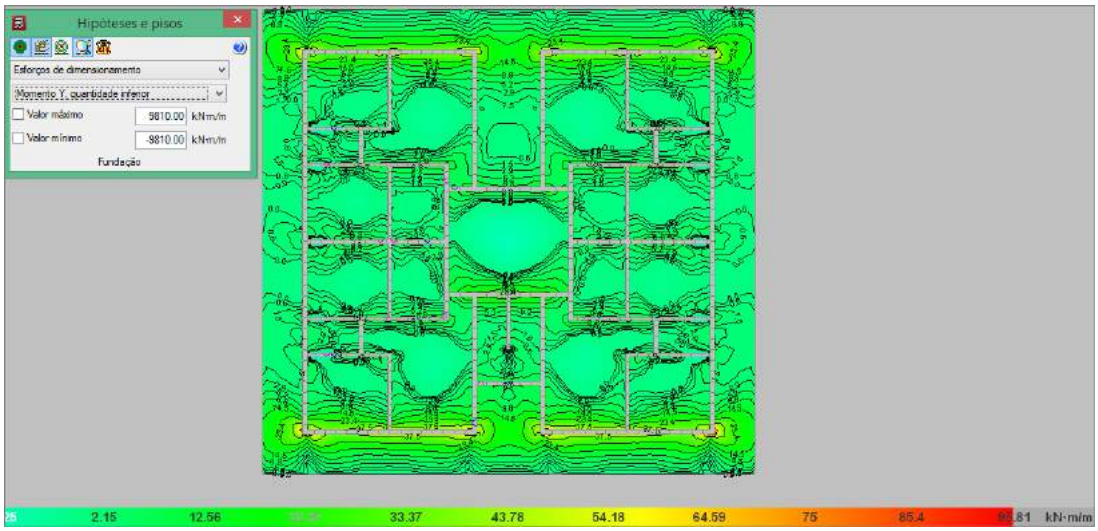
Fonte: CYPECAD

Figura 6.16: Momento X – Inferior – Kv 5735 kN/m³



Fonte: CYPECAD

Figura 6.17: Momento Y – Inferior – Kv 5735 kN/m³

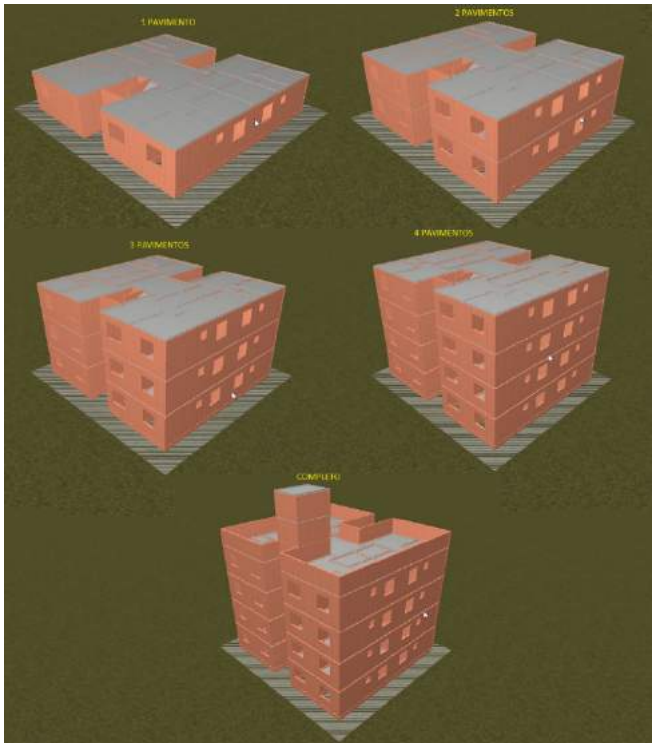


Fonte: CYPECAD

ANÁLISE DO RADIER QUANTO AS TENSÕES APLICADAS AO SOLO

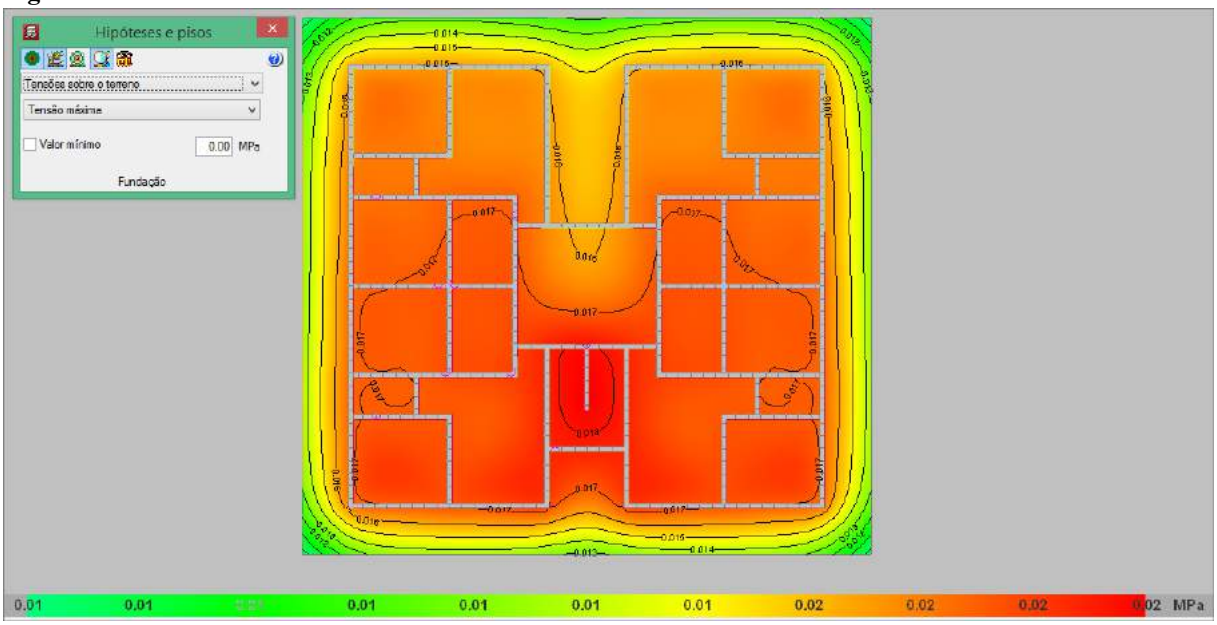
As figuras 6.19 a 6.23 mostram as tensões aplicadas ao solo durante as fases de evolução da construção (Fig. 6.18). Estas tensões variam de 0 a 0,04 MPa, que são bem menores que a tensão admissível calculada para este estudo, que é de $\boldsymbol{\sigma_{adm} = 0,062\ MPa}$, *atendendo assim a verificação do Estado Limite Ultimo (ELU)*.

Figura 6.18: Fases da Construção



Fonte: O Autor

Figura 6.19: Tensão Máxima sobre o Terreno – 1 Pavimento – Kv 5735 kN/m³

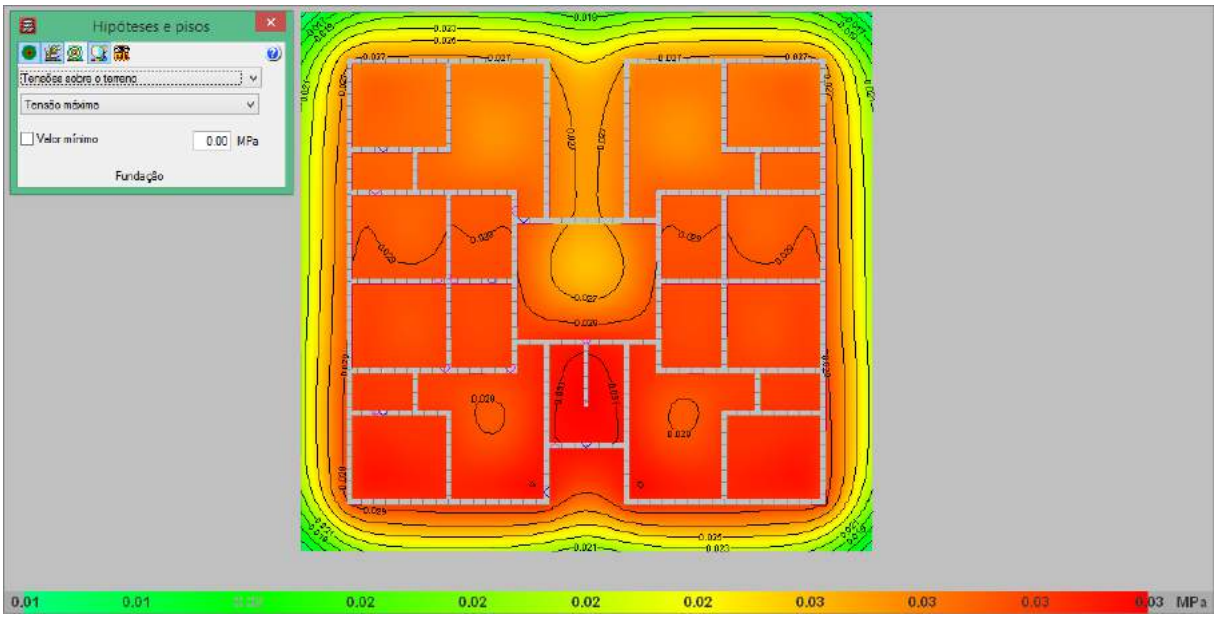


Fonte: CYPECAD

Figura 6.20: Tensão Máxima sobre o Terreno – 2 Pavimento – Kv 5735 kN/m³

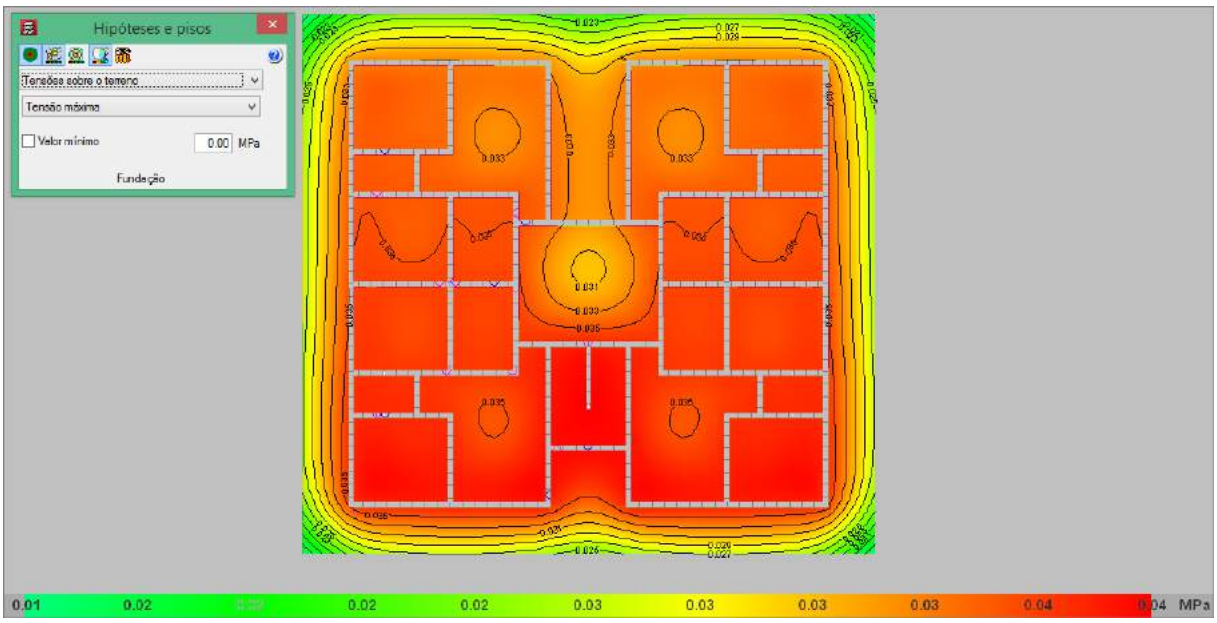
Fonte: CYPECAD

Figura 6.21: Tensão Máxima sobre o Terreno – 3 Pavimento – Kv 5735 kN/m³



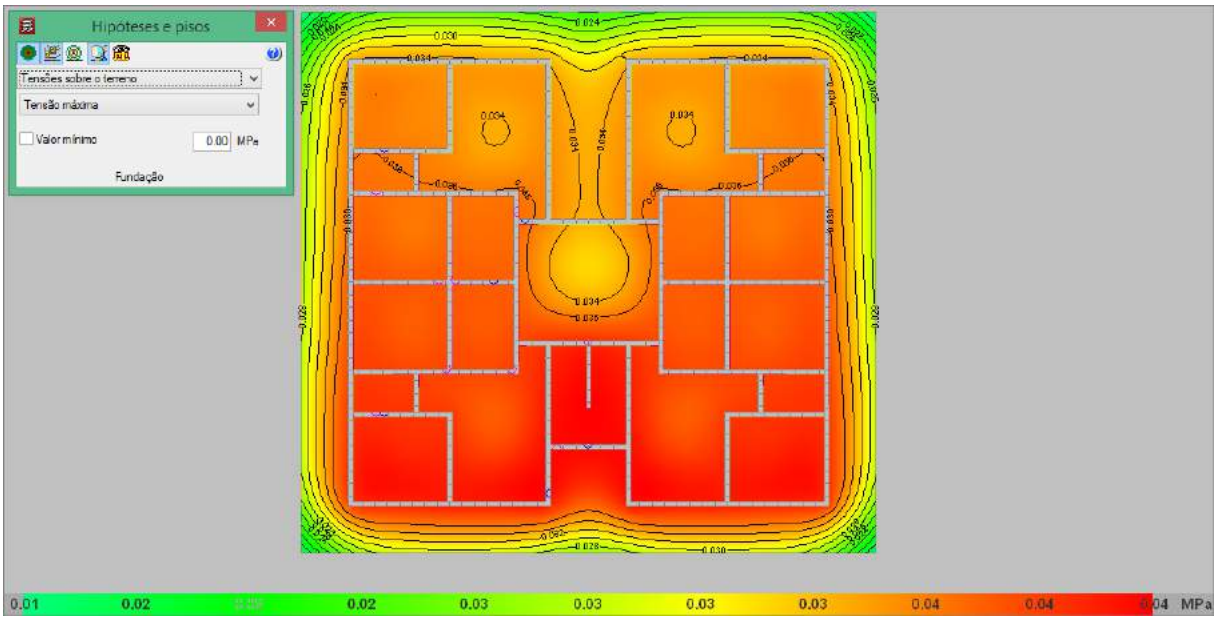
Fonte: CYPECAD

Figura 6.22: Tensão Máxima sobre o Terreno – 4 Pavimento – Kv 5735 kN/m³



Fonte: CYPECAD

Figura 6.23: Tensão Máxima sobre o Terreno – Completo – Kv 5735 kN/m³



Fonte: CYPECAD

ANÁLISE DOS RECALQUE AO LONGO DA CONSTRUÇÃO

Os recalques máximos e mínimos durante as fases de evolução da construção (Fig. 6.18) são apresentados na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Recalques máximo e mínimo

Recalques - Kv = 5735 kN/m³			
Pavimentos	Wmin.	Wmáx.	L mínimo p/
	mm	mm	β ≤ 1/300
Completo	2,44	7,16	1,42 m
4 Pavimentos	2,45	6,62	1,25 m
3 Pavimentos	2,2	5,48	0,98 m
2 Pavimentos	1,94	4,34	0,72 m
1 avimento	1,67	3,18	0,45 m

Fonte: o Autor

Conforme a NBR 6122-2010, o radier em estudo atende ao Estado Limite de Serviço (ELS), como mencionado no item 3.4, tanto em relação aos limites do recalque total máximo ($\rho max \leq 40mm$) quanto em relação a limitação dos recalques diferenciais.

CONCLUSÃO

O presente trabalho se propôs a apresentar um estudo de uma fundação em Radier com a função de apoiar um edifício de 4 pavimentos em alvenaria estrutural sobre um solo de baixa resistência.

A escolha da fundação em Radier se justifica devido à baixa resistência do solo, caracterizado pela sondagem tipo SPT, nas camadas mais superficiais. Isto se verifica quando observamos que uma fundação tipo Sapata Corrida, se fosse escolhida, ocuparia mais de 50% da área de projeção do edifício.

Este estudo foi feito levando em consideração que as fundações são elementos deslocáveis, que sobre a ação da estrutura, transmitem as suas cargas ao solo provocando a este deformações (recalques), contrapondo-se ao caso clássico e usual de considerar a estrutura apoiada sobre apoios rígidos.

Os recalques foram obtidos de maneira semi-empírica, considerando a estratificação do solo, através da Teoria da Elasticidade para as camadas de argila e do método de Burland e Burbidege para as camadas de solo arenoso.

Para que o comportamento da fundação fosse o mais realista possível, foi considera a interação solo-estrutura (ISE) para análise dos recalques e da distribuição das tensões no solo. Nesse processo foi empregado na modelagem do edifício e da fundação, nas diversas etapas da construção, o programa CYPECAD, que usa no seu processamento a discretização das alvenarias estruturais pelo processo de elementos finitos, sendo o radier representado por uma malha de barras com no máximo 25cm, com os nós dessas malha apoiados em molas baseadas no modelo de Winkler.

Foi aplicado inicialmente para as molas um coeficiente de reação vertical Kv (Coeficiente de Mola) usando o método geotécnico e admitindo a estrutura indeslocável. Nesse primeiro processamento verificou-se que para as mesmas tensões aplicadas nos nós uma diferença entorno de 83% dos recalques apresentados pelo CYPECAD e os determinados pelo processo geotécnico.
Nesse estudo só conseguimos convergir ao coeficiente de mola que representasse a interação solo-estrutura nos segundo e terceiro processamento, onde a diferença entre os recalques obtidos pelo CYPECAD e os calculados pelo processo geotécnico tenderam a zero.

Foi notado também um reagrupamento das tensões nos nós entre o primeiro e segundo processamento, comprovando assim que a deformação dos solos provoca uma redistribuição dos esforços na estrutura.

É observado também que entre a primeira interação, onde o Kv usado foi determinado considerando a fundação indeslocável, e as demais interações há uma redução no consumo de aço no radier na ordem de 10%.

Por fim para estrutura analisada, considerando a ISE, o solo teve no seu estado limite ultimo (ELU), aferido pela sua tensão admissível, e no seu estado limite de serviço (ELS) comparado aos recalques e distorções limites, resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

ANTONIAZZI, J. P. **Interação solo-estrutura de edifícios com fundações superficiais**. Dissertação (Mestrado). Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2011, 139p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122:2010. Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2014. Projeto de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120:1980. Cargas para o cálculo das edificações**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:1988. Forças Devidas ao Vento em Edificações**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). **NBR 8681:2003. Ações e segurança nas estruturas - Procedimento**. Rio de Janeiro

CINTRA, JOSÉ CARLOS A. ; AOKI, Nelson; ALBIERO, José Henrique (2011) . **"Fundações Diretas: Projeto Geotécnico"**. São Paulo – Oficina Textos.

KRAHL, P. A. ; SOUZA, Rafael Alves de ; VANDERLEI, R. D. ; REIS, J. H. C. . **Estudo da influência da interação solo-estrutura no dimensionamento de radier**. In: Seminário de Engenharia Civil - UEM, 2011, Maringá. Anais do Seminário de Engenharia Civil, 2011. v. v.1. p. 1-12.

MEYERHOF, G. G. **Some recent foundation research and its application to design**. The Structural Engineer, v. 31, p. 151-167,1953.

NILSON, A.H. ; DARWIN, D. ; DOLAN, C.W. **Design of concrete structures**. 14ª ed., McGraw Hill Higher Education, 2010, 795p.

VARGAS, M. (1977). **"Introdução à Mecânica dos Solos"**. Volume Único, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHULTZE, E. **Druckverteilung und Setzungen.** Grundbau - Taschenbuch, Band 1, 2. Auflage, Berlin: W. Ernst und Sohn, 1966.

Floculação da biomassa da *lagerheimia longiseta* para fins energéticos.

Flocculation of biomass for energy purposes lagerheimia longiseta.

Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos [1]; Edivaldo Galdino Ferreira [2];Manoel Barbosa Dantas [3];Clediana Dantas Calixto [4], Marco Aurélio Rodrigues de Melo [5].
[1]giuseppecv@gmail.com,[2]edivaldogaldino@gmail.com,[3]manoel.dantas@ifpb.edu.br,[5]marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com, [5]. [1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [2]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA; [3]Instituto Federal da Paraíba; [4]Universidade Federal da Paraíba, [5]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP.

Resumo

Com o aumento da população e consequentemente o avanço de novas tecnologias, tem-se uma nova visão de um futuro sustentável, dessas formas alternativas vem sendo estudadas para que a diminuição de gases poluentes lançados a atmosfera seja inferior aos dos tempos atuais. Com isso, a extração de matérias primas não poluentes vem sendo uma fonte de pesquisa relativamente estudada e uma delas é a separação da biomassa através de microalgas, visando a produção de biodiesel. A utilização desse procedimento requer experimentos para que se tenha um bom rendimento, pois apesar de ser uma técnica viável seu estudo deve ser testado em diversas microalgas, pois cada espécie tem suas vantagens e desvantagens em relação ao rendimento da biomassa. Para se chegar ao final do procedimento são utilizadas várias técnicas e uma delas é a floculação, onde floculantes naturais, sintéticos e técnicas inovadoras são testados e ao termino do processo sua eficiência é medida. Ao final deste trabalho o floculante com melhor eficiência foi o natural, a *Moringa oleífera*, seguido do sintético Cloreto Férrico ($FeCl_3$) e posterior a técnica de Eletrofloculaçao com um menor rendimento em relação aos demais.

Palavras-chaves: microalga, floculantes, eficiência e biodiesel.

Abstract

With increasing population and consequently the advancement of new technologies, there is a new vision of a sustainable future, this alternative form is being studied for the reduction of greenhouse gases released to the atmosphere is less than the current time. Thus, the extraction of raw materials clean has been a source of relatively research study and one of them is the separation of biomass through microalgae, aiming at the production of biodiesel. The use of this procedure requires experiments in order to have a good income, because despite being a viable technique their study should be tested in a number of microalgae, as each species has its advantages and disadvantages compared to the yield of biomass. To get to the end of the procedure are used several techniques and one is flocculation, where natural flocculants, synthetic and innovative techniques are tested and the end of the process efficiency is measured. At the end of this work the flocculant with better efficiency was the natural, *Moringa oleifera* to, followed by ferric chloride synthetic ($FeCl_3$) and further the Eletrofloculação technique with a lower yield than the other.

Keywords: microalgae, flocculants, efficiency and biodiesel.

INTRODUÇÃO

A biomassa energética é um recurso renovável substancial, utilizada na produção de biocombustíveis solido, gasoso e líquido, de interesse simplesmente doméstico e/ou comercial. Neste caso várias espécies vegetais apresentam características especificas para produção de combustível e dentre estes, a biomassa de microalgas vem sendo extensamente divulgado como uma espécie potencial para produção de biocombustível líquido. As microalgas são seres fotossintetizantes, com a capacidade de transformar a energia luminosa em energia química concentrada nas ligações que formam carboidratos, lipídios e proteínas. Indicam grande eficiência fotossintética e são ótimas fixadoras de dióxido de carbono (CO_2) (ERENO, 2014).

Numerosas são as suas funções, visto que são seres universais em sistemas aquáticos, envolvendo enorme diversidade de formas e funções ecológicas. De forma geral, apresentam elevadas taxas de crescimento, condição que proporciona alta produção de biomassa em intervalos de tempo curtos.

Algumas das vantagens das microalgas são a capacidade de duplicar sua biomassa em um período de 24 horas (CHISTI, 2008) e possuir teor lipídico entre 20% e 50% da biomassa seca (SPOLAORE et al., 2006; CHISTI, 2007), sendo que o acúmulo de lipídios ocorre normalmente nas microalgas quando há a depleção de algum nutriente do meio de cultura (BRENNAN; OWENDE, 2010).

Com isso conseguem crescer e se desenvolver em condições extremas, facilitando os cultivos em áreas impróprias, sobrevivendo em reservas de águas salobras e até mesmos em esgotos domésticos, industriais e agrícolas (CONVERTI et al., 2009; COSTA; MORAIS, 2011). As microalgas prendem sem nenhum problema o CO_2, podendo assim colaborar com o desenvolvimento dos cultivos e a biofixação deste gás (COSTA; MORAIS, 2011).

Lembrando que a biomassa das microalgas pode ser usada para produzir ração na/ouimal, alimento suplementar humano, tratamento de águas residuais, e os biocombustíveis que são as principais tecnologias para minimizar os impactos ambientais, onde neste caso faz-se necessário a utilização de floculantes naturais e não tóxicos (NYAMIEN, 1999).

O biodiesel gerado através de óleos microalgais na teoria é viável. No entanto, na prática não é comercializado, apesar de um cenário futuro promissor. Desta maneira, a produção de biodiesel a partir de microalgas, enfrentam barreiras, sendo uma delas a viabilidade econômica (OLGUIN, 2012).

A exclusão da dependência de combustíveis fosse e a preservação da sustentabilidade ambiental exige uma moderação substancial do custo de geração do biodiesel microalgal para a concorrência com o diesel.

A divisão da biomassa das culturas é imprescindível, e múltiplos processos são utilizados, onde os principais são: filtração, sedimentação, flotação, centrifugação e floculação (GRIMA et al. 2003; BRENNAN; OWENDE, 2010; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ; BALLESTEROS, 2012). Tanto para a produção de biodiesel, quanto para a extração de compostos de elevado valor comercial, a seleção do modo de separação da biomassa é dependente das características das microalgas e do destino da biomassa separada, e deve ser simples, rápido e eficiente, para que o maior número de microalgas seja utilizado com o mínimo possível de energia e reagentes químicos, minimizando, dessa forma, o custo do processo.

A floculação é uma técnica para aumentar o tamanho dos agregados de células, que tendem a depositá-los posteriormente por gravidade, facilitando a sua separação do meio onde se encontram. Usualmente é adicionado um composto ao meio (o floculante) que perturba a estabilidade das partículas em suspensão, incluindo os microorganismos, levando a que estas se agreguem (SUALI & SARBATLHY, 2012).

Na separação por floculação são utilizados agentes floculantes polieletrólitos, que podem ser naturais (como a moringa) ou sintéticos (cloreto férrico, por exemplo). Os floculantes agem neutralizando ou reduzindo a carga superficial das células microalgas (predominantemente negativa), fazendo com que estas se aglutinem em grandes flocos (GRIMA et al., 2003; BRENNAN; OWENDE, 2010; BANERJEE et al., 2012). A floculação permite atingir eficiência de colheita superior a 90% e densidades de biomassa da ordem dos 15 g/l (PIRES et al., 2012). Necessariamente os floculantes devem ser de baixo custo e eficazes em baixa concentração, além de não prejudicarem o posterior processamento e uso da biomassa (GRIMA et al., 2003; BORGES et al., 2011).

A moringa pode ser utilizada como matriz para biodiesel no semiárido nordestino. É uma arvore de regiões semiáridas ou úmidas, trata-se de uma espécie de crescimento rápido e que se desenvolve bem em solos pobres, sendo pouco afetada pela seca, e é originaria de regiões da África, Ásia e América do Sul (SILVA, 2012).

Não há necessidade de nenhum tratamento prévio. A planta requer poucos tratos culturais e cresce rapidamente até uma altura de 4m no primeiro ano. Em condições favoráveis, uma única planta pode produzir de 50 a 70 kg de frutos/ano (RAMOS, 2010).

Nesse sentido, os coagulantes naturais, vêm sendo estudados como alternativa ao uso dos sais tradicionalmente utilizados. Esses coagulantes são representados por compostos constituídos de grandes cadeias moleculares, dotados de sítios com cargas positivas ou negativas, tendo demonstrado vantagens em relação aos coagulantes químicos, especificamente em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodos residuais (BORBA, 2001).

A eletrocoagulação, ou eletrofloculação fundamenta-se no princípio do transporte de partículas eletricamente carregadas, num campo elétrico. Uma vez que as microalgas exibem carga negativa, são atraídas para o ânodo. Quando o atingem, perdem a sua carga e formam agregados de algas, com a produção de hidrogênio e oxigênio gasoso através da eletrólise da água. Posteriormente, as bolhas de oxigénio produzidas sobem à superfície trazendo consigo agregados e flocos de algas, que podem ser facilmente recolhidos (POELMAN et al., 1997).

As principais vantagens dos processos eletroquímicos aplicados a separação da biomassa das microalgas, são a operação e a automação facilitadas e a utilização do elétron como reagente, fornecendo uma alternativa promissora aos métodos tradicionalmente utilizados (FORNAZARI et al., 2009).

Esse é um processo simples de controlar e pode ser facilmente introduzida a escala comercial. Sendo uma técnica viável para investimento e de baixo consumo energético. Ganhando assim espaço entre técnicas amplamente utilizadas como, a centrifugação, a flotação e a sedimentação com floculantes (GAO *et al.*, 2010).

Este trabalho visa analisar o floculante sintético cloreto férrico, e o floculante natural *Moringa oleifera*, bem como a eletrofloculação, pretendendo examinar a eficiência desses procedimentos através da separação da biomassa.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Espécie da microalga

Neste trabalho foi utilizada a espécie *Lagerheimia longiseta* obtida da coleção de culturas de microalgas da Universidade Federal da Paraíba/Laboratório de Ambientes Recifais e Biotecnologia de Microalgas (LARBIM).

2.2 Ensaios de floculação da microalga

A biomassa da microalga foi separada do meio de cultivo a partir de ensaios de floculação, onde utilizou-se o floculante sintético (cloreto férrico PA), o floculante natural (sementes de *Moringa oleifera*), e eletrofloculação com a utilização de eletrodos de grafite.

Os ensaios foram realizados com a utilização de cinco concentrações distintas de cada floculante de acordo com metodologia adaptada de CHEN et al. (2013). O floculante sintético foi adicionado à cultura microalgal nas concentrações de 0,06; 0,08; 0,1; 0,15 e 0,2 g L^{-1} para o cloreto férrico. Essa adição foi realizada a partir de soluções estoques dos reagentes e adição de água destilada.

Para os testes com a *Moringa oleifera* inicialmente triturou-se suas sementes, e o pó obtido foi adicionado à microalga nas concentrações de 0,05; 0,1; 0,5; 1,0 e 1,5 g L^{-1} (TEIXEIRA et al., 2012). A mistura foi mantida sob agitação por 20 minutos em uma mesa agitadora, e após este período procedeu-se a imediata transferência do material para tubos de ensaio para acompanhamento da sedimentação.

O processo de sedimentação da biomassa das microalgas foi realizado em tubos de ensaio com volume de 50 mL, de diâmetro e comprimento igualitário a fim de que as condições da geometria do recipiente de repouso não interferissem na interpretação dos resultados (MORCELI, 2011).

Um volume idêntico, de 44 mL de cultivo foi adicionado aos tubos de ensaio, com posterior adição de água destilada e solução estoque do agente floculante perfazendo um volume final de 45 mL para todas as amostras. Após esta adição os tubos foram agitados vigorosamente em um vortex e então colocados para sedimentação, com a demarcação do tempo zero.

Para todos os ensaios, amostras controles contendo 44 mL de cultivo em suspensão e 1 mL de água destilada foram montados para acompanhamento da sedimentação natural das microalgas sem a adição de agentes coagulantes para efeito de comparação.

Foram também preparados brancos para cada amostra, pois a adição de alguns floculantes, como o cloreto férrico e a moringa, geram alterações na absorbância das amostras mesmo em baixas concentrações, devido à distinção na coloração ou quantidade de material disperso. Assim, a comparação com o controle, onde não se verifica esta alteração devido à ausência do floculante não seria justificável e não levaria a resultados corretos quanto à eficiência da aplicação do floculante. Esses brancos foram preparados com a adição da solução estoque de cada floculante em volume idêntico ao utilizado para as amostras no meio de cultivo sem a presença da microalga.

O acompanhamento do processo de sedimentação com a adição dos agentes coagulantes foi realizado por medidas de densidade óptica a 750 nm em espectrofotômetro, sendo as medidas realizadas ao longo de 120 minutos com coletas fixas a cada 30 minutos. A coleta dos volumes a serem transferidos para cubetas e analisadas no espectrofotômetro foi realizada com pipetas, sendo o ponto de coleta padronizado na metade da altura dos tubos de ensaio. Todos os ensaios foram realizados em duplicatas.

Para o teste de eletrofloculação foi utilizado um béquer como cuba eletrolítica e como eletrodos foram utilizados grafites, com medidas de 4 milímetros em cada polo. Como gerador de eletricidade utilizou-se uma fonte de corrente contínua, com voltagem de 28V. No ensaio foi utilizado um volume de suspensão microalgal de 150 mL que foi submetido a esse processo de eletrolítico por 120 minutos. Sendo coletadas amostras para avaliação da eficiência do processo a cada 30 minutos de análise nas mesmas condições descritas anteriormente. Para efeito comparativo foi feito um controle com o mesmo volume e tempo de análise.

A eficiência de floculação para todos os agentes testados foi calculada a partir da seguinte equação (PAPAZI et al., 2010):

$$\text{Eficiência da floculação (\%)} = \left(1 - \frac{A-B}{C-D}\right) x\ 100 \qquad \text{Eq. 2}$$

Onde, A = densidade óptica da amostra; B = densidade óptica do branco da amostra; C = densidade óptica do controle; D = densidade óptica da água.

2.4 Quantificação dos pigmentos da microalga

Para avaliação de possíveis efeitos de agentes floculantes nos pigmentos fotossintéticos das microalgas, realizou-se a quantificação de clorofila e carotenóides totais na biomassa da microalga após floculação.

Inicialmente, sedimentou-se a microalga na concentração e tempo de cada floculante que promoveu a maior eficiência na floculação. Decorrido o tempo de sedimentação de cada amostra, um volume fixo das mesmas foram filtradas a vácuo com filtro de fibra de vidro, sendo esses filtros transferidos para tubos de vidro e macerados com acetona 90% para extração dos pigmentos. Para uma extração efetiva, esses tubos foram deixados em repouso por 24 h no escuro a - 4 °C. Seguidamente as amostras foram centrifugadas e o sobrenadante foi analisado em espectrofotômetro, conforme procedimentos de Strickland & Parsons (1968).

$$\text{Clorofila a: } (\mu g\ L^{-1}) = 26{,}73 \text{ x } [(A_{664nm} - A_{750nm}) - (A_{664anm} - A_{750anm})] \text{ x } v/(Vxc)$$

Eq. 3

Onde, v = volume de acetona utilizado para extrair os pigmentos (L); V = volume filtrado de cultivo; c = caminho óptico da cubeta (cm); A = absorvância; a = comprimento de onda após adição de ácido.

$$\text{Feofitina a: } (\mu g\ L\text{-}1) = 26{,}73 \times [1{,}8 \times (A_{664anm} - A_{750anm}) - (A_{664nm} - A_{750nm})] \times v/(V \times c)$$
Eq. 4

$$\text{Clorofila a: } (\mu g.L\text{-}1) = [11{,}85 \times A_{664nm} - 1{,}54 \times A_{647nm} - 0{,}08 \times A_{630nm}] \times v/(V \times c)$$
Eq. 5

$$\text{Clorofila b: } (\mu g.L\text{-}1) = [21{,}03 \times A_{647nm} - 5{,}43 \times A_{664nm} - 2{,}66 \times A_{630nm}] \times v/(V \times c)$$
Eq.6

$$\text{Carotenóides totais: } (\mu g.L\text{-}1) = 7{,}6 \times A_{480nm} - (3{,}0 \times A_{750nm}) - 1{,}49 \times A_{510anm} - (2{,}0 \times A_{750nm})] \times v/(V \times c)$$
Eq. 7

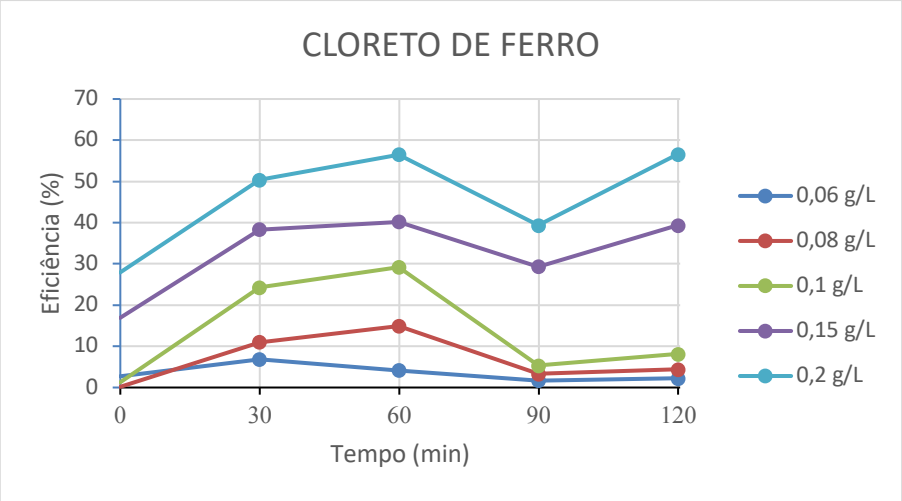
Onde, v = volume de acetona utilizado para extrair os pigmentos (L); V = volume filtrado de cultivo; c = caminho óptico da cubeta (cm); A = absorvância; a = comprimento de onda após adição de ácido.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Floculante Sintético

Com relação à eficiência do floculante sintético nas concentrações: cloreto férrico PA ($FeCl_3$) 0,06; 0,08; 0,1; 0,15; 0,2, foi estabelecido um gráfico onde observou-se a variação do respectivo floculante.

Gráfico 1 – Eficiência do Cloreto de Ferro.



De acordo com o Gráfico 1, o cloreto férrico, demonstrou uma eficiência elevada na concentração de 0,2 g/L com o percentual de 56,6% e no resultado obtido não houve mudança de coloração da biomassa, Figura 1.

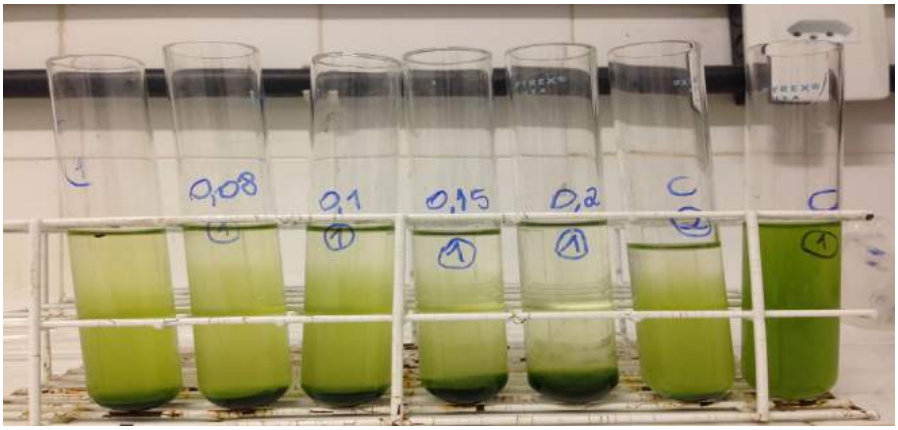


Figura 1– Floculante Cloreto de Ferro.

Segundo Allan Valcareggi Morcelli (2011) o floculante cloreto férrico mostrou uma eficiência de 78% na concentração de 0,5. No entanto, verificou-se uma imediata mudança na coloração da biomassa.

O reagente químico Cloreto Férrico é fabricado e empregado de uma maneira bastante simples, onde atua principalmente na área ambiental. Sendo usado em tratamento de águas, afluentes e efluentes. É apresentado como uma solução aquosa de caráter ácido e coloração castanho-escura. Também atua como coagulante, desestrutura as partículas de sólidos e impurezas chamadas colóides, suspensas nas águas que não se separam naturalmente. Sob a ação do $FeCl_3$, esses colóides se aglutinam e aderem aos flocos do composto de ferro formado, purificando a água (DIPA, 2012).

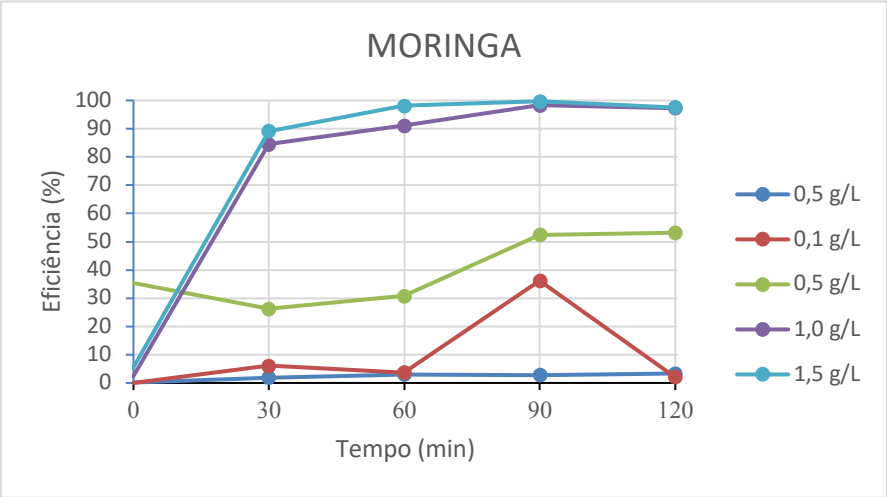
A demanda crescente de águas potáveis faz com que a depuração natural seja insuficiente ou demorada. A floculação com Cloreto Férrico é uma etapa-chave na potabilização, eliminando partículas em suspensão e diminuindo a demanda química de oxigênio (DQO), com a remoção de metais pesados e microorganismos indesejáveis. E para manter a qualidade e a higiene das águas de piscinas, é necessária a eliminação de impurezas trazidas pelos banhistas. A combinação dos tratamentos por floculação (com Cloreto Férrico) e cloração (com Hipoclorito de Sódio) atende a essa exigência, além de eliminar a turbidez da água (LIBÂNIO *et al*, 2013).

Diferente de outros agentes coagulantes, o Cloreto Férrico atua como agente de oxidação, através dos íons de ferro trivalentes, que reagem com diversos metais, podendo ser utilizado em: fabricação de circuitos impressos, rotogravura, polimento químico de metais finos, bijuterias a partir de bronze e latão.

5.2 Floculante Natural

No que se refere à eficiência do floculante natural nas concentrações: *Moringa oleifera* 0,05; 0,1; 0,5; 1,0; 1,5, foi definido um gráfico onde constatou-se a variação do respectivo floculante.

Gráfico 3 – Eficiência da *Moringa.*



Fonte: Autores, 2015.

Segundo Gráfico 3, a *Moringa oleifera* foi o coagulante que apresentou melhores valores de eficiência, sendo estes alcançando 99% para a concentração de 1,5 g/L ao final de 90 minutos de experimento. O acréscimo deste floculante as microalgas não gerou nenhuma mudança considerável na cor de sua biomassa e na absorbância lida, Figura 3.

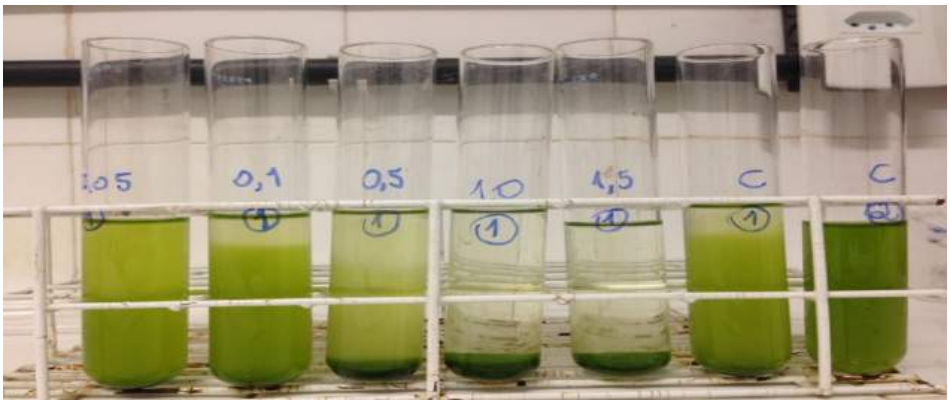


Figura 3 – Floculante *Moringa.*

Com a possibilidade de exploração de floculantes natuais para um desenvolvimento sustentável e geração de renda, como lavouras de *Moringa oleífera.* Devendo ser plantada entre altitudes desde o nível do mar até 1.400 metros. Ela pode ser plantada em quase todos tipos de solos menos naqueles onde há possibilidade de que o terreno fique encharcado. Há registro de que a mesma também sobrevive em temperaturas que variam de -1 a 3°C a 38 a 48°C. As sementes da planta podem entrar em fase de germinação em até 9 dias após sua plantação, dependendo das condições (RIBEIRO *et al*, 2013).

As sementes de *Moringa oleifera* demonstraram ser um ótimo agente floculante para biomassa da microalga *Lagerheimia Longiseta*, sendo superior ao floculante Cloreto Férrico ($FeCl_3$), na sua eficiência. O experimento com Cloreto Férrico obteve uma eficiência de 56%, já as análises com a *Moringa oleífera* alcançou uma porcentagem de 99%. Entretanto, além da boa eficiência as sementes de Moringa, em comparação com Cloreto Férrico ($FeCl_3$), apresenta baixa toxicidade, não apresenta problemas de corrosão e produzem menor volume de lodo.

Destaca-se que a moringa é um vegetal de inúmeros usos, também possui alto valor nutricional e usos medicinais, beneficiando o uso sustentável da espécie. SILVA (2012) afirma que a moringa tem sido plantada em várias partes do mundo e tem sido utilizada em programas de nutrição adequada para a população rural de regiões áridas. O seu consumo como suplemento nutricional é significativo, pois possui grandes quantidades de vitaminas A, B e C, cálcio, ferro e proteínas, podendo gerar benefícios financeiros e sociais para a população dos países em

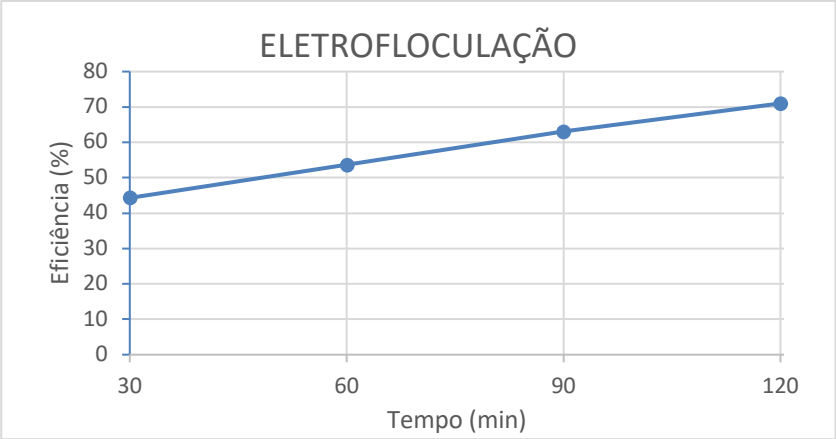
que ocorre seu cultivo, favorecido pelo rápido crescimento e pela alta tolerância a diferentes condições climáticas. Suas folhas e flores são fonte de proteínas com perfil de aminoácidos adequado a alimentação humana, enquanto as vargens imaturas apresentam um alto conteúdo de fibras e baixo teor de lipídios.

Dessa forma a *Moringa oleífera* também apresenta potenciais medicinais. Silva (2012*)* identificou, na literatura, relatos das propriedades medicinais de várias partes da planta (raiz, folha, casca, semente, fruto e flor), tais como anti-inflamatória, antioxidante, hepatoprotetora e diurética.

5.3 Eletrofloculação

Os ensaios de eletrofloculação têm sido reportados como de elevada eficiência na remoção de microalgas do meio. O resultado obtido da eletrocoagulação em fluxo contínuo efetuado com eletrodos de grafite, está exposto abaixo.

Gráfico 5 – Eficiência da Eletrofloculação.



Desta forma os resultados do Gráfico 5 apontam que a eletrofloculação apresentou-se eficiente na remoção de células, cor e turbidez, chegando atingir remoções de 71% no tempo de 120 minutos, certificando na figura 5 abaixo.

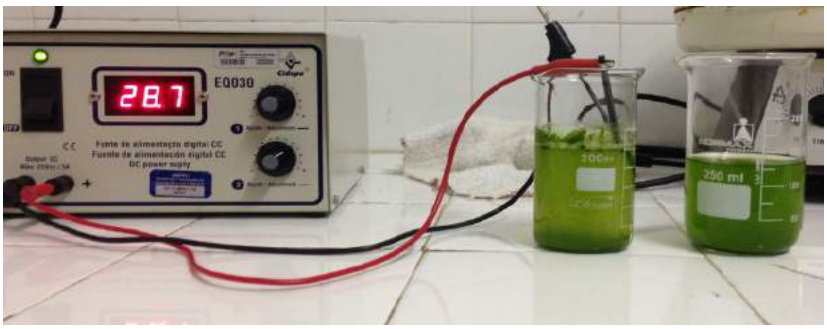


Figura 5 – Eletrofloculação.

De acordo com Borba (2010) a técnica da Eletro-floculação (EF) tem despertado bastante interesse devido à sua simplicidade de operação e aplicação em diversas matrizes. Recentemente tem sido investigadas perspectivas e possibilidades da utilização da EF no tratamento de efluentes industriais. A presença de complexos de grafite em solução aquosa confere uma característica gelatinosa ao meio. Esses complexos são responsáveis por remover contaminantes, pelo fato de adsorverem-se às partículas, originando coágulos maiores (flocos).

Tal método, consiste em vantagens, como por exemplo, a seleção apropriada do material do eletrodo e das condições da solução permite obter bons resultados para processos de separação; requer equipamento simples e de fácil operação, onde a corrente e o potencial aplicado, podem ser medidos e controlados de maneira automatizada; remove as partículas coloidais menores, pois o campo elétrico aplicado promove mais rapidamente o contato entre elas, facilitando a coagulação. Tendo também as suas desvantagens: a aplicação de cargas elevadas de corrente

pode gerar grandes quantidades de resíduos metálicos oriundos da oxidação do eletrodo e apresentar coloração na amostra; o uso da eletricidade pode ser caro em alguns lugares, podendo não ser tão viável (GERALDINO, 2014).

5.4 Pigmentos (Clorofila e Caratenóides)

Todas as algas dispõem de um ou mais tipos de clorofila. A clorofila "a" é o fundamental pigmento fotossintético em todas as algas. As clorofilas são cerca de 0,5 a 1,5% do peso seco das microalgas. São empregadas na indústria farmacêutica, devido á sua atividade "quelante", ou seja, são substâncias que retiram os ions metálicos formando quelatos e assim vão sendo eliminados pelo organismo, tornando a clorofila devidamente adequada para ser aplicada em pomada, tendo inúmeros benefícios farmacêuticos, principalmente na melhoria do fígado e úlcera, podendo ainda ser utilizada como alimento e corante (GOUVEIA et al., 2008).

Os carotenoides funcionam nas microalgas principalmente como agentes fotoprotectores e como pigmento acessório, cuidando assim do aparelho fotossintético contra adversidades causadas pela luz solar. Diversas microalgas podem começar a sintetizar carotenoides, em contra partida a vários condicionantes ambientais e culturais (luz, temperatura, sais e nutrientes), no qual a alga para o seu crescimento muda drasticamente o seu metabolismo de síntese, reunindo carotenoides secundários como uma adaptação a ambientes severos (CARDOZO et al., 2007).

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados é perceptível que os floculantes utilizados obtiveram grandes variações em suas eficiências;

Sendo notório a *Moringa oleifera* atingindo o valor de 99,724% na concentração de 1,5 g/L, com melhor desempenho em relação aos demais;

Desta forma, este floculante não causou alterações visíveis de cor ou alterações mensuráveis de turbidez mediante sua aplicação.

Sugere-se para trabalhos futuros realizar este tipo de experimento, a fim de verificar a melhor condição para coagulação visando um maior investimento em fontes renováveis, como a extração de biodiesel através de microalgas.

REFERÊNCIAS

PACHECO, F. **Conjuntura e Planejamento**, Salvador: SEI, 149, p.4-11, **2006**.

CRUZ, R.V.A. **Estudo da utilização de microalgas e cianobactérias para a fixação de dióxido de carbono e produção de matérias primas de interesse industrial**. 2011. 160 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, **2011**.

NYAMIEN, Y.S. **Biotecnologia de cultivo de microalga: pré-requisito para um desenvolvimento sustentável**. Dissertação (Mestrado).UFC, (**1999**), 105p.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. **Biotechnology Advances,** v. 25, n. 3, p. 294-306, 2007.

CHISTI, Y. **Biodiesel from microalgae beats bioethanol**. Trends in Biotechnology**,** v. 26, n. 3, p. 126-131, **2008**.

BRENNAN, L.; OWENDE, P. **Biofuels from microalgae – A review of Technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products**. Renewable E Sustainable Energy Reviews, v. 14, n. 2, p. 557-577, **2010**.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, C.; BALLESTEROS, M. **Linking microalgae and cyanobacteria culture conditions and key-enzymes for carbohydrate accumulation**. Biotechnology Advances**,** v. 30, n. 6, p. 1655-1661, **2012**.

GRIMA, E. M.; BELARBI, E. H.; FERNANDEZ, F. G. A.; MEDINA, A. R.; CHISTI, Y. **Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics**. Biotechnology Advances**,** v. 20, n. 7-8, p. 491-515, **2003**.

OLGUIN, E. J. **Dual purpose microalgae-bacteria-based systems that treat wastewater and produce biodiesel and chemical products within a Biorefinery**. Biotechnology Advances**,** v. 30, n. 5, p. 1031-1046, **2012**.

SUALI E. & SARBATLY, R. (**2012**); **Conversion of microalgae to biofuel**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 4316-4342.

PIRES, J.C., ALVIM-FERRAZ, M.C., MARTINS, F.G. e SIMÓES, M. (**2012**). **Carbon dioxide capture from flue gases using microalgae**: Engineering aspects and biorefinery concept, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 3043-3053.

POELMAN, E., De PAUW N. e JEURISSEN, B. (**1997**); **Potential of electrolytic flocculation for recovery of micro-algae**. Resources, Conservation and Recycling, 19: 1-10.

FORNAZARI, A. L. T.; MALPASS, G. R. P.; MIWA, D. W.; MOTHEO, A. J. **Aplicação da degradação eletroquímica de efluentes composto por misturas de fenolformaldeído**. International Workshop Advances in Cleaner Production, **2009**, São Paulo. p.10.

BORBA, L. R. **Viabilidade do uso da moringa oleifera lam no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades**. **2001**. 92 Dissertação (Mestrado). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

GAO, S; DU, M; TIAN, J; YANG, J; YANG, J; MA, F. e NAN J. (**2010**); **Effects of chloride ions on electrocoagulation-flotation process with aluminium electrodes for algae removal**, Journal of Hazardous Materials, 182: 827-834

GOUVEIA, L; BATISTA, A. P; SOUSA, I; RAYMUNDO, A. e BANDARRA, N. M., **2008**. **Microalgae in Novel Food Products. Food Chemistry**. Reserch Developments. 2, 1-37.

CARDOZO, K. H. M; GUARANTINI, T; BARROS, M. P; FALCÃO, V. R; TONON, A. P; LOPES, N. P; CAMPOS, S;
TORRES, M. A; SOUZA, A. O; COLEPICOLO, P. e PINTO, E. **2007**. **Comparative Biochemistry and Physiology**. 46, 60–78.

SILVA, B. C. da. **Usos potenciais de Moringa oleifera Lam., uma matriz para produção de biodiesel e tratamento de água no semiárido nordestino**, **2012**.

SANTANA, C. R. et al. **Caracterização físico-química da Moringa (Moringa oleifera Lam)**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 55-60, **2010**.

CHEN, C; WANG, W; WANG, J. W. **Optimal conditions of different flocculation methods for harvesting Scenedesmus sp. cultivated in an open-pond system, Bioresour**. Technol. 133 (**2013**) 9–15.

TEIXEIRA, C. M. L. L; KIRSTEN, F. V; TEIXEIRA, P. C. N. **Evaluation of Moringa oleifera seed flour as a flocculating agent for potential biodiesel producer microalgae**. J. Appl. Phycol. 24, 557-563. **2012.**

MORCELLI, A. L. **Estudo da eficiência de diferentes agentes coagulantes na sedimentação de microalgas cultivadas em fotobioreatores**, **2011**. Trabalho de Conclusão de curso. Departamento de Engenharia química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PAPAZI, A.; MAKRIDIS, P.; DIVANACH, P. **Harvesting *Chlorella minutissima* using cell coagulants**. Journal of Applied Phycology, v. 22, n. 3, p. 349-355, **2010**.

DISTRIBUIDORA INDUSTRIAL PARANAENSE. Especificação técnica. Curitiba: Ed. DIPA, **2012**.

RIBEIRO, A; MARQUES, N; SALVI, J. **Cultivo da Moringa Oleífera**. Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA, Julho, **2013**.

LIBÂNIO, M; PEREIRA, Mota, M; VORCARO, B. M. **Avaliação do Emprego de Sulfato de Alumínio e do Cloreto Férrico na coagulação de águas naturais de turbidez média e cor elevada**. 19° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte/MG, 2013.

BORBA, F. H. **Avaliação da Eficiência da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes de indústrias de subprodutos avícolas**. Paraná, Janeiro/Abril, 2010.

GERALDINO, H. C. L. **Eletrofloculação aplicada ao tratamento de efluente na indústria de laticínio**. Itapetinga/BA, **2014**.

Número de cetano de biodieseis de soja, mamona e suas blendas durante armazenamento

Marco Aurélio Rodrigues de Melo[1]; Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[2]; Willians da Silva Guimarães de Lima[3]; Edivaldo Galdino Ferreira[4], Antonio Gouveia de Souza[5].
[1]marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com, [2]giuseppecv@gmail.com, [3]*williams_guimaraes@hotmail.com,* [4]*edivaldogaldino@gmail.com. [1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [4]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA, [5]Universidade Federal da Paraíba.*

Resumo

O NC demonstra a qualidade de ignição de um combustível, transmite a adequação do combustível para a combustão espontânea quando exposto ao calor e pressão, como acontece num motor diesel sob condições de trabalho. O NC mais favoráveis para combustíveis é em torno de 45 a 50. O ensaio é padronizado pela norma ASTM D-613 e realizada em um motor padrão chamado Cooperative Fuel Research (CFR). A determinação é feita pela comparação das características do combustível em um motor de teste. Por meio de misturas de combustíveis de referência de NC conhecido, nas condições padrões de operação do motor e através de interpolações é possível calcular o NC. Os biodieseis com menor grau de saturação, possuem maiores NC. Os ésteres de ácidos graxos tornam a combustão mais deficiente, retardando o processo de ignição, devido aos componentes altamente insaturados, tais como os ésteres de ácidos linoléicos e linolênicos. Por apresentar em sua composição majoritária ésteres de ácido linoleico, o biodiesel de soja apresenta valor elevado de NC. À medida que se acrescenta biodiesel de mamona ao de soja, ocorre uma diminuição no NC, pelo fato deste biodiesel apresentar éster de ácido ricinoléico, que lhe confere uma maior estabilidade e consequentemente um menor NC. A medida que o tempo de estocagem aumenta, eleva-se o NC.

Abstrat

The NC demonstrates the ignition quality of a fuel, it transmits the suitability of the fuel for spontaneous combustion when exposed to heat and pressure, as in a diesel engine under working conditions. The most fuel-efficient NC is around 45 to 50. The test is standardized by ASTM D-613 and performed on a standard engine called Cooperative Fuel Research (CFR). The determination is made by comparing the characteristics of the fuel in a test engine. By means of mixtures of known reference fuels of NC, under the standard operating conditions of the engine and through interpolations it is possible to calculate the NC. Biodiesel with lower degree of saturation has higher NC. Fatty acid esters render combustion poorer, retarding the ignition process, due to highly unsaturated components such as linoleic and linolenic acid esters. Because it contains linoleic acid esters, soybean biodiesel has a high value of NC. As biodiesel from castor bean is added to that of soybean, a decrease in the NC occurs because the biodiesel presents a ricinoleic acid ester, which gives it a greater stability and, consequently, a lower NC. As the storage time increases, the NC rises.

Introdução

O Brasil desenvolve pesquisas sobre biodiesel há quase meio século e foi um dos pioneiros ao registrar a primeira patente sobre o processo de produção de combustível, em 1980. Pode-se dizer que o País já dispõe de conhecimento tecnológico suficiente para iniciar e impulsionar a produção de biodiesel em escala comercial, embora deva continuar avançando nas pesquisas e testes sobre esse combustível, como aliás se deve avançar em todas as áreas tecnológicas, de forma a ampliar a competitividade do produto. Em resumo, é só usar e aperfeiçoar o que já temos (EMBRAPA, 2010).

No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, o módulo de Desenvolvimento Tecnológico é coordenado pelo MCT, que abrange a constituição da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, cujo escopo é a consolidação de um sistema gerencial de articulação dos diversos setores envolvidos na pesquisa, no desenvolvimento e na produção de biodiesel, permitindo assim a convergência de esforços e otimização de investimentos públicos.

O Brasil explora menos de um terço de sua área agricultável, o que constitui a maior fronteira para expansão agrícola do mundo. O potencial é de cerca de 150 milhões de hectares, sendo 90 milhões referentes às novas fronteiras, e outros 60 referentes às terras de pastagens que podem ser convertidas em exploração agrícola em curto prazo. O Programa Biodiesel visa a utilização apenas de terras inadequadas para o plantio de gêneros alimentícios (GIRÃO, 2011).
O atual nível de produção constitui um grande desafio para o cumprimento das metas estabelecidas no âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, que necessitará de, aproximadamente, 750.000.000 de litros em sua fase inicial. Ou seja, a capacidade produtiva atual supre somente 17% da demanda, considerando a mistura B5. Porém, com a aprovação das usinas cuja solicitação tramita na ANP, a capacidade de produção coincide com a demanda prevista para 2006. Esta capacidade terá que ser triplicada até 2012, com a necessidade de adição de 5% de biodiesel ao petrodiesel (BIODIESELBR, 2009).

O número de cetano (NC) demonstra a qualidade de ignição de um combustível, ou seja, traduz a adequação do combustível para a combustão espontânea quando exposto ao calor e pressão, como acontece num motor diesel sob condições de trabalho (LIMA, 2012; SALDANA et al, 2011).

O NC mais favoráveis para combustíveis é em torno de 45 a 50. Um combustível com NC>60 queima quase que instantaneamente após ser injetada no cilindro, causando danos ao motor, redução de potência e fadiga exagerada nos elementos mecânicos. Já um combustível com NC<30, apresenta dificuldades de inflamação retardando a autoignição, não permitindo bom arranque a frio e provocando a emissão de fumaça em grande quantidade no escape (SZKLO; ULLER, 2008).

O ensaio para determinação do NC é padronizado pela norma ASTM D-613 e realizada em um motor padrão chamado Cooperative Fuel Research (CFR). A determinação é feita pela comparação das características do combustível em um motor de teste. Por meio de misturas de combustíveis de referência de NC conhecido, nas condições padrões de operação do motor e através de interpolações é possível calcular o NC. Esse método apresenta algumas desvantagens: valor elevado do equipamento CFR e altos custos operacionais, consumo elevado de amostras (1L), elevado tempo de ensaio (2 horas), resultados com baixa reprodutibilidade (SOUZA, 2008; GHOSH, 2008).

Metodologia

Os biodieseis foram preparados em escala laboratorial.

O metóxido de potássio foi preparado adicionando 100,0 g de KOH (hidróxido de potássio) em 833,3 mL de metanol anidro para o biodiesel metílico de soja e em outro recipiente 40 g de KOH em 333,3 mL de metanol para o biodiesel de mamona, sob agitação constante, até a total dissolução do reagente.

Em um béquer com capacidade de 10 L, foi introduzido 5,0 kg de óleo de soja e em outro béquer 5,0 Kg de óleo de mamona. Sob agitação adicionou-se o metóxido de potássio nos óleos, e o restante de metanol anidro.

A reação foi realizada em duas horas sob agitação e temperatura ambiente. Ao final do período foram adicionados 500 mL de água para favorecer a separação das fases éster/glicerina e mantido em repouso por 12 h. Para separação das fases. Os biodieseis foram secos em $NaSO_4$ anidro, em temperatura ambiente.

As blendas de biodiesel de soja/mamona foram preparadas variando de 20, 30, 40 e 50% v/v de biodiesel de mamona ao biodiesel de soja, denominadas de M20, M30, M40 e M50.

Os biodieseis metílicos e blendas foram armazenados em recipientes de aço-carbono de 1L tipo AISI 1020, dotados de tampa rosqueada polimérica e de respiro. Monitorizados durante 120 dias, com remoções mensais envolvendo alíquotas de 20% do volume de 1L a cada 30 dias para análises periódicas, com intuito de avaliar a estabilidade oxidativa, lubricidade, número de cetano e propriedades físico, química e fluidodinâmica para as diferentes condições de armazenamento.

As blendas foram preparadas nestas proporções, devido o biodiesel metílico de mamona acima da proporção de 50% não atender às especificações da ANP. Este valor alto é consequência da presença de grupo hidroxila encontrado no ácido ricinolêico. O alto índice de ácido ricinolêico gera um elevado aumento da viscosidade. (CANDEIA et al.,2009).

O IQT – Ingnition Quality Tester da Advanced Engine Technology Ltda determina a qualidade da ignição do biodiesel através da medição direta do atraso de ignição do combustível alimentado através de um bico injetor, em uma câmara de volume constante, com temperatura e pressão controladas automaticamente.

O método ASTM D6980-06 descreve todas as variáveis do ensaio, sendo este método totalmente dedicado ao equipamento IQT, que atualmente já é reconhecido como norma para especificação dos combustíveis diesel e biodiesel no Brasil e no exterior.

Para determinação do número de cetano derivado (NCD) utilizou-se o equipamento IQT. É um ensaio rápido, cerca de 20 minutos e utiliza aproximadamente 100 mL da amostra, previamente filtrada. A amostra é transferida para o reservatório e pressurizada (pressão 50 ± 1 psi) com nitrogênio (pureza 99,90 %), com o propósito de alimentar o sistema. A câmara de volume constante é preenchida com ar sintético (pureza 99,99 %) com pressão de 310 ± 1 psi e aquecida por resistências. Quando é atingida a temperatura específica, um volume fixo de combustível é injetado na câmara e o registro da pressão do sistema é iniciado a partir do momento que é detectado movimento na agulha do injetor de amostra. Ela se vaporiza e entra em ignição, aumentando repentinamente a pressão da câmara, essa variação é registrada e o atraso de ignição determinado. São realizadas 15 pré-injeções, para limpeza do sistema a fim de evitar possíveis contaminações e em seguida realizada 32 injeções que são utilizadas para o cálculo do NC médio e o desvio padrão.

Resultados e discursão

O número de cetano – NC, expressa a qualidade de ignição de um combustível para a combustão espontânea em um motor de ignição por compressão (LIMA, 2012). O processo de combustão é formado por processos físicos (densidade, viscosidade, temperatura de evaporação) e químicos (alterações químicas, estrutura do combustível, degradação).

Os processos químicos são responsáveis pelo final do processo de combustão e são determinantes. A estabilidade dos hidrocarbonetos está diretamente ligada à estabilidade termodinâmica. Nas temperaturas da câmara de combustão, da ordem de 500 ºC, os compostos com menor grau de saturação tendem a ser menos estáveis (LIMA, 2012). Dessa forma, hidrocarbonetos parafínicos possuem maiores NC. Consequentemente, biodiesel com menor grau de saturação, possuem maiores NC. Os ésteres de ácidos graxos tornam a combustão mais deficiente, retardando o processo de ignição, devido aos componentes altamente insaturados, tais como os ésteres de ácidos linoléicos e linolênicos. Isso foi demonstrado observando-se a Figura 1.

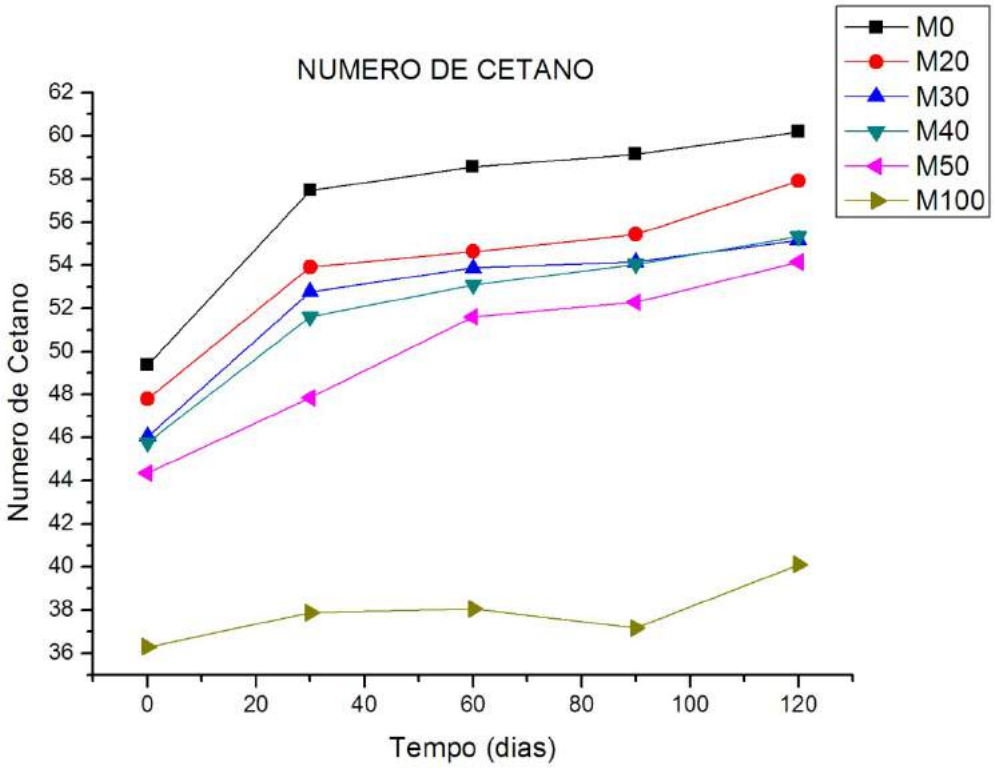


Figura 1. Número de cetano dos biodiesel metílicos e suas blendas

Conclusão

Observou-se que o biodiesel metílico de soja apresentou um NC maior que os demais, provavelmente devido apresentar em sua composição majoritária ésteres de ácido linoléico. À medida que se acrescenta biodiesel metílico de mamona ao de soja, nota-se uma diminuição. Este fato é devido a característica do biodiesel de mamona de apresentar éster de ácido ricinoléico, que apresenta em sua composição apenas uma insaturação, o que lhe confere uma maior estabilidade e consequentemente um menor NC. Observa-se também que a medida que o tempo de estocagem aumenta, o NC eleva-se.

Referências

BIODIESELBR: HTTP://www.biodieselbr.com.br. Acessado em novembro **2009**.

CANDEIA, R. A., SILVA, M. C. D., CARVALHO FILHO, J. R., BRASILINO, M. G. A., BICUDO, T. C., SANTOS, I. M. G., SOUZA, A. G. **Influence of soybean biodiesel content on basic properties of biodiesel diesel blends**. *Fuel (Guildford)* 88: 738-743, 2009.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa: http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/2010/junho/4asemana/biodiesel-em-feira-botanica. Acessado em 27/10/2017.

GHOSH, P. **Predicting the Effect of Cetane Improvers on Diesel Fuels**. Energy & Fuels. v. 22, p. 1073–1079, **2008**.

GIRÃO, S. M**. A produção de biodiesel no assentamento Canudos RN: perspectivas e limites da inclusão social**. http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/1/7807, **2011**.

LIMA, A. E. ***Avaliação e Comparação do Número de Cetano Obtido por Métodos Alternativos (Normatizados e não Normatizados) – Uma Análise Estatística***. 2012. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, **2012**.

LIMA, L. F. de. **Obtenção de álcool alílico (PROP-2-EN-1-OL) a partir da glicerina derivada do biodiesel de óleo de mamona**. http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/1/7382**, 2012**.

SALDANA**,** D. A.; STARCK L.; MOUGIN, P.; ROUSSEAU, B.; PIDOL, L.; JEULAND N.; CRETON, B. **Flash Point and Cetane Number Predictions for Fuel Compounds Using Quantitative Structure Property Relationship (QSPR) Methods**. Energy Fuels. v. 25, p. 3900–3908, **2011**.

SOUZA, T. B. **Revisão da equação de cálculo de índice de cetano para as características do diesel comercializado no Paraná**. 2008. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia – PIPE, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, **2008**; 142 f.

SZKLO, A. S.; ULLER, V. C. **Fundamentos do refino de petróleo: tecnologia e economia**. 3ª ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Interciência, **2008**.

OS EFEITOS PROVOCADOS NO SANEAMENTO BÁSICO URBANO PELA VERTICALIZAÇÃO: AVALIAÇÃO DO BAIRRO MANAÍRA NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PB

Andressa Soares Rodrigues Cariri[1]; Luciana Alves da Nóbrega[2]; Kleysa Rodrigues da Silva[3]; Marcos Pereira de Araujo[4]
[1]Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: dressars.a@gmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: lucyana.ufpb@gmail.com; [3]Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: kleysa rodrigues@hotmail.com; [4]Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: marcoeng.unipe@gmail.com

RESUMO

A verticalização surge como alternativa para a multiplicação do solo necessária para o adensamento populacional que vem ocorrendo em várias cidades. Em João Pessoa, esse processo de crescimento vertical vem ocorrendo de forma acentuada em determinados bairros sem a devida preocupação com o meio ambiente e com o planejamento do espaço urbano. O presente estudo objetivou analisar os efeitos provocados pela verticalização no saneamento básico urbano no bairro Manaíra do município de João Pessoa – Paraíba, no período de 2000 a 2015. A metodologia utilizada consistiu em um levantamento bibliográfico, uma coleta de dados nas instituições CAGEPA, IBGE, EMLUR, AESA e SUDEMA, e por fim, a observação do local. Analisando a população foi elaborado um diagnóstico do processo de verticalização ocasionado pelo crescimento desta e pela especulação imobiliária, e a influência no sistema de saneamento básico, mostrando que em 15 anos a população do bairro cresceu 67%, a geração de resíduos sólidos em 81%, produção de esgotos em 69,5% e o maior aumento registrado foi de 109% do volume de água abastecidos. Os percentuais demonstram quanto a verticalização afeta o saneamento básico, podendo no futuro ocasionar diversos impactos à qualidade de vida da população e à infraestrutura do Bairro Manaíra.

Palavras-chave: Verticalização. Adensamento populacional. Saneamento básico. Manaíra**.**

ABSTRACT

Verticalization arises as an alternative to land multiplication, necessary to the increased population density that has been occurring in several cities. In João Pessoa, this process of vertical growth has been occurring markedly in some neighbourhoods without the proper concern regarding the environment and the urban space planning. The present study aimed to analyse the effects provoked by verticalization on the urban basic sanitation in the neighbourhood of Manaíra, city of João Pessoa – Paraíba, from 2000 to 2015. The methodology adopted consisted in a bibliographic survey, a data collection in institutions such as CAGEPA, IBGE, EMLUR, AESA and SUDEMA, and at last a local observation. Analysing the population, it was elaborated a diagnosis of the verticalization process caused by its growth and by property speculation, and the influence in basic sanitation, showing that in 15 years the population of the neighbourhood increased 67%, the generation of solid residues 81%, the sewage production 69.5% and the higher increase observed was 109% in the water supplied. The percentages indicate that the verticalization affects the basic sanitation and in the future can lead to diverse impacts in the quality of life of population and in the infrastructure of Manaíra neighbourhood.

Keywords: Verticalization. Increased Population Density. Basic Sanitation. Manaíra.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um conjunto de ações, serviços, infraestrutura e instalações, previstos na Constituição Federal Brasileira de 1988, como direito de qualquer cidadão. Estão assegurados: o abastecimento de água, limpeza pública, gerenciamento do lixo urbano, transporte e tratamento de resíduos sólidos e esgoto sanitário, tratamento da água, sistema de drenagem de águas pluviais e gestão do meio ambiente. Essas práticas estão diretamente relacionadas à saúde, com a transmissão, proliferação e prevenção de doenças, à qualidade de vida, ao crescimento demográfico, às atividades econômicas, incluindo a produtividade do indivíduo, à valorização imobiliária e ao desenvolvimento do turismo (BARROSO, 2007).

Portanto, as ações de saneamento integram, no sentido mais amplo, a busca pela segurança e bem estar ambiental e populacional. Rodrigues (2011, p.21) declara que: "Assim, o saneamento é o controle dos fatores do meio físico, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar da população, sendo caracterizado pelo conjunto de ações que visam alcançar a salubridade ambiental".

Em relação ao saneamento básico na cidade de João Pessoa, enfatiza-se que: o sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa utiliza-se de mananciais superficiais e subterrâneos, e possui duas estações de tratamento, duas estações elevatórias de água bruta, dez estações elevatórias de água tratada, vinte e dois reservatórios e 900 km em rede de distribuição. A maior parte é abastecida pelo sistema dos rios Gramame-Mamuaba, (PARAÍBA, 2006) e tem-se a CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, como principal operador; o esgotamento sanitário dos dias atuais é feito também pela CAGEPA, que coleta, captando o esgoto domiciliar, trata, retirando os resíduos sólidos e bacteriológicos e reintera ao meio ambiente, após esse tratamento (PARAÍBA, 2017a) e, de acordo com um estudo elaborado pelo Instituto Trata Brasil, João Pessoa possui um percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário urbano de 76% da população, tornando a capital nordestina com o maior índice (PARAÍBA, 2017b); a cidade de ainda não possui seu próprio Plano Diretor de Drenagem Urbana, ele seria uma ferramenta de auxílio à Prefeitura Municipal na definição de medidas minimizadoras de impactos de enchentes e alagamentos, tanto de ordem estrutural como não estruturais, e preventivas, constando os meios de supervisão, fiscalização e coordenação das atividades a serem implantadas (JOÃO PESSOA, 2009; PBAGORA, 2016); A Autarquia Municipal Especial de Limpeza Urbana – EMLUR é o órgão responsável por todo o trabalho de coleta, acondicionamento, transporte, tratamento e disposição dos resíduos na capital paraibana.

Determinados bairros ou regiões de uma cidade têm sua estrutura espacial modificada em decorrência de atrativos específicos que acabam por acelerar um crescimento populacional que, por vezes, não foi esperado. A verticalização, uma reorganização do espaço urbano com o aumento do número de construções de edificações de múltiplos pavimentos, surge como alternativa para essa ocupação demográfica centralizada (NÓBREGA, 2011).

O adensamento populacional é característico do processo de verticalização e pode tornar-se um problema crítico quando a cidade não está com a infraestrutura adequada para tal. Áreas verticalizadas com concentração populacional geram um aumento de resíduos sólidos urbanos, por exemplo, que por sua vez, exige maior coleta, transporte e disposição adequados, como também maiores volumes de esgoto, exigindo o redimensionamento do sistema coletor (NUNES, 2011).

Para Nucci (1999), o problema aparece no momento que a verticalização ocorre sem nenhuma preocupação com o meio ambiente, que no futuro, ocasionará problemas indesejáveis, qualidade do meio ambiente e adensamento populacional são curvas inversamente proporcionais, ou seja, quanto mais se verticaliza por crescimento da população, menos qualidade ambiental se terá.

Sales (2014) alega que exista uma ligação direta entre a descoberta e aprimoramento de novas tecnologias e o processo de verticalização, avanços que ocorrem no período pós-guerra e correlacionados à

urbanização e industrialização, como a exemplo do uso do concreto armado, possibilitando a construção de um número cada vez maior de pavimentos e o uso do elevador, para o transporte para andares cada vez mais altos.

Na década de 1980, o processo de verticalização se intensificou em João Pessoa, transformando gradativamente a orla marítima, sendo de maior destaque nos bairros Cabo Branco, Tambaú, Bessa e Manaíra. Que se apresentavam visivelmente em primeiro momento construções residenciais horizontais unifamiliares e depois, foram substituídas por residências verticais multifamiliares ou de unidades de serviços verticais (SILVEIRA, 2012).

Este processo de verticalização surge em várias cidades brasileiras e pode ser observado na infraestrutura dos bairros da região baixa litorânea da cidade de João Pessoa, capital da Paraíba, como ressalta Rafael et al. (2009, p. 824): "têm-se observado uma tendência da substituição do padrão horizontal das edificações (casas) por um padrão de verticalização (edifícios), em especial na região litorânea [...] devido, especialmente, a excessiva valorização do solo urbano".

Partindo deste pressuposto, o sistema hidráulico e sanitário, que funcionava antes desse processo, pode não ser eficiente com a alteração e o sobrecarregamento, ocasionando falhas e transformando-se no causador de grandes danos ao meio ambiente a ao homem.

Para Rafael et al. (2009) é preciso buscar no desenvolvimento da dinâmica urbana, o ponto de equilíbrio entre a sustentabilidade social e ambiental. O ritmo acelerado da urbanização e a expansão de forma tumultuada compromete a gestão municipal, intensifica a concentração populacional, prejudica a capacidade de oferecer e implantar políticas básicas de infraestrutura, como saneamento e abastecimento de água.

Para Sales (2014), com o avanço do processo de urbanização se faz necessário um planejamento urbano de forma a desenvolver estratégias para garantir um futuro bem estar para a população, com metodologias e instrumentos para que sejam atingidos os objetivos desejados.

O sistema de saneamento de um bairro deve ser projetado e desenvolvido para o eficaz atendimento a toda a sua população atual e futura, gerações incluídas no tempo de vida útil dos projetos, fatos não previstos, como a explosão demográfica acima do crescimento médio calculado na fase de estudo, podem desencadear problemas como: o abastecimento insuficiente de água, acúmulo de lixo em locais públicos, a rede de esgoto que não foi projetada para a quantidade demandada atualmente. Estas dificuldades afetarão diretamente o governo, a população e o meio ambiente (BRASIL, 2007; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015).

Portanto, é indispensável o estudo dos efeitos ocasionados pela verticalização sobre os limites comportados pelo atual sistema sanitário. Para responder essas questões será analisado um bairro de João Pessoa, Manaíra, que passou por essa transformação estrutural e projeta-lo para um cenário futuro, diagnosticando as mudanças territoriais, econômicas e sociais, avaliando a segurança do sistema em trabalho e apresentar soluções inerentes ou mudanças imediatas para a problemática encontrada, de modo a contribuir para a sociedade e meio ambiente.

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo analisar os efeitos provocados pela verticalização no saneamento básico urbano no bairro Manaíra do município de João Pessoa – Paraíba, no período de 2000 a 2015. Para se alcançar este objetivo foram definidos dois pontos para nortear esta pesquisa: identificar o processo de verticalização mediante dados populacionais e levantar e analisar dados referentes ao consumo de água, produção de esgoto e geração de resíduos entre 2000 e 2015.

2 METODOLOGIA

Com o propósito de analisar e verificar os efeitos provocados no saneamento básico urbano pela verticalização habitacional no bairro de Manaíra, localizado no município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, foi utilizado uma metodologia que constituiu em uma pesquisa de caráter exploratório e quantitativo.

Exploratória por almejar um aprofundamento de uma realidade e utilização de observação direta das atividades em busca das explicações necessárias para tornar a problemática explícita. Pesquisas exploratórias possibilitam uma maior familiaridade com o tema proposto através de exemplos em estudos de caso (GIL, 2002).

Este trabalho pode também ser classificado como quantitativo por estar centrado na objetividade, utilizando procedimentos estruturados para a coleta e análise dos dados, com resultados que são quantificados e representativos (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Para uma melhor compreensão, o referencial metodológico foi organizado da seguinte forma: cenário da pesquisa, levantamento bibliográfico, procedimento de coleta dos dados e a análise estatística dos dados coletados.

2.1 Cenário da pesquisa

2.1.1 Caracterização do município de João Pessoa – PB

Localizada no extremo Leste do Estado da Paraíba, nas coordenadas 07º 06' 54" de Latitude Sul e 34º 51' 47" de Longitude Oeste e uma Altitude média de 47 m, como demonstrado na Fig. 1, João Pessoa limita-se ao Norte com o município de Cabedelo, ao Sul com o município do Conde, ao Leste com o Oceano Atlântico e à Oeste com os municípios de Bayeux e Santa Rita. Possui uma área total de cerca de 211 km² e uma população em torno de 720.000 habitantes, segundo o censo 2010 realizado pelo IBGE, com uma estimativa de cerca de 811.000 habitantes para o ano de 2017, segundo este mesmo órgão (BRASIL, 2017).

Figura 1 – Localização do município de João Pessoa – PB.

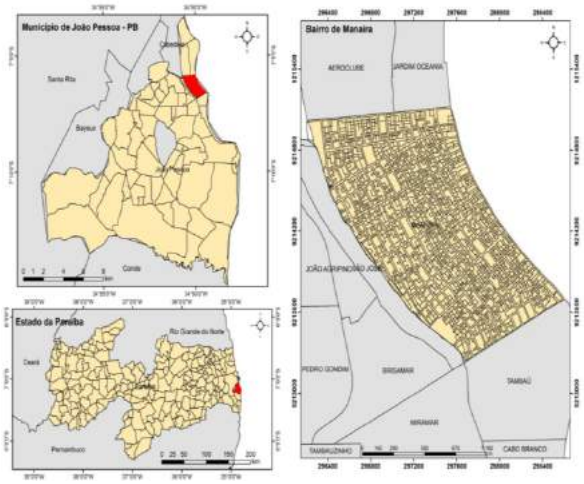
Fonte: Pina; Almeida; Pina (2011).

A capital paraibana possui 65 bairros, divididos em quarto zonas, definidos pelos pontos cardeais, Norte, Sul, Leste e Oeste, dentre eles, o Bairro de Manaíra, pertencente a Zona Leste, objeto escolhido para esse estudo (JOÃO PESSOA, 2015).

2.1.2 Caracterização do bairro Manaíra – Área de estudo

O bairro de Manaíra é a área de estudo que caracteriza esta pesquisa. Localiza-se na faixa litorânea de João Pessoa, na porção norte da cidade sob as coordenadas 7º6’20”S e 34º50’4”W. Antigamente conhecido como bairro Jardim Manaíra, se tratava inicialmente de um bairro de pescadores. É constituído de 3.197 lotes, distribuídos em 212 quadras (SALES, 2014). A Fig. 2 destaca a localização em mapa do município no mapa da Paraíba, do bairro Manaíra no município de João Pessoa e a divisão de quadras e lotes do bairro.

Figura 2 - Mapa de localização do bairro de Manaíra - João Pessoa – Paraíba.



Fonte: Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de João Pessoa apud SALES, 2014, adaptado pela autora.

O bairro limita-se a Leste pelo Oceano Atlântico, ao Norte pelo bairro do Bessa pela Avenida Governador Flávio Ribeiro Coutinho (o Retão de Maraíra, assim popularmente conhecido), ao Sul pelo bairro de Tambaú pela Avenida Senador Rui Carneiro e a Oeste com o Bairro São José, divididos pelo Rio Jaguaribe, com a Transamazônica (BR-230) nas proximidades.

Passou por um processo de urbanização convencional, onde as residências de tipo horizontais passaram gradativamente a residências multifamiliares.

Segundo Sales (2014) a modernização do bairro começou com o Projeto CURA que estimulou o aumento do número de residências da orla com as diversas melhorias da região no saneamento e infraestrutura, anteriormente exemplificados no referencial teórico, esse processo valorizou o metro quadrado da área, contribuindo para construção dos primeiros edifícios.

Segundo Viver em João Pessoa (2016), Manaíra é um bairro residencial e menos frequentado por turistas, quando comparado a outros bairros da orla. É considerado um Bairro Classe A, com um dos melhores Índices de Qualidade de Vida (IQV) do Estado da Paraíba, constituído de área bastante valorizada e apresenta um dos maiores índices de verticalização da cidade, fato que justifica a escolha espacial para este trabalho.

O bairro apresenta uma forte área comercial, na qual destacam-se dois shoppings e a Avenida Edson Ramalho com dezenas de lojas, possui atrações culturais, de lazer e esportes, com casas de shows e festas e praças com quadras de esportes. Para formação educacional o bairro possui diversas escolas, públicas e particulares, do Jardim ao Ensino Médio, inúmeros cursos, Escolas de Idiomas e Ensino Superior. A rede hoteleira apresenta-se bastante consolidada. Dezenas de restaurantes e opções gastronômicas localizam-se em Manaíra, alguns famosos em toda a cidade.

Como caracteriza Sales (2014), existe uma constante busca por um ambiente que combine status e estrutura, como modelo ideal de moradia. Portanto, o bairro de Manaíra, área de estudo em questão, enquadra-se no desejo habitacional, em decorrência de suas características e atrativos.

Nos dias atuais já possui uma ocupação urbana consolidada e está em constante processo de verticalização. São locais que geram uma maior preocupação do Poder Público, em decorrência do adensamento construtivo e aumento populacional, decorrentes das atividades de turismo e elevados especulação imobiliária (RIBEIRO; CARVALHO; SANTOS, 2010).

2.2 Levantamento bibliográfico

Na primeira etapa do trabalho foi feita uma pesquisa a fim de constituir o levantamento bibliográfico e documental em artigos, livros, normas e leis, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado, entre outros. Para a obtenção de todo o material foi feita pesquisas em meios eletrônicos, virtuais e físicos.

Com o material recolhido foi realizada uma leitura, uma análise e por fim uma interpretação das informações recolhidas relevantes ao tema para assim construir o referencial teórico presente neste trabalho, indispensável em qualquer trabalho científico.

2.3 Levantamento de dados

O processo de coleta dos dados necessários para o desenvolvimento dessa pesquisa foi feito através de pesquisas junto aos órgãos competentes para a obtenção dos dados secundários.

Para esse estudo, os dados coletados e os respectivos órgãos foram:

a. A população residente no bairro de Manaíra e suas características, dos últimos censos 2000 e 2010, e as estimativas populacionais em cada ano no intervalo de 2000 a 2015. Dados coletados e fornecidos pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

b. O volume de água consumida e de esgoto gerado pela população do bairro, do ano 2000 ao ano de 2015, fornecido pela CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba;

c. A quantidade de resíduos sólidos coletados na área do bairro, de 2000 ao ano de 2015. Dados coletados e disponibilizados pela EMLUR – Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana.

d. O número de poços d'água cadastrados e em funcionamento em 2015, dados disponibilizados pela AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba;

e. O histórico dos relatórios de qualidade da água das praias de Manaíra para contato primário no período de estudo, fornecidos pela SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente.

O trabalho de campo consistiu em uma visita "in loco" à área de estudo, para meios de observação e análise visual das informações básicas necessárias dos edifícios existentes no bairro, com o auxílio de um mapa de área com nome de ruas e número de lotes, fazendo um registro fotográfico. Neste momento foram observadas as residências verticalizadas existentes e as em construção.

2.4 Análise estatística dos dados

Em posse de todas as informações necessárias colhidas foi realizado, com auxílio de suportes computacionais, a análise e interpretação das mesmas e a organização e tabulação dos resultados.

Os dados concedidos pela CAGEPA e EMLUR alimentaram planilhas eletrônicas Microsoft Excel® que possibilitaram a construção de gráficos e tabelas. Já em relação ao histórico de crescimento populacional, buscado pelos dados fornecidos pelo IBGE, comprovou-se o adensamento.

Os dados fornecidos pela AESA foram de toda a cidade de João Pessoa, arquivos KML com a localização pontual de cada poço e o mapa de área dos bairros da cidade (com o polígono de divisão), como uma planilha com todas as outorgas de poços d'água cadastrados na cidade.

Os arquivos foram sobrepostos no programa Google Earth de maneira a delimitar os poços localizados em nossa área de estudo e na lista de outorgas foram restringidas as informações referentes aos poços situados no bairro de Manaíra.

Com isso, diagnostica-se um cenário para o bairro de Manaíra, demonstrando os efeitos na infraestrutura, sociais e ambientais provocados pela verticalização, elaborando um parecer de importância relevante para o meio acadêmico e social.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise do crescimento populacional e diagnóstico da verticalização

De acordo com os dados estatísticos do IBGE, o município de João Pessoa possui uma população estimada de 811.598 habitantes para o final do ano de 2017.

O último censo demográfico realizado foi do ano de 2010, com uma população de 723.515 habitantes que estão distribuídos em seu território, cuja área é de 211,475 km², correspondendo, portanto, a uma densidade demográfica de 3.421,28 hab/km².

Segundo os últimos censos realizados em 2000 e 2010, a população de João Pessoa passou de 597.934 habitantes para 723.515 habitantes, respectivamente, e uma contagem populacional feita no ano de 2007, contabilizou 674.762 pessoas no município. No intervalo entre os censos a população apresentou um incremento de mais 125 mil habitantes, ou seja, uma taxa de crescimento equivalente a 21%. Em comparação com a contagem realizada em 2007, temos: em sete anos (2000 a 2007) um aumento de 94.828 habitantes, equivalente a 13%, e nos três últimos anos do intervalo 48.753 pessoas a mais viviam na cidade, 7% de aumento.

No ano de 2000, o bairro de Manaíra possuía 19.289 habitantes, em 2007 existiam 22.504 pessoas no bairro e no último censo 26.369 habitantes. Deste modo, em termos percentuais temos para o primeiro intervalo (2000 a 2007) um crescimento de 16,7% aproximadamente e de 17% nos três últimos anos (2007 a 2010), e nos 10 anos entre os censos de 36,7%, uma taxa de crescimento muito superior quando comparada com a registrada para a cidade de João Pessoa.

Anualmente é disponibilizada pelo IBGE, uma projeção da população das cidades e dos seus bairros, este dado é uma estimativa do ritmo de crescimento calculado pela taxa de crescimento anual identificada. Na Fig. 3 podemos observar o número de habitantes da cidade de João Pessoa de 2000 a 2015 e na Fig. 4, a população residente no Bairro de Manaíra no intervalo.

Figura 3 - População residente na cidade de João Pessoa de 2000 a 2015.

Fonte: Dados do IBGE.

Figura 4 - População residente no bairro de Manaíra de 2000 a 2015.

Fonte: Dados do IBGE.

Com as Fig. 3 e 4 foi possível observar que, no período de 15 anos em que o estudo está delimitado, a cidade teve um crescimento de 32,4% no número de habitantes, enquanto que o bairro de Manaíra obteve 66,7% de crescimento de sua população, o dobro de crescimento percentual registrado para toda João Pessoa.

Nos censos 2000 e 2010 foram feitos os levantamentos dos números de moradores por tipo de domicílio em João Pessoa e as suas características em cada um dos bairros da cidade. Essas informações estão apresentadas da tabela abaixo (tab. 1).

Tabela 1 - Tipo de domicílios e número de moradores por tipo de domicílio no bairro de Manaíra na cidade de João Pessoa - PB.

Município e Bairro	Tipo de Domicílio	Moradores em domicílios (Pessoas) - 2000	Moradores em domicílios (Pessoas) - 2010
Manaíra - João Pessoa – PB	**Total**	19.289	26.369
	Casa	11.140	8.369
	Casa de vila ou em condomínio	87	327
	Apartamento	8.032	17.609
	Habit. em casa de cômodos, cortiço ou cabeça de porco	30	34
	Oca ou maloca	-	-

Fonte: BRASIL (2017b).

Os dados apresentados na Tab. 1 evidenciam o processo de verticalização ocorrido no bairro ao longo dos 10 anos entre as pesquisas. Enquanto que em 2000, 58% da população residente em Manaíra morava em casas e 42% residiam em apartamentos, no ano de 2010, 67% da população do bairro vivia em apartamentos e o número de habitantes de residências horizontais diminuiu para 32%.

Manaíra foi um dos primeiros bairros da orla a surgirem em João Pessoa, juntamente com Cabo Branco e Tambaú, como mencionado anteriormente nesse trabalho, com a implantação do saneamento e obras de infraestrutura, sofrendo por uma valorização imobiliária e passando por um processo de urbanização horizontal (NÓBREGA, 2011; SOUZA JÚNIOR, 2008).

Com o crescimento populacional, que foi constatado para o bairro no intervalo estudado, é gerada uma necessidade de um número maior de habitações, como os limites territoriais não podem ser estendidos e o

bairro apresenta-se com seus lotes praticamente edificados, a verticalização surge como a alternativa inevitável para a multiplicação do solo na região.

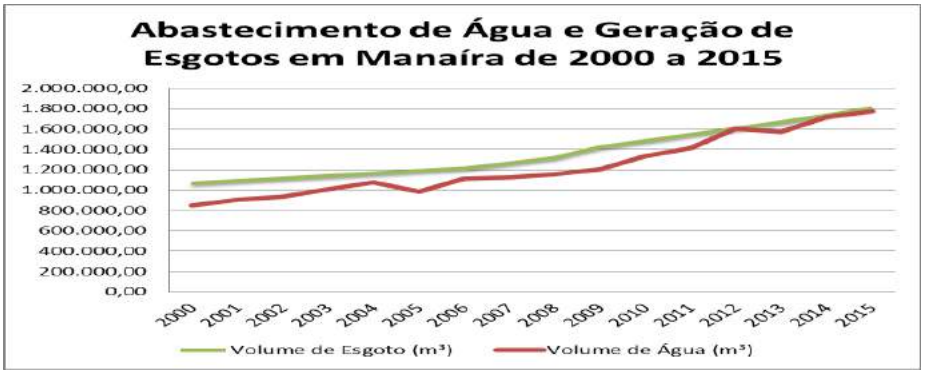
3.2 Os efeitos da verticalização sobre o saneamento básico

A densidade demográfica acentuada promoveu a verticalização e esta ocasionou uma maior necessidade por serviços básicos, como saneamento e infraestrutura do bairro. Desse modo, um aumento da população demanda um aumento no consumo de água, um crescimento da geração de esgotos e produção de resíduos sólidos.

Segundo a CAGEPA, 100% do território do bairro de Manaíra possuía rede pública de distribuição de água durante o intervalo de estudo, portanto, baseado nos volumes anuais de água disponibilizados pela mesma, foi possível verificar o crescimento do consumo de água para o período de 2000 a 2015 (Fig. 4).

Foram disponibilizados pela CAGEPA os valores em metros cúbicos (m³) de esgoto gerado no período da pesquisa, apresentados no Fig. 5, mas segundo a concessionária, esses valores podem ser maiores, pois o plano de cobertura de esgotamento sanitário do bairro ainda não foi concluído.

Figura 5 - Consumo de Água e geração de Esgotos no bairro de Manaíra no período de 2000 a 2015.



Fonte: Dados da CAGEPA.

Com base na Fig. 5, observou-se um crescimento de 69,5% na geração de esgotos e alarmantes 109% de aumento no consumo de água, ou seja, o volume de água consumido dobrou em 15 anos no bairro de Manaíra.

Segundo Kobiyama, Mota e Courseil (2008), 80% da água de abastecimento depois de utilizada dará origem aos esgotos. Na Fig. 5, os valores de esgotos foram maiores que os encontrados para água consumida. Esse fato é justificado pelo uso de fontes alternativas de obtenção de água pelos consumidores, a principal delas é a utilização das águas subterrâneas extraídas por meio de poços.

Para Rafael et al. (2009), parte de novos condomínios residenciais e comerciais tem se utilizado do abastecimento de água por poços, visando uma redução dos custos, dependendo da edificação e do destino de uso da água, é mais economicamente viável em comparação aos custos de água fornecida pela concessionária.

De acordo com os dados da AESA, até 2015 existiam 18 poços cadastrados que abasteciam o bairro, como podem ser observadas na Fig. 6 suas determinadas localizações apontadas e o polígono de delimitação do bairro.

Figura 6 - Mapa de Localização dos poços de água do bairro de Manaíra até o ano de 2015.

Fonte: AESA, 2017, adaptado pelos autores.

Dentre os poços cadastrados, oito (08) são para uso de condomínios, em atividades como jardinagem, limpeza de ambientes e equipamentos, sistemas de refrigeração e suprimentos das piscinas, sete (07) para edificações de uso comercial, como hotéis e lava-jato de automóveis, nas mesmas atividades dos condomínios. Os outros três poços são destinados para o uso exclusivo da indústria da construção civil de novos empreendimentos. Os percentuais podem ser observados na Fig. 7 a seguir.

Figura 7 - Percentual do tipo de uso dos poços de água do bairro de Manaíra até o ano de 2015.

Fonte: Dados da AESA.

A CAGEPA acrescentou também que existem no bairro muitas ligações na rede de esgoto e de águas pluviais as quais a concessionária alega não ter o devido controle, ocorrendo na maioria dos casos, a não obediência ao sistema separador absoluto, ou seja, ligações prediais de esgotos sendo despejados no sistema de coleta de águas pluviais. Esse fato pode vir a explicar a situação de poluição das praias do bairro, já que as águas dos sistemas de drenagem têm o mar como destino final das águas da chuva.

A SUDEMA, criada em 1978 pelo Estado da Paraíba, com o intuito de desenvolver uma política de proteção ao meio ambiente, publica semanalmente o relatório de Balneabilidade das Praias do Litoral Paraibano, classificando a capacidade das praias em possibilitar o banho e atividades esportivas.

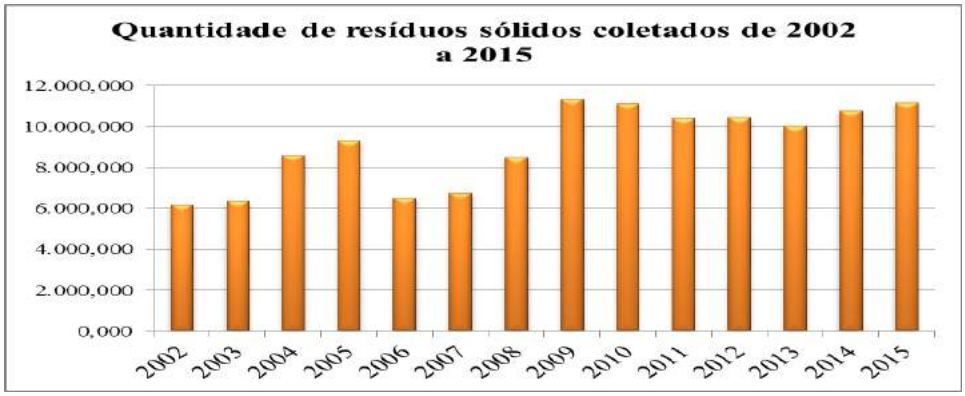
Na extensão da orla do bairro de Manaíra existem três pontos de coleta de dados para o estudo de balneabilidade. Estão disponibilizados pela SUDEMA os relatórios do ano 2013 a dezembro de 2017 e foram analisados os relatórios dentro do intervalo de estudo do trabalho nos anos: 2013, 2014 e 2015.

Foi possível observar, de acordo com os relatórios de monitoramento expedidos pela SUDEMA, que durante todo o período de estudo, as praias de Manaíra estiveram próprias pra atividades humanas apenas em

dois momentos: no mês de dezembro de 2013 e nos meses de verão do ano de 2014 (Novembro, Dezembro e Janeiro). Nos demais meses ela foi classificada pela SUDEMA imprópria para a população.

Com suporte nos dados coletados da EMLUR, pode-se observar na Fig. 8 a quantidade em toneladas de resíduos sólidos originados na coleta de edificações no bairro de Manaíra no período de 2002 a 2015.

Figura 8 - Valores referentes a coleta domiciliar do bairro de Manaíra no período de 2002 a 2015.



Fonte: JOÃO PESSOA (2017b).

Diante disso, observou-se um aumento de cerca de 81%, considerando os valores de 2002 e fim do período em estudo. Os valores referentes aos anos 2000 e 2001 não foram disponibilizados pela EMLUR.

3.3 O presente e o futuro de Manaíra

Com base na visita feita ao bairro é possível um diagnóstico visual da atual situação vivenciada pela população e apresenta-la em fotografias. As Fig. 8 e 9, fotografias feitas na Av. Sapé, Bairro de Manaíra, apresentam cada uma, uma situação com um problema ocasionado pela verticalização.

Na Fig. 9, uma casa localizada entre edifícios de múltiplos pavimentos e na Fig. 10 é possível observar que avenida encontra-se intensamente verticalizada com edifícios em seus dois lados, mas a largura da rua permanece a mesma da época quando o bairro passou pelo seu primeiro processo de urbanização. Segundo Sales (2014) a infraestrutura básica dos bairros não sofre alterações de grande impacto desde a implantação do projeto CURA (1977 a 1982).

Figura 9 - Casa entre Edifícios na Av. Sapé, Manaíra.

Fonte: Própria dos autores (2017).

Figura 10 – Verticalização da Av. Sapé, Manaíra.

Fonte: Própria dos autores (2017).

Constatou-se a existência de diversos edifícios ainda em fase de construção, como a exemplo da Fig. 11, já em acabamento predial, com mais de 20 pavimentos, que quando concluídos, serão a habitação de famílias, aumentando o quantitativo populacional de uma região em que o traçado urbano foi desenvolvido para um esquema de quadra-lote para uso de uma residência unifamiliar.

Figura 11 – Edifício em construção em Manaíra.

Fonte: Própria dos autores (2017).

Foi possível observar também que o bairro ainda possui lotes vazios em seu território e um número alto de residências horizontais, mas com o a dinâmica de crescimento acelerado do processo de verticalização e a especulação imobiliária vivida por Manaíra, esse quadro se verterá.

A região continua a crescer sem ser considerado que este panorama pode ocasionar problemas futuros, comprometendo a qualidade de vida de seus habitantes. E ainda que essa expansão desenvolve-se sem a integração necessária de projetos e estudos que avaliem a capacidade de suporte do meio ambiente e dos sistemas estruturais de planejamento urbano.

4 CONCLUSÕES

1. O processo de verticalização das construções urbanas apresenta-se como alternativa ao adensamento populacional, consequentemente ampliando a permissividade de novos usos e ocupações do espaço urbano. No caso de Manaíra, cuja população cresceu 66,7% no período de 15 anos, duas vezes mais em valores percentuais do que a população da cidade de João Pessoa, constatou-se uma intensa verticalização, ou seja, uma substituição crescente do número de residências horizontais por edificações verticais, constatado pelos dados levantados pelo IBGE, que em 2000, 42% dos habitantes do bairro moravam em apartamentos e em 2010 esse número passa a ser de 67%.
2. Deste modo, a acentuada verticalização pode provocar impactos físicos negativos ao meio ambiente, à organização espacial da região, ao planejamento urbano, e à qualidade de vida da população. Os sistemas urbanos como o saneamento básico, objeto de estudo desse trabalho, estão suscetíveis à deterioração e saturação, no andamento atual do processo urbano de transformação.
3. Unido ao crescimento populacional está uma maior demanda por água, uma crescente geração de esgoto e de resíduos sólidos, pressuposto confirmado pela pesquisa, que verificou um aumento de 69,5% na geração de esgotos, 81% a mais de resíduos sólidos foram produzidos e o volume de água apresentou-se como maior percentual, mais do que o dobro do verificado no primeiro ano do intervalo, uma taxa de 109%.
4. Em Manaíra, a verticalização representou uma soma de transformações urbanas, podendo futuramente ser a geradora de diversas consequências para os cidadãos residentes no bairro, como problemas de abastecimento e coleta dos resíduos. Um impacto observado e que pode ter sido acentuado pela ineficiência do sistema de coleta de esgotos e de drenagem urbana foi a poluição das águas das praias do bairro, consideradas impróprias para banho nos últimos dois anos da pesquisa.
5. Em visita feita à região foi constatado que o processo de verticalização ainda evolui devido à especulação imobiliária do bairro, à existência de muitos prédios ainda em fase de construção, lotes vazios e casas à venda.
6. No monitoramento da verticalização devem ser considerados os efeitos provocados na qualidade de vida da população, o respeito ao meio ambiente e o equilíbrio infraestrutural. Pretende-se com os resultados obtidos nessa pesquisa possam ser utilizados pelos gestores ambientais como instrumentos de planejamento a curto, médio e longo prazo, alcançando assim o desenvolvimento sustentável, que é o ideal almejado.

REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Outorgas de poços no município de João Pessoa** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <dressars.a@gmail.com> em 21 de set de 2017.

BARROSO, L. R. Saneamento básico: competências constituintes da União, Estados e Municípios. **Revista Eletrônica de Direito Administrativo Econômico (REDAE)**, Salvador, Instituto Brasileiro de Direito Público, n. 11, agosto/setembro/outubro, 2007. Disponível em: <http://www.direitodoestado.com/revista/REDAE-11-AGOSTO-2007-LUIS%20ROBERTO%20BARROSO.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 01 out. 2017.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Base de informações Municipais (BIM)**, 2000.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Dados sobre os Bairros de João Pessoa** [mensagem pessoal], 2017b. Mensagem recebida por: <dressars.a@gmail.com> em 04 ago. 2017.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Brasil em síntese, Panorama, João Pessoa, Paraíba**. 2017. Disponível em:< https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>. Acesso em: 09 set. 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.; (orgs). **Métodos de Pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p. Disponível em: < http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf >. Acesso em: 24 out. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p. Disponível em: <https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento básico enquanto direito fundamental e direito humano**. 2015. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-basico-enquanto-direito-fundamental-e-direito-humano>. Acesso em 18 abr. 2017.

JOÃO PESSOA. Autarquia Municipal Especial de Limpeza Urbana – EMLUR. **Dados EMLUR Manaíra** [mensagem pessoal]. 2017b. Mensagem recebida por: <dressars.a@gmail.com> em 11 de out de 2017.

_____. Prefeitura Municipal de João Pessoa. **PMJP inicia debates sobre o Plano Diretor de Drenagem Urbana**. 2009. Disponível em: < http://www.joaopessoa.pb.gov.br/pmjp-inicia-debates-sobre-planodiretor-de-drenagem-urbana/>. Acesso em: 28 nov. 2017.

_____. **Bairros**. 2015. Disponível em: <http://www.joaopessoabairros.com.br/v2/>. Acesso em: 16 ago. 2017.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. de A.; COURSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008. 160 p. Disponível em: < http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/recursos_hidricos_saneamento.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

NÓBREGA, F. D. da. **O processo de verticalização e a (re)produção da cidade**: um estudo do bairro de Manaíra em João Pessoa, Paraíba. 2011. 177 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: < http://tede.biblioteca.ufpb.br/handle/tede/303>. Acesso em: 17 abr. 2017.

NUNES, N. **Gestão ambiental urbana: planejar antes de verticalizar, considerações para o debate sobre a verticalização das cidades**. Instituto Superior e Engenharia Arquitetura e Design – CEUNSP, Salto, ano. 02, n.3, p. 58-62, 2011. Disponível em: < http://docplayer.com.br/9200892-P-58-62-instituto-de-engenharia-arquitetura-e-design-insead.html>. Acesso em: 28 de set. 2017

PARAÍBA (Estado). Companhia de água e esgotos da Paraíba (CAGEPA). 2017a.. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/>. Acesso em: 18 abr. 2017.

_____. Companhia de água e esgotos da Paraíba (CAGEPA). **Ranking de saneamento básico coloca CG e JP entre as melhores cidades do país.** 2017b. Disponível em: < http://www.cagepa.pb.gov.br/ranking-nacional-de-saneamento-basico-poe-cg-e-jp-entre-as-melhores-cidades-do-pais/>. Acesso em: 03 out. 2017.

_____. Companhia de água e esgotos da Paraíba (CAGEPA). **Dados CAGEPA** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <dressars.a@gmail.com> em 07 de dez. de 2017.

_____. Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA**). Histórico de Balneabilidade**. Disponível em: <http://sudema.pb.gov.br/servicos/servicos-ao-publico/balneabilidade-1/historico-balneabilidade>. Acesso em: 08 dez. 2017.

PBAGORA. **CMJP questiona ausência de Plano de Drenagem para JP**. 2016. Disponível em: <http://www.pbagora.com.br/conteudo.php?id=20160601144034&cat=paraiba&keys= mesmo- transtorno-chuvas-plano-diretor-drenagem-urbana-jp-nao-saiu-papel >. Acesso em: 28 nov. 2017.

PINA, S. A.; ALMEIDA, S. F.; PINA, J. H. A. Uma análise da qualidade de vida na cidade de João Pessoa-(PB) frente à questão ambiental mundial. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 33, p. 168-178, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16142/9085>. Acesso em: 28 set. 2017.

RAFAEL, R. de A.; ARANHA, T. R. B. T.; MENESES, L. F. de; SARAIVA, A. G. S. Caracterização da evolução urbana do município de João Pessoa/ PB entre os anos de 1990 e 2006, com base em imagens orbitais de média resolução. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 14., p. 819-826, 2009, Natal. Anais... Natal: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. Disponível em: <http:// marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.00.12/doc/819-826.pdf>. Acesso em: 28 set. 2017.

RIBEIRO, C. A. de M.; CARVALHO, H. J. M. de; SANTOS, M. A. dos. Metodologia para análise do sombreamento em centros urbanos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO**, 3, 2010, Recife. Disponível em: <https://analisegeo.files.wordpress.com/2010/05/analise_do_sombreamento.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2017.

RODRIGUES, T. P. T. **Análise dos efeitos no saneamento básico provocados pela verticalização no bairro Cabo Branco, João Pessoa- PB**. 2011. 67 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – UNPB-FPB – Faculdade Internacional da Paraíba, João Pessoa, 2011.

SALES, L. de A. **O processo de verticalização e seus problemas no bairro de Manaíra, João Pessoa-PB**. 2014. 80p. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: < http://rei.biblioteca.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/806/1/LAS02102014.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2017.

SILVEIRA, F. de A. **Impacto da verticalização na qualidade do espaço residencial: um estudo no bairro de Tambaú, na cidade de João Pessoa-PB**. 2012. 183 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/295/1/arquivototal.pdf >. Acesso em: 30 set. 2017.

VIVER em João Pessoa. **Os melhores bairros para morar em João Pessoa, a capital do estado da Paraíba, Brasil**. 2016. Disponível em: < http://viveremjoaopessoa.blogspot.com.br/2013/07/os-melhores-bairros-para-morar-em-joao.html >. Acesso em: 8 abr. 2017.

Princípios Fundamentais para Cidades Sustentáveis e Inteligentes

Bruno Silva de Freitas Azevedo[1], Giuseppe Cavalcanti Vasconcelos[2], Edivaldo Galdino Ferreira[3], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[4]
[1]Engenheiro Ambiental. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: brunoazevedojp@hotmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: giuseppecv@iesp.edu.br; [3]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA. E-mail: edivaldogaldino@gmail.com; [4]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com

RESUMO

Com o passar do tempo, a quantidade de pessoas que vivem nos centros urbanos, vem crescendo gradativamente. Dessa forma, aplicar ideias de sustentabilidade ajuda a atender adequadamente as demandas sociais geradas por tal crescimento, pois sabemos que em muitas situações as pessoas moram em lugares indevidos, fazendo com que a cidade cresça de forma desordenada. Por isso, é importante o planejamento da cidade, evitando alterações com o passar do tempo. Esse aumento da população acarreta em uma demanda maior por energia elétrica, por exemplo, surgindo a necessidade por alternativa mais sustentáveis para a geração de energia. Existem vários fatores que contribuem para que se viva bem em um determinado lugar, com uma melhor qualidade de vida e sustentabilidade urbana. Ações estão sendo praticadas visando um melhor uso da cidade, tais como, as construções sustentáveis, a qualidade no atendimento do transporte público sustentável e acessível a toda população, aliadas ao contato com espaços públicos, formas de consumo de energia ecologicamente sustentável, aproveitamento dos resíduos, áreas livres e verdes como alternativa de lazer para a população. Assim, o presente estudo é baseado no diagnóstico de ações sustentáveis das cidades que devem investir em uma qualidade de vida melhor para sua população.

Palavras-chave: sustentabilidade; qualidade de vida; planejamento.

ABSTRAT

Over time, the number of people living in urban centers has been growing steadily. In this way, applying sustainability ideas helps to adequately meet the social demands generated by such growth, because we know that in many situations people live in undue places, causing the city to grow in a disorderly way. Therefore, it is important to plan the city, avoiding changes with the passage of time. This increase in population leads to a greater demand for electric energy, for example, arising the need for more sustainable alternatives for the generation of energy. There are several factors that contribute to living well in a certain place, with a better quality of life and urban sustainability. Actions are being carried out aiming at a better use of the city, such as sustainable construction, quality in the service of public transport sustainable and accessible to all population, allied to contact with public spaces, forms of consumption of energy ecologically sustainable, use of waste , free and green areas as a leisure alternative for the population. Thus, the present study is based on the diagnosis of sustainable actions of the cities that must invest in a better quality of life for its population.

Keywords: sustainability; quality of life; planning.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o desenvolvimento sustentável tem incentivado o estudo e a implantação, em diferentes setores, de medidas e procedimentos que contribuam para a sustentabilidade em áreas urbanas.

A intensificação do processo de urbanização nas cidades brasileiras produz grandes transformações no meio ambiente urbano que atingem, principalmente, os setores político-econômico e sócio-cultural (ALVES; JUNIOR, 2009).

A partir da segunda metade do século XIX, a degradação ambiental e suas catastróficas consequências, começaram a ser notadas mundialmente, iniciando estudos e as primeiras reações no sentido de se conseguirem fórmulas e métodos de diminuição dos danos ao ambiente (VIEIRA, 2012). Estudos levaram a concepção de que o desenvolvimento deve estar ligado à ideia de preservação ambiental (VIEIRA, 2012).

Com isso, para melhorar a situação das cidades brasileiras, foi criada a lei 10.257 de 10 de julho de 2001, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana. Com o objetivo de tornar a cidade um lugar mais equilibrado ambientalmente e socialmente. Assim, baseado nos princípios constitucionais e nos instrumentos que proporcionam a melhoria das cidades, foi criado o direito a cidade sustentável (WELTER; PIRES, 2010).

Nesse contexto, podemos definir como sendo cidade sustentável aquela que possui uma política de desenvolvimento para valorização do meio ambiente natural e construído, tornando a cidade melhor aos seus habitantes, em seus mais diversos aspectos (ambiental, administrativo e social), garantindo um futuro melhor para as gerações futuras e, principalmente, qualidade de vida para as gerações presentes.

São aquelas que possuem uma política de desenvolvimento para valorização do meio ambiente natural e construído, favorecendo um estilo de vida ecocêntrico, priorizando ações que assegurem a equidade entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Este conceito resulta da necessidade da reformulação imediata das cidades, considerando parâmetros fundamentais, como uma economia baseada em tecnologia de base sustentável, sistemas de mobilidade inteligentes, ambientes inovadores/criativos, recursos humanos de talento, habitação acessível e diversificada, e sistemas inteligentes e integrados de governo (moradia, transporte, energia, saúde, segurança pública e educação). Assim, procura tornar a cidade melhor aos seus habitantes garantindo um futuro melhor para as gerações futuras e, principalmente, qualidade de vida para as gerações presentes.

Logo, os planos traçados para estas cidades, favorecem o surgimento de um novo modo de concepção de projetos e de execução de obras.

A palavra qualidade de vida pode ser definida como sendo o nível das condições básicas e suplementares do ser humano. Tais condições envolvem desde o bem-estar físico, mental, psicológico e emocional, aos relacionamentos sociais, como família e amigos, e também a saúde, a educação e outros parâmetros que afetam a vida humana.

Assim, planejar bem as etapas de urbanização é de fundamental importância para que a cidade seja bem cuidada e as pessoas que nelas moram possam viver melhor.

A adaptação das cidades para que fiquem mais sustentáveis é um processo de longo prazo que requer um esforço partindo também da população. (REGO; NACARATE; PERNA; PINHATE, 2013).

Por sua vez, a sustentabilidade urbana, vem tentar corrigir a desigualdade social e estabelecer um acordo com o setor econômico, ou seja, ela se constitui em uma questão indispensável para o desenvolvimento das cidades sem que haja o esgotamento de recursos, de modo a juntar forças e atentar, em políticas públicas, projetos que propicie uma melhor qualidade de vida aos moradores.

De acordo com a arquiteta Romero (2006),

> Promover a sustentabilidade nas cidades brasileiras significa enfrentar várias questões desafiadoras, como a concentração de renda e a enorme desigualdade econômica e social, o difícil acesso à educação de boa qualidade e ao saneamento ambiental, o déficit habitacional e a situação de risco de grandes assentamentos, além da degradação dos meios construído e natural e dos acentuados problemas de mobilidade e acessibilidade. Em outras palavras, no processo de construção da sustentabilidade e, em especial, de cidades sustentáveis, colocamos centralmente o resgate de

> melhores condições de vida, perdidas ou prejudicadas pelo crescimento desordenado das cidades. (ROMERO, 2006).

A sustentabilidade quando posta em pratica, atende a população de forma satisfatória, pois o crescimento populacional vem progredindo desordenadamente. De modo, que políticas públicas possam proporcionar uma melhoria na qualidade de vida dos cidadãos.

As cidades da atualidade vêm enfrentando alguns desafios, podemos citar como o primeiro a superação do modelo de insustentabilidade da utilização de recursos. Para solucionar esse problema deve-se sustentar cidades mais densas e compactas, o que se contrapõe ao modelo urbano de baixa densidade, como acontece nas cidades norte-americanas (REGO; NACARATE; PERNA; PINHATE, 2013).

Outro desafio a ser superado pelas cidades é a grande desigualdade socioeconômica e a consequente exclusão social. Em muitos casos, há uma expansão não controlada do espaço urbano, verificada especialmente nas últimas décadas. Isso resulta em uma dificuldade de administração e fiscalização do território e acarreta na acelerada degradação de zonas preservadas, precariedade na infraestrutura urbana, poluição e até mesmo em um aumento da violência (REGO; NACARATE; PERNA; PINHATE, 2013).

Além disso, a população que mora nas favelas passa por situações graves de necessidades básicas, como moradia, água, eletricidade, saneamento básico, coleta de lixo, pavimentação e iluminação pública por exemplo.

Outra situação que as cidades enfrentam é o planejamento estruturado de forma inadequada. As cidades devem ser planejadas para o futuro, considerar os efeitos de longo-prazo e não apenas os de curto-prazo.

Contudo, a importância da sustentabilidade é reconhecida cada vez mais e os efeitos positivos que esta gera para a sociedade e o meio ambiente. Com isso, é importante destacar também que o desenvolvimento sustentável, aliado ao processo de urbanização das cidades, geram benefícios de diversos tipos para as pessoas. A urbanização sustentável traz, portanto, vantagens de cunho social, como a melhoria da qualidade de vida nas cidades; de cunho econômico, refletindo-se na prosperidade da economia local; e ambiental, contribuindo para a diminuição do problema de aquecimento global; entre outros (REGO; NACARATE; PERNA; PINHATE, 2013).

Diante da situação que se encontram as cidades, apresentaremos propostas de possíveis alternativas no âmbito da sustentabilidade urbana, analisando os meios sociais, políticos e econômicos que norteiam a implantação de tais medidas, e sua consequência frente aos recursos sustentáveis, oferecendo uma vida digna para todos, e ainda, protegendo o planeta.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a construção do artigo: Princípios Fundamentais para Cidades Sustentáveis e Inteligentes, baseada nos objetivos, que necessariamente tocam em questões como construção sustentável, sistema de transporte ecologicamente correto e energia renovável, tem por finalidade oferecer uma melhor qualidade de vida para os cidadãos.

Para entender mais sobre a construção sustentável, transporte ecologicamente correto, energia renovável e resíduos sólidos foi necessária uma pesquisa bibliográfica em artigos, que têm por objetivo colaborar com o processo de desenvolvimento de políticas públicas saudáveis, contribuindo para a sustentabilidade, propiciando o ensino, a pesquisa. Descrevendo o sistema na área da construção civil, transporte urbano e energias que tem por finalidade identificar estratégias das quais o impacto na cidade é uma das barreiras para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do país. Ainda que não exista uma cidade que seja 100% sustentável, várias delas já praticam ações sustentáveis em diversas áreas.

Enfim, trata-se de um estudo bibliográfico com caráter descritivo e intuito de pesquisa na área de inovação, realizado por meio de fontes secundárias contidas em bancos de dados Google Acadêmico e Scielo, além de meios eletrônicos com notoriedade científica comprovada, como Ministério das Cidades e os IES da Rede Laureate em especial as Faculdade Internacional da Paraíba.

A revisão bibliográfica, por sua vez, embasa o referencial teórico, fundamentando a necessidade de reflexão e estudo sobre a cidade sustentável e apresentando conceitos e exemplos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos anos, o crescimento das cidades vem aumentando cada vez mais, e com isso, consequentemente aumentando a poluição, não só do ar, com a quantidade de automóveis, mas também, na quantidade de moradia em áreas improprias, que na maioria dos casos não tem rede de saneamento básico, dentre outros fatores que afetam de forma direta ou indiretamente.

A falta de planejamento reflete na qualidade de progressão das cidades, podendo se destruturar-se ou serem corrompidas com o passar do tempo. Por isso, o planejamento ambiental de uma cidade sustentável é importante, pois colabora não só com a eficiência da sustentabilidade pretendida para a nossa qualidade de vida, mas, principalmente, para o futuro das próximas gerações.

Embora não exista uma cidade que seja 100% sustentável, várias delas já praticam ações sustentáveis em diversas áreas. Exemplo disso é a cidade de João Pessoa (PB), referência em práticas sustentáveis. A prefeitura da capital promoveu, nos dois últimos anos, a preservação de áreas verdes, a arborização urbana e a recuperação de áreas degradadas, utilizando as mudas de árvores nativas produzidas no Viveiro Municipal (Portal Brasil, 2014).

O Estado do Paraná também é um modelo a ser seguido, pois através do Instituto Ethos, desenvolve um projeto que visa estimular gestores a implantar políticas para criação das cidades sustentáveis, os futuros gestores precisam assinar uma carta-compromisso, se comprometendo a implementar políticas públicas sustentáveis.

Depois de eleitos, devem prestar contas com base em indicadores de resultado como: ampliação das áreas verdes na cidade, erradicação da miséria e pobreza, despoluição de rios, garantia de educação para jovens e crianças, coleta seletiva de lixo, redução da poluição do ar, implantação de ciclovias e priorização do transporte público.

Baseado nos princípios apresentados por Lucchese (2010), sobre uma cidade em todos possam viver melhor, observamos que nos últimos anos elas vêm crescendo desordenadamente, não só com moradia, mais também, com fábricas e outros empreendimentos. Consequentemente, o aumento da poluição do ar através dos automóveis e fábricas, o crescimento desordenado de casas em locais proibido como barreiras e demais localidade de risco, não possuem um sistema de saneamento básico por causa de sua localidade, que vem sendo prejudicado de forma direta ou indireta.

O capítulo VI da Constituição Federal de 1988, artigo 225 assegura que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". Portanto, é de suma importância que a população possa conviver de igual para igual, em que todos têm o direito de uma qualidade de vida com conforto, segurança, transporte público adequado, calçadas e vias de acesso adequada para que as pessoas possam transitar com segurança. Para melhorar na qualidade de vida é preciso, não só dispor dos aspectos abordado acima, mas também, aproveitar mais os espaços que não são ocupados, como moradia, trabalho praças e outros empreendimentos e mobiliários urbanos que a população possa usufruir sem precisar utilizar o transporte público ou qual quer outro tipo, podendo assim atender as necessidades dos moradores daquela localidade. Importante também, é a diversificação das moradias, estruturar os bairros com áreas de lazer, com ajuda de projetos arquitetônicos e outros projetos que visem qualidade de vida.

Então, o princípio da sustentabilidade é dar as famílias uma qualidade de vida adequada com saneamento básico, mobilidade sustentável, segurança adequada, locais mais verdes entre outros aspectos.

Embasado nesse princípio o caminho para uma cidade sustentável é a sustentabilidade, e para isso é preciso, além destes que foram citados, outros aspectos que são de suma importância que precisa também da participação da sociedade e de alguns cuidados, são eles:

- A água, fonte natural imprescindível para a vida. A população vem desperdiçando tanto, nos últimos anos, sem pensar que um dia ela pode acabar. Isto, deve-se também em virtude da poluição e degradação do meio ambiente e das mudanças climáticas provocada pela sociedade. Sabe-se que o volume de água no planeta é muito instável, sua disponibilidade vai depender muito da região que é localizada. Aproximadamente 97,5% de toda água na Terra é salgada. Apenas 2,5% é doce, sendo que desta parcela, 1,72% está congelada nos polos Sul e Norte e geleiras no alto de montanhas e 0,75% são águas subterrâneas. Faz parte da constituição das plantas e animais, 0,02%, restando apenas 0,01% de toda água

do planeta disponível em rios, lagos e represas. O brasil possui aproximadamente 13% de toda agua doce do planeta, porém o desperdício agrava ainda mais a crise hídrica no país, aproximadamente 1,7 milhão de pessoas sofrem com a escassez de água (Pensamento verde, 2015). Atualmente, os recursos hídricos são de extrema importância para o crescimento gradativo e para o próprio mantimento de grande parte das atividades econômicas. Um exemplo disso é a própria produção agrícola, que nos períodos de baixa intensidade de água percebemos uma menor demanda na produção de alimentos.

- Construção de praças públicas como item de lazer para que a população possa usufruir do ar livre e ter o contato com as pessoas que ali habitam. O Ministério do Esporte, por meio da Secretaria Executiva, tem buscado aumentar a oferta de espaços urbanos de convivência comunitária com as ações programáticas: Praças da Juventude e Núcleos de Esporte Recreativo e de Lazer, implantadas em diferentes localidades do Brasil através da parceria entre os governos federal, distrital, estaduais e municipais (Ministério do Esporte, 2010). Com a implantação desse projeto, a população passa a ter contato com equipamentos públicos de esporte e lazer, além de ampliar a oportunidade no desenvolvimento de práticas esportivas, atividades recreativas, educativas, culturais e sociais como ferramentas de inclusão social e cuidados com a saúde.
- As ilhas de calor que tanto busca reduzir seu efeito nas cidades, têm sido investidas políticas e ações que incentivam a cobertura das edificações com telhado verde ou jardim suspenso. Ilhas de calor é um fenômeno que ocorre nas cidades por causa da sua incidência climática, ou seja, o elevado grau da temperatura costumando ser mais elevada do que na zona rural, onde a urbanização não é tão grande quanto nas cidades. Os centros urbanos com suas avenidas e empreendimentos, por exemplo, faz com que a temperatura aumente e a umidade do ar diminua. Outro fator que pode afetar nas ilhas de calor é a baixa quantidade de verde nas cidades. A presença de ilhas de calor no mundo é negativa para o meio ambiente, pois favorecem a intensificação do fenômeno do aquecimento global. Medidas podem ser tomadas para prevenir esse fenômeno, como o plantio de árvores em grande quantidade nas grandes cidades, criação de parques e preservação de áreas verdes. Além das medidas utilizadas para diminuir a poluição do ar: diminuição e controle da emissão de gases poluentes provocada pelos veículos e controle dos poluentes emitidos por indústrias.
- Abastecimento alimentar é, em geral, abordado em termos da estrutura que disponibiliza os produtos alimentares, isto é, as formas pelas quais os alimentos são produzidos e distribuídos para a população. Dispor de renda monetária regular é, sem dúvida, a condição primeira de acesso aos alimentos. Com isso, um elevado número de desigualdade, como o de nosso País, implica na exclusão de uma parcela significativa da população da possibilidade de consumo regular e satisfatório de alimentos, e na ocorrência da fome (MALUF, 1999). Em contrapartida, o Projeto Educando com a Horta Escolar, criado em 2005, é resultado de um acordo entre o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO/ONU) e prevê o desenvolvimento de pesquisas e projetos nas áreas de agricultura e alimentação e a implantação de 60 hortas em escolas públicas de Carinhanha (BA). Toda a família foi envolvida no processo, uma vez que os pais são os próprios agricultores familiares que fornecem o alimento para as escolas (Programa Cidades Sustentáveis, 2012). Medidas como essas é essencial, pois a família é diretamente ligada a alimentação das crianças da própria cidade. Além de estimulá-las a participar de todo processo de plantação e já ir crescendo com a responsabilidade de cuidar da natureza e conscientizá-las em práticas de alimentação mais saudáveis.

Contudo, percebemos que toda cidade sustentável se desenvolve a partir de uma ligação adequada, respeitável e pensada entre o meio ambiente construído, a geografia natural e práticas indispensáveis para o progresso da cidade como um todo. Portanto, planejar todas as etapas da urbanização é essencial para que a cidade possa ser bem cuidada.

3.1 Construções Sustentáveis

O Conselho Internacional da Construção (CIB), demonstra que a indústria da construção é o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos negativos ao meio ambiente. Buscando mudar esse cenário, surge o conceito de construção sustentável envolvendo a redução e otimização do consumo de materiais e energia, a redução dos resíduos gerados, a preservação do ambiente natural e a melhoria da qualidade do ambiente construído (Portal Brasil, 2014).

A construção sustentável é uma forma de se construir casas e edifícios, harmonizando-os com o meio ambiente. Ela procura, durante toda sua produção e pós-construção, amenizar os impactos à natureza, reduzindo o máximo possível os resíduos e utilizando com eficiência os materiais e bens naturais, como água e energia. Além disso, é imprescindível a aplicação de materiais recicláveis e de menor impacto ambiental, como madeiras reflorestadas e tijolo de adobe. Esse conceito entrou na pauta dos arquitetos após a Crise do Petróleo, dada na década de 1970, amenizando a utilização de energia e procurando novas formas de utilizá-la. Após o término da crise, o conceito não sumiu, pois, a tendência de levar a sustentabilidade cada vez mais a sério só evoluiu a partir de então (Ecycle, 2017).

Araújo (2017), já define construção sustentável, como sendo

> Construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais, sem comprometer a capacidade das futuras gerações (ARAÚJO, 2017).

Dentro do estudo sobre construções sustentáveis é importante perceber que as construções envolvem um conjunto de fatores para garantir resultados de qualidade e eficiência. Para isto, como vimos anteriormente, planejar é fundamental e, dentre as etapas de construir bem e com precisão, precisamos seguir um projeto, o desenho que visa tanto a parte técnica como a beleza das construções. É um ramo que vem crescendo bastante, sendo muito procurado pelas pessoas, pois oferece previa visão sobre o que procuramos. (POLTRONIERI; ROMANINI; MARTINS, 2015). Portanto, a busca pelo desenho técnico nos ajuda a planejar e nos organizar diante de situações indesejadas podendo auxiliar em escolhas promissoras e de qualidade.

O Alphaville Brasília – Residencial 1, por exemplo, é um exemplo de empreendimento altamente qualificado, premiado no Brasil no ano de 2012.

A Arena Castelão é a primeira arena sustentável no mundo, o estádio de Fortaleza ganhou a certificação LEED (Liderança em Energia e Design Ambiental) de construção sustentável por uso racional de água, energia, qualidade ambiental interna, baixo impacto ambiental e estímulo a inovações (Ecycle, 2017).

Uma obra quanto mais sustentável, mais responsável ela será por tudo o que consome, gera, processa e descarta. Sua característica mais marcante deve ser a capacidade de planejar e prever todos os impactos que pode provocar, antes, durante e depois do fim de sua vida útil (ARAÚJO, 2017).

De acordo com as diretrizes gerais para construções sustentáveis, conforme recomenda alguns dos principais sistemas de avaliação e certificação de obras no mundo, é necessário a implantação de alguns princípios, tais como, planejamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia da água e dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto (em termo de acústica); uso racional de materiais; uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Com base nesses princípios, podemos melhor detalha-los: o planejamento deve ser econômico, ter longa vida útil, podendo ser reciclados ou reutilizados, com a finalidade de não acumular resíduo; recursos naturais como sol, umidade, vento, vegetação devem ser usados para promover conforto e bem-estar de todos, além de economizar água e energia; eficiência no uso de energias renováveis, no uso e economia da água e na gestão de resíduo; além de usar materiais que não prejudique o meio ambiente, saúde dos moradores e que contribuam para promover um estilo de vida sustentável (ARAÚJO, 2017).

A ecovila, outro tipo de construção, é uma comunidade intencional classificada entre uma das melhores formas de desenvolvimento sustentável, existindo em vários países de forma que se é necessário para sua finalidade, é possível ressaltar que o planejamento de uma comunidade sustentável é de extrema importância, pois colabora, não só com a eficiência da sustentabilidade pretendida, mas também, com a longevidade da sociedade (SOARES; LANGNER, 2014).

Como exemplos de ecovilas temos o Village Homes que é uma modalidade de condomínio localizada a oeste de Davis no estado da Califórnia que tem como lema 'viver em paz'; a comunidade de Findhorn Foundation, localizada no norte da Escócia, a comunidade faz uso de técnicas de construção ecológica, geração de energia limpa e renovável, além de reciclagem e produção de alimentos orgânicos (SOARES; LANGNER, 2014).

Aqui no Brasil temos como exemplo de ecovila a cidade de Pirenópolis (GO), que foi instalada em uma área equivalente a 25 campos de futebol construídos para seus moradores terem uma convivência harmoniosa com a natureza. A produção de alimentos é local e orgânica, o que possibilita a economia de emissões causadas pelo transporte dos produtos. As construções são construídas com materiais naturais e planejadas para captar energia solar e água das chuvas, tornando-as praticamente autossuficientes e o lixo é quase 100% reaproveitado.

3.2 Sistema de Transporte Ecologicamente Sustentável

Ao longo da história da humanidade os transportes têm sido causadores de desenvolvimento, tornando possível a realização de atividades comerciais, o acesso aos serviços de saúde, educação e lazer e o crescimento das cidades. Os transportes têm contribuído igualmente para o desenvolvimento de um amplo corpo de teorias que relacionam acessibilidade e mobilidade ao desenvolvimento econômico e social. Se por um lado são fundamentais para a manutenção de diversos setores da sociedade, por outro, têm sido responsáveis por uma variedade de efeitos colaterais, muitos deles prejudiciais ao meio ambiente. Estes incluem, poluição sonora, poluição do ar, geração de resíduos sólidos e destruição de habitats naturais por consequência da construção e ampliação da infraestrutura dos transportes (COSTA, 2003).

Com o crescimento da população nas cidades e, a descentralização econômico-espacial colaboram para que ocorra a realocação das atividades de comércio e serviços para outras partes das cidades em um processo de ocupação das áreas periféricas, aumentando a necessidade e complexidade dos deslocamentos da população, tornando os sistemas de transportes em um importante variável necessário para a qualidade de vida nas cidades (ALVES; JUNIOR, 2009).

Em contrapartida, a cultura de ter um veículo particular e o uso excessivo de automóveis pioraram a qualidade de vida da população, principalmente, nos grandes centros urbanos. Eles são os principais responsáveis pela poluição do ar e pelo aquecimento global, além da poluição sonora e do desperdício de tempo nos congestionamentos. Privilegiar o transporte público, principalmente ônibus, metrô e trem, é de fundamental importância para alcançar um resultado realmente sustentável e de longo prazo (DETROZ; PAVEZ; VIANNA, 2014),

Além da poluição atmosférica que traz prejuízos à qualidade de vida das pessoas, e consequentemente ao estado, tendo em vista os gastos que são realizados com recursos hospitalares por causa de doenças respiratórias e também causando as chuvas acidas, corrosão do solo.

Assim, os processos industriais e de geração de energia, os veículos automotores e as queimadas são atividades humanas que mais causam a introdução de substâncias poluentes na atmosfera. Porém, é fundamental implementar ações de prevenção, combate e redução das emissões de poluentes e dos efeitos da degradação do ambiente atmosférico.

A dispersão das atividades nas cidades, os deslocamentos da população e, as políticas e ações públicas que privilegiam o uso do automóvel, fazem com que ocorra um processo de deterioração nas condições de operação do transporte público, assim como, tem-se reduzida à segurança nos deslocamentos a pé ou por bicicletas, que são os modos os mais utilizados pela população de baixa renda residente nas periferias urbanas e também, os mais sustentáveis (ALVES; JUNIOR, 2009).

Dessa forma, tem-se buscado por meios de locomoção mais limpo e sustentáveis, que são chamados de transportes ecologicamente corretos.

Segundo Siqueira e Lima (2017),

> A Mobilidade Urbana Sustentável é aquela que proporciona o equilíbrio entre o meio ambiente, a economia e a sociedade nos deslocamentos para a realização das atividades diárias, buscando melhorar a circulação de pessoas e bens, garantindo maior eficiência e dinamismo das funções urbanas, valorizando o espaço público, a sustentabilidade e o desenvolvimento das cidades (SIQUEIRA; LIMA, 2017).

Após estudos sobre a mobilidade urbana sustentável nas cidades desenvolvidas, é fundamental a participação da iniciativa privada no combate aos impactos negativos da política urbana voltada para o tráfego de automóveis, sobretudo nos países em desenvolvimento que leva a um círculo vicioso de mais infraestrutura, mais congestionamento. Cujo impacto na cidade é uma das barreiras para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do país.

Nas cidades, a importância dos transportes para o desenvolvimento econômico e equidade social, além dos muitos impactos que podem causar ao meio ambiente têm exigido o desenvolvimento de uma perspectiva mais sustentável para a mobilidade urbana.

O transporte é o recurso que permite locomover-se para diferentes destinos, principalmente a classe trabalhadora que se locomove todos os dias para o seu local de trabalho todos os dias.

Por sua vez, quando o transporte funciona adequadamente gera economia para as demais áreas, assegurando um sistema econômico mais eficiente para o município como um todo.

O meio de transporte coletivo é de fundamental importância para as pessoas que não tem condições de ter o seu próprio transporte para locomover-se para seu destino final. Quando, de péssima qualidade, pode atrapalhar o crescimento da cidade, como o impedimento de acesso aos locais de trabalho ou outras localidades, provocando a exclusão social, que acarreta em uma desigualdade social e urbana.

Diante de alguns princípios como, facilidade para pedestres, ligação entre cidades e bairros, um melhor aproveitamento do espaço, diversificar moradias, projeto urbanístico e arquitetônico, estrutura de bairros tradicionais, aumento da densidade, transporte público viável, princípios sustentáveis e visando sempre o bem-estar, ou seja, o conforto e satisfação por parte da população, são exemplos de projetos de mobilidade urbana para assim demonstrar uma interação das pessoas com a cidade.

Com o mesmo pensamento, de renovar ideias antigas, a sociedade tem procurado adotar o hábito de caminhar ou utilizar a bicicleta para deslocar-se diariamente. Pois, apesar de ser uma medida, saudável e inofensiva ao meio ambiente a bicicleta ainda é pouco utilizada como meio de locomoção aqui no Brasil, principalmente nos grandes centros urbanos, por motivos de falta de infraestrutura adequada, para comportar o trânsito de bicicletas e garantir a segurança dos ciclistas. Contudo, as cidades brasileiras têm procurado adequar-se, construindo ciclovias e sinalização apropriada.

Podemos tomar como exemplo a cidade de Sorocaba, localizada no Estado de São Paulo, que passou por um processo de urbanização, recuperando áreas mais degradadas. Uma cidade que no ano de 2009 (segundo dados do IBGE), possuía um veículo por cada dois habitantes, tem hoje, como alternativa de locomoção urbana, o uso da bicicleta, que auxilia tanto na diminuição de automóveis nas ruas como na redução do dióxido de carbono, sem contar com o baixo custo de compra e manutenção (BARROSO; REZENDE, 2014). Além disso, a cidade disponibiliza paraciclos, que são estacionamentos para as bicicletas, e bicicletários, local onde as bikes são alugadas, integrando o sistema cicloviário com o de transportes coletivos.

Outro exemplo é na capital federal, Brasília (DF), o incentivo do uso das bicicletas e as ampliações das ciclovias contribuíram para a redução dos poluentes emitidos pelos automóveis, além de trazer maior mobilidade, menos poluição e congestionamento, melhorou a qualidade de vida das pessoas.

Além disso, quando um veículo é parado em um congestionamento está usando mais energia do que a necessária por conta do tempo que fica parado no congestionamento.

Existe também, os transportes ecologicamente corretos moldados para os apaixonados por carros e motos, com o desenvolvimento atual de veículos dotados da chamada “tecnologia verde”. Apesar de ainda encontrar poucos no mercado, devem tornar-se populares com o passar do tempo e, assim, mais acessíveis.

No Brasil, o Ministério dos Transportes tem como referência para orientação e evolução de sua política ambiental os preceitos de desenvolvimento sustentável, contribuindo para que as gerações futuras possam desfrutar da base de recursos naturais disponível no país (MORAES; SANTOS, 2003/2004).

Baseado nos aspectos que são fundamentais na implantação de políticas de mobilidade sustentável, elencados por Costa (2003), podemos destacar a estabilidade entre os diversos meios de transporte e incentivo ao uso de bicicletas e caminhadas; o uso eficaz dos meios energéticos como peça chave para o desenvolvimento sustentável, já que o setor de transportes é responsável por consumir uma grande quantidade de recursos não-renováveis; a dependência tecnológica empregada aos meios de transporte para favorecê-los são fundamentais para alcançar a sustentabilidade; o incentivo a construção de rodovias e vias de trânsito rápido tem aumentado as oportunidades de deslocamento a maiores distâncias dentro das cidades, além da construção e renovação dos caminhos para pedestres e melhoria na qualidade do transporte coletivo.

Todavia, as consequências de uma política urbana falha e, de uma quase ausência de medidas de planejamento urbano ordenando as atividades, de forma articulada, de uso do solo com as de transportes, são inúmeras e comprometem a mobilidade e acessibilidade urbana, além, de um desconforto ambiental para a população (ALVES; JUNIOR, 2009).

É necessário alterar a forma de ordenação do sistema viário, deixando esse espaço de ter como prioridade o uso do automóvel. Ele deve ter a finalidade de garantir um espaço urbano voltado para as necessidades de deslocamentos dos pedestres, ciclistas, usuários dos transportes públicos. Ou seja, os automóveis particulares devem deixar de ser preferência, só assim será possível pensar em mobilidade urbana sustentável e acessibilidade universal.

3.3 Energias Renováveis

A cada dia a população se concentra mais nas cidades e o mundo se torna mais urbano, essas mesmas cidades consomem muita energia e respondem cada vez mais pelas emissões de gases. Dessa forma, a questão ambiental tem sido um problema que vem se agravando a cada dia. Assim, surgiu a necessidade de desenvolver modelos de energia que mude a troca dos combustíveis fosseis pelos combustíveis renováveis de maneira mais eficaz, econômica e ecologicamente correta, gerando uma qualidade de vida melhor e um desenvolvimento da sociedade (Lippel, 2017).

Com isso, o aumento da exigência de energia no Brasil e no mundo tem sido constante, sendo que a oferta de energia não vem acompanhando esse processo. Diante dessa situação, aparece como alternativa, as energias renováveis, como meio de suprir tal necessidade e proporcionar uma melhor qualidade e segurança no abastecimento de energia elétrica.

O aproveitamento da energia gerada pelo Sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor quanto de luz, é hoje, sem sombra de dúvidas, uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos os desafios futuros.

E quando se fala em energia, deve-se lembrar que o Sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia. Em outras palavras, as fontes de energia são, em última instância, derivadas da energia do Sol.

O efeito fotovoltaico acontece quando a luz solar, através de seus fótons, é absorvida pela célula fotovoltaica. A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que então ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, por sua vez, gera a corrente elétrica (NeoSolar, 2017).

Este sistema de energia tem a capacidade de transformar energia solar em energia elétrica, sem a emissão de poluentes, sendo assim, uma fonte de energia limpa e renovável. Esse tipo de energia pode ser interligado diretamente no sistema de abastecimento de energia, podendo ser estudado o potencial energético da energia solar fotovoltaica. Algumas vantagens desse tipo de energia e a fontes inesgotáveis e gratuitas, Energia limpa, sem

poluição ou qualquer resíduo, alta qualidade, sem harmônicas e sem ruídos, A instalação do sistema, que é modular, pode ser realizada tanto em obras em andamento como em construções finalizadas.

De acordo com Tolmasquim (2016),

> A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade e tem como base o efeito fotovoltaico. O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. (TOLMASQUIM, 2016).

Embora, mundialmente, a energia solar fotovoltaica venha avançando nos últimos anos de maneira mais rápida que as outras fontes de energia renováveis, no Brasil, a potência de energia solar instalada ainda é muito pequena considerando a incidência solar disponível no território que varia de 4,8 a 6,0 kwh/m^2, enquanto países europeus como a Alemanha apresentam mais de 2,5 GWp instalados, embora sua incidência solar seja menor, em torno de 3,4 kwh/m^2 (SIGNORINI; VIANNA; SALAMONI, 2014).

Este tipo de instalação de energia fotovoltaica pode ser posto em locais distintos e em diversas formas, sendo a mais utilizada a montagem de painéis ou módulos solares. Além dos painéis fotovoltaicos, também se utilizam filmes flexíveis, com as mesmas características, ou até mesmo a incorporação das células em outros materiais, como o vidro. As diferentes formas com que são montadas as células se prestam à adequação do uso, por um lado maximizando a eficiência e por outro se adequando às possibilidades ou necessidades arquitetônicas das áreas urbanas.

O sistema fotovoltaico pode ser divido em sistemas isolados e sistemas conectados à redes. Os sistemas isolados são aqueles que não se integram a rede elétrica e geralmente são utilizados em locais remotos ou onde o custo de acesso a rede é maior que o custo do próprio sistema. Normalmente estes sistemas utilizam bateria para armazenar a energia. Já os sistemas conectados à rede servem como qualquer outra forma de geração de energia que utilizamos a partir da rede elétrica e são utilizados como substitutos destas outras fontes de energia. Neste caso não há necessidade de armazenamento (NeoSolar, 2017).

Assim, a análise do potencial de geração de energia solar fotovoltaica, permite a instalação de painéis em diferentes situações. Desta forma, pode-se dizer que o desenvolvimento de um método que analise, ao mesmo tempo, a radiação solar disponível e a volumétrica da edificação, tornaria mais preciso o processo de dimensionamento do sistema de geração de energia solar.

Este tipo de geração de energia oferece algumas vantagens, como: sistema confiável, de fontes inesgotáveis e gratuitas; energia limpa, sem poluição ou qualquer resíduo; alta qualidade, sem harmônicas e sem ruídos; a instalação do sistema, que é modular, pode ser realizada tanto em obras em andamento como em construções finalizadas,

Um exemplo relacionado a esse tipo de energia solar é o Projeto de Lei nº 240/2015, que o Governador do Estado do Rio Grande do Sul, sancionou no ano de 2016, que institui a Política Estadual de Incentivo ao Aproveitamento da Energia Solar. O Projeto visa estimular a geração de energia fotovoltaica, racionalizar o consumo de eletricidade e de outras fontes para implantar sistemas ecologicamente corretos, englobando o desenvolvimento tecnológico, em empreendimentos particulares e públicos, residenciais, comunitários, comerciais e industriais (CONTI, 2016).

A inciativa deseja incentivar a geração de energia, criando possibilidades de emprego e renda para a população.

Além deste, O Ministério de Minas e Energia desenvolveu o Programa de Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), com o objetivo de estimular a geração de energia pelos próprios consumidores (residencial, comercial, industrial e rural) com base em fontes renováveis, em especial a fotovoltaica (Portal Brasil, 2016).

A energia solar no Brasil proporciona a sociedade alguns benefícios econômicos tais como,

- As casas que possuem energia solar fotovoltaica instalada podem gerar a sua própria energia renovável e assim praticamente se livrar da sua conta de luz para sempre;
- Os sistemas fotovoltaicos valorizam a propriedade;
- Quanto mais energia solar instalada no Brasil menor é a necessidade de utilizarmos as usinas termoelétricas que são caras e, menor a inflação na conta de luz;
- A indústria de energia solar no Brasil gera milhares de empregos todos os anos (Portal Solar, 2017).

Outro tipo de energia solar encontrada é a energia solar térmica, que transfere o calor do sol para a água, seja para aquecê-la ou para evaporá-la e alimentar turbinas. A energia solar térmica no Brasil é amplamente utilizada para aquecer água.

O coletor solar é um outro tipo de energia usada no Brasil, sobretudo, para aquecer água para banho ou outras finalidades, como o uso nas industriais, é o famoso aquecedor solar. Os receptores solares é a tecnologia mais desenvolvida e utilizada no Brasil dentre as tecnologias de energia solar. Já existem leis que obrigam residências e comércios a utilizarem o coletor solar para aquecer água de acordo com o perfil/tamanho da residência ou empresa. Uma alternativa mais eficiente para os coletores solares são os tubos evacuados que possui mais eficiência (Portal Solar, 2017).

Diante de alguns tipos de energia solar encontrado no Brasil, em 2018, o país deverá estar entre os 20 países com maior geração de energia solar, considerando a potência já contratada (2,6 GW) e a escala da expansão dos demais países (Portal Brasil, 2016).

3.4 Resíduos Sólidos

No desenvolvimento das diversas atividades diárias vivenciadas pelo homem, uma grande quantidade de resíduos é produzida e jogado em locais indevidos, voltando para o meio ambiente.

Segundo a Norma Brasileira NBR 10004 de 1987 - Resíduos Sólidos – Classificação, os resíduos sólidos são: “aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível”.

Estes, podem ser classificados como resíduos perigosos – que são os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos; resíduos não inertes – os combustíveis, solúveis e biodegradáveis; e resíduos inertes – que não oferecem riscos à saúde ou ao meio ambiente (TADA; ALMEIDA; GONÇALO Jr; KIMURA, 2009).

O problema do lixo apresenta realidade bem diferente, variando de município para município, mas em meio aos recursos humanos e aos materiais disponíveis nas prefeituras, as dificuldades a serem enfrentadas serão sempre grandes.

Quando o lixo é despejado de maneira inadequada, por exemplo, causa a reprodução de insetos como: moscas, mosquitos, baratas, ratos etc., além de facilitar a contaminação de animais domésticos.

Dessa forma, para que o lixo seja preservado de forma apropriada é preciso que se tenha um tratamento coletivo de toda população e não que seja tratado individualmente.

O município de Londrina realiza o projeto “Cesta Verde”, que favorece a população trocar o lixo reciclável por alimentos orgânicos. Todas as sextas-feiras, os bairros preestabelecidos recebem equipes da Secretaria Municipal, a cada dois quilos de lixo reciclável entregue, é oferecido um quilo de alimento sem agrotóxicos. Mulheres catadoras de material reciclado são estimuladas a estudar. A cidade já recebeu prêmios nacionais e internacionais, como o selo “Amigo do Catador”.

Medidas como essas ajuda no incentivo a população, além de dar o destino correto ao lixo produzido nas nossas residências e fora dela, como a manter a cidade limpa. Gera empregos e renda para a população.

Implantações como o aterro sustentável, asseguram uma melhoria na saúde da comunidade e minimiza os impactos negativos associado a distribuição inadequada do resíduo sólido urbano.

Os aterros sanitários, por sua vez, são hoje, o meio mais utilizado e de menor custo para a estocagem dos resíduos sólidos urbanos, porém o fato de estarem estocados não quer dizer que estejam ociosos. Deve-se tomar cuidado com as condições de armazenamento, bem como as influências dos agentes naturais, como a chuva e microrganismos, que ativam os processos físico, químico e biológicos de transformação (TADA; ALMEIDA; GONÇALO Jr; KIMURA, 2009).

O lixo pode passar por diversas etapas, dependendo do tipo de resíduo. A coleta seletiva é uma delas é onde temos as operações de remoção e transferência dos resíduos sólidos urbanos para os locais de armazenamento ou processamento. Algumas cidades já vêm adotando essa medida que tem evitado a sobrecarga dos aterros; o reaproveitamento e tratamento estão relacionadas com a fase de coleta seletiva, onde os resíduos de matéria orgânica se tornam ótimo adubo (através da compostagem), os resíduos sólidos como pet, metais, vidros dentre outros sofrem triagem e são reciclados pela indústria.

Portanto, o grande obstáculo que se enfrentam atualmente da atualidade é incentivar o desenvolvimento sustentável, ou seja, um desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades presentes sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Neste contexto surge um ambiente de oportunidade para o empreendedorismo cooperativo ou empresarial.

4 CONCLUSÕES

Ao pensar em sustentabilidade urbana presume-se relacionar toda uma problemática, ou seja, inter-relacionar os diversos temas envolvidos e tratá-los como um todo e não apenas considerá-los individualmente. Dentre os quais podemos destacar:

INSUMOS: água; alimentos; ar puro; capacidade; competência; consciência ambiental; cooperação; energia de fontes renováveis; energia de fontes não-renováveis; minérios; participação pública na tomada de decisão; planejamento e produtos florestais e da agropecuária não-alimentícios.

SOCIEDADE: acesso à informação; bem-estar; bens de consumo; cultura; educação; estética da cidade; lei e ordem; migração; moradia; povoamento; saúde e trabalho.

ECONOMIA: comércio; eficiência energética; instituições financeiras; legislação e cumprimento das leis; prevenção e redução de rejeitos; tarifas públicas; transporte autônomo e transporte público.

USO DO SOLO: áreas Verdes; aterros; depósitos de resíduos; dutos (a céu aberto e subterrâneos); edificações; estações de saneamento; ferrovias; linhas de transmissão de energia; loteamento; rodovias; sítios industriais; torres de comunicação e unidades de conservação.

REJEITOS/CONSEQÜÊNCIAS: ambientes degradados; congestionamentos; crimes; efluentes industriais; esgotos domésticos e de serviços; exclusão social; perda de ecossistemas; pobreza e miséria; poluentes atmosféricos; resíduos sólidos; ruídos; segregação étnica e/ou religiosa e sítios industriais abandonados.

Todavia, o trabalho permitiu analisar que a identificação de princípios e ações para se ter um desenvolvimento adequado é de fundamental importância para alcançar a cidade sustentável.

Contudo, a valorização do ser humano a partir do paradigma ecocêntrico também é o meio para se alcançar um novo urbanismo que busca a qualidade de vida baseado na promoção do bem-estar da população.

É importante, também, criar possibilidades de transformar, construir e refazer, democraticamente, a cidade que queremos viver, a cidade capaz de propiciar um padrão de vida aceitável sem causar profundos prejuízos ao meio ambiente.

Portanto, planejar o crescimento de uma cidade está diretamente relacionado ao modelo de desenvolvimento adotado, onde se deve priorizar não somente o aspecto econômico, como também, o social e o ambiental para que se organize a gerar condições de maior sustentabilidade.

A cidade de João Pessoa, por exemplo, precisa necessariamente investir em marketing de educação para preservação (postura ética cultural); construção de áreas verdes (parques, praças, revitalização do jardim botânico); acessibilidade, mobilidade e logística (ciclista, automobilístico e de distribuição de produtos); ocupação do solo (monitorar o impacto ambiental causados pela concentração de prédios tipo espigões); estimulo a uso de energia sustentável (mares, eólica, biomassa lignocelosica, solar); mitigação das áreas de risco (transferência de moradores das áreas de risco ambiental); motivação para adoção de tecnologias que assegure a qualidade das bacias hidráulicas da região (minimização agrotóxico; esgoto; descartes industriais; lixo; assoreamento).

Sabemos que os resultados ainda têm sido pouco praticados no dia-a-dia do cidadão brasileiro, mas, é preciso mais vontade por parte das políticas públicas para colocar em prática as ações voltadas para a cidade sustentável e com maior qualidade de vida para a população.

REFERÊNCIAS

ALVES, Priscilla; JUNIOR, Archimedes Azevedo Raia. **Mobilidade e Acessibilidade Urbanas Sustentáveis: A Gestão da Mobilidade no Brasil**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PPGEU/Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. 15 f. 2009.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. 6 f. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30508580/moderna.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWO

WYYGZ2Y53UL3A&Expires=1493936796&Signature=DyrCwydiZSULXm58N7rfs%2Fn%2FGoQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DA_moderna_construcao_sustentavel.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

BARROSO, Leticia; REZENDE, Vera F. **A cidade, o espaço e o diálogo com a sustentabilidade**. Revista de Arquitetura IMED, v. 3, n. 2, p. 138-144, 2014. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/730/537>. Acesso em: 26 abril 2017.

Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 15 maio 2017.

CONTI, José Antonio. Agência de notícias ALRS. 2016. Disponível em: <http://www2.al.rs.gov.br/noticias/ExibeNoticia/tabid/5374/IdMateria/305799/language/pt-BR/Default.aspx>. Acesso em: 28 abril 2017.

COSTA, Marcela da Silva. **Mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal**. São Carlos, 2003. 196 f. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-26042004.../dissert_final_marcela.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

DETROZ, Djessica; PAVEZ, Cristienne Magalhães Pereira; VIANNA, Anna Paula. **Cidades Sustentáveis, Inteligentes e Inclusivas: Reinvenção das Cidades**. Revista de Extensão e Iniciação Científica SOCIESC – REIS. 2014. 11 f.

Ecycle. Conheça tudo sobre construção sustentável. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/42-eco-design/2062-conheca-tudo-sobre-construcao-sustentavel.html>. Acesso em: 04 maio 2017.

Lippel. **Reciclagem e Aproveitamento energético**. Projeto desenvolvido para reaproveitamento de resíduos para a geração de energia para um sistema elétrico mais limpo. Disponível em: <http://www.lippel.com.br/br/unidades-de-producao/reciclagem-e-aproveitamento-energetico.html#.WAjVNok97IV>. Acesso em: 27 abril 2017.

LUCCHESE, Cecília. **O Novo Urbanismo**. 2010. Disponível em: <http://theurbanearth.net>. Acesso em: 27 abril 2017.

MALUF, Renato Sérgio. **Ações públicas locais de abastecimento alimentar**. Pólis Assessoria, Formação e Estudos em Políticas Sociais, 1999. Disponível em: <http://200.169.104.5/uploads/845/845.pdf>. Acesso em: 05 maio 2017.

Ministério do Esporte. Secretária Nacional de Desenvolvimento de Esporte e de Lazer. Manual de Implantação das Praças da Juventude, v. 5. Política Intersetorial: PeLC e Pronasci. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.esporte.gov.br/arquivos/publicacoes/manualImplantacaoPraca.pdf>. Acesso em: 06 maio 2017.

MORAES, Sévora Suzana Maciel de; SANTOS, Enilson Medeiros dos. Avaliação de Impactos Ambientais (AIA): instrumento importante na sustentabilidade dos projetos rodoviários. Revista da FARN, Natal, v. 3, n. ½, p. 45-58, jul. 2003/jun. 2004. Disponível em: <

http://www.revistaunirn.inf.br/revistaunirn/index.php/revistaunirn/article/viewFile/90/102>. Acesso em: 27 abril 2017.

NeoSolar. Energia solar fotovoltaica. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica/>. Acesso em: 04 maio 2017.

Norma Brasileira NBR 10004 de 1987 - Resíduos Sólidos – Classificação. Disponível em: <http://www.unaerp.br/documentos/2234-abnt-nbr-10004/file>. Acesso em: 05 maio 2017.

Pensamento Verde. A importância da sustentabilidade da água nos dias de hoje. 2015. Disponível em: <http://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/importancia-da-sustentabilidade-da-agua-nos-dias-de-hoje/>. Acesso em: 06 maio 2017.

POLTRONIERI, Valéria; ROMANINI, Anicoli; MARTINS, Marcelo Salles. **Desenho Urbano: uma análise conceitual em áreas habitacionais sustentáveis**. Núcleo de Estudo e Pesquisa em Edificações Sustentáveis - NEPES, IMED, Brasil. 9 f, 2015.

Portal Brasil. Meio ambiente. Cidades sustentáveis reduzem impactos ambientais. 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/12/cidades-sustentaveis-reduzem-impactos-ambientais>. Acesso em: 03 maio 2017.

Portal Brasil. Infraestrutura. **Brasil estará entre os 20 países com maior geração solar em 2018**. 2016. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/01/brasil-estara-entre-os-20-paises-com-maior-geracao-solar-em-2018>. Acesso em: 28 abril 2017.

Portal Solar. Solar. Disponível em: <http://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>. Acesso em: 27 abril 2017.

Programa Cidades Sustentáveis. **Metas de Sustentabilidade para os Municípios Brasileiros (Indicadores e Referências)**. 2012. Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/downloads/publicacoes/publicacao-metas-de-sustentabilidade-municipios-brasileiros.pdf>. Acesso em: 06 maio 2017.

REGO, Jaqueline Azevedo de Amorim; NACARATE, João Paulo Melo; PERNA, Luísa Noleto; PINHATE, Tarcísio Barbosa. **CIDADES SUSTENTÁVEIS: Lidando com a urbanização de forma ambiental, social e economicamente sustentável**. Simulação das Nações Unidas para Secundaristas/2013. 15 f.
ROMERO, Marta Adriana Bustos. **O desafio da construção de cidades**. Edição 142. 2006. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/142/o-desafio-da-construcao-de-cidades-21835-1.aspx>. Acesso em: 27 abril 2017.

SIGNORINI, Vanessa Buttow; VIANNA, Saionara Dias; SALAMONI, Isabel. **Análise do potencial de geração de energia solar fotovoltaica em um sistema integrado à edificação e interligado à rede - estudo de caso no prédio administrativo do campus porto da UFPEL**. Revista de Arquitetura IMED, v. 3, n. 2, p. 108-117, 2014.

SIQUEIRA, Graziana Donata Punzi de; LIMA, Josiane Palma. **A contribuição das políticas públicas de mobilidade urbana para o desenvolvimento sustentável das cidades**. Universidade Federal de Itajubá/ Programa de Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade. 19 f. Disponível em:

<http://www.rio2015.esocite.org/resources/anais/5/1440766741_ARQUIVO_ArtigoparaoTECSOC.pdf>. Acesso em: 28 abril 2017.

SOARES, Thais Aline; LANGNER, Marcelo. **Análise sobre o planejamento e o não planejamento de ecovilas e comunidades sustentáveis**. Revista de Arquitetura IMED, v. 3, n. 2, p. 118-125, 2015.

TADA, Agnes Massumi; ALMEIDA, Alexandre Murilo G. de; GONÇALO Jr, Paulo Roberto; KIMURA, Wagner. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Florianópolis, Editora Rima Artes e Textos, 2009. Disponível em: <https://social.stoa.usp.br/articles/0016/2659/resenha1_trabalho_1_de_SMC_-_professor_Paulo_Almeida.pdf>. Acesso em: 06 maio 2017.

TOLMASQUIM, Mauricio T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Rio de Janeiro, 2016. 452 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20%20Online%2016maio2016.pdf>. Acesso em: 27 abril 2017.

VIEIRA, Juliana de Souza Reis. **Cidades Sustentáveis**. Revista de Direito da Cidade. v. 4, n. 2, p. 1- 39, 2012.

WELTER, Izabel Preis; PIRES, Mixilini Chemin. **O direito à cidades sustentável**. Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 63-70, 2010.

PROCESSOS EROSIVOS COSTEIROS DA PRAIA DO SEIXAS LITORAL SUL DE JOÃO PESSOA/PB

Williams da Silva Guimarães de Lima[(1)] williams_guimaraes@hotmail.com, Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[(2)] giuseppecv@gmail.com, Marco Aurélio Rodrigues de Melo[(3)] marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com.
[(1)] Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, [(2)] Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, [(3)]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP.

RESUMO: O litoral paraibano apresenta crescimento populacional devido crescimento imobiliário, decorrente do turismo e abertura de novas estradas, para áreas, antes pouco habitadas. Na descrição dos resultados aponta-se que a área não tem fontes de sedimentos suficientes para manter suas praias protegidas da erosão local. Identificou-se que na abertura entre os recifes ocasiona a passagem das ondas definido como difração, gerando aporte lateral de energia oscilatória com a mesma frequência da onda incidente. Concluiu-se que a situação é agravada, pois a posição da falésia está recuada em relação ao nível do mar atual. Outra situação são as ocupações indevidas localizadas na zona de praia. Por fim, devem ser priorizadas as ações de educação ambiental, visando à conscientização, importância ecológica e paisagística da área, buscando priorizar sua valoração ambiental.

Palavras-Chave: geologia marinha; educação ambiental; zona costeira.

ABSTRAT: The coast of Paraiba shows a population growth due to real estate growth, due to tourism and opening of new roads, to previously unpopulated areas. In the description of the results it is pointed out that the area does not have sufficient sediment sources to keep its beaches protected from local erosion. It was identified that in the aperture between the reefs it causes the passage of the waves defined as diffraction, generating lateral contribution of oscillatory energy with the same frequency of the incident wave. It was concluded that the situation is aggravated, because the position of the cliff is set back from the current sea level. Another situation is the undue occupations located in the beach area. Finally, environmental education actions should be prioritized, aiming to raise awareness of the ecological and landscape importance of the area, seeking to prioritize its environmental valuation.

Keywords: marine geology; environmental education; coastal zone.

1. INTRODUÇÃO

As evidencias atuais da elevação do nível do mar e sua possível aceleração no século XXI, devido ao aquecimento global, se torna uma preocupação em escala planetária. Vale ressaltar que é importante mensurar o papel da elevação do nível relativo do mar, no que tange ao recuo da linha de costa, avaliando esse deslocamento em termos de suas futuras flutuações (LIMA 2002). Entre os problemas motivados pela influência dos agentes dinâmicos com a zona costeira, destaca-se a erosão das praias ocasionada pela ação dos escoamentos superficial, eólica, ondas e correntes marinhas, bem como, as ações antrópicas, colocando em riscos vários ecossistemas litorâneos e os patrimônios situados à retaguarda (MANSO *et. al.* 2015).

Estudos elaborados por pesquisadores de todo o mundo, voltado para a zona costeira, sugerem que a erosão neste ambiente, é um grave problema que afeta em média 50% das linhas de praia de praticamente todo o mundo, tornando quase impossível se prever uma proteção para cada praia (OLIVEIRA *et. al.*,2014). Por esta razão, a reação mais comum consiste, em não interferir neste processo natural, procurando aprender a conviver com a erosão. Precedendo a qualquer tipo de intervenção na zona costeira é necessário antes de tudo, conhecer o comportamento, em médio prazo, da linha de costa (em décadas), normalmente realizado pela comparação de fotografias aéreas ou imagens de satélites multi-temporais, para definir quais as zonas em recuo real ou que apresentem um quadro crítico de erosão nos últimos anos.

Todos estes fenômenos, anteriormente mencionados, ocorreram no tocante a dois aspectos importantes: O primeiro, diz respeito à situação morfológica correspondente ao ambiente marinho raso atual que é bastante atípico quando comparada com o passado geológico. No passado, durante o Devoniano, houve um grande predomínio de mares epicontinentais (áreas correspondentes às atuais bacias Platina e Amazônica), rasos no território brasileiro fato que não ocorre na geografia atual. O segundo aspecto refere-se ao fato das plataformas continentais atuais se encontrarem submersas devido a ultima transgressão marinha pós-glacial, iniciada por volta de 18.000 anos. Esta transgressão foi muito rápida e deslocou a linha de costa desde a borda da plataforma até aproximadamente sua posição atual, correspondendo a uma elevação do nível do mar superior a 100 metros (NEVES *et. al.*, 2014).

A rapidez desta transgressão fez com que boa parte dos sedimentos que estão acomodados nas plataformas atuais, não estejam em equilíbrio com as condições ambientais que agora se encontram, pois foram depositadas em ambientes diferentes quando a plataforma se encontrava ainda exposta, ou seja, os cascalhos e areias fluviais encontradas em locais correspondentes ao que hoje é à borda da plataforma (PONZI, 2004). O avanço da linha de costa em direção ao continente desencadeou severos processos de erosão, através do solapamento hidrodinâmico do perfil praial e do substrato arenoso pré-holoceno de plataforma interna.

Partindo desse pressuposto, sugere-se que a linha de costa da região Nordeste, apresenta uma forte tendência ao processo erosivo, o que implica na presença de longos trechos de falésias ativas, particularmente nos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (COUTINHO, 1976). Tais feições constituem um elemento paisagístico dominante e característico do litoral do Nordeste, sendo o litoral paraibano, parte integrante desta tendência anteriormente mencionada, identificando na sua linha de costa vários pontos de erosão critica e, a Praia do Seixas em particular é exemplo típico de um destes pontos.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO DO PROJETO

O crescente desenvolvimento de atividades humanas em zonas costeiras tem aumentado a preocupação com os riscos da erosão. Algumas mudanças costeiras são em longo prazo, outras de curto prazo ou cíclicas. A identificação das áreas onde a erosão atual é crítica se torna importante, uma vez que a causa desta, nem sempre é óbvia e os processos costeiros atuantes são muito complexos, devido a sua rápida dinâmica. A análise e interpretação dos vários parâmetros ambientais da área que sofre este processo erosional, são fundamentais para a seleção da alternativa mais adequada buscando reduzir/conter este fenômeno erosivo.

A Praia do Seixas, Bairro com população de 774 habitantes (IBGE, 2010), corresponde ao um arco de praia, de aproximadamente 1.000 metros de extensão, resultante da difração provocada na passagem das ondas

pela abertura dos recifes (Figura 01), algo similar ao problema enfrentado na Praça de Iemanjá, Praia do Cabo Branco. A área do empreendimento (Praia do Seixas) apresenta uma abertura entre os recifes controlando todas as alterações das ondas que se propagam em direção à praia, sendo responsável pela concavidade do arco da Praia do Seixas. Este fenômeno anteriormente mencionado é definido como difração (FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALES 2009).

As ondas antes de alcançarem a abertura encontrada pelos recifes apresentam um padrão de aproximação linear e, a partir desta abertura, na direção da praia, um padrão curvilíneo formando semicírculos com centro no ponto médio da abertura. Como produto deste fenômeno, aparece à distribuição dos raios das ondas na forma de um leque, gerando um fluxo bidirecional a partir do ponto central da abertura, que origina uma circulação e o transporte de sedimentos na direção das extremidades do arco de praia. As ondas difratadas alcançam à costa, moldando a Praia do Seixas em forma de arco. Nas condições de direção de aproximação de NE, E ou SE, as ondas convergem sempre para a Praia do Seixas, concentrando energia e criando o ponto crítico da erosão de praia.

Figura 01. Fenômeno de difração de onda, ocasionado pela abertura dos recifes localizado em frente ao Seixas, deixando a Praia com uma configuração de arco e extensão aproximada de 900 metros.
Fonte: Google Earth 2009.

Na Praia do Seixas propriamente dita, existe uma ocupação de barracas de praias sobre a zona de berma e parte da zona de estirâncio superior (Planície de maré alta). Alguns donos de barracas, ao tentar limpar a faixa de praia coberta por "sargaços" (provavelmente trazidos por ondas tipo *swell*), acabam por remobilizar sedimentos da praia e modificar a morfologia do perfil desta praia (Figuras 02 e 03).

Figura 02 – Donos de barracas alterando as condições naturais do perfil de praia na Ponta do Seixas (Extremo Oriental das Américas).
Fonte: FADURPE 2009.

Figura 03 – Barracas instaladas irregularmente na zona de berma da Praia do Seixas e parte da zona de estirâncio superior.
Fonte: Acervo DIVA/SEMAM 2011.

Associados aos fenômenos naturais, bem como a este tipo de prática ocasionado por pelos donos das barracas, mostra que a área não tem fontes de sedimentos suficientes para manter suas praias protegidas dos processos erosivos locais. Sugere-se que a dinâmica costeira local proporciona a progradação das praias para dentro do continente, ambiente que natural este fenômeno procura ocupar (ANEXO I).

Quando uma praia com perfil de verão é submetida a um aumento da altura da onda e diminuição do período das ondas de ressacas, a praia responde com erosão e transporte de areia costa afora. A erosão ocorre inicialmente com o material da praia sendo colocado em suspensão pelo forte movimento da arrebentação das ondas de ressacas. O aumento da altura das ondas de tempestades acelera a erosão das praias, o qual orienta o perfil de praia para um cenário de erosão critica, típico de inverno e com barras se movendo em direção ao mar, separada da praia por um amplo canal, caso muito comum que ocorre na Praia do Seixas, local da implantação do projeto da Praça do Sol Nascente (Figuras 04 e 05).

Figura 04 – Destruição de parte do piso do estacionamento localizado na Praia do Seixas, ocasionada pela erosão costeira.
Imagens acervo DIVA/SEMAM 2011.

Figura 05 – Remobilização de blocos, oriundos de aterros localizados na Praia do Seixas, ocasionadas pela erosão costeira.
Imagens acervo DIVA/SEMAM 2011.

3. RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

Como foi visto a abertura entre os recifes controla todas as alterações das ondas que se propagam em direção à praia, sendo responsável pela concavidade do arco da Praia do Seixas. O fenômeno observado pela passagem das ondas desta abertura é definido como difração. Esta aparece quando um conjunto de ondas intercepta algum tipo de obstáculo, submerso ou não, criando uma perturbação no movimento ondulatório e gerando um aporte lateral de energia oscilatória com a mesma frequência da onda incidente.

A situação encontrada no local onde deve ser construído o empreendimento é caracterizada da seguinte maneira: da zona de berma (onde atualmente encontra-se o estacionamento e os quiosques), até a Rua dos Pescadores, obedece a uma distancia aproximada de 26 metros, espaço este, disposto para a construção da Praça do Sol Nascente. Vale salientar que a taxa de recuo deste ponto crítico de erosão na Praia do Seixas, ocorre um deslocamento de blocos oriundos do próprio estacionamento, depostos na zona de estirâncio (maré de sizígia), que foi monitorado entre os dias dois (02) a quinze (15) de fevereiro do corrente ano, devido às oscilações das marés que teve uma variação neste período entre -0,1 metros a 2,7 metros, fenômeno muito comum em praticamente todo litoral paraibano.

A decisão mais racional é que os bares e quiosques localizados na zona de berma, da praia em epígrafe, sejam redirecionados para um local mais afastado deste ponto crítico de erosão. A área onde deverá ser instalada a Praça do Sol Nascente é um ponto crítico de erosão (Figura 06), caso similar ao da Praça de Iemanjá, localizada na Praia do Cabo Branco (Figura 07). Por todos estes fatores, o empreendimento da Praça do Sol Nascente, diante das condições atuais da dinâmica costeira local, anteriormente mencionada, carece de ajustes no momento de sua instalação, situação já prevista no projeto atual deste empreendimento.

Figura 06 - Local crítico de erosão no estacionamento da Praia do Seixas, onde deverá ser construída a Praça do Sol Nascente.
Imagens acervo DIVA/SEMAM 2011.

Figura 07 – Praça de Iemanjá (praia do Cabo Branco) parcialmente destruída pela ação das ondas.
Imagens acervo Williams Guimarães 2010.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo destes pressupostos, conclui-se que o projeto da Praça do Sol Nascente, diante da dinâmica costeira local sofra adequações (aditivos) no momento de sua instalação, buscando afastamento da zona de berma (ponto crítico de erosão), objetivando a viabilidade da instalação do empreendimento, para que o mesmo não sofra com este tipo de fenômeno tão acentuado e comum neste setor da praia. Contudo, diante das adversidades encontradas no local, ressalta-se que no local do empreendimento será executada as intervenções das obras de contenção da Falésia do Cabo Branco, que também contempla a Praia do Seixas, conforme prevê os Estudos da Dinâmica Costeira para Redução/Contenção do Processo de Erosão da Praça de Iemanjá, Falésia do Cabo Branco e da Praia do Seixas, no litoral de João Pessoa/PB, contribuindo no equilíbrio da linha de costa local e assim, viabilizando o empreendimento.

Na praia do Seixas a situação é agravada, porém ainda restam sedimentos de praia, pois a posição da falésia está recuada em relação ao nível do mar atual, porém neste caso a ocupação se deu exatamente na zona de praia, onde se localizam residências, setor comercial e a infra-estrutura pública, todos sob riscos. Seja qual for à proposta contemplada para intervenção erosional da área em questão, estudos prevêem que quanto mais afastada a estrutura for implantada na zona de berma melhor resultados serão obtidos, no que diz respeito para a área supracitada.

As sugestões e recomendações oriundas do presente diagnóstico deverão ser consideradas quando da implantação das obras relativo a uma proposta de intervenção na área. Finalmente, devem ser priorizadas as ações de educação ambiental, visando à conscientização para a importância ecológica e paisagística da área e para a sua valoração ambiental.

REFERÊNCIAS

COUTINHO, P. da N. **Geologia Marinha da Plataforma Continental Alagoas–Sergipe**. Tese de Livre Docente ao Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 112 p. **1976**.

Fundação Apolônio Sales. Estudos da Dinâmica Costeira para Redução/Contenção do Processo de Erosão da Praça de Iemanjá, Falésia do Cabo Branco e da Praia do Seixas, no Litoral de João Pessoa/PB. Texto Técnico. Recife-PE. **2009**.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Perfil dos Municípios Brasileiro**. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Censo Demográfico **2010**.

LIMA, W. da S. G. de. **Geologia e Geomorfologia dos Recifes de Maracajaú–RN e Plataforma Rasa Adjacente**. Natal: Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 91 p. (Dissertação de Mestrado). **2002**.

MANSO, V. A. V. *et. al.* **Solubilização de potássio em misturas de verdete e calcário tratadas termoquimicamente**, e-ISSN 1983-4063 - www.agro.ufg.br/pat - Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 45, n. 1, p. 66-72, jan/mar. **2015**.

NEVES, B. B. de B. FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M. **The Brasiliano collage in South America: a review A colagem Brasiliana na América do Sul: uma revisão**. DOI: 10.5327/Z2317-4889201400030010 Brazilian Journal of Geology, 44(3): 493-518, **2014**.

OLIVEIRA, T. S. *et. al.* **Modern sedimentary processes and the distribution of organic matter in a tropical estuarine system,** Recife, PE, Brazil, DOI:10.5894/rgci470, Journal Integrated Coastal Zone Management, **2014**.

PONZI, V. R. A. **Sedimentologia Marinha**, p. 219-241. In **Introdução à Geologia Marinha** Org. **2004**.

Proposta de construção de um reator para produção de biogás e biofertilizante em propriedades rurais a partir de dejetos animais.

José Gomes Pereira Filho[1], Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[2], Williams da Silva Guimarães de Lima[3], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[4]
[1]Engenheiro Ambiental, jgpf66@hotmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, giuseppecv@gmail.com; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, williams_guimaraes@hotmail.com;__Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com

RESUMO

O descarte irregular de dejetos animais em propriedades rurais ainda é uma preocupação constante no contexto da degradação ambiental e requer por parte dos profissionais da área ambiental, uma atenção mais criteriosa. Uma das formas de destinação ambientalmente correta é acondicionar esses dejetos em reatores de biodigestão (biodigestores). A finalidade nesse processo é produzir através de reação anaeróbica, energia gasosa (CH_4 – gás metano) e biofertilizante. Por motivo de toda problemática gerada em torno da grande quantidade de dejetos gerados no sítio Ponta do Gramame, tornou-se indispensável encontrar uma maneira adequada de sua destinação. E é por isso que neste trabalho, destinou-se a utilização desta biomassa a produção de energia renovável na forma de obtenção. Para isso, utilizou-se de modelagens matemática na construção do reator, respeitando-se as necessidades de cada propriedade rural, bem como, o valor econômico final deste reator.

Palavras-chave: Degradação ambiental; Reação anaeróbica; Modelagem matemática**.**

ABSTRAT

The irregular disposal of animal waste on rural properties is still a constant concern in the context of environmental degradation and requires more attention from environmental professionals. One of the ways of environmentally correct disposal is to pack these wastes into biodigestion reactors (biodigesters). The purpose in this process is to produce through anaerobic reaction, gas energy (CH4 - methane gas) and biofertilizer. Because of all the problems generated by the large amount of manure generated at the Ponta do Gramame site, it has become indispensable to find an adequate way to dispose of it. And that is why in this work, the use of this biomass was the production of renewable energy in the form of obtaining. For this, mathematical modeling was used in the construction of the reactor, respecting the needs of each rural property, as well as the final economic value of this reactor.

Keywords: Environmental degradation; Anaerobic reaction; Mathematical modeling.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é composta de aproximadamente 14 milhões de pessoas, ou seja, mais de 60% do total de profissionais que trabalham com produção agrícola em nosso país. Mesmo com um percentual expressivo, raramente os efluentes provenientes destas atividades são coletados e tratados de forma adequada, seja pela vasta extensão territorial com uma baixa densidade populacional que inviabiliza a instalação de estações de tratamento e o abastecimento de água potável (PERMÍNIO, 2013).

A demanda crescente de consumo da matéria prima seja da agricultura, de materiais domésticos ou da sua própria subsistência exige cada vez mais produção em larga escala, contribuindo com graves consequências no meio ambiente. Um dos reflexos é a geração de resíduos sólidos remanescentes destes processos onde seu destino final nem sempre está adequado às normas legais vigentes, podendo ocasionar prejuízos ambientais. Resíduos, sólidos, líquidos, gasosos ou biomassa, quando são dispensados de maneira incorreta, podem acarretar poluição das águas superficiais e dos lençóis freáticos, contaminação do solo, odores desagradáveis, emissões de gases na atmosfera e até aumento de pragas urbanas, como: ratos, baratas, escorpiões dentre outros (COLDEBELLA, 2006).

Na agricultura familiar dentre as várias produção de resíduos se destaca também a criação de suínos e os órgãos de controle ambiental atesta essa atividade agropecuária, como sendo a que mais impacta o meio ambiente, e, encontrar um mecanismo de equilíbrio na cadeia de produção, reproduzindo a importância no uso dos dois recursos naturais com expectativa na manutenção da valorização ambiental (RIZZONI et al., 2012).

O esgotamento de dejetos provenientes da pecuária rural, aves, porcos, equinos, gados como humano vem ocasionando diversos problemas nos mananciais. Todavia a utilização desses descartes para a geração de energia gasosa se apresenta como uma ótima alternativa para a eficiência da propriedade (ANGONESE, 2006).

E assim, o uso continuado de combustíveis fósseis na agricultura como também a dependência de fornecimento de energia advindo de concercionárias tem favorecido uma reflexão para a diminuição intensa do uso desses out puts dentro da propriedade agrícola (ANGONESE, 2006).

Após a conferência Rio + 20, a economia dos recursos naturais ganhou destaque no movimento da economia verde. O bem estar e a equidade social decorrentes das emissões de carbono prioriza respeitar o grau de elasticidade dos ecossistemas – reduzindo lucros pela eliminação de desperdícios e, consequentemente desenvolvendo tecnologias limpas, baratas, fazendo uso de insumos recicláveis, proporcionando ganhos para a natureza (meio ambiente), como também, empresas e sociedade (ASSIS, 2014).

Fazer uso de uma energia renovável e limpa que minimize os impactos ao meio ambiente, requer técnicas de gestão de dejetos animais e ou vegetais, com a utilização do processo dos biodigestores (SOUZA, 2007).

A biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos tem nas últimas décadas proporcionado a utilização de estudos com finalidade em reaproveitar a matéria orgânica do confinamento dos animais, desintegrando-as para produção de biogás e biofertilizantes e, assim manter a cadeia agropecuária e a autossuficiência da propriedade rural em equilíbrio (MONTORO, 2012).

O biogás resulta do procedimento de transformação de uma energia de maior teor poluente numa de menor, energia essa renovável, proveniente da decomposição bacteriana de matéria orgânica na ausência do oxigênio (NOGUEIRA, 2006).

Existem vários tipos de equipamentos capazes de pelo processo de fermentação degradar compostos orgânicos de resíduos sólidos, os chamados biodigestores (NOGUEIRA, 2006).

O material orgânico acumulado na propriedade rural com a utilização deste processo sofre uma redução considerável porque transforma a matéria prima (orgânica) sem geração de poluentes no ar, na produção de valiosos subprodutos como no caso do gás metano – CH4 (fonte de energia), o resíduo estável (fertilizante e condicionador do solo), e, o não uso da energia elétrica convencional para a movimentação mecânica (FRAZÃO, 2011).

Adaptar materiais recicláveis e contribuir para a diminuição da poluição e degradação ambiental, trará benefícios para a agricultura familiar e, mais ainda incentiva aos cientistas desenvolverem novas tecnologias com

oferecimento de um destino de materiais que a natureza levaria muitas centenas de anos para degradar (ASSIS, 2014).

Um grande problema na propriedade rural advém do descaso dos dejetos animais, vegetais e humanos comprometendo a qualidade de vida das populações rurais e urbanas do país, bem como, a sobrevivência da fauna e flora próximas aos mananciais d'águas nas propriedades agricolas (GASPAR, 2003).

Na produção do biofertizante como adubo orgânico torna-se necessário que este resíduo seja de pobre capacidade poluidora e as criações de aves, porcos, equinos, gados seja uma maneira viável em minimizar essa poluição e, dessa forma mitigar consideravelmente tal problemática ambiental (GASPAR, 2003).

No Brasil os problemas decorrentes de questões ecológicas, surgiram das bruscas mudanças climáticas ocorridas nas últimas décadas ocasionadas por diversos fatores, dentre eles: emissão de gases poluentes na atmosfera, responsável pelo efeito estufa; o desmatamento; a queima de combustíveis fósseis – todos provocam um desequilíbrio ambiental na biodiversidade dos ecossistemas do planeta (FERREIRA; FERNANDES, 2011).

Considerada as energias renováveis uma fonte inesgotável, reduz em 38% o terceiro desperdício da energia consumida atualmente podendo ser produzidas por vários meios naturais, como o sol, com painéis solares que transforma raios solares em energias elétricas ou térmicas; o vento por meio de turbinas e moinhos; as águas pela ação da força cinética e turbina hidráulica e também, pelos resíduos vegetais e animais, pelo uso dos biodigestores (FERREIRA; FERNANDES, 2011).

Na constituição de sua composição o biogás que é uma mistura gasosa, obtido pela degradação da matéria orgânica, possui de 55 a 70% de metano (CH4) e 30 a 45% de dióxido de carbono (CO2) com resquícios de outros gases (PEREIRA, 2015).

O metano (gás pântano) é 20% mais leve que o ar, e, sendo incolor, inodoro (KIZILASLAN; KIZILASLAN 2007; TABATABAEI et al., 2010), queima com chama azul clara, parecido com o gás liquefeito de petróleo (KIZILASLAN; KIZILASLAN, 2007).

Para efeito de construção consideram-se três modelos de biodigestores mais conhecidos: o Indiano; o Chinês e o Canadense.

O modelo do biodigestor Indiano possui uma alimentação de biomassa cujo processo é considerado contínuo com uma produção de gás constante sobre a massa em digestão (EMBRATER, 1981). A caracterização neste tipo de reator anaeróbio deve-se em possuir uma campânula como gasômetro. Esta campânula pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. A função desta parede é definir a circulação do substrato de cada carga diária no interior do biodisgestor, bem como, garantir que a retirada dessa carga seja num período sempre igual (BENINCASA, 1991). Na maioria das vezes esses reatores são classificados como vertical e horizontal, e isto, entretanto, está relacionado a um balanço entre o diâmetro e a profundidade do biodigestor (BENINCASA, 1991).

O modelo acima ao qual se refere é formado basicamente de uma caixa de descarga para diluição dos dejetos que serão conduzidos para o interior do biodigestor através de um tubo de carga. A biomassa sofre fermentação anaeróbia na câmara de biodigestão com produção do biogás armazenado no gasômetro auxiliado pelo tubo-guia. Tanto o material fermentado sólido e líquido é conduzido para saída direcionado para caixa ou canaleta de descarga pelo tubo de descarga. A saída do biogás se dar por um dispositivo e, é encaminhado para os pontos de consumo (LUCAS JÚNIOR, 2009).

O modelo do reator Chinês segue os mesmos padrões do modelo indiano e sua alimentação também é contínua. Este biodigestor é constituído por uma câmara cilíndrica de alvenaria, na qual ocorre a fermentação e um teto em forma de abóbada, impermeável, para o armazenamento do biogás. Com o aumento da pressão hidráulica no interior deste reator ocorrem automaticamente deslocamentos da biomassa da câmara de fermentação para a caixa de saída e em sentido contrário quando há descompressão (BENINCASA, 1991). Por ser quase que totalmente construído em alvenaria (blocos ou tijolos), dispensando o uso de chapa de aço, consegue-se obter reduções de custos, mas em consequência podem ocorrer problemas de vazamento do biogás caso o reator não esteja hermeticamente fechado e impermeabilizado. A atmosfera absorve nesse tipo de biodigestor uma parte do biogás produzido na caixa de saída, reduzindo em parte a pressão interna do gás. Portanto, não sendo indicado este modelo para instalações de grande porte (PEREIRA, 2015).

O reator Canadense é o terceiro e último modelo de biodigestor e possui um fluxo tubular, no qual tem uma construção simplificada do tipo horizontal com câmara de biodigestão escavada no solo e com gasômetro do tipo inflável feito de material plástico ou similar, muito se utiliza a lona de PVC. É um modelo mais recente e apresenta uma tecnologia bem mais moderna e avançada, porém menos complexas. De acordo com Deublein, Steinhauser (2002), este biodigestor é do tipo horizontal, apresentando uma caixa de carga em alvenaria e com a largura maior que a profundidade, possuindo, portanto, uma área maior de exposição ao sol, o que possibilita grande produção de biogás, evitando o entupimento. Durante a produção quatro de biogás, a campânula do biodigestor infla porque é feita de material plástico maleável (PVC), podendo ser retirada.

Hoje o reator de fluxo tubular além de ser amplamente difundido em propriedades rurais, é a tecnologia mais utilizada dentre as demais, neste tipo de biodigestor, porque o gasômetro recebe o biogás separado, com isso consequentemente permite um maior controle. Apesar de presentar a vantagem em ser de fácil execução construtiva, a sua durabilidade é bem menor devido, na utilização da lona plástica perfurar e deixar escapar gás (LUCAS JÚNIOR, 2009).

Fora esses modelos de reatores, existem aqueles caseiros que vem sendo construído de formas distintas com o tempo o mais comum de se encontrar são os biodigestores feitos com tambor metálico, pois é acessível de ser encontrado, de fácil construção e montagem, garantindo o baixo custo final. Mas se encontram também de caixas d'águas, tambores de plásticos, entre outros. O intuito é sempre projetar biodigestores que possam ser construídos por pessoas de baixo poder aquisitivo, sempre com materiais mais simples.

É por este motivo e, diante de toda problemática gerada em torno de se gerar energia e possibilitar uma destinação adequada dos excrementos (fezes) dos animais que este trabalho teve como objetivo instalação de um biodigestor confeccionado com materiais visando à geração de biogás para uso domiciliar (gás de cozinha) bem como o de biofertilizante.

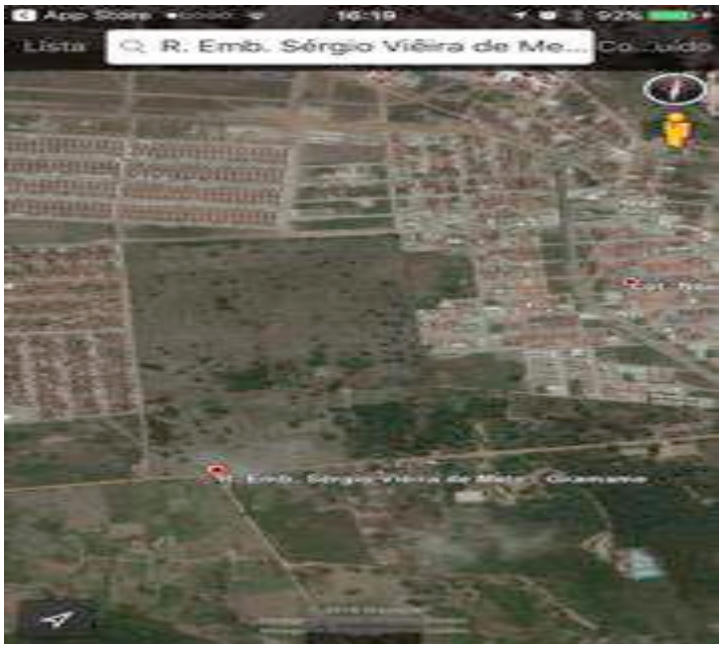
2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do local e quantitativos de dejetos dia gerados na propriedade

Neste trabalho apresentou-se uma análise quantitativa e qualitativa na produção de biogás e biofertilizante produzidos através de um biodigestor na qual sua confecção foi um modelo experimental no sítio Ponta de Gramame, localizado no bairro de Gramame, município de João Pessoa no estado da Paraíba segundo os quatro pontos de coordenadas cartesianas que delimita a área deste sítio na Figura 1.

1º Ponto – 7° 12' 26,4" S e 34° 51' 53,4" W
2º Ponto – 7° 12' 06,3" S e 34° 51' 58,9"W
3º Ponto – 7° 12' 09,4" S e 34° 52' 11,7" W
4° Ponto – 7° 12' 30,9" S e 34° 52' 06,5 W

Figura 1- Mapa do Sítio Ponta do Gramame



Fonte: Google Earth, 2017.

A prioridade foi direcionar dejetos animais bovinos, suínos (Fig. 3), equinos e de aves (galinhas) encontrados no sítio com o propósito na produção de adubo orgânico, bem como a produção de energia gasosa – o biogás (CH_4) por espécies existentes no local que são: 150 (cento e cinquenta aves/galinhas); 10 (dez) animais bovinos; 05 (cinco) animais equinos e 20 (vinte) animais suínos (Fig. 2).

Figura 2 – Pocilga do Sítio Ponta do Gramame.

Fonte: Autores, 2017.

Figura 3 – Contaminação do solo com dejetos suínos espalhados no lamaçal

Fonte: Autores, 2017.

Para ter-se um quantitativo em quilogramas diário de dejetos por espécie animal utilizaram-se segundo Lustosa (2014) os seguintes modelos:

• DAPd = NA . Pd (1)

• DEPd = NE . Pd (2)

• DSPd = NS . Pd (3)

• DBPd = NB . Pd (4)

Onde:

DAPd (dejetos de aves da produção diária);
DEPd (dejetos equinos da produção diária);
DSPd (dejetos suínos da produção diária);
DBPd (dejetos bovinos da produção diária);
NA (número de aves);
NE (número de equinos);
NS (número de suínos);
NB (número de bovinos).
Pd (produção diária esterco)

Segundo as recomendações de Pinto (2000), a partir do volume do esterco diário de RDA (resíduo de dejeto animal) da propriedade, calculou-se o VTD (volume total de dejetos), respeitando-se evidentemente o tipo de espécie animal, possibilitando determinar:

• Média de RDA/Nº de Animais;
• Média de RDA (7dias);
• RDA médio (7dias).

O RDA médio representa o valor médio diário em uma semana de coleta de RDA, que foi utilizado no dimensionamento do Biodigestor.

2.2 Dimensionamento e Caracterização do Biodigestor

No dimensionamento teórico do biodigestor, aplicou-se como base o valor de RDA médio. O Peso Total da Mistura diária que alimentou o Biodigestor (PTMd) foi representado pela soma do RDA médio, do inoculante, do $NaCO_3$ (tamponamento) e do teor de umidade da mistura. Para essa determinação o projeto seguiu as equações utilizadas pelo autor Pinto (2000) onde, apuraram-se os seguintes parâmetros para o cálculo:

• Inoculante (Si) – FI (fator de inoculação) = 0,2
• Tamponamneto - $NaCO_3$ = 0,06 kg/kg de inoculante
• Teor de Umidade (T.U) = 0,8 L/Kg de inoculante

Os valores dos constituintes da mistura foram determinados:
• Inoculante (esterco bovino)

Para o cálculo foi utilizado à equação abaixo:

$$I = STiSTi + STs \quad (5)$$

Onde,

Fi = fator de inoculação;
STi = Massa de inoculante (kg);
STs = Massa total de sólidos (kg).
• ($NaCO_3$ - carbonato de sódio)

Tamponamento = 0,06 kg/kg . STi (6)

Onde,

0,06 (kg/kg) = fator que relaciona o tamponamento com o inoculante;
STi = Inoculante (kg)
• H_2O (água)

H_2O = 0,8 L/kg . STi (7)

Onde,

0,8 L/kg = fator que relaciona o percentual de H_2O com o teor de umidade encontrado nos dejetos bovinos.
STi = Massa de inoculante (kg)

O cálculo do peso total da mistura dos dejetos diários (Fig. 4) (PTMd) foi obtido por:

PTMd = STs + STi + $NaCO_3$ + H_2O (8)

Figura 4 – Dejetos animais (mistura diária).

Fonte: Autores, 2017.

2.2.1 VOLUME TOTAL DO BIODIGESTOR

O cálculo do volume diário ocupado pelos dejetos foi determinado pela equação:

$$VD = PTMd/\rho a \quad (9)$$

Onde,

VD = Volume diário;
PTMd = Massa total dos dejetos diário (kg)
ρa = densidade da água.

2.2.2 TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICA – TDH

Para a determinação do tempo de detenção hidráulica e a eficiência do biodigestor, seguiram-se as recomendações de Barcelos (2009).

2.2.3 DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES PARA OS REATORES (TANQUES) 1 E 2 (ESTÁGIOS 1 E 2).

O período de 4 dias de alimentação para produção do volume do biogás nos respectivos reatores 1 e 2 terão um volume adicional destinado ao ocupado pelos outros gases produzidos nesses reatores.
Para isto será utilizada a equação:

$$Vt = (VD.\ Td)\ .\ Pva \quad (10)$$

Onde,

Vt = Volume total do reator (m^3);
VD = Volume diário (m^3);
Td = Tempo de detenção hidráulica;
Pva= Percentual para o volume adicional do reator.

2.2.4 DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES PARA O REATOR 3 (ESTÁGIOS 3)

O gás metano será efetivamente produzido no reator 3 (tanque), respeitando-se para isso a temperatura para a digestão das bactérias metanogênicas, termofílicas. O tempo de detenção hidráulica para este reator será de quatro dias e, o cálculo respectivo será o mesmo adotado nos reatores 1 e 2.

2.3 Produção do gás Metano

Para se determinar a quantidade do volume total do metano (CH_4) por mês em m^3, foi seguida as recomendações propostas por Ferrat (2010). Por ocasião utilizou-se a seguinte equação:
$VtCH_4$ = nº de dias . nº de animais . Produção diária. Produção de CH_4 (11)

2.4 Biofertilizante

Para a geração de biofertilizantes o percentual fica entre 4 a 9%. Adotou-se 8%, ficando determinado dessa forma o quantitativo de massa degradada (adubo orgânico) e, para isso fez-se uso do Peso Total da Mistura Diária (PTMd) e, realizou-se o seguinte modelo matemático:
Biof. = PTMd . 8% (12).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

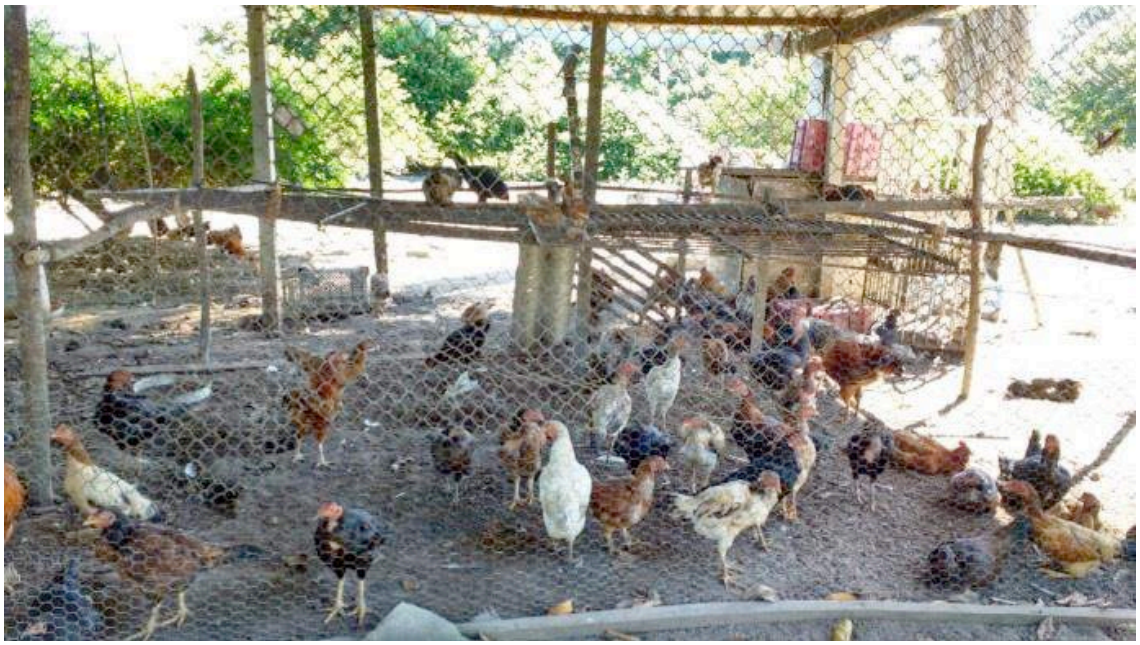
Para destinação adequada da grande quantidade de dejetos animais produzidos diariamente tomou-se como base as médias de dejetos por animais proposto de Barrera (1993), Tabela 1.

Tabela 1 – Média de Produção de dejetos por diferentes espécies de animais.

Dejetos	**Produção Diária**
Aves	0,18 Kg/galinha
Equinos	10 Kg/animal
Bovinos	10 Kg/animal
Suínos	2,25 Kg/animal (25 a 100 Kg)

Fonte: Adaptado de Barrera, 1993.

Figura 5 – Galinheiro do Sítio Ponta do Gramame



Fonte: Autores, 2017.

Por ocasião da produção diária de dejetos na propriedade obtiveram-se os seguintes valores por espécie:

Estercos das aves (Fig. 5):

$$DAPd = NA \cdot Pd \quad (1)$$

$$DAPd = 150 \cdot 0{,}18 = 27 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}.$$

Estercos dos Equinos:

$$DEPd = NE \cdot Pd \quad (2)$$

$$DEPd = 05 \cdot 10 = 50 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Estercos suínos:

$$DSPd = NS \cdot Pd \quad (3)$$

$$DSPd = 20 \cdot 2{,}25 = 45 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Estercos suínos;

$$DBPd = NB \cdot Pd \quad (4)$$

$$DBPd = 10 \cdot 10 = 100 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$$

O volume total de dejetos (VTD) produzidos diariamente no sítio Ponta do Gramame foi:

$$VTD = \Sigma\,(DAPd+DEPd+DSPd+DBPd)$$

$$VTD = 27 + 10 + 45 + 100 = 222 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}.$$

Conforme pode ser observado ficou constatado o grande volume de dejetos na propriedade Sítio Ponta do Gramame e, um alto teor de resíduos sólidos poluidores do ambiente desta propriedade, bem como, um desperdício de matéria prima potencial para geração de fonte de energia gasosa (CH_4).

Para a realização do modelo matemático necessário para obtenção do peso total da mistura de dejetos, foi necessário ser calculado o resíduo médio de dejetos dos animais:

RDA médio = 222 Kg . dia-1/185 animais.

RDA médio = 1,20 Kg por animais.

Para um RDA médio = 222 Kg de massa diária e com os parâmetros anteriormente citados foi obtido os seguintes valores dos elementos constituintes dessa mistura.

• Inoculante(esterco bovino)

$$(Si) = 222 \cdot 0{,}2/0{,}8 = 55{,}50\text{Kg}$$

$$FI = 55{,}555{,}5+222 = 0{,}2 \quad (5)$$

(6)

• Tamponamento = 0,06 Kg/Kg .55,50

Tamponamento = 3,33 Kg/Kg

(7)

• H_2O (água)

$$H_2O = 0{,}8 \text{ L/kg} \cdot 55{,}50 \text{ Kg}$$

$$H_2O = 44{,}40 \text{ L}$$

O cálculo do Peso Total da Mistura (PTMd) foi feito seguindo a fórmula (8) dada anteriormente:

(8)

$$PTMd = STs + STi + NaCO_3 + H_2O$$

$$PTMd = 122 + 55{,}50 + 3{,}33 + 44{,}40$$

$$PTMd = 225{,}23 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Com base nos resultados PTMd foi calculado o volume de dejetos diário ocupado pela mistura em cada m³, seguindo a expressão matemática:

Considera-se a densidade da água como sendo 1 g/mL.

$$VD = PTMd/\rho a \quad (9)$$

$$VD = 225{,}23 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}/1000 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$VD = 0{,}225 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$$

$$VD = 225 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$$

O resultado obtido aponta um volume diário de 225 litros de dejetos sem a adição do inoculante bovino, 100 Kg que constitui aproximadamente um total de 325 litros diário de matéria prima para produção de CH_4 e biofertilizante.

Segundo Barcelos (2009), o tempo de detenção hidráulico do esterco bovino equivale a quatro dias (inoculante natural), favorecendo uma eficiência para produção de CH_4 que pode chegar a 68% (Fig. 6). Logo, a utilização do inoculante esterco bovino na modelagem descrita tende favorecer arranque de 43% de eficiência do reator nas fases iniciais de operação, tendo como base as referências disponibilizadas pelo referido autor.

Figura 6- Biodigestor.

Fonte: Google imagens, 2017.

Figura 7- Dejetos bovinos (inoculante).

Fonte: Autores, 2017.

A capacidade volumétrica de acondicionar o gás metano (Fig. 7) produzido dentro dos reatores (tanques) 1, 2 e 3, respectivamente obedece a seguinte equação:

$$Vt= (VD. Td) . Pva \quad (10)$$

$$Vt= (0,325 . 4) . 0,325$$

$$Vt= 0,423 \ m^3$$

Logo, sua capacidade é aproximadamente nos reatores 1, 2 e 3 igual a 0,4 m^3.

Este volume de 0,4 m3 equivale a um reator com capacidade de 4.000 litros, com dimensões de uma caixa d'água, Figura 8:

Figura 8- Caixa d'água

Fonte: Adaptada Google, 2017.

O sistema de construção de biodisgestor, Figuras 9 e 10 respeitando respectivamente aos três reatores acima dimensionados.

Figura 9 – Sistema dos reatores em construção.

Fonte: Google imagens, 2017.

Figura 10 – Sistema dos reatores construído.

Fonte: Google imagens, 2017.

Conforme as citações apresentadas por Farret (2010) é possível formular os valores em metros cúbicos do montante específico de cada espécie animal existente no sítio Ponta do Gramame a partir da equação (11):

$$VtCH_4 = nº \text{ de dias} . nº \text{ de animais} . \text{Produção diária} . \text{Produção de } CH_4$$

No esterco de aves obteve-se o seguinte volume:

$$VtavCH_4 = 30 . 150 . 0.09 \text{ Kg} . 0{,}0049 \text{ m3} . \text{Kg}^{-1}$$

$$VtavCH_4 = 1{,}98 \text{ m}^3 . \text{mês}^{-1};$$

No esterco equino obteve-se o seguinte volume:

$$VteqCH_4 = 30 . 5 . 10 \text{ Kg} . 0{,}036 \text{ m3} . \text{Kg}^{-1}$$

$$VteqCH_4 = 54{,}00 \text{ m}^3 . \text{mês}^{-1};$$

No esterco bovino obteve-se o seguinte volume:

$$VtbovCH_4 = 30 . 10 . 10 \text{ Kg} . 0{,}4 \text{ m}^3 . \text{Kg}^{-1}$$

$$VtbovCH_4 = 1.200{,}00 \text{ m}^3 . \text{mês}^{-1};$$

No esterco suíno obteve-se o seguinte volume:

$$VtsuiCH_4 = 30 . 20 . 2{,}25 \text{ Kg} . 0{,}14 \text{ m}^3 . \text{Kg}^{-1}$$

$$VtsuiCH_4 = 189{,}00 \text{ m}^3 . \text{mês}^{-1};$$

Figura 11 – Fossa séptica de dejetos animais

Fonte: Autores, 2017.

Para saber o volume total de CH_4 dos dejetos animais da propriedade, realiza-se o somatório os valores totais de CH_4 dos dejetos em cada espécie de animal obedecendo a seguinte equação:

$$\Sigma\ VtCH_4 = VtavCH_4 + VteqCH_4 + VtbovCH_4 + VtsuiCH_4$$

$$\Sigma\ VtCH_4 = 1{,}98 + 54{,}00 + 1.200{,}00 + 189{,}00$$

$$\Sigma\ VtCH_4 = 1.444{,}98 \text{ m}^3 . \text{mês}^{-1}$$

$$\Sigma\ VtCH_4 = 1.445{,}00 \text{ m}^3 . \text{mês}^{-1}$$

Segundo Macedo (2008), 1 MWh (=1000KWh) equivalem a 94,962 metros cúbicos de CH_4, assim cada kWh vale 94,962/1000 = 0,094962 metros cúbicos de CH_4, ou seja, 1 metro cúbico de CH_4 é igual 1000 / 94,962 = 10,5305 kWh (MACEDO, 2008).

Por isto, o consumo de CH_4 mensal proveniente da produção por dejetos animais (Fig. 11) da propriedade rural Sítio Ponta do Gramame gerou um total de 1.445,00 m³. $mês^{-1}$.

Assim, para calcular a energia produzida mensalmente faz-se uma regra de três simples:

$$1\ m^3 _____ 10{,}5305\ KWh$$
$$1445\ m^3 _____ X\ KWh$$

Logo, XKWh = 15.216,57 KWh . $mês^{-1}$ encontrado é aproximadamente igual a 15.217,00 KWh.

E essa produção de energia gasosa (CH_4) de 1.445,00 m³. $mês^{-1}$ gerou mensalmente 15.217,00 kWh de energia, produção esta que contribui nos custos de consumo de energia nesta propriedade, além de também minimizar problemas ambientais no sítio.

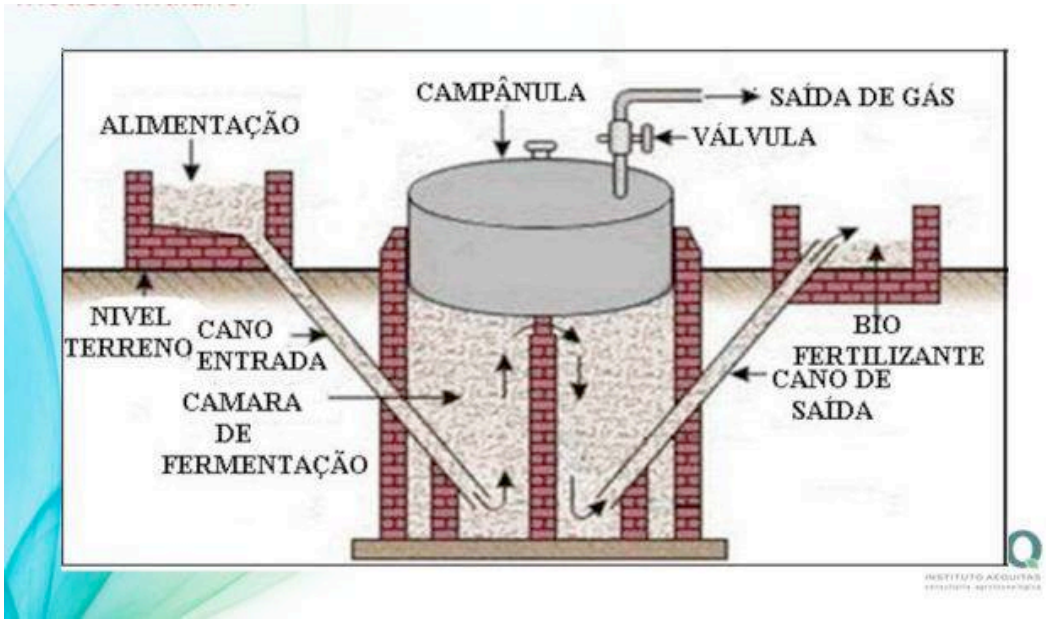
Conforme se contatou em média, uma residência familiar com apenas uma sala, cozinha, dois quartos, área de serviço e um banheiro consomem aproximadamente 100 a 150 kWh $mês^{-1}$. Nestas condições de moradia um consumo médio de energia elétrica é de 150 kWh, a produção de biogás, considerada acima, poderia suprir um total de aproximadamente 101 casas por mês.

O uso de biodigestores produz energia limpa e renovável, o que garante uma tecnologia benéfica, econômica e socioambiental sustentável.

Assim, torna-se indispensável o uso correto na distribuição do gás metano (CH_4), para que os efeitos na redução dos gastos de despesa na propriedade rural sejam satisfatórios.

Outro fator importante é a produção do biofertilizante que da biomassa inicial, 65% corresponde à produção do biogás, 35% a produção de outros gases e biofertilizantes (Fig. 13 e 14)

Figura 13- Modelo de Biodigestor Indiano



Fonte: Google, 2017.

Figura 14- Biofertilizante

Fonte: Google, 2017.

Como resultado da produção de biofertilizante chegou-se ao seguinte

$$Biof. = PTMd \cdot 8\%$$

$$Biof. = 225{,}23\ Kg \cdot dia^{-1} \cdot 0{,}08$$

$$Biof. = 18{,}02\ Kg \cdot dia^{-1}.$$

4 CONCLUSÃO

Avaliando os resultados obtidos na produção de biogás através dos modelos matemáticos utilizados, foi possível identificar a importância de se construir um biodigestor no Sítio Ponta do Gramame.

A propriedade rural possui uma enorme quantidade de biomassa gerada proveniente dos dejetos de seus animais e atualmente essa matéria prima não tem uma destinação correta, podendo acarretar para o meio ambiente um alto índice de degradação e à população vários problemas de saúde pública, bem como, contribuir de forma efetiva para a sustentabilidade daquele ecossistema.

Considerando que o trabalho apresentado não propõe a construção de um determinado tipo específico de reator, mas exemplifica de forma clara e precisa a necessidade desse equipamento funcionar de forma contínua para a produção do gás metano (CH_4), e consequentemente gere uma boa massa degradada a fim de ser utilizada nas plantações do sítio como biofertilizante, podendo pelo seu potencial econômico ser comercializado.

Assim, além de proporcionar uma renda extra para a propriedade, contribui diretamente com os gastos na manutenção do sistema, e também desta propriedade rural.

Concluímos que o ganho econômico e ambiental para a propriedade é indiscutível, devido ao percentual energético na qualidade do biogás produzido mensalmente.

Portanto o objetivo deste trabalho foi alcançado porque através da modelagem matemática empregada à produção do gás metano (CH4 – biogás), contribuiu satisfatoriamente na produção energética como fonte alternativa no uso dessa biomassa (dejetos animais) como também, propiciou a esta matéria prima final (biofertilizante) um destino adequado ambientalmente correto e sustentável, economicamente viável e socialmente justo.

Para melhor aproveitamento da biomassa (dejetos animais) sem perdas, seja construído uma fossa séptica maior que a existente atualmente;

O local de criação dos animais seja mantido o mais higienizado possivel, evitando além de perdas de matéria prima, a contaminação do solo pela exposição irregular das fezes;

A produção da energia do biogás seja utilizada para alimentar os botijões de gás das cozinhas das casas do sítio, bem como, para geração de energia para aquecer o aviário, o funcionamento mecânico dos equipamentos da propriedade;

Escolher dentre os modelos de biodigestores existentes, aquele que mais se adeque ao Sítio Ponta do Gramame, para que seja construído dentro dos padões adotados priorizando o aquele mais eficiente e econômico;

Reduzir os indices de poluição na propriedade, e contribua sistematicamente como modelo pioneiro na região.

REFERÊNCIAS

ARGONESE, A.R. Eficiência energética de Sistema de produção de suinos com tratamento dos residuos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – AGRIAMBI.** Campina Grande, PB., DEAg / UFCG, **2006**.

ASSIS, S. M. de. Produção de biofertilizaqnte, adubo orgânico e biogás para agricultura familiar. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Artigo Científico UFCG/PB, **2014**.

BARCELOS, B. R. de, Avaliação de diferentes inóculos na digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos orgânicos. Brasília DF., fevereiro **2009**.

BENINCASA, M.; ORTOLANI, A.F.; LUCAS JUNIOR, J. **Biodigestores convencionais.** Jaboticabal, FUNEP, **1991**. 25p.

COLBEDELLA, A. **Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia eletrica e irrigação em propriedades rurais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel – PR, **2006**.

DEGANUTTI, Roberto. PALHACI, Maria do Carmo Plácido Palhaci. ROSSI, Marco. TAVARES, Roberto. SANTOS Claudemilson dos. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., **2002**, Campinas. Disponívelem:http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100031&lng=en& nrm=abn>. Acesso em: 08 mar. 2013.

EMBRATER. **Manual Técnico:** construção e operação de um biodigestor modelo Indiano, Chinês e Canadense, **1981**.

FARRET, Felix A. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica.** 2ª edição. Santa Maria - RS. Editora UFSM, **2010**.

FERREIRA, C.M.; FERNANDES, C.B. **Biodigestor para o gás do lixo orgânico.** Artigo de Graduação – Belo Horizonte/MG, **2011**. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exacta/. Acesso em: 27 Mai. 2017.

FRAZÃO, A. M.. **Produção de biogás em biodigestores suinícolas com aplicação de kòpros®bio**. Goiás Brasil, **2011**.

GASPAR, R. M. B. L.. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor:** um estudo de caso na região Toledo – PR.. Dissertação de Mestrado e no Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção, **2003**.

KIZILASLAN, N.; KIZILASLAN, H., Turkey's biogas energy potencial: part B. **Energy Sources,** New York, v.2, n.3, p.277 – 286, **2007**.

LUCAS JÚNIOR, J.; SOUZA, C. de F. Construção e operação de biodigestores. Viçosa-MG, CTP, **2009**.

LUSTOSA, G. N., Proposta de um biodigestor anaeróbio modificado para produção de biogás e biofertilizante a partir de resíduos sólidos e orgânicos. Brasília DF, dezembro **2014**.

MACEDO, M. J. M. Erros de números (**2008**). Disponível em: Acesso em: 24 fev. 2013. **13**

MONTORO S. B. A. Análise econômica de investimentos que visam a produção de biogás e biofertilizante por meio de biodigestão anaeróbia na bovinocultura de corte. **Pesquisa do XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENERGEP.** Bento Gonçalves – RS, 2012.

NOGUEIRA, R.G.S.. Caracterização qualitativa e potencial de produção de metano do biogás de dejetos de bovinos confinados em biodigestores. **III Simpósio de Sustentabilidade & Ciência Animal**, 2006.

PEREIRA, M.S.. Energias Renováveis: biogás e energia elétrica provenientes de residuos de suinocultura e bovinocultura na UFSM. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 2015.

PERMÍNIO, G.B., **Viabilidade do uso de biodigestor como tratamento de efluentes domésticos descentralizados.**Monografia da Universidade Federal de Lavras para Obtenção do Título de Especialista e Pós - Graduação em Latu Sensu em Formas Alternativas de Energia, 2013.

PINTO, D. M. C. L. .**Avaliação da partida da digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domésticos inoculados com percolado.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2000. 175 p.

RIZZONI, L.B. et al..**Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos.** 2012.

SOUZA, C.de F.. Avaliação do tempo de retenção hidráulica, agiatação e temperatura em biodigestores operando com dejetos suínos. **Revista Brasileira Agroecologia**. v.2,n.1, fev. 2007.

TABETABEI, M. et al. Importance of the methanogenic archaea populations in anaerobic wastewater treatments. **Process Biochernistry, Oxford**. v.45, n.8 p. 1214 – 1225, 2010.

RISCOS NATURAIS E ANTRÓPICOS DA FALÉSIA ATIVA NA PRAIA DE CARAPIBUS, MUNICÍPIO DE CONDE, LITORAL SUL DA PARAÍBA

Cláudia Valéria de Araújo Pereira[1], Williams da Silva Guimarães de Lima[2], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[3]
[1]E-mail: clauvaleria09@gmail.com, [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: williams.guimaraes@hotmail.com, [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcoaureliorodriguesdemelo @gmail.com

RESUMO

O litoral sul do município de Conde da Paraíba é caracterizado pela presença de um conjunto singular de falésias formadas por feições abruptas, com declividades muito acentuadas e de alturas variáveis. A constituição geológica dessas falésias é de materiais da Formação Barreiras, são altamente suscetíveis à erosão por processos marinhos ou eólicos. Esses processos provocam desmoronamentos e formação de sedimentos em bloco na faixa de praia, principalmente durante períodos chuvosos. O presente trabalho teve por objetivo analisar essas feições especificamente na praia de Carapibus, litoral sul do estado da Paraíba. Para a realização desta pesquisa utilizou-se uma abordagem sistêmica através da revisão da literatura e buscou documentar a probabilidade de ocorrência de riscos naturais e antrópicos através de fotografias digitais. Destaca-se que a ação climática, oceanográfica e antrópica são consideradas como um dos principais agentes modeladores da paisagem, causando alterações na dinâmica local e na feição morfológica. A área de estudo apresenta ocupações desordenadas em bordas de falésias. Evidencia-se assim, a necessidade de maior planejamento e zoneamento urbano, políticas públicas mais eficazes, voltadas à preservação das áreas costeiras e conscientização por parte dos usuários.

Palavras-chave: Falésia, Formação Barreiras, Praia de Carapibus.

ABSTRACT

The south coast of Paraiba Conde municipality is characterized by the presence of a unique set of cliffs formed by sharp features, with very steep slopes and variable heights. The geological formation of these cliffs is the Barreiras Formation materials, are highly susceptible to erosion by wind or marine processes. These processes lead to landslides and training block in sediments on the beach strip, especially during rainy periods. This study aimed to analyze these features specifically in the beach Carapibus, southern coast of the state of Paraíba. For this research we used a systems approach through literature review and sought to document the possible natural and man-made risks through digital photographs. It is noteworthy that climate action, oceanographic and anthropogenic are considered as a major modeling agents of the landscape, causing changes in local dynamics and morphological feature. The study area presents disorderly occupation of cliffs edges. It is evident therefore, the need for greater planning and zoning, more effective public policies aimed at preserving the coastal areas and awareness by users, as these areas are vulnerable to any natural and man change.

Keywords: Cliff, training Barriers, Carapibus beach

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o estudo voltado para os ambientes costeiros tem evoluído por se tratar de áreas atrativas no ponto de vista turístico, cultural, étnico, histórico, patrimônio natural, paisagístico, pesca, lazer, clima favorável, comércio e especulação imobiliárias. Boa parte da população mundial habita áreas com estas características muitas vezes de maneira desordenada. Os ecossistemas típicos nesta área são: praias, maceiós, falésias, piscinas naturais, recifes de corais, restingas e estuário. Contudo é um ambiente frágil, que pode ser sensivelmente perturbado. Exemplo disso é o adensamento urbano ocasionado por forte especulação imobiliária gerando neste espaço, conflitos socioambientais.

Em se tratando de uso e ocupação do solo, as planícies litorâneas são um dos ecossistemas mais frágeis conhecidos, que, no entanto, apresentam o maior índice de urbanização e adensamento urbano em todo o mundo (MOURA, 2012). De acordo a UNESCO (1997), 2/3 da população mundial vive, atualmente, a menos de 50 km do mar. De toda a forma, a atenção com o mar e com as áreas litorâneas, em todo o mundo, tem sido ressaltada. O efeito das mudanças climáticas, devido ao aquecimento global, afeta principalmente a zona costeira de todos os países (GRANZIERA E GONÇALVES, 2012).

Segundo Prost (2010), este local aparece como uma área específica, por se tratar da interface entre continentes e mares ou oceanos. É uma área com uma faixa complexa, dinâmica, mutável e, sensível às variações do nível do mar, a ação do vento e às precipitações pluviométricas. A atuação das ações mecânicas das ondas, das correntes e das marés são fatores modeladores, resultando formas de erosão ou deposição. (ABRANTES, 2012)

Andrade (2008), afirma que independente da interferência da sociedade, é importante considerar a dinâmica natural impulsionada pelas ações dos agentes de transporte, erosão e deposição, que modelam o relevo, construindo-o ou destruindo-o.

No que concerne ao processo erosivo, este pode ser resultado da combinação de várias causas, de origem humana e natural (OLIVEIRA, 2006). Segundo Targino & Chaves (2003), a região costeira é um dos mais diversos ambientes que mais sofre transformações, envolvendo um grande número de problemas, sendo eles ambientais, socioeconômicos e geomorfológicos.

Os processos de uso e ocupação das áreas costeiras são impulsionados pela urbanização ou pelo desenvolvimento turístico, são responsáveis por uma série modificações significativas e muitas vezes de caráter irreversíveis neste ambiente (AQUINO, MOTA E PITOMBEIRA, 2003).

A fixação de empreendimentos nas bordas de falésias altera a topografia da região, o desmatamento acelera o processo de erosão pluvial, e interfere na trajetória do recuo natural da linha de costa (SCUDELARI & FREIRE, 2005).

As intervenções antrópicas aumentam a incidência de desmoronamentos e de escorregamentos, principalmente em períodos com precipitações pluviométricas intensas e prolongadas (TOMINANGA, SANTORO E AMARAL, 2009). Quando se trata de construções em bordas de falésias sedimentares, observa-se um aumento no risco de destruição de tais empreendimentos devido ao processo de recuo.

O turismo, grande responsável por alterações na maioria regiões litorâneas, desenvolveu-se de forma rápida e desordenada causando impactos ambientais, advindos da utilização de áreas frágeis, sem respeitar limitações impostas pelas autoridades (SCUDELARI & FREIRE, 2005).

As especulações imobiliárias comprometem a zona costeira causando sérios danos a essa paisagem tão diversificada de ecossistemas e, que levou milhões de anos para se formar.

Antes de se colocar em prática um projeto, seja ele público ou privado, se faz necessário conhecer mais a respeito do local onde tal projeto será implementado, apontando o que cada área possui de ambiente natural (atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera) e ambiente social (infraestrutura material constituída pelo homem e sistemas sociais criados) (KRAEMER, 2004).

Entretanto, de acordo com Kalandi, Pilo e Farrenberg (2003), a degradação ambiental ocasionada pela destruição da vegetação e construção de edificações pode intervir no processo de transporte sedimentar e seu consequentemente desequilíbrio.

O equilíbrio de uma praia depende da relação entre o aporte de sedimentos e a capacidade de transporte litorâneo. Se uma quantidade de areia maior que aquela que pode ser transportada pelas ondas é levada até a costa, a praia tenderá a acumular areia (por exemplo, nas proximidades de desembocaduras de rios). Se o aporte de sedimentos for menor, a praia será erodida.

É importante salientar que qualquer ocupação que venha a interromper o fluxo natural de sedimentos ou, que afete o balanço sedimentar costeiro, deve ser inibida ou realizada de acordo com as implicações legais (ARANHA et al., 2013).

Devido à interdependência existente entre os elementos que compõem a planície litorânea e que causam intervenções sociais não planejadas, irão certamente afetar todo o conjunto de unidades e modificar os fluxos de matéria e energia (LANDIM NETO, RABELO E SILVA, 2010). Desta forma, a definição e delimitação do potencial de suporte, áreas de riscos e vulnerabilidades das unidades ambientais, representa uma importante ferramenta de gestão e planejamento [...] (MEIRELES, 2008).

Em escala mundial, alguns autores estimam que cerca de 70% das linhas de costa do mundo passam por processos erosivos. Isto tem despertado a atenção aos estudiosos em todo o mundo para este fato, a compreensão de suas causas e o que fazer para reduzir os prejuízos materiais decorrentes do mesmo. Para Langa (2003), erosão costeira é um problema grave e concorrente, para a maior parte dos países costeiros, independente da sua localização geográfica, da sua dimensão ou do seu nível de desenvolvimento sócio – econômico. "[...] sob as atuais condições de evolução, as zonas costeiras das próximas décadas serão consideravelmente alteradas (inclusive por obras humanas de oposição as adaptações naturais imprescindíveis) justificando a abordagem integrada da caracterização ambiental costeira" (RIBEIRO, 2001).

O presente estudo realizado no litoral sul Paraibano, no município de Conde, mais especificamente na praia de Carapibus, objetiva analisar os riscos naturais e antrópicos que comprometem não somente a qualidade ambiental desta área, mas também a integridade física dos usuários.

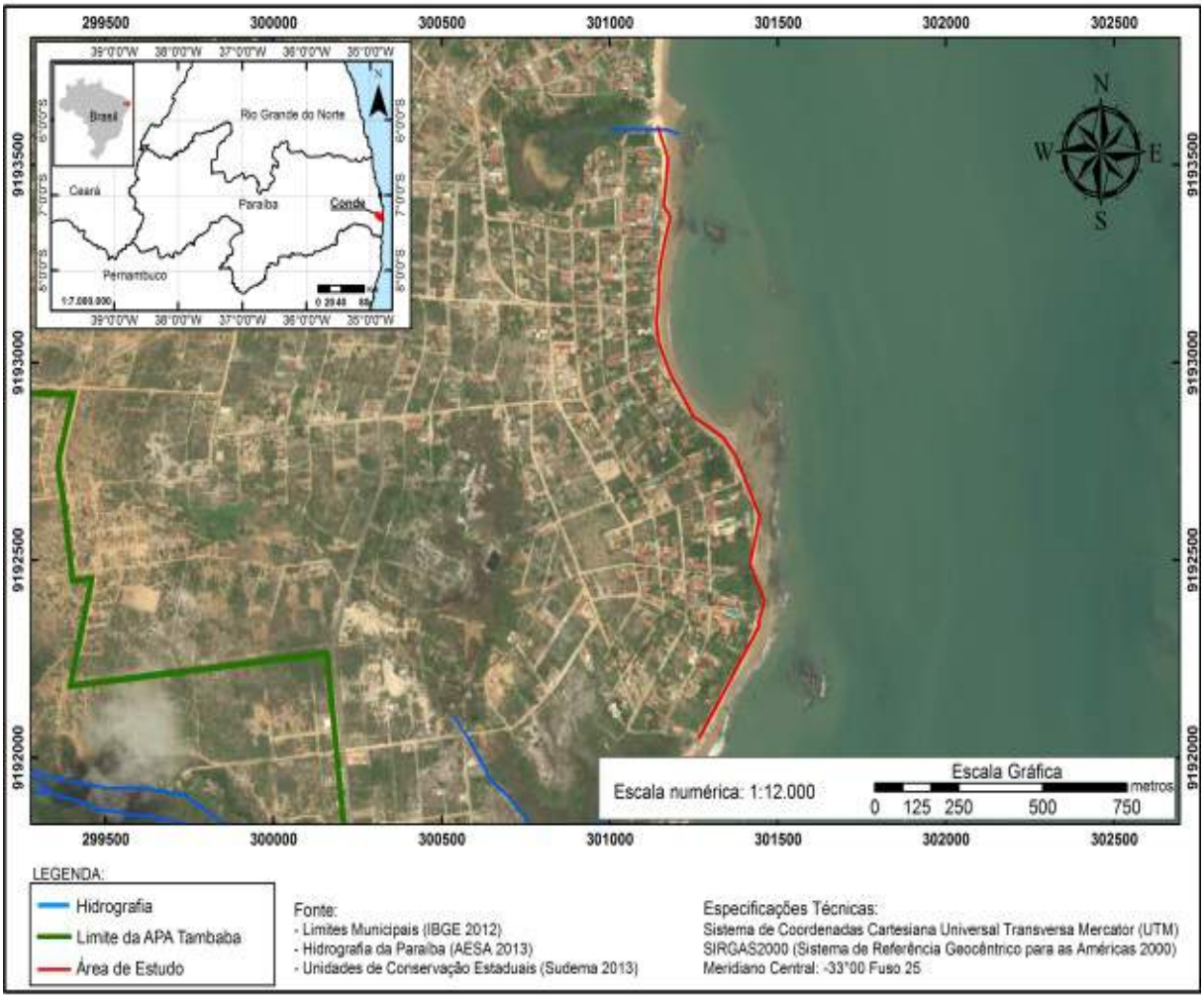
2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Conde limita-se fisicamente com os municípios de João Pessoa, ao Norte, Alhandra e Pitimbu, ao Sul, Santa Rita, a Oeste e com o Oceano Atlântico a Leste, localizado nas coordenadas UTM 9.196.283,723N e 296.912,496E.

A área estudada no presente trabalho está situada no município de Conde, no litoral sul do Estado da Paraíba, região metropolitana de João Pessoa. Trata-se das falésias ativas da praia de Carapibus delimitadas num trecho único com linha de costa de 1,59Km (Fig.1).

Figura 1 – Mapa de área de estudo – Trecho – único - Falésia da praia de Carapibus delimitadas após o Maceió.



Fonte: Santos (2015).

2.2 Caracterização geral da área de estudo

O litoral sul do município de Conde da Paraíba é caracterizado pela presença de um conjunto singular de falésias formadas por feições abruptas, com declividades muito acentuadas e de alturas variáveis.

A praia de Carapibus compreende áreas de orla aberta, falésias, macéios, manguezais, mata atlântica e recife de arenitos, formando "piscinas naturais" durante as marés baixa e morta. Na alta temporada recebe muitos turistas que preferem a tranquilidade do lugar. Esta área encontra-se submetida à intensa especulação imobiliária, as atividades turísticas e o comércio. A maioria das pousadas do litoral sul paraibano se concentra nesta região.

2.3 Etapas metodológicas

Para concretizar este trabalho adotou-se a pesquisa técnica. Realizou-se levantamento detalhado e criterioso de bibliografia sobre a temática proposta e também sobre a área de estudo. A pesquisa direcionou-se a artigos científicos, teses, dissertação de mestrado e doutorado, livros e legislações ambientais.

Utilizaram-se fotografias digitais, que foram tiradas no topo da falésia e também na faixa de praia como forma de documentar os possíveis riscos naturais e antrópicos.

Imagens de satélite também foram ferramentas importantes na visualização da área de estudo e possibilitando melhor identificação da linha de costa

Para a mensuração da altura da falésia, utilizou-se uma trena fechada com fita de fibra de vidro com 30 metros da marca Disma

Realizou-se visita técnica para verificação e levantamento dos problemas ambientais, dos riscos a integridade física dos usuários e também o grau de urbanização e até onde vai à intervenção antrópica nesta área.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado deste estudo, procurou-se enfatizar os problemas ambientais mais significativos na falésia da praia de Carapibus (Fig.2).

Figura 2 – Falésias Ativas suscetíveis à erosão

Fonte: Autor (2015).

Observou-se que desmoronamentos e deslizamentos, apesar de poderem ser desencadeados pelo dinamismo natural, característico destes ambientes, tem uma incidência agravada pela ocupação e uso inapropriado da área, ou seja, ocupação inadequada dos humanos. Partindo desse pressuposto este estudo baseou-se na constante e forte alteração deste ambiente por fatores naturais e antrópicos. Por sua vez, identificaram-se estes fatores, como sendo: a ação dos ventos, das chuvas e do mar. Assim como, pelas edificações nas bordas das falésias.

3.1 Os efeitos da erosão costeira na praia de Carapibus

Observa-se que a erosão costeira é processo natural que atua modelando a forma paisagística. Mas, o que se ver na praia de Carapibus é um processo acelerado com poder destrutivo nas falésias ativas no tocante a, grande preocupação é que esta aceleração do processo erosivo e sedimentação é consequência da intervenção antrópica. De acordo com Pedrosa (2006), estes processos decorrem da ocupação, apropriação e transformação do espaço, além da utilização e exploração dos recursos naturais. Na borda da falésia, nota-se que as edificações construídas sobre ela estão com suas áreas de lazer, parcialmente, destruídas e podem levar a acidentes humanos, uma vez que, ocorre risco iminente de desmoronamento e deslizamento dessas áreas sobre os usuários da faixa de praia (Fig.3).

Figura 3 – Áreas de laser das edificações sobre as falésias estão sujeitas a risco de desmoronamento

Fonte: Autor (2015).

3.2 Susceptibilidade a erosão

Quanto às características das falésias considerou-se como sendo formadas por composição mineralógica (siltitos, argilitos, arenitos e folhelhos) que forma o grupo Barreira (Silva et al., 2001). Segundo o autor, são altamente suscetíveis à erosão por processos marinhos que provoca desmoronamentos e formação de sedimentos em blocos na faixa de praia, principalmente durante períodos chuvosos. As alturas são aproximadamente de 15 a 20 m conforme medição realizada em um dos trechos da falésia.

Corroborando para melhor explicação Martin et al. (2001, p. 335-336.), descreve detalhadamente:

> Os tabuleiros da Formação Barreiras constituem falésias vivas ao longo da maior parte do litoral, com alturas, em média, de 15 a 30 metros, com diversos vales suspensos. [...] Essa formação apresenta-se na forma de tabuleiros e é dominantemente composta por areias finas a grossas, argilas cinza-avermelhadas, arroxeadas e amareladas e arenitos grossos com matriz de caulinita, pobremente consolidados e selecionados, esbranquiçados, amarelados e avermelhados. Localmente, esses arenitos podem se apresentar consolidados.

De acordo com Assad (2010), essa unidade geológica é constituída de rochas pouco consolidadas, o que a torna susceptíveis à erosão pela ação das ondas (erosão marinha ou abrasão marinha), das chuvas (erosão pluvial) e do vento (erosão eólica). O processo erosivo atua em duas frentes: na base pela ação das ondas e correntes marinhas; e no topo, pela ação das chuvas (intemperismo) que torna-se mais intensa em solos expostos, sem vegetação. Na primeira, o processo de erosão marinha causa desagregação de blocos de rochas. Os blocos rochosos acumulam-se na base da falésia, quando em maré alta fica submerso e muitas vezes são arrastados pela força das ondas e passam pelo processo de degaste por ação química e mecânica. Quando a velocidade e a força das ondas diminuem os blocos rochosos ficam depositados e acumulados (Fig.4). Na segunda, de acordo com Silva et al. (2001, p.4.):

> [...] quando se desenvolve geralmente envolve uma quantidade de solo bem superior. Ele pode ser expresso na forma de ravinas, voçorocas, escoamentos, deslizamentos, tombamentos, quedas ou movimentos complexos. As ravinas e voçorocas desenvolvem-se perpendicularmente à borda das falésias e são decorrentes do escoamento concentrado e da infiltração das águas pluviais. Os

demais tipos de movimentos são gerados a partir de superfícies de instabilização que se originam no interior das falésias.

A erosão da costa rochosa, provocada principalmente pela ação abrasiva do mar, contribui para o recuo da linha de costa e consequentemente diminuição das praias, podendo ocorrer acidentes que lese a vida humana (MACHADO, 2000).

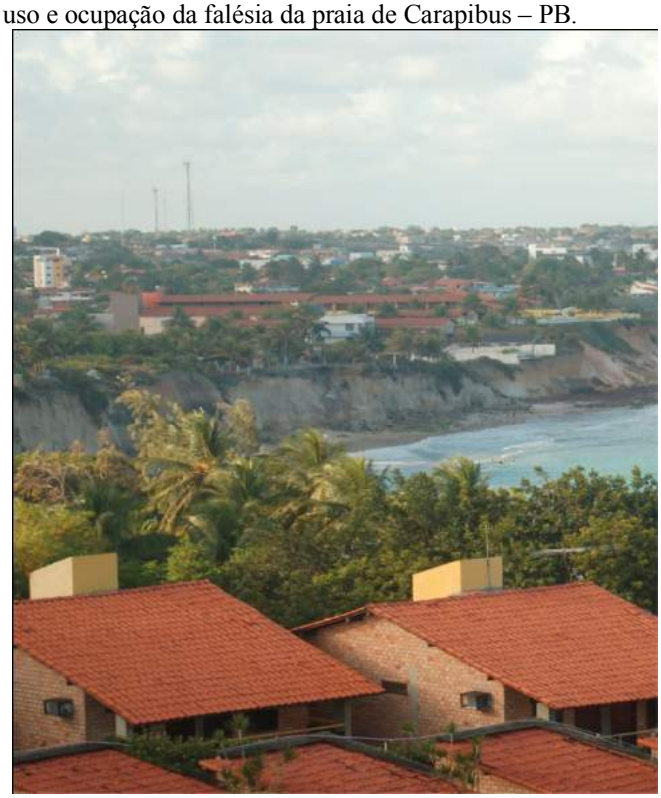
Figura 4 – Desgaste da base da falésia provocado pela força do embate das ondas do mar. (erosão marinha).

Fonte: Autor (2015).

3.3 Uso e ocupação da zona costeira

Percebe-se nos trechos da falésia de Carapibus, um adensamento populacional em atividades econômicas que exercem pressões sobre os ecossistemas (Fig.5).

Figura 5 – Vista de cima do uso e ocupação da falésia da praia de Carapibus – PB.



Fonte: Autor (2015).

Os espaços naturais na zona costeira são modelados pelo homem de forma que atendam as suas necessidades e que o mesmo possa explorar os diversificados ecossistemas deste ambiente tão frágil. Seja a construção de edificações, o lazer, o livre comércio, o turismo, as especulações imobiliárias.

Como consequências das atividades antrópicas, temos um ambiente com suas características intensamente modificadas, que deixa de ser "natural" passa a ser "artificial".

Outra questão na praia de Carapibus é o crescimento das pousadas como se percebe na imagem anterior. A atividade é atraída pela localização privilegiada, pela grande beleza cênica e vista panorâmica para o mar, além de das cores iluminadas das falésias, vegetação e recifes. Entretanto, as construções desses empreendimentos não respeitaram o que alega a resolução nº 303/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que proíbe qualquer tipo de ocupação numa faixa de cem metros, contados da sua borda.

Destaca-se nesse cenário mais especificamente a falta de um disciplinamento da ocupação humana. Deste modo, é possível perceber que há uma necessidade extrema das esferas estaduais e municipais em executar tais ações estabelecidas pela União, intensificando a fiscalização, monitoramento e preservação destes ambientes (VIANA, 2009).

O uso de ocupação das falésias avançam áreas de fragmentos florestais. Esta área protegida é constantemente alterada e motivada pela especulação imobiliária, pois o homem visa apenas seus interesses econômicos, não dando importância aos riscos eminentes e comprometendo a integridade física dos usuários, conforme detectada na (Fig.6).

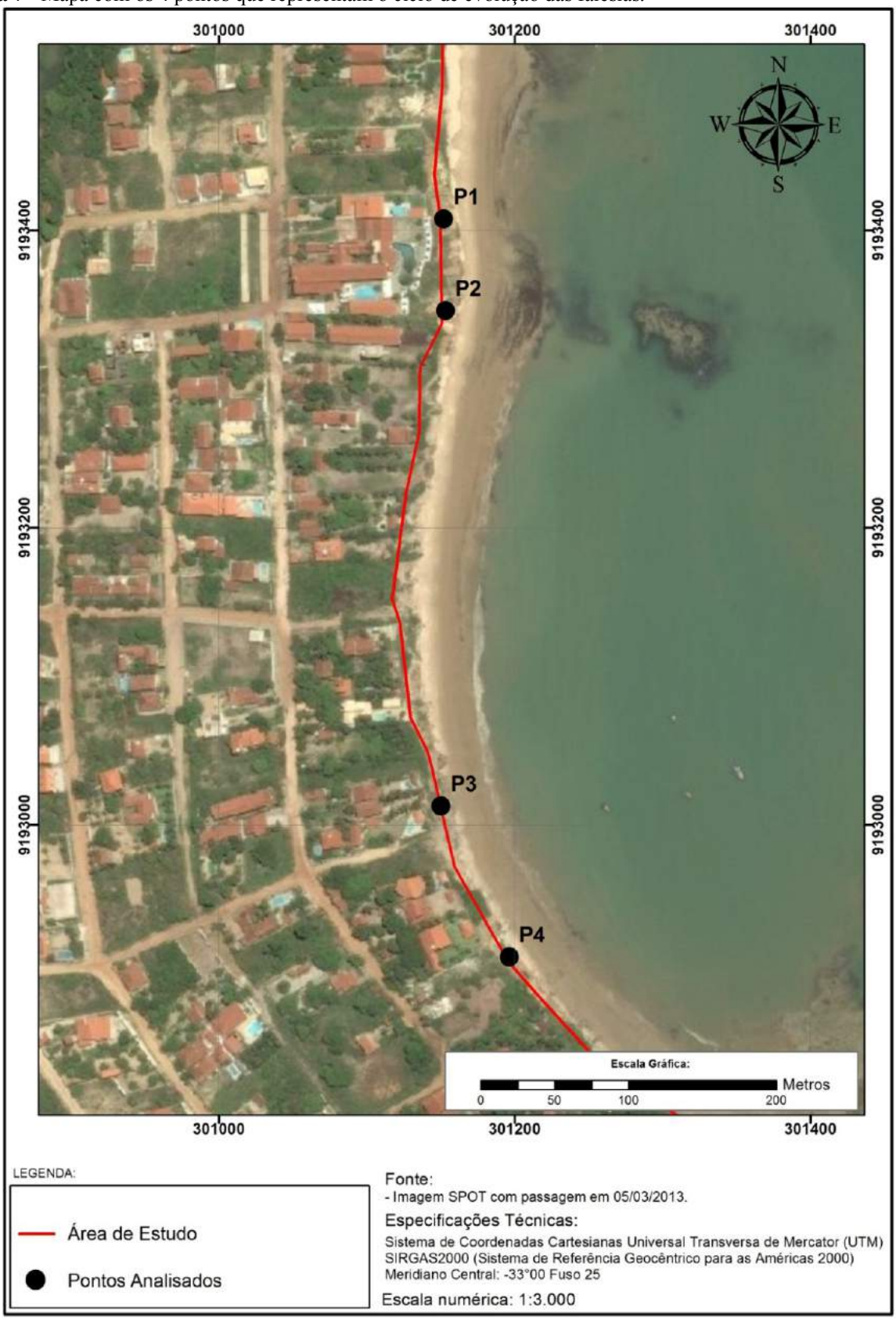
Figura 6 – Obra edificada nas intermediações de fragmentos florestais.

Fonte: Autor (2015).

3.4 Ciclo de evolução de uma falésia

Identificou-se *in loco* ao longo da área de estudo, diversas situações de modificações das características naturais das falésias. Destacou-se entre elas, quatro pontos para melhor diferenciação e identificação do ciclo de evolução delas. Levantou-se o estudo com base nas características, registros fotográficos e observações mais relevantes das falésias (Fig.7).

Figura 7 - Mapa com os 4 pontos que representam o ciclo de evolução das falésias.



Autor: Santos (2015)**.**

3.4.1– Ponto (1)

Situa-se nas coordenas X 301153 / Y 9193410

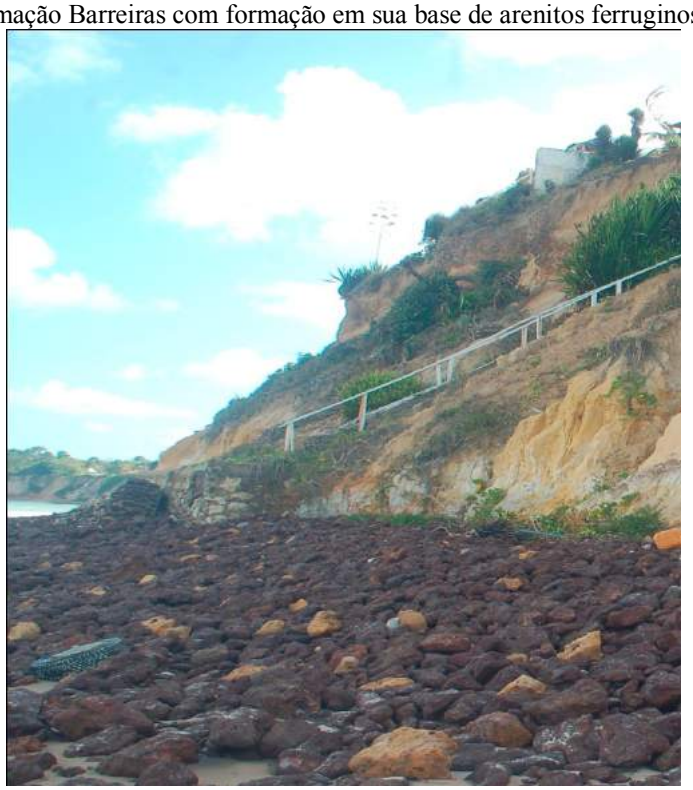
No topo da falésia a área apresenta um grau de urbanização acentuada, caracterizado por residências e pousada. Apresentam-se pequenas porções de vegetação, bem como processos de aviamentos (Fig.8).

Figura 8 – Pousada no topo da falésia.

Fonte: Autor (2015).

Observa-se na sua base deposições de concreções ferruginosas, que serve de proteção para seu sopé, dissipando as energias das ondas. (Fig.9)

Figura 9 – Falésias Formação Barreiras com formação em sua base de arenitos ferruginosos.



Fonte: Autor (2015).

3.4.3 – Ponto (2)

Esse ponto localiza-se nas coordenadas X 301154 / Y 9193348.

Considera-se esta área da falésia com riscos graves e iminentes. Evidencia-se colapso de estrutura (casa) e ocorrência de movimento de massa de vertente (escorregamento). As residências estão em risco interferindo na qualidade do ambiente e comprometem a integridade física dos usuários. A mesma sofre intensa pressão pela urbanização (Fig.10).

Figura 10 – Falésia com ocorrência de risco grave e iminente da queda de pilares de concreto que comprometem a vida dos usuários.

Fonte: Autor (2015).

Evidenciam-se na faixa de praia resíduos das estruturas das edificações (piso, pilar e alvenaria) podendo ocasionar acidentes com durante o acesso (Fig.11).

Figura 11 – Pilar da alvenaria na faixa de praia com ponta de vergalhão.

Fonte: Autor (2015).

3.4.2 – Ponto (3)

Trecho situado nas coordenadas X 301154 / Y 9193348

Na estrutura da falésia observa-se processo erosivo intensificado. Esta unidade geológica sofre pressões pela urbanização acentuada no topo e pelos processos naturais na sua base, como as ações mecânicas das ondas que causam abrasão marinha. Os sedimentos localizados na faixa de praia são indicadores da erosão. Em alta maré não é possível caminhar pela praia. (Fig.12).

Figura 12 – Falésia em processo erosivo.

Fonte: Autor (2015).

Ainda no topo identifica-se a impermeabilização do solo por resíduos de construção civil isso comprova o intenso processo de uso e ocupação gerando inúmeros conflitos. Não apresenta vegetação. (Fig.11)

Figura 13 **–** Impermeabilização do solo por resíduos de construção civil.

Fonte: Autor (2015).

3.4.4 – Ponto (4)

Esse trecho localiza-se nas coordenadas X 301197 / Y 9192913**.**

A área da falésia apresenta-se com ocupação intensificada, os usuários se apropriam desta área, "privatizando". Observa-se formação de vegetação no topo. A mesma sofre pressão pela urbanização. Sua paisagem natural encontra-se modificada por obras de acesso ou escada e contenção (Fig. 14).

Figura 14 – Falésia com formação de estrutura de contenção em sua base.

Fonte: AgendaParaíba.com.

3.5 Uso e ocupação do solo na área de estudo.

O uso e ocupação do solo na área de estudo ocasionam vários riscos, tanto para a população, quanto as estruturas das edificações ali localizadas.

Segundo Langa (2003), essas alterações traduzem-se na deterioração da qualidade ambiental, do solo, na alteração da morfologia e da dinâmica costeira e na crescente exposição das populações e bens a riscos naturais e induzidos (desabamentos de encosta).

Quando se trata na deterioração da qualidade do solo, registra-se na borda da falésia a devastação de vegetação, um dos ecossistemas tão fundamental para evitar exposição do solo ao processo erosivo (Fig. 15).

Figura 15 – Devastação da vegetação pioneira da falésia através da queima.

Fonte: Autor (2015).

Segundo este autor, os processos naturais das zonas costeiras são intensificados pela ação humana através de sua intervenção a diferentes níveis (obra, turismo, habitação).

Partindo desse pressuposto, observa-se na área de estudo edificações localizadas em áreas indevidas, em se tratando de ambiente costeiro. Conforme (Fig. 16).

Figura 16 – Degradação da estrutura da falésia é associado a larga urbanização.

Fonte: Autor (2015).

Toda essa trajetória de ocupação só acentua a ideia de que o homem, quase sempre, busca bem-estar e despreza a importância do meio ambiente, como também, desconhece o valor natural dos ecossistemas, causando um desequilíbrio, muitas vezes, irreversível, que chega a afetar seu próprio patrimônio financeiro, a exemplo disto são as construções realizadas em locais inadequados, onde não se considera uma distância segura para efeitos de dinâmica marinha (VIANA, 2009, p. 26.).

Para isso, se têm a necessidade de um estudo mais abrangente das porções costeiras, inclusive na Praia de Carapibus, para um maior ordenamento e planejamento territorial da costa.

4 CONCLUSÃO

1. Tendo em vista os aspectos observados na área de estudo. Evidencia-se assim, a necessidade de maior planejamento e zoneamento urbano, políticas públicas mais eficazes, voltadas à preservação das áreas costeiras.
2. Em virtude dos fatos mencionados, faz-se necessário propor medidas mitigadoras por meio de preservação, conservação, conscientização e controle das situações de probabilidade de ocorrência de acidentes.
3. Sugere-se a sinalização de locais de graves e eminentes riscos informando e alertando os usuários as situações inerentes ao fato.
4. Outra medida viável refere-se às pousadas de Carapibus. A importância de disponibilizarem informativos através de folders orientando os visitantes a evitarem permanecer ou acessar as áreas de perigo.
5. Dado o exposto recomenda-se delimitação de zonas de risco e proibição de estacionamento de veículos em áreas próximas.
6. Destaca-se a necessidade de manutenções constantes de caminhos para pedestres de forma a evitar abertura de novos caminhos inseguros.
7. É importante determinar o recuo das áreas de lazer das casas e pousadas em zona de risco, com o intuito de evitar uma fatalidade.
8. Outra recomendação seria a implantação de um programa de proteção à praia de Carapibus com o objetivo de levar aos usuários informações sobre a importância do turismo e um desenvolvimento sustentável.
9. Levando-se em consideração a necessidade de valorização da grande beleza cênica. Recomenda-se ao poder público municipal a inserção da praia de Carapibus na Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba do Decreto Estadual nº 22.882 de 26 de março 2002.

REFERENCIAS

ABRANTES, Roosevelt Ferreira. **Analise dos processos de erosão costeira e dos impactos sócio–ambientais ocorridos na praia da Ponta d'Areia na cidade de São Luis do Maranhão.** São Luís, 2012. Disponivel em:<http://pt.slideshare.net/rusgat/artigoponta-da-areia>. Acesso em 06 nov. 2012.

ANDRADE, R. I. L. de. **Dinâmicas e conflitos na zona costeira de Aquiraz: Porto das Dunas e Prainha em análise**. Fortaleza, 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, 2008. Disponível em:< http://www.uece.br/mag/dmdocuments/rony_iglecio_dissertacao.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2015'

AQUINO, M. D.; MOTA, S.; PITOMBEIRA, E. S. **Impactos ambientais da ocupação desordenada da praia da Caponga-Ce**. In: Congresso sobre planejamento e gestão da zona costeira dos países de expressão portuguesa, 2., 2003, Recife. Anais... Recife: [s.n.], 2003. p. 1-4.Disponivel em:< http://www.abequa.org.br/trabalhos/dinamica_costeira_281.pdf>. Acesso em 22 out. 2015

ARANHA, T. R. B. T; SILVEIRA, T. A.; DINIZ, J. M. T.; SOUZA, E. P de. ; WANDERLEY, J. A. C. **Adoção á brasileira: uma análise sócio-jurídica. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Rio Grande do Norte, v.8, n. 1, Jan-Mar. 2013. Disponível em:<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/2043/pdf_677 > . Acesso em: 1 jun. 2015.

ASSAD, L. **Adoção as belas e perigosas construções da natureza.** Ciência e Cultura online, São Paulo, ano 2, n. 2. 2010. Disponível em:<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000200003>. Acesso em: 01 Jun. 15.

CONAMA, Resolução nº 303/ 2002. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Brasilia, 2002.

GRANZIERA, M.L.M.; GONÇALVES, A**. Zona costeira no Brasil e no Mundo.** Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2012. 136p. Disponível em: <https://www.unisantos.br/edul/public/pdf/zonacosteira.pdf>. Acesso em 10 set.2015.

KALINDI, D.; PILO, G. S.; FARRENBERG, C. C. A. Dept. **Erosão costeira por ação antrópica e suas implicações para o desenvolvimento sustentável: uma revisão bibliográfica.** In**:** Simposio Brasileiro de Oceanografia, 5, 2003, Santos. Disponível em: < http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:sJkfv28zqNQJ:www.uern.br/professor/arquivo_baixar.asp%3Farq_id%3D9050+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br >. Acesso em: 06 nov. 2015.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Gestão ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável.** Itajaí**,** 2004. Disponivel em:< http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Bldy4AsRcLQJ:www.ambientebrasil.com.br/gestao/des_sustentavel.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em 06 nov. 2015.

LANDIM NETO, F. O.; RABELO, F.D.B.; SILVA, E.V. **Análise Geoecológica da Bacia Hidrográfica do Rio Trairussu, Aquiraz/Ceará – Brasil.** In: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, 6, 2010, Ceará. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/francisco >. Acesso em 06 nov.2015.

LANGA, L. **Erosão costeira na cidade de Maputo. Causas. Considerações sobre intervenções de defesa**, Porto, 2003. 212 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Engenharia do Porto, 2003. Disponível em:<http://repositorio-aberto.up.pt/>. Acesso em: 23 out. 2015

MACHADO, **E. A Dinâmica litoral.** Disponivel em: <http://www.prof2000.pt/users/ildamac/geo/litora.htm >. Acesso em: 06 nov. 2015

MEIRELES**,** Antonio Jeovah de Andrade. **Impactos ambientais decorrentes da ocupação de áreas reguladoras do aporte de areia: a planície Costeira da Caponga, município de Cascavel, litoral leste cearense**. 2008. Disponível em: <http://confins.revues.org/2423>. Acesso em 06 nov. 2015.

MOURA, M. R. **Dinâmica costeira e vunerabilidade à erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aricaz**, Ceará. 2012. 193 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências e Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará. , 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/Adm/Downloads/2012_tese_mrmoura.pdf >. Acesso em: 11 set. 2015.

OLIVEIRA, C. R. P. de**. Impactos causados pela ocupação desordenada na zona costeira de Marinha Farinha - PE**, Pernambuco, 2006. Disponível em: <http://www.ivt-rj.net/sapis/2006/pdf/CinthiaOliveira.pdf >. Acesso em: 08 mai. 2015.

PARAÍBA. Decreto Estadual Nº. 22.882 de 26 de março de 2002. Institui a Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba. João Pessoa, PB, 2002.

PEDROSA, A.S. **A integração da prevenção dos riscos no ordenamento territorial.** In: Colóquio sobre "Paisagem, Património e Riscos Naturais: perspectivas de planeamento comparado" organizado pela CCDR Norte, no âmbito do programa NOÉ – Interreg IIIC (sud) co-financiado pela União Europeia, 2006, Porto. Disponível em:< http://web.letras.up.pt/aspedros/A%20integra%C3%A7%C3%A3o%20da%20preven%C3%A7%C3%A3o%20dos%20riscos%20no%20ordenamento%20territorial.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2015.

PROST, C., **Resex Marinha versus Pólo Naval na Baía do Iguape.** Novos Cadernos NAEA, Bahia, v. 13, n. 1, p. 47-70, jul. 2010. Disponível em: < http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/391/694>. Acesso em: 11 set. 2015.

RIBEIRO, José Luis. **Zonas húmidas costeiras e ordenamento territorial: o caso do estuário do Mondego.** 1.ed, Portugal, Editora: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2001. 326p. Disponivel em: <https://books.google.com.br/books?id=gMgbACnOul8C&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 22 out. 2015.

SANTOS, Marcos Leonardo Ferreira, João Pessoa. 2015.

SCUDELARI, A.C & FREIRE, L.C.S. **Determinação dos impactos ambientais na construção de um sistema hoteleiro nas falésias em Tibau do Sul – RN**. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2005, 9(1):39-43. Disponível em: <http://www6.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/573/485>. Acesso em: 1 junh. 2015.

SILVA, Willian de Souza et al**. Erosão costeira na falésia de Tibau do Sul – Litoral Leste do Rio Grande do Sul.** In: Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 2, 2001, Rio Grande do Norte. Disponivel em:< http://www.abequa.org.br/trabalhos/dinamica_costeira_319.pdf> . Acesso em: 06 nov. 2015.

TARGINO, D. F.; CHAVES, M. S. Caracterização Geo-Ambiental: **O Caso da praia de Jacumã - Conde/pb**. In: Encontro de Iniciação da Docência Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 6, 2003, João Pessoa. Disponível em: < http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/monitoriapet/ANAIS/Area5/5CCENDGEOCMT01.pdf >. Acesso em: 01 Jun. 2015.

TOMINANGA, K. L.; SANTORO, J. E AMARAL, R. **Desastres aturais: conhecer para prevenir.**, 1 ed., São Paulo, instituto geológico, 2009. 196 p. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>. Acesso em 22 nov. 2015.

UNESCO. **Methodological Guide to integrated coastal managenament**. 1997. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001212/121249eo.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2015.

VIANA, Alyson Rodrigo Silva**. Zona de proteção costeira no município de João Pessoa –PB,** João Pessoa, 2008. Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/~paulorosa/tcc/alyson.pdf>. A cesso em 27 nov.2015.

UM BREVE RECORTE SOBRE A HISTÓRIA DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Tuanny da Silva Maciel[1], José Martinho de Albuquerque Silva[2]
[1]Instituto Superior de Educação da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: tuannydsm@gmail.com,
[2]Instituto Superior de Educação da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail:matinho1909@hotmail.com

No estudo da origem de um conceito ou campo de conhecimento matemático, podemos perceber a construção e a evolução das teorias, o que nos leva à reflexão acerca da complexidade do desenvolvimento do conhecimento, fazendo com que nós tenhamos um novo posicionamento acerca daquilo que aprendemos, além de contribuir para a melhoria da nossa prática pedagógica em sala de aula.

Com base nesse novo posicionamento, o professor pode planejar sua prática de modo a estimular o interesse dos alunos pelo conteúdo abordado, tornando a disciplina interessante o suficiente para que os alunos a estudem com prazer e construam conhecimento de modo significativo, ou seja, de modo a entender seu papel no corpo teórico e como aplicá-lo de modo pertinente.

Muitos são os caminhos metodológicos propostos com esse objetivo e, em nosso caso, na busca de estratégias que possam estimular o interesse do aluno pela apreensão de conceitos matemáticos, optamos por analisar o papel da História da Matemática (HM).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (PCN) (BRASIL, 1998, p.42), a História da Matemática pode dar uma grande contribuição ao ensino da disciplina,

> Ao revelar a Matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor cria condições para que o aluno atitudes e valores mais favoráveis diante desse conhecimento.

Com o destaque dado nos PCN à História da Matemática como recurso metodológico, a própria História da Matemática passou a assumir uma importância cada vez maior no processo de ensino-aprendizagem, apesar ainda de contar com limitações, seja ela usada como fonte de pesquisa científica ou como um facilitador do ensino de conteúdos nas aulas da disciplina.

As limitações identificadas dizem respeito à lacunas na formação docente inicial ou à falta de recursos didáticos com essa orientação e que possam servir como fonte de pesquisa para a prática de professores da Educação Básica.

Em especial na Matemática, o professor deveria se apropriar da história do desenvolvimento dessa ciência, em razão do quanto pode aprender acerca dos aspectos culturais e sociais desse campo de conhecimento, levando-o a enxergá-lo como uma área em permanente processo de transformação e fruto de uma construção social, cultural e temporal.

O uso de elementos da História da Matemática pode fazer com que o aluno atribua significado à disciplina e, consequentemente, seja um ser pensante e criativo, além de estabelecer uma ligação dos conteúdos matemáticos com demandas vivenciadas em seu cotidiano. De acordo com Viana & Silva (2007),

> [...] O conhecimento da HM possibilita perceber que as teorias que hoje aparecem acabadas e elegantes resultaram de desafios que os matemáticos enfrentaram e que foram desenvolvidas com grande esforço, quase sempre, numa ordem bem diferente daquela em que são apresentadas após o processo de formalização. […] (VIANA & SILVA, 2007, p.6)

Dentre tantas outras contribuições que podem ser dadas para o ensino da Matemática por meio do uso da História da Matemática, podemos destacar as seguintes:

- Estimula a curiosidade do aluno e o motiva;
- Ajuda a mudar concepções a respeito da natureza da Matemática;
- Auxilia na compreensão da noção de rigor matemático e da dimensão estética da Matemática;
- Ajuda a compreender como o conhecimento escolar está organizado.

Considerando esses possíveis benefícios, não podemos deixar de refletir sobre as vantagens que o uso da História da Matemática poderá trazer para a melhoria do ensino-aprendizagem da Matemática.

Perceber a Matemática como um espaço de criação e reflexão, atribuindo aos conteúdos dessa área de conhecimento um maior significado e proporcionar o estabelecimento de ligação da Matemática com outras áreas de conhecimento, como a computação, a engenharia e medicina, por exemplo. E tal significação pode ser buscada e encontrada na História de Matemática.

Assim sendo, tentaremos apresentar aqui uma visão da importância que deve ser dada ao ensino de Cálculo.

Nos cursos de Cálculo Diferencial e Integral, é notável a grande evasão e o abandono da disciplina e, reconhecendo esse problema, buscamos em nosso trabalho refletir sobre possibilidades de

contribuição para sua minimização, e acreditamos que a História da Matemática pode ser um recurso para tornar o ensino do Cálculo mais significativo. E para isto, faremos uma breve retrospectiva da construção histórica do Cálculo.

A HISTÓRIA DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Para o desenvolvimento desta seção buscamos como fonte teórica os textos do Professor Luiz Adauto Medeiros, intitulados "Aspectos do Teorema Fundamental do Cálculo", publicado no ano de 2008, e "Centenário da Integral de Lebesgue", publicado em 2002. Utilizamos também um artigo disponível no site da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, que tem como autores GUEDIN, Juliana; UGGIONI, Edison, intitulado "Cálculo diferencial e integral: o ensino como uma abordagem histórica e suas contextualizações", publicado em 2004.

Inicialmente, devemos nos situar em um contexto histórico do surgimento do Cálculo Diferencial e Integral, analisando as ideias dos principais teóricos que contribuíram para o seu desenvolvimento e os contextos em que eles estavam inseridos, estabelecendo um elo entre o desenvolvimento da teoria do Cálculo e as necessidades da época.

O Cálculo Diferencial e Integral, também conhecido como cálculo infinitesimal, é um ramo importante da Matemática, desenvolvido a partir da Álgebra e da Geometria. Trata da variação de grandezas, como a inclinação de uma reta, e de quantidades que mudam, tendendo a outras quantidades.

Ao falarmos na origem do Cálculo Diferencial e Integral, os primeiros nomes que surgem são Newton (1642-1727) e Leibniz (1646-1716), os quais desenvolveram as ideias do cálculo há cerca de 300 anos. Como contribuições desses dois nomes citados, temos a derivada e a integral, que são duas noções básicas do Cálculo.

A ideia geométrica da derivada está ligada ao problema de traçar a tangente a uma dada curva e a ideia de integral relacionada com o problema de encontrar a área de figuras planas. Vale ressaltar que tanto em relação à derivada quanto à integral, existem outras ideias possíveis de serem associadas.

Um dos primeiros problemas que aparecem na história, relacionados com a ideia de integral, são os problemas de quadratura. Esses problemas consistiam em encontrar a área de determinadas figuras através da medição de superfícies como, por exemplo, tomar o quadrado, por ser uma figura simples, e tentar igualar sua área à área de uma outra figura diferente.

As quadraturas que mais fascinavam os geômetras da antiguidade eram as que possuíam formato curvilíneo, a exemplo do círculo. As primeiras quadraturas da história foram realizadas por Hipócrates (440 a. C.), que estudou as lúnulas, figuras também conhecidas como meia-lua.

Desse método, surgiu a questão, posta por um matemático da época, de encontrar a quadratura de um círculo através de uma sequência infinita de polígonos regulares inscritos. Contudo, surgiu um problema, pois esta sequência nunca chegaria a um fim e, desse procedimento surgiu o Método de Exaustão. Esse método, apesar de já ser usado na Grécia Antiga e ser atribuído a Eudoxo (406-355 a.C.), teve seu desenvolvimento e aperfeiçoamento dado pelo considerado maior matemático da antiguidade e um dos três maiores de todos os tempos: Arquimedes.

O MÉTODO DE EXAUSTÃO E A QUADRATURA DO CÍRCULO E DA PARÁBOLA

O método de Exaustão consiste em "exaurir" uma figura dada por meio de áreas e volumes já conhecidos. Um exemplo, o mais conhecido em relação a esse método, é o problema da quadratura do círculo, que pode ser resumido na seguinte questão: *como obter um quadrado com a mesma área de um círculo dado de raio r?*

O método de exaustão proposto por Arquimedes possuía uma característica que não era conveniente, pois para cada caso teríamos que adotar um tipo particular de aproximação. Arquimedes deu outras e importantes contribuições ao desenvolvimento do Cálculo, ao determinar a área da região limitada por uma parábola e uma reta através da soma das áreas de infinitos triângulos, e com o fato de ter conseguido provar rigorosamente o resultado da soma com infinitos termos, marcou na história a primeira vez que se realizavam cálculos dessa natureza.

A palavra quadratura é um termo antigo que se tornou sinônimo do processo de determinar áreas, lembrando que a intenção à época não era encontrar um valor numérico para essa grandeza, mas determinar uma figura conhecida com o mesmo comprimento, área ou volume de uma figura dada inicialmente.

Os antigos geômetras gregos tentavam medir a área de determinadas superfícies planas, tentando relacioná-la com a área do quadrado, por esta ser a figura plana mais simples. Assim, buscavam encontrar um quadrado que tivesse a área igual a da figura em questão. As quadraturas que fascinavam os geômetras eram as de figuras curvilíneas, como o círculo, e as figuras limitadas por arcos de outras curvas. Iremos agora detalhar um pouco mais esse método.

O percussor de tal ideia foi Hipócrates de Chios, que estudou as lúnulas. Nas tentativas de quadrar o círculo, Hipócrates pôde achar as áreas de certas lúnulas, figuras que são compostas pela intersecção de duas circunferências, usando o seu teorema que a relação das áreas de dois círculos está

igual à relação dos quadrados de seus diâmetros. Na figura 1, as lúnulas compreendem as duas regiões em vermelho.

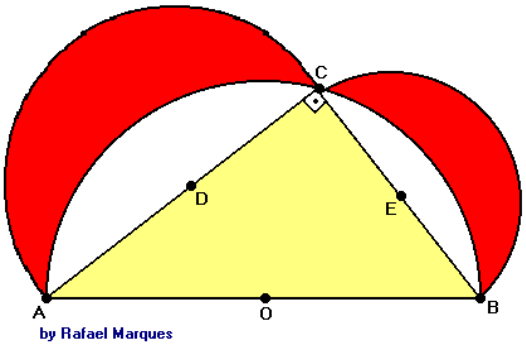


Figura 1: lúnulas de Hipócrates

Fonte: http://www.paulomarques.com.br/arq13-13.htm

Hipócrates mostrou que um cubo pode ter seu volume dobrado se puderem ser definidas duas proporções entre o número que representa as medidas de suas arestas e seu dobro, o que exerceu grande influência nas tentativas de duplicação do volume do cubo.

Antifon, por volta de 430 a.C., tentou encontrar a quadratura do círculo através de uma sequência infinita de polígonos regulares nele inscritos. Primeiro inscreveu no círculo um quadrado; depois inscreveu um octógono; em seguida um hexadecágono, e assim por diante. No entanto, havia um problema: tal sequência nunca teria fim, pois é possível construir um polígono com qualquer número de lados que se queira. Apesar disso, esta ideia brilhante deu origem ao *Método de Exaustão* que, como já citamos antes, consiste em esgotar a área ou volume de uma figura dada, por meio de outras áreas e volumes conhecidos.

Esse método é atribuído a Eudoxo (406 – 355 a.C), embora deva grande parte do seu desenvolvimento a Arquimedes, que determinou que uma primeira aproximação para a área do círculo era dada pela área do quadrado nele inscrito. Se acrescentarmos ao quadrado quatro triângulos isósceles convenientes, obtemos um octógono regular inscrito no círculo, cuja área fornece uma aproximação melhor para a área do círculo do que a aproximação obtida com a inscrição do quadrado. Se prosseguirmos com esse procedimento, a relação entre as áreas das duas figuras, ou seja, do círculo e da figura nele inscrita, será cada vez mais próxima. (Figura 2).

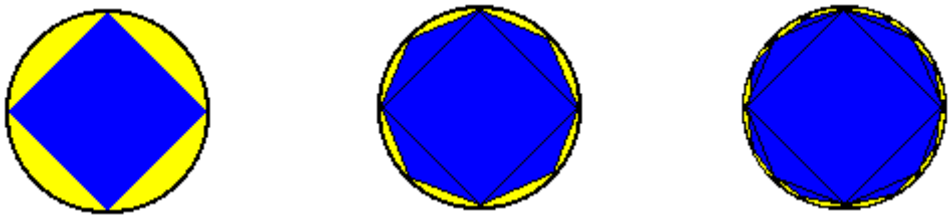


Figura 2: *Aproximações para a área do círculo.*
Fonte: http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000026/00002603.pdf

Repetindo indefinidamente esse processo, é possível observar que do ponto de vista geométrico teremos a impressão de termos esgotado a área do círculo, ou seja, de tê-la preenchido totalmente, embora tenhamos certeza que ainda existem regiões do círculo que não foram cobertas, mesmo que muito pequenas e quase imperceptíveis ao olho humano. Mas continuando o processo, conseguimos aproximar cada vez mais a área do círculo à área de polígonos inscritos com 2^n lados.

As quadraturas mais famosas são a *quadratura do círculo e da Parábola,* ambas tendo como elaborador fundamental o matemático Arquimedes. Para descrever a prova dessas quadraturas utilizamos como referências o livro do Paulo Roberto Martins Contador- Matemática, uma breve história, e o texto do Mauro Lopes Alvarenga, com o título "O método de exaustão e sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento matemático".

Inicialmente, iremos descrever a quadratura do círculo. Este é um problema no qual se busca encontrar um quadrado que tenha a área igual a de um círculo dado. Tal problema fascinou por muito tempo o homem e em 1.800 a.C. os egípcios acreditaram em ter encontrado a solução do problema, considerando a medida do lado do quadrado igual a $\frac{8}{9}$ da medida do diâmetro do círculo dado.

Esse resultado encontra-se no *Papiro de Rhind* e trataremos dele com mais detalhes no próximo Capítulo. Diversos matemáticos encantaram-se pelo problema, mas iremos direcionar, nesse momento, nossos olhares para a proposta exposta pelo matemático Arquimedes. Ele argumentava sobre a possibilidade de existir um triângulo retângulo cuja área fosse igual à de um círculo dado.

Para Arquimedes, a área de um círculo qualquer poderia ser dada pela área de um triângulo retângulo de lados a, b e c, onde *r* é o raio do círculo e P_c é seu perímetro. Como sabemos, a área S_t do triângulo retângulo, é igual à metade do produto dos catetos a e b, ou seja, $S_t = \frac{ab}{2}$. Para os Gregos, esse problema não poderia ser resolvido, pois a relação entre perímetro e área resultava em um número irracional. Sendo assim, Arquimedes usou os seguintes fatos para convencê-los de que sua proposição estava correta: considere a área S_t do triângulo retângulo como sendo $S_t = \frac{p_c \cdot r}{2}$ e a área do círculo

como sendo S_c. Por hipótese, suponhamos que a área do triangulo retângulo seja menor do que a área do círculo, ou seja, $S_c > S_t$.

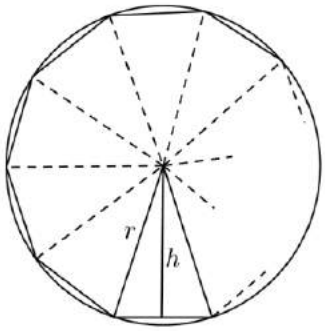
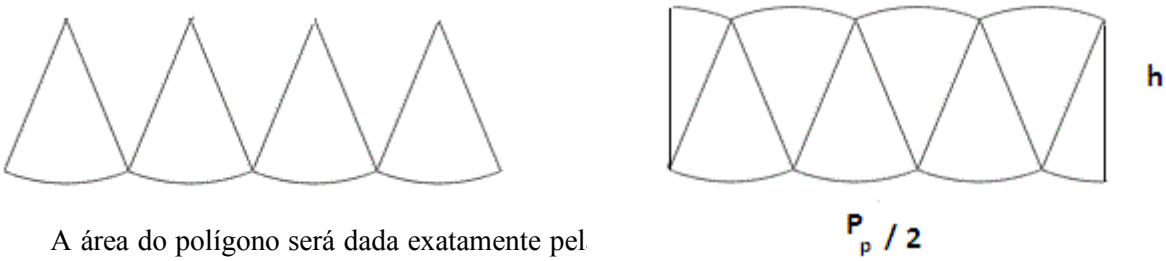


Figura 3: Divisão do círculo em setores

No círculo de raio r inscrevemos um polígono de n lados. Percebe-se então que, na medida em que o numero de lados do polígono aumenta, mais a sua área S_p aproxima-se da área do círculo, S_c, mas esta continuará sendo maior, ou seja, $S_c > S_p$. Em razão do grande número de lados do polígono inscrito, podemos dizer que sua área é praticamente igual à área do círculo, de onde podemos dizer que a área do polígono é maior do que a área do triângulo, $S_c < S_p$.

Vale notar que partimos da hipótese de que $S_c > S_t$ e daí, temos: $S_c > S_p > S_t$ e $S_c - S_p = K$, onde $K_1 < K$. A área S_p do polígono de perímetro P_n é a soma das áreas de n triângulos retângulos de altura h e hipotenusa r. Se fizermos um corte do polígono, como se fosse uma laranja, cortando bem ao meio esta série de triângulos, e encaixando as duas metades, conseguimos o retângulo de lados h e $\frac{P_p}{2}$ (**Figura 4).**



A área do polígono será dada exatamente pel

partimos da hipótese de que $S_c > S_t$ e daí, temos: $S_c > S_p > S_t$ e $S_c - S_p = K$, onde $K_1 < K$. A área S_p do polígono de perímetro P_n é a soma das áreas de n triângulos retângulos de altura h e hipotenusa r. Se fizermos um corte do polígono, como se fosse uma laranja, cortando bem ao meio

esta série de triângulos, e encaixando as duas metades, conseguimos o retângulo de lados h e $\frac{P_p}{2}$ (**Figura 4).**

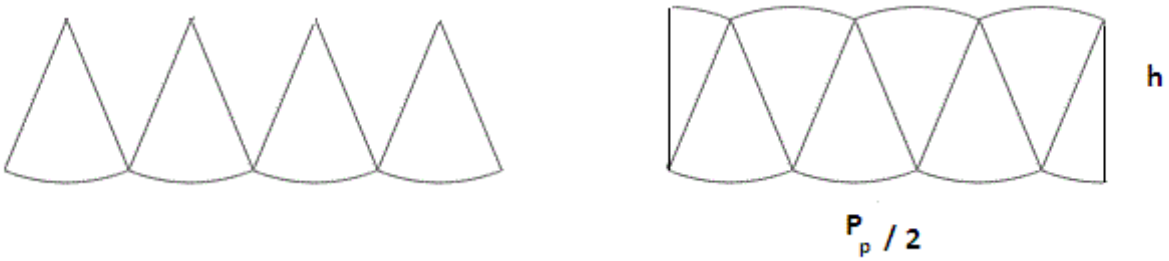


Figura 4: *Recorte dos setores*

A área do polígono será dada exatamente pela área do retângulo acima, $S_p = \frac{P_p.h}{2}$. Comparando r e h, vemos que r sempre atinge a circunferência do círculo e h atinge apenas o lado do polígono, portanto, r > h. Temos também que o perímetro do círculo é maior que o perímetro do polígono, ou seja, $P_c > P_p$. Temos ainda que a área do polígono é menor que a área do triângulo, $S_p < S_t$.

Vale ressaltar que antes havíamos concluído que $S_p > S_t$, ou seja, chegamos a uma contradição. Assim sendo, concluímos que nossa hipótese não é verdadeira, ou seja, a área do triangulo de Arquimedes não pode ser menor que a área do círculo.

Comparando r e h, vemos que r sempre atinge a circunferência do círculo e h atinge apenas o lado do polígono, portanto, r > h. Temos também que o perímetro do círculo é maior que o perímetro do polígono, ou seja, $P_c > P_p$. Temos ainda que a área do polígono é menor que a área do triângulo, $S_p < S_t$.

Vale ressaltar que antes havíamos concluído que $S_p > S_t$, ou seja, chegamos a uma contradição. Assim sendo, concluímos que nossa hipótese não é verdadeira, ou seja, a área do triangulo de Arquimedes não pode ser menor que a área do círculo.

Vale ressaltar que antes havíamos concluído que $S_p > S_t$, ou seja, chegamos a uma contradição. Assim sendo, concluímos que nossa hipótese não é verdadeira, ou seja, a área do triangulo de Arquimedes não pode ser menor que a área do círculo.

Por outro lado, se consideramos um polígono de n lados, circunscrito, e partimos da ideia de que a área do círculo é menor que a área do polígono, e procedendo de forma análoga ao caso anterior, vemos que chegamos novamente a uma contradição. Ou seja, concluímos que a área do polígono não pode ser nem maior, nem menor do que a área do círculo. Portanto, elas só podem ser iguais.

Como afirmamos anteriormente, outro problema bem conhecido é o problema da quadratura da Parábola. Arquimedes conseguiu fazer uma demonstração matemática formal de que a área A de um segmento parabólico é dada por $\frac{4}{3}$ da área T de um triângulo, tendo este triângulo a mesma base e a mesma altura do segmento parabólico considerado.

Para demonstrar seu resultado, Arquimedes utilizou o método da exaustão. Para começar, ele inscreveu no segmento parabólico considerado, um triângulo com base e altura de mesmas medidas que as do segmento parabólico. Depois inscreveu um novo triângulo em cada um dos segmentos parabólicos resultantes, repetindo o processo de inscrição de triângulos nos segmentos parabólicos resultantes da etapa anterior.

Em seguida provou que para cada triângulo dado, os dois triângulos construídos sobre seus lados têm uma área total igual a $\frac{1}{4}$ da área do triângulo dado. Dessa forma, ele exauriu o segmento parabólico, removendo sucessivamente esses triângulos inscritos.

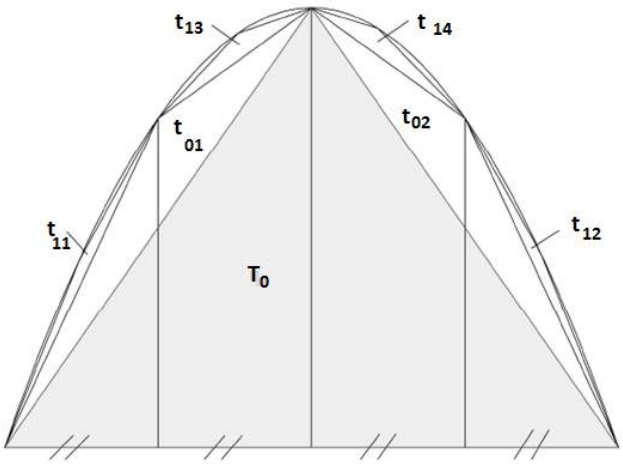
A área total pode ser, então, aproximada por uma soma de áreas que, organizadas juntas de modo adequado, geram uma progressão geométrica em que cada termo, com exceção do primeiro, que é igual a $\frac{1}{4}$ do termo anterior. A soma de tal progressão geométrica é igual a $\frac{4}{3}$ do primeiro termo.

Arquimedes provou que a área do segmento parabólico não pode ser maior que $\frac{4}{3}$ da área do primeiro triângulo inscrito e, da mesma forma, que não pode ser menor que esse mesmo valor.

Em outras palavras, podemos dizer que Arquimedes inscreve sucessivos triângulos no segmento de parábola; calcula a área desses triângulos e vai obtendo valores cada vez mais próximos do pretendido, somando as áreas dos sucessivos triângulos. Assim, demonstra que a área do segmento de parábola é igual a $\frac{4}{3}$ da área do triângulo com a mesma base e altura do segmento.

No entanto, Arquimedes não prolonga as somas até o infinito. Ele deduz o seu valor demonstrando que não pode ser nem maior, nem menor que $\frac{4}{3}$. Ou seja, nomeando as partes resultantes do processo de quadratura da parábola temos: seja P o segmento de parábola e T_0 o triângulo inscrito (ver figura 5); nos dois segmentos restantes são escritos outros dois triângulos, t_{01} e t_{02}, de mesma base e altura. Seja a soma destes T_1. Nos quatro segmentos de parábola formados são inscritos os triângulos t_{11}, t_{12}, t_{13}, e t_{14} , cuja soma é T_2 .

Precisamos mostrar que a relação $T_1 = \frac{T_0}{4}$, $T_2 = \frac{T_1}{4}$ é satisfeita, com base nas propriedades da parábola, e assim por diante, isto é, os "pedaços" que são acrescidos ao triângulo não só se tornam cada vez menores, mas cada um é igual a $\frac{1}{4}$ do anterior.



Fonte: O método de exaustão e a sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

Se fizermos algumas rotações e translações adequadas, podemos supor que qualquer parábola assume a forma $y = ax^2$, com $a > 0$. Suponhamos que a reta $y = b$, $b > 0$ limita o segmento parabólico. Nossa pretensão é mostrar que $T_1 = \frac{T_0}{4}$ (de forma análoga é feita para os outros triângulos). Da figura 6 segue que a área do triângulo é dada por $T_0 = \frac{2b\sqrt{\frac{b}{a}}}{2} = b\sqrt{\frac{b}{a}}$. Em *D,* temos $x = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{a}}$ e $y = (\frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{a}})^2$, ou $y = \frac{b}{4}$. Daí, $D = (\frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{a}}, \frac{b}{4})$. A reta *r* que passa pelos pontos *A*(origem) e *C* é da forma $r : y = mx$, onde $m = \frac{b}{\sqrt{\frac{b}{a}}} = \frac{b}{\sqrt{b}}\sqrt{a} = \sqrt{ab}$. Assim, $r: y = \sqrt{ab}\,x$.

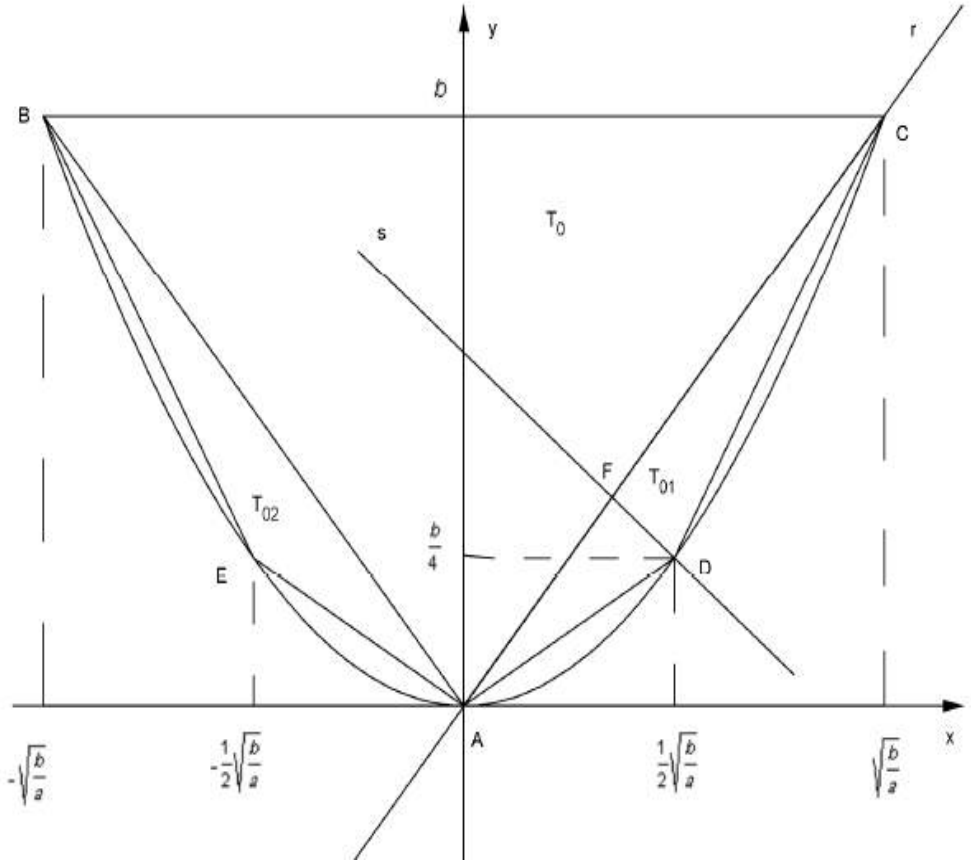


Figura 6 método de exaustão

Fonte: O método de exaustão e a sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

Consideremos a reta *s* perpendicular a reta *r* passando por *D*. Temos que $s: y = -\frac{1}{m}x + k$, ou seja, $s: y = -\frac{x}{\sqrt{ab}} + k$. Como *D* é ponto da reta, segue que $\frac{b}{4} = \frac{-\frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{a}}}{\sqrt{ab}} + k$, donde segue que $k = \frac{2+ab}{4a}$. Assim, $s: y = -\frac{x}{\sqrt{ab}} + \frac{2+ab}{4a}$. O ponto *F* é a interseção das retas *r* e *s*. Isto significa que , $\sqrt{ab} = -\frac{x}{\sqrt{ab}} + \frac{2+ab}{4a}$. Agora, $y = \sqrt{ab}x = \sqrt{ab}\left[\frac{(2+ab).\sqrt{ab}}{4a(1+ab)}\right]$. Daí temos, $F = \left(\frac{(2+ab).\sqrt{ab}}{4a(1+ab)}, \frac{b(2+ab)}{4(1+ab)}\right)$.

Para calcular a área do triângulo t_{01} temos que achar a sua altura h , que é a distância do ponto *D* a *F* . Tomando *h= d(D, F)* chegamos através de cálculos simples que $h = \frac{b}{4.\sqrt{1+ab}}$. A base do mesmo triângulo é dada pela distância de *A* até *C*, ou seja , $d(A, C) = \sqrt{\frac{b+ab^2}{a}}$. Assim, a área do

triângulo t_{01} é: $A_{t_{01}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{b+ab^2}{a}} \cdot \frac{b}{4\sqrt{1+ab}}$. Daí, a área dos triângulos t_{01} e t_{02} somadas é T_1, onde $T_1 = \sqrt{\frac{b+ab^2}{a}} \cdot \frac{b}{4\sqrt{1+ab}} = \frac{b}{4}\sqrt{\frac{b}{a}} = \frac{T_0}{4}$. O processo é análogo para provar os demais casos.

Voltando ao cálculo da área do segmento parabólico, perceba que o polígono construído (ver figura 5) aproxima-se efetivamente do segmento da parábola e que $T_0 + T_1 + T_2 + \cdots + T_n + \cdots = \frac{4}{3}\,T_0$, ou ainda, $T_0 + \frac{T_0}{4} + \frac{T_0}{4^2} + \cdots + \frac{T_0}{4^n} + \cdots \rightarrow \frac{4}{3}\,\mathrm{T}_0$.

No formalismo atual, pensando em repetir o processo infinitamente, teríamos $T_0\left[1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \ldots + \frac{1}{4^n} + \cdots\right] = T_0 \sum_1^\infty \frac{1}{4^n} = T_0\frac{4}{3}$, pois a série geométrica $\sum_1^\infty \frac{1}{4^n}$ de razão $\frac{1}{4}$ converge para $\frac{4}{3}$. Note que mesmo não pensando no infinito, Arquimedes encontrou a soma exata da série. Foi a primeira vez que se calculou soma com infinitos termos.

O que permitiu a passagem do método de exaustão para o conceito de integral foi a percepção que em certos casos, a área da região pode ser calculada sempre com o mesmo tipo de aproximação por retângulos (Figura 7), o que não se tinha com as aproximações que eram feitas por Arquimedes, onde para cada caso teríamos uma aproximação adequada, tornando o método inconveniente.

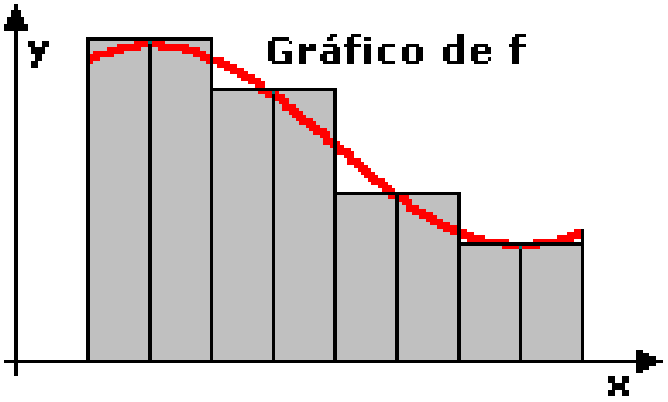


Figura 7

Fonte: http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000026/00002603.pdf

Apesar de esta descoberta ter sido de fundamental importância, a criação mais importante, na prática, foi a possibilidade de conseguir expressar as integrais através de uma função denominada de primitiva, o que facilitava o trabalho dos matemáticos, já que o cálculo das integrais pela definição, por ser esta muito abstrata, era muito complicado.

Tal associação, entre a integral e sua primitiva, é estabelecida pelo Teorema Fundamental do Cálculo, que teve como seus maiores contribuidores Newton e Leibniz. Como já afirmamos, a criação do Cálculo Diferencial e Integral deve-se a Newton e a Leibniz, trabalhando os dois separadamente, mas chegando a resultados semelhantes.

Eles sistematizaram as ideias e métodos surgidos, principalmente, ao longo dos séculos XVI e XVII, tendo como base a percepção de que a área de uma região, em certos casos, pode ser encontrada fazendo o mesmo tipo de aproximação por retângulos, possibilitando a passagem da ideia presente no método de exaustão ao conceito de integral.

O Teorema Fundamental do Cálculo tem a seguinte estrutura:

Teorema: *Seja f:[a,b] → R, contínua, derivável, com derivada f': [a,b]→R, contínua. Então vale:*

$$\int_a^b f'(x)dx = f(b) - f(a)$$

Esse teorema foi um facilitador para o cálculo de integrais, além de possibilitar uma ligação a integral com a função derivada. Na mesma época que o teorema destacado, muitos outros métodos também foram desenvolvidos, a exemplo deles podemos citar o procedimento matemático para a integração de todas as funções racionais, também chamado hoje de método das frações parciais, o qual foi desenvolvido por Johann Bernoulli.

Contudo, poucos desses métodos desenvolvidos possuíam um rigor matemático. Foi apenas por volta de 1820 que o matemático Augustin Louis Cauchy (1789-1857) tentou fazer uma conceituação formal das ideias postas por Leibniz e Newton relativas à ideia de integral, formalizando a definição de limite. Infelizmente, Cauchy não obteve êxito em todas as suas tentativas, o que não comprometeu seu importante papel no desenvolvimento da Matemática.

Tempos depois, fazendo uma extensão do método de Cauchy, o alemão Bernhard Riemann (1826- 1866) realizou estudos mais aprofundados sobre a integral. Eis o motivo da integral estudada por ele ser chamada Integral de Riemann. Outros matemáticos também contribuíram para o desenvolvimento das Integrais, como podemos citar nomes como Darboux, Lebesgue e Heinstock, os quais partiram da integral de Riemann e chegaram a conceitos ainda mais abstratos da Integral, contribuindo ainda mais para o cálculo.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. L. ***O método de exaustão e sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento matemático***. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Católica de Brasília, **2006**.

BOYER, Carl Benjamin. ***Tópicos de história da matemática para o uso em sala de aula***. São Paulo: Atual, **1992**

KNIJNIK, G. ***Exclusão e Resistência: Educação Matemática e Legitimidade Cultural***. Porto Alegre: Artes Médicas, **1996**

GUEDIN, J; UGGIONI, E. ***Cálculo Diferencial e Integral: o ensino como uma abordagem histórica e sua contextualização***. *46 f. Monogr*afia (Especialização em Educação Matemática) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, **2004**.

MEDEIROS, Luiz Adauto. ***Aspectos do Teorema Fundamental do Cálculo***. Conferência proferida na faculdade de Matemática- UFPA. Belém. **2008**.

MENDES, Iran Abreu. ***Investigação no Ensino da Matemática.*** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., **2009**.

UM ESTUDO DE CASO DA AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM BENÍCIO DO AMARAL – PB

José Joebson Silva de Lima, Marco Aurélio Rodrigues de Melo [2], Lucivânia Rangel de Araújo Medeiros[3], Edivaldo Galdino Ferreira[4], Giuseppe Cavalcanti Vasconcelos[5].
[1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, limajoebson@gmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, lucivaniarangel@gmail.com, Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, [1]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA, edivaldogaldino@gmail.com, Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP giuseppecv@gmail.com

RESUMO

Localizada na microrregião de Guarabira, a cidade de Logradouro foi escolhida pelo Governo do Estado da Paraíba para receber um barramento de terra, construído na década de 1990, com vistas na contenção das águas do Riacho do Luiz, que nasce no município de Serra da Raiz-PB, a fim de minimizar dois problemas: conter as enchentes do riacho, principal afluente local do Rio Curimataú e reservar água para abastecer a indústria têxtil Tecelagem Santo André-TSA. Diante da escassez dos recursos hídricos com bons índices de potabilidade, observam-se informações a cerca do potencial do reservatório hídrico Benício do Amaral para completar vazão e/ou reparar por completo o problema de abastecimento d'água dos municípios de Serra da Raiz, Logradouro e Caiçara, aproximadamente 10.000 pessoas.

PALAVRAS-CHAVE: infraestrutura hídrica; planejamento e gestão; barragens.

ABSTRAT

Located in the micro-region of Guarabira, the city of Logradouro was chosen by the State Government of Paraíba to receive an earth bus, built in the 1990s, with a view to contain the waters of Riacho do Luiz, which is born in the municipality of Serra da Raíz -PB, in order to remedy two problems: to contain the floods (flood) of the creek, main local tributary of the Curimataú River and reserve water to supply the textile industry Santo André-TSA. Today, due to the scarcity of water resources with good potability, it is resolved to work on the potential of the Benicio do Amaral reservoir to complete the flow and/or to completely cure the water supply problem in the municipalities of Serra da Raíz, Logradouro and Caiçara, approximately 10,000 (ten thousand) people.

KEY WORDS: water infrastructure; Planning and management; dams.

1. INTRODUÇÃO

A Paraíba é um Estado brasileiro que congrega 23 microrregiões, contando com uma média pluviométrica em anos normais de 849 mm/ano e em anos de seca, 412 mm/ano, (SEMARH, 2006).

O Brejo Paraibano é uma das microrregiões do estado da Paraíba pertencente à Mesorregião do Agreste Paraibano. Sua população estimada para o ano de 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE é de 115.853 habitantes e está dividida em oito municípios. Possui uma área total de 1.202,1 km². São compostos pelos municípios de Alagoa Nova, Alagoa Grande, Areia, Bananeiras, Borborema, Matinhas, Pilões e Serraria, sendo estes por sua topografia e deflúvios favoráveis locais onde se situam as barragens que abastecem inúmeras cidades no Brejo e em regiões e municípios tangentes (IBGE, 2017). Porém, observando dados da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba – AESA, notadamente, a pluviometria da bacia do Curimataú neste setor sofreu alterações salutar. E esse fato, nos leva a compreensão de que precisamos de novos modelos de gestão dos recursos hídricos a fim de suprir as necessidades das cidades inseridas no circuito antes abastecido pelos barramentos do Brejo, onde se concentravam pluviometrias de aproximadamente 1.200 mm/ano e hoje (2018), concentram apenas 707,07 mm/ano em média. A Figura 1 monitorou-se as chuvas entre 2007 (ano 1) a 2017 (ano 11) (LIMA, 2017).

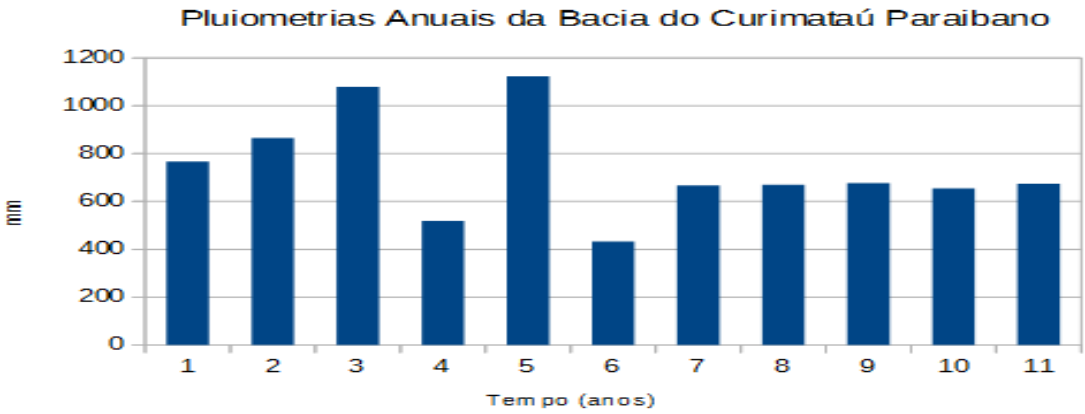


Figura 1 – Pluviometria da Bacia do Curimataú

Fonte: AESA-PB/LIMA (2017)

A Barragem Estadual Benício do Amaral, regida pela Lei nº 8.834/2009, como potencial reservatório para, modernizada e readequada, abastecer as cidades de Serra da Raíz, Logradouro e Caiçara, ambas na Paraíba, irá promover um melhor aproveitamento das águas do Riacho do Luiz, o qual a barragem represa e gera um lago com bacia hidráulica de 8 hectares (LIMA, 2017). Esse fato traz o olhar da perspectiva analisada em trabalhos anteriores que estudaram os barramentos contidos

na Bacia do Curimataú, em especial a barragem Lagoa do Matias, situada no município de Bananeiras-PB, que abastece Logradouro, Caiçara, Belém e Tacima, com capacidade de projeto de 1.239.883 m³, segundo a Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba, que foi quem a projetou e executou sua obra, porém está, com as conclusões de queda das médias pluviométricas no Brejo, conta apenas com 22,6% de sua capacidade, o que impossibilita de comportar tais abastecimentos, necessitando de projetos como a Barragem Benício do Amaral, que demonstra potencial para tal finalidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS.

A infraestrutura hídrica do Brejo do Estado da Paraíba por meio de dados bibliográficos extraídos de fontes secundárias contidas nos bancos de dados de Google Acadêmico, Scielo, e fontes primárias de monitoramento e construção de obras de engenharia no âmbito do serviço público, tais como Agência Executiva de Gestão das Águas – AESA/PB, Departamento Nacional de Obras Contras as Secas – DNOCS/PB, na perspectiva de concluir sobre uma infraestrutura que supriu durante muitas décadas as necessidades das cidades abastecidas pelos reservatórios construídos e em operação no Brejo, porém hoje não ~~são~~ mais suficientes, ~~sozinhos~~ necessitando em alguns casos de construção de novas barragens com vazões suficientes, em outros de uma nova visão de gestão de recursos hídricos disponíveis (LIMA, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Existem muitas evidências que os recursos hídricos do Brejo Paraibano são extremamente positivos para o abastecimento urbano, irrigação e até mesmo geração de energia elétrica (o caso da Hidrelétrica de Canafístula, em Borborema-PB), tudo por meio do uso da água (LIMA, 2016). Porém, é necessário investigar e compreender melhor a dinâmica para os anos atuais e futuros, pois é impossível alcançar sucesso econômico sem o uso de fontes abastecíeis que garantam a sustentabilidade hídrica para cidades (RIBEIRO, 2011).

Segundo moradores antigos do município de Logradouro, entre os anos de 1991 e 1994, em algum momento, entre os meses de novembro e abril o Riacho do Luiz vertia quantidade de água considerável.

Motivados pela quantidade de água que cortava os vales da Serra da Raiz, na cota 330 m, e chegava até cotas de 112 m no município de Logradouro, começaram a se mobilizar, com vistas no risco que corriam, pois o então distrito de Caiçara estava se erguendo à direita do Rio Curimataú e com o risco de ter sua rua principal cortada pelo Riacho. Representantes políticos solicitaram, e o

Governo do Estado da Paraíba construiu um barramento de terra homogêneo (entre 1991 – 1994). Em 2007, no mês de janeiro, o barramento de terra então sem nome rompeu parcialmente, colocando em risco a população do município que teria perdas humanas e materiais, caso o maciço não suportasse as pressões causadas pela enchente do riacho do Luiz, que nasce na Serra da Raiz, fazendo parte da Sub-bacia Riacho do Luiz, tributário do Rio Curimataú. O barramento atualmente conta com 150 m de comprimento horizontal, acrescidos de 25 m de sangradouro, com altura de aproximadamente 1 m. A altura do maciço é da ordem de 10 m de altura em relação ao solo.

3.1. O Riacho do Luiz

Nasce no município de Serra da Raiz-PB, na cota 330 m e é barrado na cota 116 m, já no município de Logradouro-PB, com extensão de 16,5 km², segundo LIMA (2017), Figura 2.

Figura 2 – Delimitação da Sub-bacia Riacho do Luiz
Fonte: LIMA (2017)

Todas as águas que são drenadas pelos divisores topográficos da Sub-bacia Riacho do Luiz são barrados pela barragem de terra denominada por lei estadual de Benício do Amaral, armazenando com suas características físicas atuais cerca de 282.000 m³ de água, entendendo que sua bacia hidráulica atual alaga apenas 8,07 hectares de terra e estimando um profundidade média entre 3,0 a 3,5 m.

A partir da precipitação da chuva na sub-bacia, equivalente a uma média de 785 mm.ano^{-1}, ou seja, 785x10^{-3} m.ano^{1}, multiplicando-se pela área de captação pluviométrica da sub-bacia estudada de

16,5 km² ($16,5x10^6.m^2$), resultou-se em um volume de 12.952.500 $m^3.ano^{-1}$, que represados no reservatório da barragem Benício do Amaral no município de Logradouro, favorecem o abastecimento humano, sempre que ocorrerem redução do fornecimento regular de água na cidade.

3.2. Recomendações sobre a infraestrutura da Barragem

O reservatório, com as condições atuais abasteceria cerca de 2.100 pessoas por cerca de dois anos, considerando a intermitência das chuvas e da vazão do riacho, assim como a evaporação de 2.000 mm/ano. Porém, há de se considerar o potencial do riacho barrado que é salutar em termos de aproveitamento para o abastecimento urbano de água. Modelou-se a estrutura construtiva da barragem Benício do Amaral, alagando cerca de 32 hectares, consistindo essa alteração substancial no abastecimento de mais de 8.000 pessoas nos municípios de Serra da Raíz, Logradouro e Caiçara (população urbana), fazendo com que o manancial comporte 1.131.000 m³ de água, abastecendo as comunidades por um ano e meio. Considerando todos os fatores de risco, e calculando para esse tempo sem ocorrência nenhuma de chuvas, Figuras 3, 4 e 5.

Figura 3 – Condições atuais (2018) do reservatório

Fonte: Google Earth, Elaboração Própria (2018)

Figura 4 – Readequação com inversão dos eixos da barragem

Fonte: Google Earth, Elaboração Própria (2018)

Figura 5 – Área Alagável (Bacia Hidráulica)

Fonte: Google Earth, Elaboração Própria (2018)

A Figura 3 têm as condições do maciço sem alteração (condição atual). A Figura 4, tem~~os~~ uma nova ordem dos eixos da barragem Benício do Amaral, com uma parede de terra com extensão de 350,00 m. Duplicando o tomando (em comprimento) da parede que represa a água, teremos um novo espelho d'água, e seria estimativamente de cerca de 30 hectares, Figura 5. Nisto, conseguiremos as

condições ideais para represar de forma segura água para abastecer mais cerca de 10.000 habitantes de três municípios circunvizinhos.

Para justificar as mudanças pertinentes a ampliação e modificação da geometria do maciço, a Figura 6 sugere a necessidade, com o aumento da parede de terra barrável, de construção de um dique de contenção na cota 117 m, visando coibir o avanço da água que irá escoar da cota 144 m para a 117m.

Figura 6 – Perfis de Elevação da Bacia Hidráulica

Fonte: Elaboração Própria, Google Earth 2017

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estima-se um estudo a cerca de potenciais reservatórios, com vazões de oferta superior às de demanda, sobretudo, que estejam mais próximos das cidades, diminuindo o trecho captação-adução, consequentemente as perdas de carga distribuídas ao longo do percurso, visando seu aproveitamento, facilitando a fiscalização em casos de rompimentos, danos e furtos d'água por meio das tubulações, preservando a infraestrutura da adutora e otimizando todo o processo desde a captação nos mananciais até a recepção da água pela rede de abastecimento das cidades.

Se tratando da intermitência hídrica vigente na Paraíba como um todo, é necessário para ~~o~~ um planejamento e gestão da infraestrutura e distribuição hídrica, identificar potenciais reservatórios que venham desafogar açudes maiores. Para isso, distinguir as bacias e sub-bacias dos rios é essencial, assim como seu potencial hidrológico e sua viabilidade ambiental, econômica e social.

REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba, **Gestão de Recursos Hídricos**, **2017**.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –. **Populações estimadas: Brejo da Paraíba, 2017**.

LIMA, C. A. **Tese de Conclusão de Curso: Barragem de Canafistula II e o abastecimento hídrico em Araruna – PB**, **2016**. Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campus III – Guarabira.

LIMA, J.J.S. **SUB-BACIA RIACHO DO LUIZ: POTENCIAL HIDROLÓGICO PARA A BARRAGEM BENÍCIO DO AMARAL, EM LOGRRADOURO-PB**. Apresentado no 17º ENIC-IESP/**2017**, JOÃO PESSOA-PB.

PARAÍBA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais – SEMARH. **Aspectos Físicos: Brasil, Nordeste e Paraíba**, **2006**.

RIBEIRO, C. R.; PIZZO, H. DA S. **Avaliação da sustentabilidade hídrica de Juiz de Fora/MG**. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, DOI: 10.4215/RM2011.1021.0012, **2011**

UMA METODOLOGIA DE REFERÊNCIA PARA A IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA EM OPERAÇÕES HOSPITALARES

Tatyana karla oliveira régis[1][2]José Martinho de Albuquerque Silva
[1]Instituto Superior de Educação da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: tatyana_regis@yahoo.com.br ,
[2]Instituto Superior de Educação da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail:matinho1909@hotmail.com
[1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP. [1]

Introdução:

A produção enxuta (PE) nasceu na indústria japonesa e ficou conhecida anteriormente como Sistema Toyota de Produção pelo seu desenvolvimento e sucesso na *Toyota Motor Corporation*. A PE é um sistema de produção focado na eliminação de desperdícios e na criação de valor para todos os *stakeholders* da empresa.

Shingo (1996) define a PE como um sistema de produção que visa à eliminação total das perdas. Womack *et al.* (2005) argumentam que a PE é uma estratégia de gestão aplicável não apenas à manufatura, mas estende-se às operações de serviços, uma vez que seus princípios são genéricos o bastante para resultar na melhoria dos processos em qualquer organização. Encontram-se aplicações da PE aos serviços públicos, de varejo, saúde, *call center*, hotéis, aeroportos etc. (YASIN; WAFA; SMALL, 2001; BARLOW, 2002; KOLLBERG; DAHLGAARD; BREHMER, 2007; PIERCY; RICH, 2009; PHENG; ARAIN; FANG, 2011).

Dentre as operações de serviços que têm implementado a PE destaca-se o setor de saúde, no qual a PE é conhecida pela denominação *Lean Healtchcare.* Neste contexto, este capítulo tem como principal objetivo apresentar uma metodologia para implementação da produção enxuta em operações hospitalares, a qual foi resultado de uma dissertação. Para tanto, inicialmente foi realizada a análise da literatura relevante nos temas: produção enxuta, operações hospitalares e produção enxuta em operações de serviços (com foco nos serviços de assistência à saúde).

Com base na revisão da literatura foram identificadas algumas categorias de análise da produção enxuta em operações hospitalares e foi realizado um estudo empírico por meio de estudos de casos múltiplos em três operações hospitalares do estado de São Paulo. Os casos não são detalhados no capítulo.

Fundamentando-se na literatura e nos estudos de casos foi possível sugerir diretrizes para aplicação das técnicas enxutas, organizando-as de forma a compor a metodologia proposta para implementação da produção enxuta em operações hospitalares. A proposta inicial da metodologia consistia em duas fases: inciativas para a implementação da produção enxuta; implementação das técnicas enxutas e desenvolvimento da cultura *lean.*

Após a elaboração final, esta foi submetida a análise de especialistas no tema (pesquisadores, consultores e gestoras hospitalares) com dois objetivos: ser refinada, ou seja, aprimorada com base nas sugestões de melhoria dos especialistas; ser avaliada tomando como base os critérios sugeridos por Platts (1993): utilização prática, facilidade de uso e utilidade. Após o refinamento e avaliação dos especialistas, a proposta final permaneceu com as duas fases, entretanto foram feitas algumas sugestões, as quais foram consideradas para o aprimoramento da metodologia.

Metodologia:

A proposta de metodologia para implementação da PE em operações hospitalares é composta de duas fases conforme são ilustradas nas Figuras 1 e 2. A seguir, cada uma das fases será descrita.

Fase 1: Iniciativas para implementação da produção enxuta

Conforme é possível observar na Figura 1, a Fase 1 é composta por quatro etapas: iniciação, capacitação da equipe *lean*, definição do projeto piloto e capacitação da equipe de melhoria. Essas etapas são detalhadas a seguir.

a) Iniciação

Na Fase 1 a metodologia sugere que o hospital deve formar e capacitar a equipe *lean*, esta irá conduzir o processo de implementação da PE, definir o projeto piloto, assim como, formar e capacitar a equipe de melhoria que irá conduzi-lo.

Conforme Bertani (2012) e Ben-Tovim *et al*. (2008) em alguns casos o processo de implementação da PE é gerenciado por uma equipe interna fixa, a qual pode ser composta por gestores executivos e médicos e ter um membro da alta gestão. Nos três casos estudados as operações hospitalares conduziram o desenvolvimento da cultura enxuta por meio de uma equipe formada pelo diretor executivo ou administrativo e pelo gestor responsável pela qualidade.

Tratamentos Oxidativos Avançados em Água de lavagem do biodiesel

Advanced Oxidative Treatments in Biodiesel Washing Water

Rosa Virgínia Tavares Grangeiro[1], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[2], Neide Queiroz[3], Cláudia de Oliveira Cunha[4], Anderson Sávio de Medeiros Simões[5] e Ilda Antonieta Salata Toscano[6]

rosaquimica@yahoo.com.br[1], marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com[2], neide@quimica.ufpb.br[3], claudiah_cunha@hotmail.com [4], anderson_savio@hotmail.com[5], ilda@quimica.ufpb.br[6] - [1]Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Luís Freire, 1000, CEP 50740-540, Recife, PE, Brazil; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, CEP 58310-000, João Pessoa- PB; [3]UFPB/CCEN/DQ/Lacom, Cidade Universitária, CEP 58051-900, João Pessoa-PB; [4]UFPB/CCEN/DQ/Lacom, Cidade Universitária, CEP 58051-900, João Pessoa-PB; [5]IFPB/Campus João Pessoa, Av. Primeiro de Maio, 720 - Jaguaribe, João Pessoa - PB, 58015-435; [6]UFPB/CCEN/DQ, Cidade Universitária, CEP 58051-900, João Pessoa- PB.

Resumo: Os biocombustíveis são uma importante fonte de energia renovável. Assim, o desenvolvimento de um tratamento eficaz para permitir a reutilização da água de lavagem do biodiesel é uma questão importante.Ttratamentos oxidativos avançados UV/H_2O_2, Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) e foto-Fenton (Fe^{2+}/UV/H_2O_2) foram aplicados a água de lavagem de biodiesel de algodão, e as águas de lavagem tratadas foram comparadas em relação aos parâmetros de turbidez e demanda química de oxigênio (DQO). A toxicidade amostrada foi avaliada com testes de fitotoxicidade usando sementes de alface. A aplicação de tratamentos oxidativos avançados levaram a uma redução de mais de 90% da turbidez e 80% para DQO. De acordo com os testes de toxicidade utilizando sementes de alface, o maior percentual índice de germinação IG% ocorreram com a fotólise (95,3%) e tratamentos de UV/H_2O_2 (92,8%).

Palavras-chaves: biocombustível, COD, testes de fitotoxicidade.

Abstrat: Biofuels are an increasingly important renewable energy source. Because base-catalyzed transesterification with NaOH and KOH is the most common method for biodiesel production. So, developing an effective treatment to enable the reuse of biodiesel wash water is an important issue. Advanced UV/H_2O_2, Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) and photo-Fenton (Fe^{2+}/UV/H_2O_2) oxidation treatments were applied to wash water from cotton biodiesel, and the treated wash waters were compared with untreated wash water in terms of turbidity and chemical oxygen demand (COD). The sample toxicity was evaluated with phytotoxicity tests using lettuce seeds. The application of advanced oxidation treatments led to reductions of greater than 90% for turbidity and 80% for COD, and the efficiency of the treatment in reducing these parameters was dependent on the composition of the wash water. According to the toxicity tests using lettuce seed, the highest germination index percentage GI% occurred with the photolysis (95.3%) and UV/H_2O_2 (92.8%) treatments.

Key-words*: Biofuel, COD, phytotoxicity tests*

Introduction

The biodiesel production process is performed by transesterification and basic catalysis. Using methanol in transesterification is most attractive from an industrial point of view because of its low cost, simplicity and physico-chemical advantages (BERRIOS et al., 2010; MARCHETTI et al., 2007). This method leads to the conversion of triacylglycerides into biodiesel (MANIQUE et al., 2012; REZAEI et al., 2013). Glycerin; mono-, di- and tri-glycerides (and their salts); and methanol residues are removed during biodiesel purification (SABUDAK, 2010). The washing process is repeated 2 to 5 times, depending on the amount of impurities. On average, for every 100 L of biodiesel produced, 20 to 120 L of wastewater are generated (SUEHARA et al., 2005; REZAEI et al., 2013).

Biodiesel wash waters contain high levels of oils and solids and a low nitrogen concentration, which inhibits the growth of microorganisms and hampers biodegradation (JARUWAT et al., 2010). Because of their chemical composition, these waters have been shown to be inappropriate for disposal in water bodies without first being submitted to treatment (DE BONI et al., 2007). Thus, from an environmental standpoint, it is essential to develop effective techniques for treating these effluents (SUEHARA et al., 2005). Several treatments have been developed and tested for the effluent generated from biodiesel wash, including electrochemical, physico-chemical and biological treatments as well as combinations of these treatments.

Srirangsan et al. (2009), tested treatments involving electrocoagulation and verified the efficiency of an aluminum anode and graphite cathode (Al-C) combination at pH 6. The authors reported the removal of 55.7% of the chemical oxygen demand (COD), 97.5% of suspended solids and 97.8% of the oil and grease content (O&G) using this treatment, whereas the glycerin and methanol removal were 3.5% and 16.9%, respectively. Meneses et al. (2012), studied the biodiesel effluent produced by the alkaline esterification of commercial cotton oil at the laboratory scale. They observed that applying electrocoagulation/flocculation to the effluent removed 99.23% of the oils and greases, on average, indicating that alkaline esterification is an efficient treatment technique. Siles et al. (2010), used an electrocoagulation process combined with an anaerobic treatment with the objective of reducing the oil content of the effluent and obtained a 45% COD removal, favoring a subsequent biological treatment.

Treatment with electrochemical oxidation was also shown to be effective in reducing the biochemical oxygen demand (BOD) (90%), COD (100%) and O&G (100%). The decreased levels of these parameters were achieved via the electrochemical oxidation of the organic pollutants present in the effluent that results from the interaction of active chlorine (Cl_2/OCl^-) that is electrochemically generated in the reactor (PATTARALUK et al., 2010). Jaruwat et al. (2010), adopted a treatment that was able to completely remove COD and O&G from an effluent obtained at the laboratory scale from frying oil, and they achieved a 95% reduction in the BOD level. The effluent was first acidified and later submitted to an electro-oxidation process.

The previously cited methods were shown to be efficient in reducing OBD, COD and OGC. However, the use of photolysis following advanced oxidation treatments, such as UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton, shows promise because it has been shown to be efficient in treating industrial effluents and involves oxidation reactions initiated by hydroxyl radicals (MAHMOUD et al., 2007). The primary advantage of these processes is the complete destruction of organic contaminants, which are converted into carbon dioxide, water and inorganic salts. Among these advanced oxidation treatments, the Fenton and photo-Fenton processes are of particular interest because of their simplicity, speed and efficiency in degrading several compounds. These treatments are characterized by the generation of a hydroxyl radical from the Fe^{2+} salts and H_2O_2, according to Equation 1 and 2 (De LEÓN et al., 2008).

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + HO^{\bullet} \quad (1)$$
$$Fe^{3+} + H_2O + hv \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + HO^{\bullet} \quad (2)$$

Studies of the UV/H_2O_2 method have been conducted, most importantly including the degradation of methyl orange dye (HAJI et al., 2011), the removal of organic matter from different water matrices (VILHUNEN, 2010), the degradation of n-butylparaben into 4-tert-octylphenol

(Bledzka, 2010) and the treatment of pharmaceutical products in residual waters (ROSARIO-ORTIZ et al., 2010). The Fenton process has been widely used for contaminant degradation in effluents and in managing landfill leaching (KWON et al., 199; KANG et al.. 2003; WANG et al., 2000). Thus, as previously noted, advanced oxidation treatments have been used frequently in recent years, especially for the pre- or post-treatment of waste water (MOHAJERANi et al., 2009). However, no studies have investigated the use of these processes to treat biodiesel effluent. Therefore, the objective of the present work was to apply and compare the results of photolysis following advanced oxidative processes, namely, UV/H_2O_2, Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) and photo-Fenton (Fe^{2+}/UV/H_2O_2) applications, before and after effluent treatment.

2. Material and methods

2.1 Collection and characterization of biodiesel wash water

Cotton biodiesel wash water from the methanol transesterification route was obtained from a homogeneous basic catalysis. The water was collected from an industrial plant located in the city of Caetés in PE, Brazil. Two 100 L water samples were collected during the biodiesel purification process and were named RW-I (first wash) and RW-II (second wash).

The water samples were characterized by their pH, turbidity, electrical conductivity (EC), COD and O&G according to reference methods (APHA, 1998). The pH was determined with the potentiometric method with a Quimis model Q 400 2.01 apparatus. Policontrol model AP 2000-IR equipment was employed for the turbidity determination with standard suspensions of 10 and 100 nephelometric turbidity units (NTU). The samples were diluted with deionized water at 1:100 and 1:1000 (v/v) ratios, and their readings were taken. The EC was determined using a Digimed conductivimeter with a measurement range from 0.01 to 200 dSm^{-1}.

2.2 Evaluating the advanced oxidation treatments

Photolysis (UV), UV/H_2O_2, Fenton (H_2O_2/Fe^{2+}) and photo-Fenton (H_2O_2/Fe^{2+}/UV) treatments were applied to evaluate the efficiency of the advanced oxidation treatments in reducing the turbidity and COD values. For each treatment, 1 L of sample (biodiesel wash water) was added to the reactor. The reactor shown in Figure. 1 is constructed of a 1.2 L glass cylinder equipped with a thermostatic lining and receives UV radiation from UV-A lamps (Philips TL 8W-08 FAM), reaching a maximum radiation of 365 nm and a photon flux of 5.05 x 10^{-6} Einstein s^{-1}.

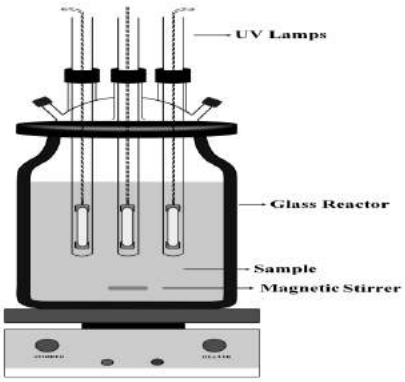


Figure 1. Schematic of annular photochemistry

In the photolysis treatment, the power efficiency of the lamps was assessed for residence times of 30 and 60 minutes. For the H_2O_2/UV treatment, two variables were investigated, namely, the H_2O_2 (30% p/v) concentration and the radiation time. For each test, 1 mL of the H_2O_2 solution was used at concentrations of 1.0 and 5.0 $mg.L^{-1}$. Each sample was subjected to UV radiation for 30 and 60 minutes.

The reagents used in the Fenton and photo-Fenton treatments were H_2O_2 (30%), Fe^{2+} in the form of $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ and H_2SO_4. The study variables were the Fe^{2+} concentration and time. For each experiment, the sample was initially acidified to a pH of 3 by adding H_2SO_4. Next, 1.0 $mg.L^{-1}$ H_2O_2 was added, followed by 5 and 10 $mg.L^{-1}$ of Fe^{2+} salts. The sampling times for this treatment were 30 and 60 minutes. A fixed concentration of 1.0 $mg.L^{-1}$ H_2O_2 was maintained in these treatments. All of the characterization tests performed to determine the efficiency of these treatments were conducted with four repetitions.

The choices of Fe^{2+} salt and H_2O_2 concentrations were based on recommendations from the literature (MENDOZA-MARÍN et al., 2010; BENSALAH et al., 2011). The choice of iron concentration was based on CONAMA Resolution 357/05, which establishes a maximum amount of 15 $mg.L^{-1}$ of soluble iron for effluents (CONAMA, 2012).

2.3 Phytotoxicity tests

The germination potential of lettuce (*Lactuca sativa*) seeds was tested to evaluate the phytotoxicity of the biodiesel wash water. The seeds were acquired from a local dealer of agricultural products in the city of João Pessoa, PB, Brazil.

The seed germination was performed by using a method based on standard (ASTM) E 1963-02 in the United States of America (ASTM, 2003). In the phytotoxicity tests, waters from the first and second washes of biodiesel produced from cotton oil were used in addition to samples subjected to UV and advanced oxidation treatments (UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton).The test consisted of placing 10 lettuce seeds on a filter paper moistened in distilled water and placing the filter paper in Petri dishes. Then, 2.0 mL of the sample under study was added, and the Petri dishes were kept in the incubator in the dark for 120 h at 22 ± 2 °C. The Petri dishes were then removed, and the number of germinated seeds was counted.

The inhibitory effects on each of the seeds were calculated by measuring the root length and comparing the results with the positive control. Each measurement was performed in quadruplicate, for a total of 40 lettuce seeds for each sample. Distilled water was used as a positive control (PC). The germination effect was assessed by the germination index percentage (GI%), determined according to Equation 3.

$$GI\% = \frac{(Ga \times La)}{(Gc \times Lc)} x100 \quad (3)$$

where
(Ga) - number of seeds that germinated in the sample,
(La) - root length in the samples/mm,
(Gc) - number of seeds that germinated in (PC) and
(Lc) - root length in (PC)/mm.

3. Results and discussion

Table 1 presents the characterization data for wash water from the cotton biodiesel obtained by the methanol transesterification route, including pH, turbidity, EC, COD, BOD and O&G.

Table 1. Characterization of wash water from the biodieselpurification process.

Sample	pH	Turbidity (NTU)	EC (dSm^{-1})	COD ($mg.L^{-1}$)	BOD ($mg.L^{-1}$)	O&G ($mg.L^{-1}$)
RW-I	3.8	7368	0.86	184000	2150	21761

RW-II	3.4	158	0.25	160000	830	2852

Fonte: autor

The analyses showed an effluent with high values of turbidity, COD, BOD and O&G in addition to reduced pH and EC values. The pH values for the investigated samples indicated that the formation of carboxylic acids took place during the purification process. This finding can be explained by the fact that acidification using citric acid, in addition to promoting potassium hydroxide neutralization, removes soaps in the form of free fatty acids; this process resulted in the acidic pH values of both RW-I and RW-II. Ngamlerdpokin et al. (2011) and Jaruwat et al. (2010) used sulfuric acid to neutralize the raw effluent of biodiesel obtained from frying oil and found a pH of 2.5. The lower EC value for RW-II reflects the higher potassium content in the first wash water. Similarly, higher values for the turbidity, COD, BOD and O&G in RW-I relative to RW-II were observed. In the first biodiesel wash, a higher amount of chemical constituents is most likely washed away, such as the residues of catalysts, alcohol and organic compounds. When wastewater releases occur, such as those from the biodiesel wash, the esters form a difficult-to-remove emulsion, contributing to a decrease in water transparency, increasing the particulates and colloidal suspensions and complicating the effectiveness of treatments.

Brazilian environmental legislations (CONAMA Resolution 430/11) establish a pH value between 5 and 9 and a maximum concentration of vegetable oils and animal fats of 50 $mg.L^{-1}$ for the disposal of effluents (CONAMA, 2013). Specific values for the turbidity, COD and BOD parameters do not yet exist. However, a caveat has been established that the turbidity of the receiving water body must not exceed a value of 100 NTU.

Meneses et al. (2012), studied the effluent of biodiesel produced from the alkaline transesterification of cotton seed oil and observed a white cloudy effluent with an oil layer on its surface. Their analyses showed high values for the pH 10 and O&G (9.469 $mg.L^{-1}$) and a low EC value (0.65 $mS.cm^{-1}$). In the work of Siles et al. (2010) the wash water of biodiesel obtained from frying oil exhibited high amounts of glycerin, fatty acids and methanol and a total COD of 253,000 $mg.L^{-1}$. The pH, O&G, EC and COD values obtained by Meneses and by Siles were different from those found in the present work. These differences demonstrate that wash water from the biodiesel purification process can exhibit characteristics that are specific to the sample or the process.

The results for COD and turbidity as a function of time of exposure of the wash water to UV radiation are shown in Figure 2. In this treatment, a greater response to the reduction of these parameters was observed after a longer exposure.

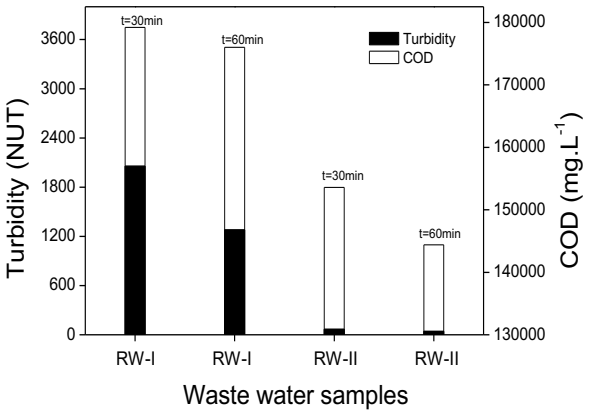


Figure 2. Turbidity and COD values upon photolysis treatment of biodiesel wash water

COD reductions of 72.1% and 82.6% for RW-I and 57.5% and 72.5% for RW-II were reported for UV radiation exposure times of 30 and 60 minutes, respectively. For COD, the tests performed for RW-I and RW-II presented reductions of 4% and 10%, respectively, under an exposure time of 60 minutes.

Because of the poor treatment efficiency for COD, other, more efficient treatments were used involving H_2O_2 and processes combining Fe^{2+} salts and H_2O_2. Figure 3 shows the turbidity results after using UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton treatments under different experimental conditions.

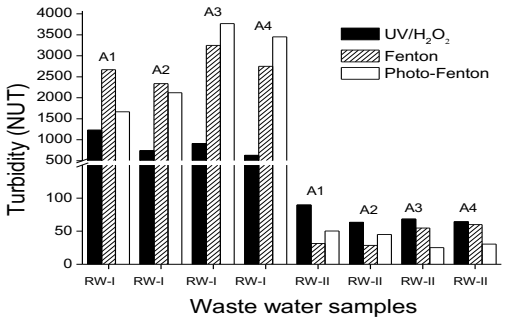


Figure 3. Turbidity and COD values for the UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton processes when applied to biodiesel wash water. Experimental conditions: UV/H_2O_2 [A1 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30min); A2 ($c_{H_2O_2}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{H_2O_2}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)]; Fenton and photo-Fenton [A1 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)].

The turbidity values exhibited a substantial reduction during the treatments. For RW-I, the UV/H_2O_2 process was most efficient for the A4 experimental conditions, in which the NTU was reduced from 7368 NTU to 630 NTU, corresponding to a 91.4% reduction.

The formation of hydroxyl radicals is capable of oxidizing organic compounds by hydrogen abstraction, generating organic radicals and subsequently degrading them into CO_2, water and inorganic salts (NOGUEIRA, 2007). Thus, the treatment of biodiesel wash water with UV/H_2O_2 is generally efficient and can be employed for this type of effluent.

In the case of the Fenton treatment, the A2 experimental conditions yielded a turbidity reduction of 68.3%. In the photo-Fenton treatment, the A1 experimental conditions led to a decreased turbidity of 77.4%. The efficiency of these treatments can be explained by the high oxidation potential (2.80 V) of the reaction, which supports the degradation of the organic compounds.

For RW-II under the A2 experimental conditions, the UV/H_2O_2 treatment led to a turbidity reduction of 60%, and it was therefore less efficient when compared with the Fenton and photo-Fenton treatments. The Fenton results for the A2 experimental conditions led to a turbidity decrease of 82%. As observed in both the first and second wash water samples, the turbidity results obtained using the photo-Fenton treatment were once again more efficient than those with the Fenton treatment. The optimum turbidity reduction achieved by the photo-Fenton treatment reached 84% under the A3 conditions.

The results of the degradation of organic matter in the biodiesel wash water under UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton processes are presented in Figure 4 with regard to the COD parameter.

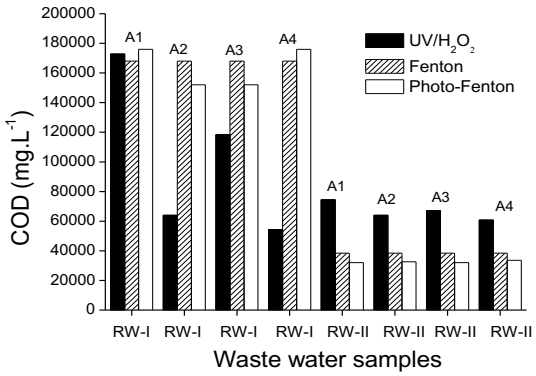


Figure 4. Chemical oxygen demand values after UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton treatments of biodiesel wash water. Experimental conditions: UV/H_2O_2 [A1 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{H_2O_2}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{1}; t = 60 min); A4 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)]; Fenton and photo-Fenton [A1 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)].

For RW-I, the greatest COD reduction was achieved by the UV/H_2O_2 treatment under the A4 experimental conditions, with a decrease of 70.4%. The COD values were constant following the Fenton process, with all of the tests exhibiting a reduction of 8.7% independent of the treatment time. The results obtained by photo-Fenton treatment indicated a COD reduction of 17.4% under experimental conditions A2 and A3.

For RW-II, the UV/H_2O_2 treatment under the A4 experimental conditions reduced the COD by 62%. For the Fenton treatment, the reduction was 78% under conditions A3 and A4. For the photo-Fenton treatment, the greatest reduction was 80% under conditions A1 and A3.

Because of the simplicity of using these materials, several investigations have demonstrated the applicability of H_2O_2 and ferrous salts for degrading different organic compounds in effluent treatments. Bandara et al. (1996), performed studies on the degradation of *p*-nitrotoluene-*o*-sulfonic acid (*p*-NTS), which is commonly found in industry effluents, and they reported that the photo-Fenton process was the only treatment that promoted the complete mineralization of the contaminant, with a 60% removal of COD in 30 minutes. According to Navarro et al. (2011) the oxidation of Fe^{2+} by H_2O_2 occurs during the photo-Fenton process, producing Fe^{3+} ions, Fe^{3+} complexes and $HO^{\bullet}$ radicals. Fe^{3+} ions absorb light and produce another $HO^{\bullet}$ radical, regenerating the initial Fe^{2+}.

The sample toxicity was assessed by phytotoxicity tests with lettuce seeds. The evaluation result for the first wash water before and after treatment with advanced oxidative tests showed the toxic potential of these samples, given that no seed germinated after 5 days of incubation. This finding can be attributed to the high turbidity in addition to oils and greases present in the samples (Table 1). Conversely, the higher GI% values for the PC, RW-II and the samples submitted to photolysis (UV), UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton treatments are displayed in Figure 5.

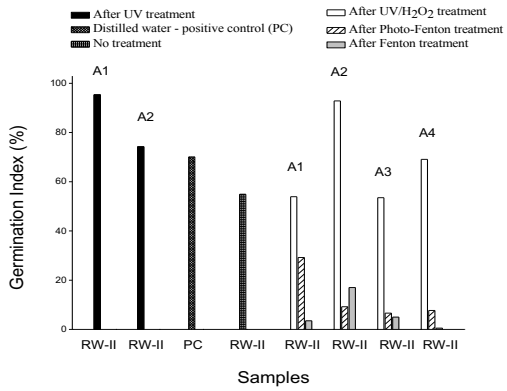


Figure 5. The germination index (GI%) of the water resulting from the second biodiesel wash (RW-II), from the positive control (PC) and from the photolysis, UV/H_2O_2, Fenton and photo-Fenton wash water treatments. Experimental conditions: [UV A1 (t = 30 min); A2 (t = 60 min); UV/H_2O_2A1 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{H_2O_2}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{H_2O_2}$=1.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)]; Fenton and photo-Fenton [A1 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 30 min); A2 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A3 ($c_{Fe^{2+}}$=5.0 mg.L^{-1}; t = 60 min); A4 ($c_{Fe^{2+}}$=10.0 mg.L^{-1}; t = 30 min)].

In raw effluent (RW-II), the germination of the seeds was inhibited, with a GI% of 54.9%. The photolysis and UV/H_2O_2 treatments were shown to be efficient in terms of phytotoxicity, presenting GI% values of 95.3% and 92.8%, respectively. According to Yong et al. (2012), the inhibition of seed growth is indicated by any GI% result below 80%. The literature confirms that treating effluents with advanced oxidation treatments reduces sample toxicity. Pelegrini et al. (2009), reported an 80% toxicity reduction for a leachate that was treated with the UV/H_2O_2 process. Textile effluents after photocatalytic treatment displayed a lower toxicity than raw effluent (GARCIA et al., 2009). Applying the Fenton and photo-Fenton treatments to the effluents did not lead to significant germination. This finding can be partially explained by the presence of iron salts that were added to these two treatments, which may have inhibited the germination capability of the tested seeds.

4. Conclusions

The application of advanced oxidative processes promotes a reduction of over 90% for turbidity and over 80% for COD in wash water resulting from cottonseed biodiesel purification. The most efficient process for reducing turbidity and COD in the first wash water from cottonseed biodiesel was UV/H_2O_2, and for the second wash water, the photo-Fenton treatment was most efficient. Thus, these treatments are recommended for their respective effluents resulting from cottonseed biodiesel purification. The significant reduction in the toxicity of biodiesel wash waters after advanced oxidation treatments confirms the importance of applying these processes, which may directly contribute to the prevention of environmental damage related to these effluents.

References

APHA. **Standard Methods for the Examinatio n of Water and Wastewater**. 19th ed. Publication Office American Public Health Association/American Water WorksAssociation/Water Environment Federation, Washington, **1998**.

ASTM - American Society for Testing and Materials. **Standard Guide for Conducting Terrestrial Plant Toxicity Tests**, **2003**.

BANDARA, J.; MORRISON, C.; KIWI, J.; PULGARIN, C. Degradation/decoloration of concentrated solutions of Orange II. Kinetics and quantum yield for sunlight induced reactions via Fenton type reagents. **Journal of Photochemistry and Photobiology**. v.99, p.57-66, **1996**.

BENSALAH, N.; Khodary, A.; Abdel-Wahab, A. Kinetic and mechanistic investigations of mesotrione degradation in aqueous medium by Fenton process. **Journal of Hazardous Materials**, v.189, p. 479–485, **2011**.

BERRIOS, M.; MARTÍN, M. A.; CHICA, A. F.; MARTÍN, A. Study of esterification and transesterification in biodiesel production from used frying oils in a closed system. **Chemical Engineering Jounal**, v. 160, p. 473-479, **2010**.

BLEDZKA, D. Degradation of n-butylparaben and 4-tert-octylphenol in H_2O_2/UV system. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 79, p.409–416, **2010**.

CONAMA. Disponivel em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: Julho, **2012** e **2013**.

DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E.; MILCHAREK, C. D.; SANTOS, F. A. **Tchê Química**, v.4: p. 41, **2007**.

DE LEÓN, M. A.; CASTIGLIONI, J.; BUSSI, J.; SERGIO, M. Catalytic activity of an iron-pillared montmorillonitic clay mineral in heterogeneous photo-Fenton process. **Catalysis Today**, v.133, p. 600–605, **2008**.

GARCIA, J. C.; SIMIONATO, J. I.; ALMEIDA, V. C.; PALÁCIO, S. M. Evolutive Follow-up of the Photocatalytic Degradation of Real Textile Effluents in TiO_2 and TiO_2/H_2O_2 Systems and their Toxic Effects on *Lactuca sativa* Seedlings. **Journal Brazilian Chemical Society**, v. 20, p.1589-1597, **2009**.

HAJI, S.; BENSTAALI, B.; AL-BASTAKI, N. Degradation of methyl orange by UV/H_2O_2 advanced oxidation process. **Chemical Engineering Journal**, v. 168, p. 134–139, **2011**.

JARUWAT, P.; KONGJAO, S.; HUNSOM, M. Management of biodiesel wastewater by the combined processes of chemical recovery and electrochemical treatment. **Energy Conversion and Managemen**t, v. 51, p.531–537, **2010**.

KANG, S.F.; YEN, H.Y.; YANG, M.H. Treatment of textile effluents by H2O2/UV oxidation combined with RO separation for reuse. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 38, p.1327-1339, **2003**.

KWON, B.G.; LEE, D.S.; KANG, N.; YOON, J. Characteristics of P-chlorophenol oxidation by fenton's reagent. **Wastes Resource**, v. 33, p. 2110 – 2118, **1999**.

MAHMOUD, A.; FREIRE, R. S. Métodos emergentes para aumentar a eficiência do ozônio no tratamento de águas contaminadas. **Quimica Nova**, v.30, p.198-205, **2007**.

MANIQUE, M.C.; FACCINI, C.S.; ONOREVOLI, B.; BENVENUTTI, E. V. Rice husk ash as an adsorbent for purifying biodiesel from waste frying oil. **Fuel**, v. 92, p. 56–61, **2012**.

MARCHETTI, J.M.; MIGUEL, V. U.; ERRAZU, A. F. Possible methods for biodiesel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.11, p.1300–1311, **2007**.

MENDOZA-MARÍN, C.; OSORIO, P.; BENÍTEZ, N. Decontamination of industrial wastewater from sugarcane crops by combining solar photo-Fenton and biological treatments. **Journal of Hazardous Materials**, v. 177, p. 851–855, **2010**.

MENESES, J.M.; VASCONCELOS, R. F.; FERNANDES, T. F.; ARAÚJO, G. T. Tratamento do efluente do biodiesel utilizando a eletrocoagulação/flotação: investigação dos parâmetros operacionais. **Quimica Nova**, v. 12, p. 235-240, **2012**.

MOHAJERANI, M.; MEHRVAR, M.; EIN-MOZAFFARI, F. An Overview of the integration of Advanced Oxidation Technologies and other process for water and wastewater treatment. **International Journal of Engineering**, v.3, p. 120–146, **2009**.

NAVARRO, S. Removal of ten pesticides from leaching water at pilot plant scale by photo-Fenton treatment. **Chemical Engineering Journal**, v.167, p. 42–49, **2011**.

NGAMLERDPOKIN, K.; KUMJADPAI, S.; CHATANON, P.; TUNGMANEE, U. Remediation of biodiesel wastewater by chemical- and electro-coagulation: A comparative study. **Journal of Environmental Management**, v. 92, p. 2454-2460, **2011**.

NOGUEIRA, R. F. P. Fundamentos e Aplicações Ambientais dos Processos Fenton e foto- Fenton. **Química Nova**, v.30, p. 400–4008, 2007.

PATTARALUK, J.; SANGKORN, K.; MALI, H. Management of biodiesel wastewater by the combined processes of chemical recovery and electrochemical treatment. **Energy Conversion and Management,** v. 5, p. 531-537, **2010**.

PELEGRINI, R. T.; BRITO-PELEGRINI N. N.; PATERNIANI, J. E. S.; BROTA, G. A. SANTOS, E. M.; SILVA, N. B. Ensaios biológicos com sementes para avaliar a redução da toxicidade do chorume tratado por processo fotoquímico. **2009**.

Rezaei, R., Mohadesi, M., Moradi, G.R., **2013**. Optimization of biodiesel production using waste mussel shell catalyst. Fuel, 109:534-541.

ROSARIO-ORTIZ, F.L.; WERT, E.C.; SNYDER, S. A. Evaluation of UV/H_2O_2 treatment for the oxidation of pharmaceuticals in wastewater**. Water Research,** v. 4, p. 1440–1448, **2010**.

SABUDAK, T.M. Biodiesel production from waste frying oils and its quality control. **Waste Management**, v. 30, p. 799–803, **2010**.

SILES, J.A.; MARTÍN, M.A.; CHICA, A.F.; MARTÍN, A. Anaerobic co-digestion of glycerol and wastewater derived from biodiesel manufacturing. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 6315–6321, 2010.

SRIRANGSAN, A.; ONGWANDEE, M.; CHAVALPARIT, O. Treatment of biodiesel wastewater by electrocoagulation process. **Environ Asia**, v. 2, p. 5-19, **2009**.

SUEHARA, K.; KAWAMOTO, Y.; FUJII, E.; KOHDA, J. Biological Treatment of waster water Discharged fron Biodiesel Fuel Production Plant with. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.100, p. 437-442, **2005**.

VILHUNEN, S. Removal of organic matter from a variety of water matrices by UV photolysis and UV/H_2O_2 method. **Journal of Hazardous Materials**, v.179, p.776–782, **2010**.

WANG, W.G.; LYONS, D.W.; CLARK, N. N.; GAUTAM, M. Emissions from nine heavy trucks fueled by diesel and biodiesel blend without engine modification. **Environmental Science Technologic, v.** 34, p. 933- 939, **2000**.

YONG, B.J.; RIERA, N, I.; BEILY, M.E.; BRES, P.A. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 76, p.182-6, **2012**.

Aproveitamento de águas provenientes das chuvas para fins não potáveis: Implantação em um edifício no bairro de Manaíra, em João Pessoa, Paraíba.

Danilo Gurjão Ramos[1]; Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro[2]
[1]Centro Universitário de João Pessoa. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: danilogurjao@hotmail.com,
[2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: drickadefreitas@yahoo.com.br

RESUMO

A água é um recurso indispensável para sobrevivência de animais e vegetais, mesmo com toda sua quantidade elevada em todo o mundo, sua maior parte encontra-se inviável para consumo, aliado a essa situação, a má distribuição hídrica se torna também um fator agravante no fenômeno de escassez mundial. Existem fatores que contribuem para as altas demandas de água no mundo, nas quais estão: Crescimento populacional, quanto maior a população mundial maior a demanda por água; Crescente riqueza, a população tem acesso à água encanada 24 horas por dia, e uma menor preocupação com custos relacionados ao consumo hídrico; Expansão econômica, grande parte do que é produzido, necessita da água; Rápida urbanização, o saneamento básico e a coleta de lixo não consegue atender todas as áreas da cidade, onde esses resíduos são descartados em rios e mananciais; As mudanças climáticas aumentam a velocidade da evaporação, ocasionando o derretimento de calotas polares, gerando a perda de água doce. O presente projeto tem como finalidade verificar os custos, benefícios e período de retorno do investimento referente à implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais em um edifício residencial que atenda a demanda de bacias sanitárias e da rega de jardim.

Palavras-chave: Água. Escassez. Aproveitamento.

ABSTRACT

Water is an indispensable resource for the survival of animals and plants, even with all its high quantity throughout the world, most of it is unfeasible for consumption, allied to this situation, the poor water distribution also becomes an aggravating factor in the phenomenon of global scarcity. There are factors that contribute to the high demands of water in the world, which are: Population growth, the larger the world population the greater the demand for water; Growing wealth, the population has access to piped water 24 hours a day, and a lower concern with costs related to water consumption; Economic expansion, much of what is produced, needs water; Rapid urbanization, basic sanitation and garbage collection can not serve all areas of the city, where waste is discarded in rivers and springs; Climate change increases the speed of evaporation, causing melting of polar caps, leading to the loss of fresh water. The purpose of this project is to verify the costs, benefits and return period of the investment related to the implementation of a rainwater harvesting system in a residential building that meets the demand of sanitary basins and garden watering.

Key words: Water. Scarcity. Exploitation.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para vários setores da economia, além de ser fundamental para a sobrevivência de animais e vegetais, mesmo com toda sua abrangência e quantidades elevadas em todo o mundo, sua maior parte encontra-se inviável para consumo.

Através de dados disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente, o planeta tem 70% de sua superfície ocupada pela água, no qual 97,5% desse volume, constituído de água salgada, tendo uma parcela considerável da quantidade de água doce restante, fora do alcance, sendo preservada em geleiras, calotas polares, compondo a umidade de solos e pântanos e em regiões montanhosas, restando cerca de 0,3% de volume disponível para consumo da população (MMA, 2015), nesse cenário o desperdício a degradação da qualidade das águas e sua má distribuição se tornam grandes problemas para a população mundial.

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2009), "O mundo não está ficando "sem água": o problema é que a água não está disponível quando e onde o homem precisa. O clima, variações sazonais, secas e enchentes contribuem para condições locais extremas". A ANA destaca também que a partir dessa realidade, podem ser observados pelo menos cinco fatores que indicam a necessidade pela melhoria da gestão dos recursos hídricos, nos quais estão o crescimento populacional, expansão da atividade econômica, rápida urbanização, mudança climática e a crescente riqueza.

O crescimento vegetativo se tornou um dos principais motivos que tornam a demanda de água inapropriada em relação à quantidade de água doce disponível. Esse índice é caracterizado pela diferença entre a taxa de natalidade e taxa de mortalidade. Seu crescimento não contribui apenas para o aumento do consumo, mas também coopera com o alargamento da degradação dos recursos hídricos. Esse índice está ligado também ao desenvolvimento das nações que estão em crescimento, países que estão buscando a ascensão tendem a ter um maior crescimento da taxa de natalidade, visto que, a falta de acesso às informações, a pouca preocupação com o planejamento familiar, associado ao baixo nível cultural e à alta quantidade de analfabetos, contribuem para o crescimento da natalidade, em contrapartida os países que já são desenvolvidos que apresentam números de natalidade menores, a população tem uma maior preocupação com a prevenção, já que, tem mais acesso às informações sobre métodos contraceptivos, além da preocupação com custos gerados por uma família numerosa.

A demanda de água tende a crescer de acordo com o crescimento da população, ou seja, com o passar dos anos, o volume utilizado pela população tende a subir, porém a capacidade hídrica mundial não se altera, o que se torna mais um agravante para a situação da água para as próximas gerações, a população do planeta atualmente chega a 7,6 bilhões de pessoas, estima-se que em 2030 a população alcançará um contingente de 8,6 bilhões. Estudos mostram que esse crescimento se dará a partir de 47 nações que não apresentam grandes índices de desenvolvimento (ONU, 2017).

O segundo fator é o crescimento econômico mundial, muitas nações já estão ultrapassando a linha da pobreza e ascendendo ao "título" de países desenvolvidos. Essa mudança, embora seja benéfica à população, faz com que a procura pela água seja cada vez maior, visto que, países que estão nessas condições, tendem a possuir um número alto de habitantes que vivem acima da linha da pobreza, tendo acesso à água encanada 24 horas por dia, durante todos os dias da semana, saneamento básico e uma menor preocupação nos custos relacionados ao consumo hídrico.

Com expansão da atividade econômica, a demanda pelos recursos hídricos também sofre um aumento considerável, visto que, para grande parte do que é produzido, necessita do auxílio da água, em pelo menos uma das fases de seu processo produtivo.

O terceiro ponto é a rápida urbanização a expansão desordenada e mal planejada das cidades também se torna um dos fatores que agrava a degradação da água, a construção de residências, indústrias, asfaltos, calçadas e parques reduzem as condições de infiltração do solo, fazendo com o que o escoamento de água das chuvas seja direcionado aos rios (VICTORINO, 2007), além desse fator, o saneamento básico e a coleta de lixo não consegue atender todas as áreas da cidade, devido ao fato de

que não se desenvolvem com a mesma velocidade da ampliação da cidade, dessa forma os dejetos que deveriam ser recolhidos e direcionados para locais adequados não são tratados, deixando o destino desses materiais nas mãos da população, que de forma equivocada realizam o descarte dentro de rios e mananciais, destruindo o que deverias ser uma das fontes de água potável.

Estudos elaborados pelo Instituto Trata Brasil em 2015, oferecem dados preocupantes, mais de 100 milhões de brasileiros não tem acesso ao serviço de saneamento básico, isso significa que 47,7% dos habitantes descartam seus dejetos de forma inadequada, esse cenário se agrava, pelo fato de que 3,5 milhões de brasileiros tem acesso às redes de coleta, mas optam por despejar seus esgotos de forma irregular (TRATA BRASIL, 2015), deteriorando cada vez mais as condições dos recursos hídricos.

O último dos fatores é a evolução das alterações do clima nas diversas regiões do mundo que é decorrente, principalmente, do aquecimento global. Essas mudanças levam ao crescimento dos índices pluviométricos, isso seria de extrema vantagem, visto que, ofereceria aos determinados locais, maiores volumes de água doce. Porém, esse aquecimento gerado por essa transformação climatológica, aumenta a velocidade da evaporação, ocasionando o derretimento de calotas polares, fazendo com que a água doce se perca (ANA, 2009).

O Brasil, apesar de possuir um dos patrimônios hídricos mais ricos do planeta, dispondo em seu território 60% da bacia Amazônica, que corresponde a um quinto da disponibilidade de água doce do mundo, sofre com a falta desse recurso, visto que, a degradação, aliada à má distribuição dos recursos hídricos, que não coincidem com a demanda da população, são fatores que agravam a situação de algumas regiões brasileiras, o Nordeste é a região mais afetada por esses eventos, dispondo de 28% da população nacional (IBGE, 2017), e possuindo apenas 3% da capacidade hídrica brasileira (ANA, 2009).

Entendendo a necessidade por esse recurso, a procura por soluções que venham amenizar o desperdício e melhorar a qualidade de vida se torna cada vez mais importante. Desta forma, a implantação de sistemas que fazem a reutilização de água das chuvas vem como uma medida fundamental para combater o desperdício desse recurso, já que, para que esse bem seja preservado não basta apenas que se tenha a economia de água potável, mas também o seu reuso seja realizado.

Os benefícios desse sistema se baseiam na economia de água, reduzindo os casos de escassez, moderando o custo da obtenção de água de qualidade, diminuindo a vazão proveniente da precipitação que seria direcionada para a rede de drenagem pública, reduzindo possíveis picos de enchentes, sem que o ciclo da água seja interrompido. A água obtida por esses sistemas pode suprir necessidades para demandas não nobres, nas quais estão: a água utilizada na descarga de bacias sanitárias, rega de jardins e a lavagem de veículos e pisos.

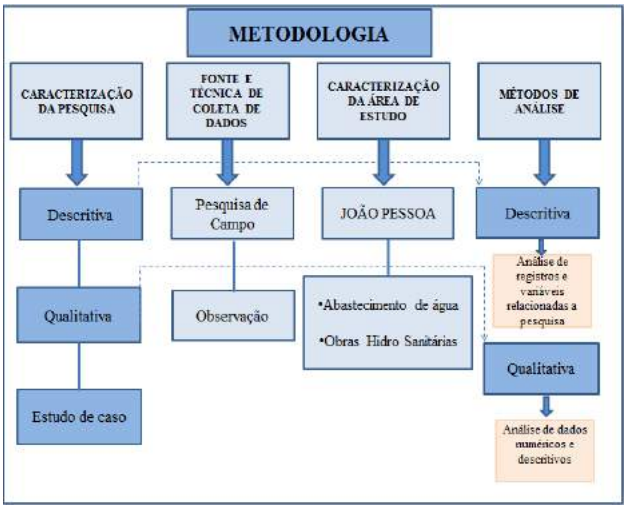
De forma tímida e lenta, em alguns estados brasileiros já se pode encontrar edificações residenciais e industriais que fazem a utilização desses sistemas, além de existirem programas que também implantam esse recurso como medida para reduzir os danos causados pela falta de chuvas no semiárido brasileiro.

O crescente desenvolvimento populacional da cidade de João Pessoa – PB é uma realidade, tal crescimento por muitas vezes desordenado e mal planejado, pode contribuir para degradação da qualidade da água da cidade. Dessa forma, torna-se importante que se procure analisar a viabilidade da implantação dos sistemas de reutilização de água em regiões que sofrem com problemas relacionados ao desenvolvimento e às altas demandas de água consumidas. Diante disto, o presente estudo realiza uma análise referente aos benefícios e custos da implantação de um sistema de reutilização de água, provenientes das chuvas para fins não potáveis em um edifício residencial, situado na cidade de João Pessoa, Paraíba.

2 METODOLOGIA

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a metodologia busca entender, avaliar e estudar os diferentes métodos possíveis para a realização de uma pesquisa acadêmica, levando em consideração também que em um nível aplicado, tem o intuito de resolver questões relacionadas à investigação, por meio de exames, descrições e avaliações de métodos e técnicas de pesquisa, tornando-se de fundamental importância no desenvolvimento de um projeto. A Figura 1 a seguir apresenta o fluxograma da metodologia aplicada neste trabalho. Este trabalho visa desenvolver um estudo de caso dos custos e benefícios da implantação de um sistema de reutilização de água da chuva, destinado para fins não nobres no Edifício Residencial Itacoatiara, situado no bairro de Manaíra, na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. O estudo de caso é uma das várias maneiras de realizar uma pesquisa, analisando fenômenos contemporâneos em seu contexto no mundo real (YIN, 2015).

Figura 1: Fluxograma da metodologia.



Fonte: Próprio autor.

A pesquisa tem um caráter descritivo, já que, visa realizar a identificação, análise e registro de fatores ou variáveis que estão relacionadas com o processo, além de ser uma pesquisa qualitativa, por fazer o uso de dados numéricos e descritivos.

Como meio de obtenção de fontes e coleta de dados, pesquisas de campo no local de implantação do projeto e realizando o estudo de bibliografias com a finalidade de obter parâmetros para os cálculos.

2.1 Características do ambiente estudado

2.1.1 João Pessoa

A cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, situa-se na região Nordeste do país, atualmente conta com dois açudes que abastecem a cidade, nos quais estão o Complexo Gramame-Mamuaba, com uma capacidade de 56.937.000 m³ e Marés que detém um volume de 2.136.637 m³ (AESA, 2017). A figura 2 apresenta a localização da cidade de João Pessoa.

Figura 2: Localização da cidade de João Pessoa.

Fonte: UFPB (2007).

Segundo a AESA, a capital foge aos padrões aos padrões de baixo índice de chuvas característico da região Nordeste, apresentando uma média pluviométrica de 1534,7 mm ao ano, tornando-a uma cidade propícia ao início da aplicação de medidas que venham reduzir as altas demandas por água (AESA, 2017).

2.1.2 Edifício Itacoatira

O objeto de estudo é o Edifício Residencial Itacoatiara, situado no bairro de Manaíra, na cidade de João Pessoa, Paraíba. A figura 3 apresenta planta de coberta.

Figura 3: Planta de coberta do edifício estudado

Fonte: Próprio autor.

O residencial contém dois blocos de 3 pavimentos comportando vinte e dois (22), apartamentos, ponderando pelo método de estimativa populacional, de onde se considera que cada quarto social é ocupado por duas pessoas e cada quarto de serviço, por uma pessoa (CREDER, 2006), detém uma

população de 110 moradores. No condomínio, a utilização de água com finalidade não nobre é alta, tendo grande demanda nas bacias sanitárias e na rega de jardins, desta forma, o sistema será dimensionado para atender a necessidade de água para essas finalidades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados necessários para o dimensionamento dos reservatórios

O projeto foi desenvolvido para o Edifício Residencial Itacoatiara, por meio de dois métodos diferentes de dimensionamento de reservatórios, o Método de Rippl e o Método Prático Australiano. O método de Rippl oferece condições menos rígidas na utilização de informações relacionadas às demandas e aos dados pluviométricos, podendo utilizar dados mensais ou diários de precipitação e demandas variáveis ou constantes (MAY, 2004). O Método Prático Australiano que, além de utilizar os parâmetros citados acima, considera a interceptação da água que molha as superfícies e também as perdas por evaporação.

A partir da utilização de parâmetros que relacionam: Área de captação, coeficiente de Runoff, demanda variável ou constante e precipitações médias mensais se tornam possível o dimensionamento do volume do reservatório, pelos dois métodos (TOMAZ, 2003).

3.1.1 Área de captação (A)

Total da soma de áreas utilizadas para realizar a captação de água da chuva, fornecida em metros quadrados (m²). A tabela 1 fornecida abaixo dispõe de informações sobre as áreas do edifício estudado, obtido através da planta de coberta do edifício.

Tabela 1: Áreas de Captação do Edifício.

Especificação do local:	Total
Área da coberta do edifício	501,8 m²
Área da coberta da piscina	18 m²
Total:	**519,8 m²**

Fonte: Próprio autor

3.1.2 Coeficiente de Runoff (C)

É um coeficiente que relaciona a perda de água por autolimpeza da coberta, perda por vazamentos, evaporação e outras considerações, para cada tipo de material utilizado em cobertas, visto que, a água que cai na precipitação não será a mesma do volume de água aproveitado pelo sistema. O coeficiente de Runoff será utilizado como uma correção nos cálculos para as perdas citadas acima. A tabela 2 apresenta esses parâmetros.

Tabela 2: Coeficientes de Runoff médios.

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas Cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas Esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas Corrugadas de Metal	0,8 a 0,9
Cimento Amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz (2003)

O material das telhas utilizadas nas áreas de captação é de cimento amianto, portanto adotou-se o valor de C = 0,8.

3.1.3 Precipitação (I(t))

A precipitação é a média de chuvas ocorridas durante meses ou anos, no período estudado. Para determinar o I(t), do cálculo, foi feita uma análise de dados pluviométricos mensais na cidade de João Pessoa, em um período de 5 anos. Os dados foram obtidos através da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba), utilizando o posto de monitoramento DFAARA, localizado a -7.08330º de latitude -34.83330º de longitude, sendo escolhido pelo fato de ter mais proximidade com o local estudado. A tabela 3 reúne informações de precipitação durante os anos de 2013 a 2017.

Tabela 3: Média de precipitações mensais de 2013 a 2017.

Mês	Ano					Média mensal
	2013	2014	2015	2016	2017	
Jan	61,8	81,6	54	86,9	68,5	70,56
Fev	39,5	111,2	38,7	102,2	52,6	68,84
Mar	17,5	150,5	406,1	145,1	130,2	169,88
Abr	268,9	133,9	48,3	385,7	276,5	222,66
Mai	185,9	265	81,2	353,3	493,8	275,84
Jun	488,8	240,2	332,9	254,7	320,3	327,38
Jul	460,5	157,1	379	45,6	450,4	298,52
Agos	252,2	79	50,6	46,4	68,7	99,38
Set	286,9	199,4	56,9	52	18,1	122,66
Out	39,1	32,6	16,7	11,8	-	25,05
Nov	33,4	17,2	4,1	8,6	-	15,83
Dez	20,8	20,9	149,7	42,2	-	58,40

Fonte: Adaptado da AESA (Agencia Estadual de Gestão das Águas da Paraíba).

3.1.4 Demanda (D(t))

Como parâmetros utilizados para os cálculos foram usados dados pré-estabelecidos, nos quais indicam o uso de água diário para cada uma das situações, das quais o sistema será dimensionado. Na tabela 4 podem ser observados esses valores.

Tabela 4: Parâmetros para demanda de água não potável.

Parâmetros para demanda de água			
USO	**VALOR UTILIZADO**		**UNIDADE**
VASO SANITÁRIO	Volume da descarga	s6	L/descarga
	Frequência do uso	s3	Descargas/hab/dia
JARDIM	Volume de água	a2	L/m²/dia
	Frequência da rega	d8	regas/mês

Fonte: Adaptado de ANNECCHINI (2005).

Para fins de cálculos, a demanda deverá compreender o volume acumulado mensal de água que seria oferecida pela concessionária e que será substituído pela reutilização da água da chuva fornecida pelo sistema. A reutilização da água em lavagem de roupas, lavagem de carro e lavagem de calçadas são opções de pontos para aplicação da reutilização de água. Porém, no presente trabalho, a demanda mensal dos dois blocos de apartamentos, se dará pelo somatório do volume utilizado nas bacias sanitárias e nas regas de jardim. A tabela 5 destaca os valores do somatório das demandas referentes aos meses do ano.

Tabela 5: Demanda referente aos meses do ano.

Demanda mensal de água (L/mês)		
Demanda de bacias sanitárias (L)	**Demanda de rega de jardins (L)**	**Demanda total mensal (L/mês)**
59.400	118	59.518

Fonte: Próprio autor.

3.2 Dimensionamentos dos reservatórios pelo método de Rippl

A partir dos dados apresentados acima, torna-se possível iniciar os cálculos alusivos às dimensões necessárias para a cisterna funcionar de maneira satisfatória. A área de captação utilizada será de 519,8 m², equivalente ao somatório da área da coberta do edifício e a área da coberta de apoio da piscina. As telhas usadas no edifício são do tipo cimento amianto, na qual tem o coeficiente de Runoff fornecido entre 0,8 a 0,9, a critério do calculista, adotou-se o valor de 0,8. Os valores de demanda utilizada serão equivalentes a 59,518 m³/mês, destinados ao uso da rega de jardins e das bacias sanitárias. Os valores de precipitação utilizados são os mesmos da tabela 7**,** obtidos através da Agência Estadual de Gestão das Águas (AESA). A partir da Equação. 2 se torna possível dimensionar o reservatório pelo método de Rippl.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \text{(Eq.2)}$$

Onde:

$S_{(t)}$ = volume de água no reservatório no tempo t;

$Q_{(t)}$ = volume de chuva aproveitável no tempo t;
$D_{(t)}$ = demanda ou consumo no tempo t;

A tabela 6 apresenta o volume de água no reservatório durante cada mês e o volume final do reservatório.

Tabela 6: Cálculo do volume de água no reservatório, através do método de Rippl

Mês	Precipitação média mensal I (mm)	Área de captação (m²)	C	Vol. de chuva mensal aproveitável Q (m³)	Demanda mensal D (m³/mês)	Volume de água no reservatório S (m³)	Diferença acumulada dos valores positivos do volume de água (m³)
Janeiro	70,56	519,8	0,8	29,34	59,51	30,17	30,17
Fevereiro	68,84	519,8	0,8	28,63	59,51	30,88	61,05
Março	169,88	519,8	0,8	70,64	59,51	-11,13	0
Abril	222,66	519,8	0,8	92,59	59,51	-33,08	0
Maio	275,84	519,8	0,8	114,71	59,51	-55,20	0
Junho	327,38	519,8	0,8	136,14	59,51	-76,63	0
Julho	298,56	519,8	0,8	124,15	59,51	-64,64	0
Agosto	99,38	519,8	0,8	41,33	59,51	18,18	18,18
Setembro	122,66	519,8	0,8	51,01	59,51	8,50	26,69
Outubro	25,05	519,8	0,8	10,42	59,51	49,09	75,78
Novembro	15,83	519,8	0,8	6,58	59,51	52,93	128,71
Dezembro	58,4	519,8	0,8	24,29	59,51	35,22	**163,93**
						Volume do reservatório	**163,93**

Fonte: Próprio autor.

Verificando o somatório dos valores de S para o caso 01, obteve-se -15,69 obedecendo à condição de que a demanda D, deve ser inferior ao volume de chuva mensal aproveitável Q, visto que, o não cumprimento dessa condição pode gerar problemas no bombeamento e na falta de água para o sistema.

3.3 Dimensionamento do reservatório pelo Método Prático Australiano

3.3.1 Dimensionamento

Os parâmetros do local estudado serão os mesmos utilizados pelo método de Rippl, o diferencial do Método Prático Australiano, se dá a partir da relevância da água interceptada que molha as superfícies e as perdas por evaporação, onde geralmente se considera 2mm e ainda oferece condições de confiabilidade do sistema. A equação (Eq.3), fornece as condições para o dimensionamento pelo Método Prático Australiano.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \text{(Eq.3)}$$

Onde:
Q_t = Volume mensal produzido pela chuva no mês t;
V_t = Volume de água que esta no tanque no fim do mês t;
V_{t-1} = Volume de água que está no tanque no inicio do mês t;
D_t = Demanda mensal.

A tabela 7 apresenta o dimensionamento do reservatório.

Tabela 7: Dimensionamento do reservatório pelo Método Prático Australiano

Mês	Área de captação (A) - m³	C	Precipitação média mensal de 2013 a 2017 (P) - mm	Perdas (P -I) - (m)	Volume mensal produzido pela chuva (Q) - m³	Demanda mensal (D(t)) -m³	Volume de água do tanque no inicio do mês (Vt-1) - m³V	Volume do tanque no final do mês (Vt) - m³
Janeiro	519,8	0,8	70,56	68,56	28,51	59,51	0	-31,00
Fevereiro	519,8	0,8	68,84	66,84	27,79	59,51	0	-31,72
Março	519,8	0,8	169,88	167,88	69,81	59,51	0	10,30
Abril	519,8	0,8	222,66	220,66	91,76	59,51	10,3	42,55
Maio	519,8	0,8	275,84	273,84	113,87	59,51	42,55	96,91
Junho	519,8	0,8	327,38	325,38	135,31	59,51	96,91	**172,71**
Julho	519,8	0,8	298,56	296,56	123,32	59,51	63,81	127,62
Agosto	519,8	0,8	99,38	97,38	40,49	59,51	127,62	108,60
Setembro	519,8	0,8	122,66	120,66	50,18	59,51	108,6	99,27
Outubro	519,8	0,8	25,05	23,05	9,59	59,51	99,27	49,35
Novembro	519,8	0,8	15,83	13,825	5,75	59,51	49,35	-4,41
Dezembro	519,8	0,8	58,4	56,4	23,45	59,51	0	-36,06
							Volume do reservatório	**172,71 m³**

Fonte: Próprio autor

3.3.2 Confiabilidade do sistema

A confiabilidade do sistema se dará pelos meses que o sistema não conseguirá atender a demanda do edifício, no caso do edifício Itacoatiara a confiabilidade foi de 33%, a partir da confiabilidade, torna-se possível determinar a confiança do sistema. A confiança do sistema foi equivalente a 67%.

3.4 Custos estimados da implantação do sistema

O valor relacionado à instalação do sistema envolve o reservatório, bomba centrífuga, tubulações, instalações elétricas dos equipamentos, filtros, equipamentos de irrigação de jardins, etc. A instalação de calhas e telhas, não serão consideradas, visto que, esses elementos já foram pré-instalados na estrutura dos dois edifícios. Os condutores não serão levados em consideração, pois, representam uma parcela menor dos custos do projeto.

3.4.1 Custo do reservatório

Segundo Tomaz (2003), a partir do dimensionamento dos reservatórios, se torna possível obter custos relacionados à execução do reservatório a partir de uma fórmula de estimativa de preço para uma cisterna de concreto enterrada (Eq.4).

$$C = 336 \text{ x } V^{0,85} \text{ (Eq.4)}$$

C = Custo do reservatório em dólares (U$);
V = Volume do reservatório em m³;

As tabelas 8 e 9 trazem dados, que sintetizam custos e volumes dos reservatórios, concedendo preço final da execução das cisternas pelos dois métodos, inicialmente fornecendo os valores em dólares (U$), tendo uma correção posterior para reais.

Tabela 8: Conversão de dólar para real.

Valor do real em relação ao dólar	
Valor de Dólar	**Valor do Real**
US$ 1,0	* R$ 3,10

*Valor do dólar do dia 06/09/2017.

Tabela 9: Custo dos reservatórios.

Método	Volume do reservatório (m³)	Custo do reservatório em dólares (U$) C = 336 * V^0,85	Valor do dólar em relação ao real = R$ 3,10	Valor em reais (R$)
Rippl	163,93	$ 25.632,97	R$ 3,10	R$79.462,21
Australiano	172, 71	$ 26.795,33	R$ 3,10	R$83.065,53

Fonte: Próprio autor.

3.4.2 Custo de instalação e manutenção do sistema

Segundo Tomaz (2003), é interessante que exista uma previsão de custos proporcional a 30% do valor do reservatório para equipamentos, projeto ou possíveis custos extras. Desta forma, o método de Rippl, onde a cisterna teve um custo estimado de R$ 79.462,21 esse valor, acrescido dos 30%, passaria a ser R$ 103.300,87. No Método Prático Australiano o reservatório teve um custo estimado de R$ 83.065,53 com as adições relacionadas à instalação, passou a custar R$ 107.985,19.

Os custos de manutenção abrangem a verificação do funcionamento de bombas e filtros, fazer inspeções, desinfecções e limpeza no reservatório e na rede de água pluvial e ainda a inspeção e limpeza de calhas, telhas e condutores, esses serviços realizados geram custo anual avaliado em 6% do preço final do reservatório.

Tabela 10: Total de custos dos reservatórios, projetos e manutenções.

Custo Geral

Período (ano)	Custos do reservatório	Custo de implantação + projeto + despesas extras + equipamentos	Custos de manutenção	Custo total
Rippl	R$79.462,21	R$ 23.838,66	R$ 4.767,73	R$108.068,61
Australiano	R$83.065,53	R$ 24.919,66	R$ 4.983,93	R$112.969,12

Fonte: Próprio autor

3.5 Retornos da implantação do sistema

O retorno referente à implantação do sistema está diretamente ligado à relação entre custo, tudo que foi gasto com a instalação e o que ainda vai ser gasto com a manutenção do sistema e a economia gerada pela reutilização das águas das chuvas para fins não nobres.

A economia se dará pela demanda de água que o sistema passa a oferecer, substituindo a água que seria consumida através do fornecimento da concessionária. Através dos valores de cobrança por m³ de água da CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), torna-se possível obter valores aproximados da economia gerada pelo uso do sistema. As tabelas 15 e 16, apresentam os dados da economia mensal gerada pela instalação dos sistemas dimensionados pelos dois métodos.

Tabela 1: Valores fornecidos pela concessionária para cobrança do m³ de água.

CONSUMO RESIDENCIAL		
TARIFA NORMAL		
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO
Tarifa mínima - Consumo até 10 m³	R$ 36,84	R$ 29,47
11 à 20 m³ (p/m³)	R$ 4,75	R$ 3,80
21 à 30 m³ (p/m³)	R$ 6,27	R$ 5,64
acima de 30 m³ (p/m³)	R$ 8,51	R$ 8,51

Fonte: CAGEPA (2017)

Tabela 2: Economia anual gerada pelo sistema.

Valor da metragem de água economizada				
Mês	Demanda economizada - (m³)	Água	Esgoto	Valor Economizado - (R$)
Jan	59,52	R$398,25	R$375,08	R$ 773,33
Fev	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Mar	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Abr	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Mai	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Jun	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Jul	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Agos	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Set	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Out	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Nov	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Dez	59,52	R$ 398,25	R$375,08	R$ 773,33
Total:	714,22	R$4.779,00	R$4.500,96	R$ 9.279,96

Fonte: Próprio autor.

3.6 Pay Back

Para que todo e qualquer investimento seja viável, deve-se ter um entendimento sobre o período no qual o investimento passará a gerar um retorno, o *pay back* é exatamente essa verificação, obtida a partir da relação entre o valor investido e o lucro anual fornecido pelo sistema de reutilização de água da chuva. A Eq.5 a seguir apresenta essa relação.

$$Pay\ back = \frac{Vi}{La}\ Eq.5$$

Onde:
Vi = Valor investido (R$)
La = Lucro anual (R$)

3.6.1 Método de Rippl

O tempo de retorno do capital do reservatório dimensionando pelo método de Rippl, foi obtido a partir do valor do custo total do sistema que foi igual a R$ 108.068,61, dividido pela economia anual do sistema, equivalente a R$ 9.279,96. A seguir são apresentados os cálculos para esse método.

$$Pay\ back = \frac{Vi}{La}\ Eq.1$$

$$Payback = \frac{108.068,61}{9.279,96}$$

$$Pay\ back = 11,6\ anos$$

Onde:

Vi = Valor investido (R$)
La = Lucro anual (R$)

3.6.2 Método Prático Australiano

Dimensionando o reservatório pelo método Prático Australiano, no qual, o *pay back* foi equivalente à divisão de R$ 112.969,12 que é o valor do investimento pelo valor economizado durante o ano R$ 9.279,96 obteve-se o resultado abaixo:

$$Pay\ back = \frac{Vi}{La}\ Eq.1$$

$$Pay\ back = \frac{112.969,12}{9.279,96}$$

$$Pay\ back = 12,2\ anos$$

Onde:

Vi = Valor investido (R$)
La = Lucro anual (R$)

4 CONCLUSÕES

O Brasil é um país que dispões de um das maiores capacidades hídricas mundiais, porém, devido às dimensões continentais de seu território, algumas das regiões que aglomeram a maioria da população são assoladas com a má distribuição de água.

A cidade de João Pessoa, mesmo tendo um volume hídrico considerado compatível com a demanda da cidade, ainda existem localidades que sofrem com a má distribuição de água. O sistema de captação e aproveitamento dos recursos pluviométricos vem como uma medida que atende as necessidades da população, visto que, o presente projeto pode ser desenvolvido para qualquer área da cidade, sendo executado em prédios públicos e privados.

Os reservatórios foram dimensionados pelo método de Rippl e pelo Método Prático Australiano, fornecendo volumes e custos diferentes em sua execução do sistema no Edifício Itacoatiara. O método de Rippl forneceu uma execução menos onerosa, o reservatório apresentou um volume de 163,93 m³, com custos de planejamento, execução e manutenção de R$ 108.068,61. Pelo Método Prático Australiano o reservatório obteve um volume de 172,71 m³, apresentando em seu investimento total de R$ 112.969,12. Vale salientar que esse método leva em consideração, além do armazenamento de água necessária para suprir a demanda do prédio, o volume de interceptação da água que molha as superfícies e as perdas por evaporação. No entanto, mesmo com a diferença de métodos e custos obtidos, o período de retorno do investimento (*pay back*), apresentou valores aproximados, para o dimensionamento dos dois sistemas o *pay back* foi de aproximadamente 12 anos, período considerado relativamente bom, visto que é um alto investimento. Para os dois sistemas o valor da economia na conta de água foi equivalente a R$ 9.279,96 ao ano.

A implantação dos sistemas de aproveitamento de água da chuva para fins não nobres acarreta na redução do consumo de água fornecida pela concessionária, visto que, os custos relacionados ao fornecimento de água e a coleta de esgoto não seriam mais uma realidade no orçamento das edificações. Caso esses sistemas fossem implantados em uma parcela considerável de residências, provocaria uma amplitude maior de benefícios, exigindo menos da drenagem urbana, reduzindo possíveis picos de enchentes e amenizando consequências causadas pelo fenômeno, além de ser uma importante vertente da questão sustentável, reduzindo problemas futuros como a escassez de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

AESA. **Meteorologia – Chuvas**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em 10 set 2017.

AESA. **Monitoramento dos açudes.** Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-diario/?tipo=atual>. Acesso em: 9 out 2017.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos.** Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2009_rel.pdf>. Acesso em 04 out 2017.

ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

CAGEPA. Estrutura Tarifária 2017. Disponível em: < http://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/Estrutura-Tarif%C3%A1ria-Final-2017.pdf>. Acesso em: 08 out 2017.

CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Hélio Creder – 6º ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2006

IBGE. **Estimativas da população.** Disponível em: < ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf>. Acesso em 03 out 2017.

IBGE. **Estimativas populacionais dos municípios para 2017**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017.html>. Acesso em 05 out 2017

MAY, Simone; **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** São Paulo, 2004. Dissertação apresentada a escola politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

MMA. **Água um recurso cada vez mais ameaçado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf > Acesso em 03 out 2017.

ONUBR. **World Population Prospects.** Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf> . Acesso em 04 out 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo, Navegar, 2003, 180p.

TRATA BRASIL. **Situação Saneamento no Brasil.** Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>. Acesso em 06 out 2017.

UFNPA. **População e mudanças climáticas**. Disponível em: <http://www.unfpa.org.br/novo/index.php/noticias/ultimas/1648-artigo-populacao-e-mudancas-climaticas>. Acesso em 04 out 2017.

UFPB. **Agonia de um rio marcado para morrer.** Disponível em <http://www.geociencias.ufpb.br/~paulorosa/textosdiscussao/riojaguaribe_marcado.pdf>. Acesso em 06 out 2017.

UNESCO. **Wather for people whather for life.** Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf>. Acesso em 04 out 2017.

VICTORINO, Célia Jurema Aito. **Planeta água morrendo de sede:** uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos / Célia Jurema Aito Victorino. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 231p.

YIN, Robert K. Estudo de caso: Planejamentos e Métodos / Robert K. Yin – 5. ed. – Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2015.

BIOCARVÃO PRODUZIDO POR CARBONIZAÇÃO DE DEJETOS CANINOS

Willians da Silva Guimarães de Lima [1]; Rosamélia Gouveia de Lima [2]; Edivaldo Galdino Ferreira [3]; Marco Aurélio Rodrigues de Melo [4], Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos [5].
[1]williams_guimaraes@hotmail.com], [2]rosameliagouveia@gmail.com, [3]edivaldogaldino@gmail.com, [4]marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com, [5]giuseppecv@gmail.com. [1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [4]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA, [5]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP.

RESUMO

Diversas maneiras de destinação de resíduos (DE...) têm sido utilizadas, porém para os dejetos caninos, a única utilizada é o descarte em aterros sanitários, a carbonização para obtenção de biocarvão a partir deste tipo de biomassa foi uma solução para a problemática. O estudo fez o levantamento do montante de resíduos produzidos, buscando alternativas para solucionar um problema, e transformando essa dificuldade em alternativa para beneficiar o setor agrícola e siderúrgico. Este trabalho apresenta o potencial do produto realizando o reaproveitamento dos residuos oriundos de animais domesticados. O trabalho também realizou a comparação das características do biocarvão de dejetos caninos produzidos a partir de carbonização com o carvão vegetal. O teor de cinzas no biocarvão chegou a 1,90%, contribuindo positivamente para o rendimento da carbonização. O teor de material volátil diminuiu com o aumento da temperatura e o teor de carbono fixo aumentou com a temperatura, por fim os valores obtidos do material produzido foram de adequada qualidade, o biocarvão também se apresenta como uma ótima solução para diminuição do efeito estufa, realizando a estocagem de carbono no solo, contribuindo para geração de energia e auxiliando na fertilização do solo.

Palavras-chave: Biocarvão, carbonização, energia e fertilização.

ABSTRAT

Several ways of waste disposal Have Been used, but for the canine dejections, the one used is the disposal in landfills, carbonization to produce biochar from this type of biomass was a solution to the problem. The study made lifting the amount of waste produced, seeking alternatives to solve the problem, and difficulty in turning this alternative to benefit the agricultural sector and steel. This paper presents the potential of the product performing the reuse of residue from domesticated animals. The work Conducted Also the comparison of the features of canine waste biochar produced from charring with charcoal. The ash content in biochar cam to 1.90%, contributing positively to the yield of carbonization. The volatile materials content Decreased with Increasing temperature and the fixed carbon content Increased with temperature, the values Obtained from the produced materials Were of adequate quality, the biochar Also presents itself as a great solution for reducing the greenhouse effect, making the storage of carbon in the soil, contributing to energy generation and assisting in soil fertilization

Keywords: Biochar, charred, Energy and fertilization.

1 INTRODUÇÃO

Segundo (MAIA et al, 2011), o biocarvão é qualquer material rico em carbono obtido de biomassa carbonizada sob baixa atmosfera de oxigênio, para uso no solo, sendo o processo conhecido como pirólise ou carbonização.

Nesse processo térmico, são gerados produtos com valores agregados, tais como, óleo, gases e carvão que podem ser utilizados como fonte de combustíveis ou em outros usos relacionados à indústria agrícola (PEDROZA et al., 2010). De acordo com alguns autores, no Brasil a Embrapa coordena uma rede de pesquisa sobre o biocarvão, no qual estudam a viabilidade de produção, e apresenta resultados positivos sobre a utilização desse produto, comprovando sua eficácia no aumento da produtividade das lavouras e uma significativa economia com gastos em fertilizantes. Sua aplicação é simples bastando apenas lançar sobre o solo e incorporá-lo com arados. Dependendo das condições de operação do processo para carbonização da biomassa, a carbonização pode ser classificada como lenta, rápida ou "flash". Com isso materiais orgânicos que seriam ligeiramente decompostos, permitindo a liberação de dióxido de carbono e outros gases responsáveis pelo efeito estufa, são alterados dando origem ao biocarvão, o mesmo quando lançado no solo se degrada lentamente e através da sua estabilidade química promove um estoque de carbono em longo prazo no solo.

Dentre essas funções o produto aumenta a produtividade do solo, promovendo a estruturação e evitando a erosão, o mesmo faz a retenção da chuva para durante períodos de seca libera-lá, também gera a aeração e porosidade sendo uma boa característica estrutural. Alguns tipos de biocarvão agem como adsorventes de nutrientes, o que leva ao aumento da eficiência da adubação em plantas (MADARI et al. 2010).

Diante das probabilidades de redução da oferta de combustíveis fósseis, do consumo desenfreado de energia e as grandes restrições ecológicas, têm-se propiciado a retomada do uso da biomassa para geração de energia. Uma vez que a biomassa é uma matéria prima energética, renovável e pouco contaminante quando comparada a alguns tipos de combustíveis. (SEYE & PINHEIRO, citado por BARCELLOS, 2002). O biocarvão é uma fonte energética de grande importância, principalmente para o Brasil, pelo seu caráter renovável e pela sua importância histórica e econômica (BARCELLOS, 2007).

Basicamente qualquer fonte de biomassa se presta à produção de biocarvão, porém, devidas às diferenças existentes na composição química (teores de lignina, extrativos, celuloses e hemiceluloses) e na morfologia desses materiais, bem como o as condições de temperatura e tempo de carbonização. (PAZ-FERREIRO et al., 2014), o produto obtido apresenta características físicas e químicas particulares que servem para a melhoria dos solos (MAIA, 2011).

A matéria prima utilizada para fabricação de biocarvão pode ser qualquer fonte de biomassa como os resíduos agrícolas (bagaço e palha da cana de açúcar, e restos de outras culuras), resíduos orgânicos e resíduos urbanos sólidos (restos de podas de árvores, lodo de esgoto), resíduos industriais (da indústria de papel e celulose, tortas), e o tipo escolhido que foi o oriundo de materiais de origem animal (ossos, esterco).

Atualmente, a Lei 12.305 e 10004 atenta para a destinação e classificação dos resíduos sólidos, respectivamente. Diante dessa necessária ótica de destinação racional dos resíduos sólidos, destacamos a problemática dos resíduos sólidos resultantes do esterco do animal doméstico, em especial os caninos.

Atualmente a população de caninos em domicílios brasileiros está estimada em 52,2 milhões, o que indica uma média de 1,8 cachorros por domicílio. O dado mostra que, no Brasil, existem mais cachorros de estimação do que crianças. Segundo o (PNAD), em 2013, havia 44,9 milhões de crianças de até 14 anos. De acordo com Portari,(2008), um cão gera em média cerca de 0,33 kg de fezes, o que rende anualmente em todo o Brasil uma quantidade de 6 milhões de toneladas de fezes sendo lançadas em aterros sanitários, lixões a céu aberto, em vias públicas dentre outros locais.

Diante desses dados é de suma importância à preocupação acerca da contaminação ambiental por meio desses dejetos fecais oriundos de animais domésticos, principalmente cães. Nas praças, parques, vias públicas e logradouros tem sido motivo de preocupação, pela saúde pública, pois o parasitismo intestinal desses animais, além de causar danos à saúde destes, constitui um sério problema a qualidade de vida e bem estar das cidades. (NARDO et al., 2013). E a sujeitar os outros munícipes, em especial as crianças, a um perigo, devido à possibilidade de propagação de várias doenças, como a toxocaríase que acarretara em cegueira humana bem como a escherichia coli que pode em alguns casos levar a morte.

Como descreve Magnabosco (2006) "o desequilíbrio na população animal levou a excessos populacionais, que junto com a falta de saneamento e o crescimento desordenado das cidades, propiciam

a disseminação de zoonoses". O termo zoonose é definido pela Organização Mundial de Saúde – OMS como uma "doença ou infecção naturalmente transmissível de animais vertebrados para os seres humanos". E o veículo mais comum são as fezes.

Visto que a as fezes caninas são fontes de doenças, permitem a proliferação de vetores e contribuem significativamente para o aumento da quantidade de resíduo sólido de origem orgânica destinada aos aterros sanitários várias práticas de processamento de resíduos têm sido manejadas visando sua estabilização e uma posterior aplicação em solos como fonte de matéria orgânica (ABREU et al., 2011), como exemplo temos uma alternativa viável que consiste na transformação desse material em Biocarvão.

Logo, a conversão de biomassa de resíduos de esterco animal em carvão promove a eliminação de todos os patógenos ativos (AHMAD et al., 2014) nos dejetos de animais.

As características do carvão variam em função dos dejetos caninos utilizados. De acordo com (REZENDE et al.,2010) o bom carvão apresenta estrutura interna inerte, semelhante a grafite, que faz preservar (sequestrar) o carbono por centenas e até milhares de anos, e estrutura periférica (externa) reativa (funcionalizada) para atuar como a matéria orgânica natural do ambiente.

O presente artigo tem como objetivo realizar a transformação dos dejetos caninos por meio de carbonização a fim de obter o carvão, que poderá ser utilizado como uma fonte de combustível sólido bem como, na agricultura, contribuindo significativamente para a fertilidade do solo.

2 METODOLOGIA

Foi desenvolvido um experimento de carbonização, utilizando como fonte de biomassa, os dejetos caninos. O procedimento ocorreu em duas etapas, à primeira consistindo no desenvolvimento da metodologia para obtenção do produto, e a segunda etapa consistiu-se na caracterização do carvão obtido a partir da carbonização realizada anteriormente.

2.1 Processo

2.1.1 Obtenção e Preparo da Biomassa

Para a seleção da biomassa foi escolhido os dejetos caninos, levando em consideração a alta quantidade do mesmo. Os dejetos caninos foram obtidos de animais domésticos, residentes na cidade de Cabedelo-PB.

As amostras foram coletadas de animais que se alimentam basicamente de ração apropriada. Posteriormente realizada uma secagem no qual a amostra foi colocada em recipiente metálico e exposta ao sol, por cerca de cinco dias, objetivando eliminar os odores e reduzir a umidade da biomassa.

As características que foram analisadas no final do experimento obedeceram à metodologia proposta pela MB 15, que consistiu em: teor de umidade, teor de materiais voláteis, teor de cinzas, e teor de carbono fixo. Desta forma o estudo realiza a comparação entre as analises básicas do carvão obtido da biomassa inicial com trabalhos feitos com outro tipo de biomassa.

2.2 Carbonização de Dejetos Caninos

O carvão foi obtido num Laboratório de Química de uma Faculdade da Cidade de João Pessoa, através de ensaios de carbonização dos dejetos caninos. Uma vez que este tipo de processo é o que melhor representa o rendimento de sólidos. O carvão foi obtido a partir de 0,25 kg de biomassa, no qual foram submetidos a secagem ao ar livre por 5 dias, afim de remover o teor de umidade e odor da amostra, posteriormente a biomassa foi pesada, triturada, como mostra Fig 1. Após este procedimento foi separada a quantidade de 190 g de amostra a qual está foi submetida a prensagem em uma prensa hidráulica a 2 toneladas, os briquetes obtidos foram de 182 g, Figuras 2, 3, 4 e 5.

Figura 1 – Dejetos Caninos pesados e triturados grosseiramente.

Fonte: Lima (2015).

Figura 2 – Prensa Hidráulica utilizada no estudo.

Fonte: Lima (2015).

Figura 3 – Dejetos Caninos sendo compactados a frio na prensa.

Fonte: Lima (2015).

Figura 4 – Briquete produzido após prensagem.

Fonte: Lima (2015).

Figura 5 – Briquete produzido após prensagem.

Fonte: Lima (2015).

Depois da obtenção do briquete o mesmo foi pesado e colocado em um cadinho de porcelana conforme segue fig. 6, e levado a uma temperatura gradativa de 350°C, por cerca de 30 minutos, e depois a temperatura de 450°C por mais 30 minutos, realizada em mufla modelo Quimis, localizada no Laboratório da Faculdade Internacional da Paraíba. A carbonização foi realizada a uma taxa média de aumento de temperatura de 11 °C min-1, com um tempo de residência de total de 60 minutos. Passado o tempo estipulado o equipamento foi desligado para o resfriamento. Conforme segue Fig 7. O carvão já obtido.

Figura 6 – Briquete em cadinho de porcelana inserido em mufla.

Fonte: Lima (2015).

Figura 7 – Carvão obtido após carbonização.

Fonte: Lima (2015).

Após a carbonização e resfriamento, o carvão obtido foi transferido para dessecador e após 20 minutos quando o mesmo já estava frio, foi pesado e acondicionado para a realização das análises de caracterização.

2.3 Caracterizações do carvão

2.3.1 Determinação de umidade de equilíbrio

Para determinação da umidade, pesou-se o carvão em um cadinho sem tampa. Colocado na estufa por 100 ºC durante uma hora e meia. Posteriormente foi retirado da estufa e colocado em um dessecador e deixado esfriar até temperatura ambiente, e pesou-se novamente. Para calculo de umidade de equilíbrio utilizou-se a seguinte equação :

$$U\% = \frac{(m1-m2)}{m} x100$$

2.3.2 Determinação de matéria volátil

A quantidade de material volátil foi determinada a partir do carvão previamente seco pelo método da umidade, O aquecimento foi em mufla à 850 ºC, a partir do seguinte procedimento, o cadinho ficou na porta da mufla por cerca de 2 minutos a temperatura de 300 ºC, depois por quatro minutos o cadinho foi inserido na abertura da mufla por seis minutos com a temperatura a 500 ºC, por fim o cadinho foi colocado no interior da mufla por mais seis minutos com a porta fechada, após a chama ficar azul encerrou-se o procedimento e as amostras depois foram secar em dessecador. Para o calculo foi determinado pela seguinte equação:

$$\%MVt= \frac{(m2-m3)}{m2} x100$$

2.3.3. Determinação de teor de cinzas

Na determinação do percentual do teor de cinzas o material já previamente calcinado pelo método dos voláteis, partiu para a incineração por três horas em mufla, terminadas o procedimento, o material foi para dessecador por 20 minutos e calculado o teor de cinzas pela equação:

$$\%Z = \frac{m4}{m3} x100$$

2.3.4 Carbono fixo

Para cálculo de carbono fixo o mesmo foi realizado por diferença, após cálculo da porcentagem de umidade, de material volátel e de cinza a diferença entre 100 e a soma dessas três porcentagens dando por fim a porcentagem do carbono fixo pela equação:

$$\%CF = 100 - (\%U + \%MV + \%Z)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O material após secagem ainda apresentava odor característico, a partir da prensagem o material apresentou excelente condições de resistência e quando submetido a carbonização eliminou-se todos os patógenos presente, durante a carbonização a temperatura final de 450ºC foram suficientes para a geração do produto. O mesmo depois do resfriamento seguiu para a caracterização que está disposta a seguir sendo apresentados no Quadro 1 os valores médios das características químicas analisadas no carvão produzido no ensaio de carbonização e comparado a na discursão com outro carvão sendo este de biomassa vegetal.

Quadro 1 – Caracterização imediata do carvão

Características do carvão	**Carvão obtido (%)**
Teor de Umidade	5,9
Teor de Material Volátil	26,41
Teor de Cinzas	1,90
Teor de Carbono Fixo	78,52

Fonte: Lima (2015).

Os teores de umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo obtidos para o carvão de dejetos estiveram análogos aos encontrados por Oliveira et al. (2006), que variaram de 5 a 6,2% (umidade) 25,12 a 28,49 % (voláteis), de 1,00 a 1,94 (cinzas) e de 70,28 a 73,65% (carbono fixo).

5.1 Teor de umidade de equilíbrio do carvão produzido

Confere-se, que não existiram diferenças expressivas entre os carvões comparados. Quanto ao teor de umidade estando o valor próximo aos 6% (QUADRO 1). O teor de umidade desejável é inferiormente a 5%, deste modo observa-se que nenhuns dos carvões atenderam a essa especificação. Quanto maior o teor de umidade dos carvões, menor é quantidade de energia liberada dos mesmos, constituindo também uma grande quantidade de fumaça desprendida.

A composição química é uma das propriedades mais formidáveis do carvão e influencia o seu desempenho e performance. Em termos de análise química é considerado um produto formado de três partes: materiais voláteis, cinzas e carbono fixo.

3.2 Teor de material volátil

Relacionando-se aos materiais voláteis estes podem ser definidos como conteúdos que são desprendidos, como por exemplo os gases durante a carbonização, sendo admissível de 20 a 24%. O

teor de voláteis encontrados em vários trabalhos analisados representa os compostos restantes do alcatrão que não se desataram ao longo do processo de carbonização, continuando assim como componente químico do carvão (CORRÊA, 1988). O valor comparado entre os dois tipos de carvões são bem próximos, sendo o carvão de dejetos caninos ultrapassando um pouco a margem admissível, Quadro 1.

3.3 Teor de cinzas

Os mesmos encontram-se dentro dos padrões desejados quando comparado ao que é encontrado na literatura, Quadro 1, podendo ser consequência direta do dejeto canino ou devido a não contaminação do carvão por terra, no qual, geralmente ocorre nos sistemas tradicionais. As cinzas que são provenientes do dejeto ou madeira carbonizado (VITAL et al, 1986) devem estar variando na faixa de 0,6 a 2,4 %. Altos teores de cinzas afetam de forma negativa no rendimento da carbonização.

3.4 Teor de carbono fixo

Notou-se que os resultados estão de acordo com o normalmente exigido, sobretudo referentes ao teor de carbono fixo, Quadro 1. O teor de carbono fixo médio, ponderando somente o ensaio realizado, foi de 68,52 %, esse teor de carbono fixo indica que a temperatura final de carbonização média ficou em torno de 450 °C. Segundo Jacomino et al. (2002), as indústrias siderúrgicas brasileiras utilizam carvão vegetal com um teor de carbono fixo na faixa de 65 % a 75 %. Podendo esse novo tipo de carvão ser testado para uso em escala industrial. Quanto maior o teor de carbono fixo, menor é o teor de materiais voláteis. Isso ficou claro quando observado no Quadro 1, tanto para o biocarvão de dejeto canino quanto para o carvão vegetal.

5 CONCLUSÕES

Alicerçado na interpretação dos resultados obtidos no sistema de carbonização de dejetos caninos, pode-se concluir que:

- O tempo de carbonização e o rendimento em carvão não sofreram interferência da umidade dos dejetos;
- O biocarvão produzido com o dejeto canino apresentou menores teores de voláteis e cinzas, maior teor de carbono fixo. De modo geral, em função das características químicas (análise imediata) o carvão tem melhores propriedades, para fins siderúrgicos;
- O biocarvão de dejetos caninos se apresenta como insumo para manutenção, estabilidade e recuperação de solos;
- O biocarvão pode ser utilizado em filtros para tratamento de agua em reatores industriais;
- Outros estudos devem ser continuados a fim de realizar testes de queima e análises físicas e químicas mais especificas.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, A. A.; Conversão Química de Madeiras da Amazônia: Carvão e Briquetes de Carvão Vegetal. Acta Amazônica, v.18, n1/2, p.93-108, mar./jun.1988.

JACOMINO, V. M. F. et al. Controle Ambiental das indústrias de Ferro-gusa em altos fornos a carvão vegetal. Belo Horizonte: Projeto Minas Ambiente/ SEGRAC, 2002a. 302p.

MADARI, B.E. et al.. Biomassa carbonizada como condicionante de solo para a cultura do arroz de terras altas, em solo arenoso, no Cerrado: efeito imediato para a fertilidade do solo e produtividade das plantas. Comunicado Técnico, Embrapa, Goiânia, Brasil, 197, p 8, 2010.

MAIA, C.; et al. Resíduo de Erva-Mate na Obtenção de Biocarvão, 2011.

MAGNABOSCO, C.; População Domiciliada de cães e gatos em São Paulo, 2006.

NARDO D, et al. High-density lipoprotein mediates anti-inflammatory reprogramming of macrophages via the transcriptional regulator ATF3. Nature immunology. 2013

PAZ-FERREIRO, J.; LU, H.; FU1, S.; MÉNDEZ, A.; GASCÓ, G. Use of phytoremediation and biochar to remediate heavy metal polluted soils: a review, 2014.

PEDROZA, M. M. et al. Produção e tratamento de lodo de esgoto: uma revisão. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 11, p. 147-157, 2010.

REZENDE, E. I. P.; A química inorgânica em fertilizantes de liberação lenta. PGQ/DQ/UFPR, 2010.

SEYE, O. & PINHEIRO, P. C. C., 2001. Influência da Temperatura de Carbonização nas Propriedades do Carvão Vegetal de Eucalyptus. Belo Horizonte – MG.In: BARCELLOS,

VITAL, B. R.; JESUS, R. M.; VALENTE, O. F. Efeito da constituição química e da densidade da madeira de clones de Eucalyptus grandis na produção de carvão vegetal. Revista Árvore, Viçosa, v. 10, n. 2, p. 151 - 160, 1986.

Caracterização do uso e ocupação do solo nos processos erosivos costeiros no município de Baia da Traição, litoral norte da Paraíba.

Francisco José Florentino Rodrigues[1], Marcílio Dornelles Nascimento dos Santos[2], Williams da Silva Guimarães de Lima[3], Edivaldo Galdino Ferreira[4]
[1]Engenheiro Ambiental. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcilio_741@hotmail.com, [2]Engenheiro Ambiental. Joao Pessoa, PB, Brasil. e-mail: gunga1975@hotmail.com, [3]Instituto de Ensino Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: williams_guimaraes@hotmail.com, [4]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária Paraíba S/A João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: edivaldogaldino@gmail.com

RESUMO

Nas últimas décadas, vários problemas socioambientais se agravaram nos municípios litorâneas brasileiros. Estes problemas vêm ocorrendo, de forma cada vez mais acelerada, devido à ocupação desordenada e não planejada da zona costeira. Preocupado com estes processos no meio ambiente local, surge à necessidade de buscar o conhecimento do espaço geográfico da Baía da Traição, litoral norte da Paraíba, com adensamento urbano sobre áreas de APPs – área de preservação permanente como, dunas e mangues. A falta de planejamento de uso e ocupação do solo no litoral mais antropizado da Baía da Traição – PB tem afetado diretamente na funcionalidade do meio ambiente urbano. Por este motivo, o presente trabalho tem como objetivo a caracterização do uso e ocupação do solo, com ênfase no constante processo erosivo costeiro ocorrido na parte norte do litoral urbano do município da Baia da Traição – PB, tendo em vista, fornecer dados e informações para um futuro planejamento e gestão ambiental deste município.

Palavras-chave: socioambientais, espaço geográfico, pós-praia, risco ambiental.

ABSTRACT

In recent decades, various environmental problems worsens in Brazilian coastal cities. These problems have been occurring in a ever more rapid pace of time, due to disordered and unplanned occupation of coastal zone. Concerned about these processes in the local environment, comes the need to seek knowledge of geographical space in the Baía da Traição City, north coast of Paraiba State, aggravated by urban density on protections areas such as dunes and mangroves. The lack of planning of the use and occupation of land use in the most anthropic zone of the Baía da Traição coast - PB has directly affected in the urban environment functionality. Therefore, this study aims to characterize the use and occupation of land, with emphasis on constant coastal erosion occurred in the northern part of the urban coast of the Baía da Traição Ciy – PB, in order to provide data and information for future planning and environmental management of the municipality.

Keywords: social environment, post-beach, geographical space, environmental risk.

1. INTRODUÇÃO

Os dados estatísticos mostram que até o presente momento esta se vivendo o salto de urbanização global nas áreas litorâneas, que ultrapassa o percentual de 50% e que deverá atingir os 60% no ano de 2025. A ocupação no litoral do Brasil já é maior do que 75% e deve atingir os 85% nos próximos 20 anos. Isso significa que, para a maioria dos habitantes do planeta o meio ambiente natural foi substituído por espaços urbanos. Neles as relações entre a comunidade humana e seu meio físico foram alteradas pela própria ação do homem (FURTADO, 2009).

Assim, as transformações ocorridas no espaço urbano são produzidas pelas atividades, formas, significados e funções sociais que lhe são peculiares e visíveis. Dessa maneira, pode-se associar a percepção desses elementos a partir da representação do que a cidade produz fundamentada pelo diagnóstico de três componentes principais: identidade, estrutura e o significado. Corroborando com o conjunto desses elementos é que a paisagem pode ser analisada e compreendida, e suas transformações socioambientais podem ser visíveis (VIADANA, 2005).

A paisagem – como entidade dinâmica é diferenciada da superfície terrestre, considerada então, uma categoria espacial de aspecto visível e imediatamente perceptível, podendo ser conceituada, descrita e explicada através de sua morfologia decorrente da composição do meio natural e das ações antrópicas (VIADANA, 2005).

A maior diferença entre o meio ambiente urbano e um meio considerado natural é justamente o adensamento de pessoas e de construções que fazem parte do processo social humano. A cidade faz parte do meio ambiente construído pelo homem e constituem-se na paisagem alterada. A cidade é um sistema complexo de relação que esta em permanente mudança e é constituída por um mosaico de espaços. (BERTOLUZZI, 2004).

A preocupação com o meio ambiente deve começar pela busca do conhecimento do espaço geográfico, tendo em vista o ordenamento territorial caracterizado pela sua paisagem. A análise do ambiente equivale a desmembrar as suas partes, entendendo as suas funções e criando um conjunto integrado de informações representativas do conhecimento a ser adquirido. (SILVA; SOUZA, 1987).

A utilização da malha urbana em um ambiente costeiro possui grande importância no processo de urbanização das cidades. A legislação de zoneamento urbano é utilizada a pouco tempo, e é de responsabilidade municipal.

Através da lei que disciplina o uso e ocupação do solo no território municipal, são definidos a distribuição espacial das atividades socioeconômicas e da população, na cidade através do zoneamento.

A falta de adequação na definição de índices de ocupação do solo faz com que os planos diretores ou leis de zoneamento, sejam elaborados sem uma clara definição do resultado final quando a cidade estiver ocupada. (BOURSCHEID; LOCH, 1994).

Na busca pelo meio urbana mais justa, igualitária e solidária foi promulgado pela constituição de 1988 um capítulo especifico denominado "Politica Urbana" para tutelar a política urbana de desenvolvimento representada pelos Arts. 182 e 183, e posteriormente, em 10 de julho de 2001, foi instituído o estatuto da cidade.

Assim o estatuto das cidades estabelece normais de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e bem estar-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Segundo a lei 10.257/2001, que estabelece diretrizes gerais de politica urbana e dá outras providências, tem por objetivo:

> Art. 2º A politica Urbana tem por objetivo ordenas o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. (BRASIL, 2001).

O grande propósito do plano de ordenamento urbano é construir cidades com uma qualidade urbana para todos, evitando a formação de assentamentos irregulares e informais. O plano de ordenamento urbano expressa no seu contexto, variáveis como habitação, saneamento básico, transporte urbano, uso e ocupação do solo, visando, sobretudo, a preservação da qualidade ambiental das cidades (FRANÇA, 2008).

A intensificação do uso e ocupação do solo na zona costeira ocorre devido às atividades turísticas, que é alimentada pelas belas praias, existente na localidade.

A percepção de que o litoral é um ambiente sujeito a mudanças se estabelece a medida que aumenta a ocupação da orla costeira de modo que efeitos erosivos que antes da ocupação eram ignorados por não

causarem prejuízos passam a ser vistos como fator de risco, implicando em questões ambientais e sociais (MUEHER, 2006).

A busca pelo litoral contribui para o aumento do adensamento urbano, causando diversos problemas, entre eles a degradação ambiental. O problema da falta de planejamento do uso do solo nas zonas costeiras resulta em danos ambientais (KLEIN et al... 2002).

Os processos de uso e ocupação das áreas costeiras sejam os impulsionados pela urbanização ou pelo desenvolvimento turístico, são responsáveis por uma série de modificações significativas e muitas vezes de caráter irreversível nesses ambientes.

Segundo Mueher (2006) 42% da linha d costa do estado da Paraíba, encontra-se ameaçado pela erosão. Esta tendência tem sido evidenciada por padrões inadequados de adensamento populacional da linha de costa.

A erosão da linha de costa pode trazer varias consequências, não somente a praia, mas também aos ambientes antrópicos destacando-se (Souza et al, 2005; Souza, 2009) o desaparecimento da zona de pós-praia, perda e desequilíbrio de habitats naturais, aumento da frequência de inundações costeiras, perda de propriedades de bens públicos e privado ao longo da linha costa, perda do valor imobiliários das habitações costeiras e perda do valor paisagísticos.

Facilitar a ocupação da zona costeira sem obedecer às diretrizes do planejamento ambiental pode se configurar em um risco significativo, de acordo com o que afirma Mueher (2006), "os riscos associados à erosão costeira, entretanto só se tornam críticos em áreas urbanizadas". Diante disto é necessário que se tenha uma discursão mais abrangente sobre o tema, porém o tema é fundamental para a sustentabilidade assim como para a qualidade de vida da população dessas áreas.

Desta maneira,

As várias formas de ocupação e uso do solo na zona costeira, a diversidade de atividades aí desenvolvidas e os diversos quadros naturais fazem com o que o planejamento territorial seja um instrumento fundamental na definição do futuro desse espaço em busca da construção da sustentabilidade urbana (SILVA, 2005).

Sendo assim, a falta de planejamento do espaço urbano, as ações antrópicas sem critérios, podem contribuir para a mudança nas áreas costeiras, principalmente quando estas ocupações ultrapassam os limites estabelecidos pela legislação que garantem a conservação de APPs - área de preservação permanente como de dunas e mangues, produzindo além de alterações naturais custos econômicos e sociais.

Segundo a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Tem por objetivo:

I - A promoção do ordenamento do uso dos recursos naturais e da ocupação dos espaços costeiros, subsidiando e otimizando a aplicação dos instrumentos de controle e de gestão da zona costeira;

O litoral do município da Baia da Traição-PB, é um exemplo desses problemas que combinam a falta de organização do espaço urbano e a vulnerabilidade da erosão costeira existente no local. Os processos de ocupação desordenada nesta área, a falta de programas de educação ambiental para a população auxiliam no agravamento dos processos erosivos e depreciam os imóveis da localidade.

Com base nas características atuais da cidade, o artigo busca caracterizar o uso e ocupação do solo, com ênfase nos processos erosivos costeiros no município da Baia da Traição-PB, relacionando as características do ambiente, tendo em vista fornecer dados e informações sobre o ambiente urbano, para o planejamento e gestão ambiental desta cidade.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O Município da Baia da Traição-PB está localizada na unidade geoambiental dos tabuleiros costeiros, microrregião Baia da Traição e mesorregião Mata Paraibana, litoral norte do estado da Paraíba (Fig. 1). Totalizando uma área de 103,37 km², da foz do rio Camaratuba, ao norte, à foz do rio Mamanguape, ao sul. Mede aproximadamente 40 km de extensão de litoral. Tem como limítrofes: ao norte: a cidade de Matacara: ao sul o município de Marcação e a oeste o município de Rio Tinto, à leste é banhada pelo oceano atlântico. A Baia da Traição-PB situa-se a 06°41' 18'' de latitude sul e 34° 56' 09'' de longitude oeste.

Figura 1 – Localização da Cidade da Baia da Traição no estado da Paraíba.

Fonte: Adaptado pelo autor (2015).

A área de estudo compreende a zona norte do litoral urbanizado do município, onde foi identificado o maior adensamento urbano, totalizando um perímetro de 3,3 km aproximadamente (Fig. 2).

Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos latossolos e Podzólicos nos topos de chapada e topos residuais; pelos Podzpolicos com Fregipan, Podzólicos Plínticos e Podzóis nas pequenas depressões nos tabuleiros; pelos Podzólicos concrecionários em áreas dissecadas e encostas e gleissolos e solos aluviais nas áreas de várzea. De modo geral, os solos são profundos e de baixa fertilidade natural (CPRM, 2005).

A região também é caracterizada por terras tradicionalmente ocupadas, com várias construções e edificações, circunscrita a um aglomerado demográfico (aldeias). A construção e permanência das aldeias não se referem apenas as edificações (habitações), mas sim a todos os espaços e lugares construídos e recobertos de significados pelos indígenas.

O conceito de terra tradicionalmente ocupada é definido da seguinte maneira no art 231 da constituição federal de 1988:

Ás áreas habitadas em caráter permanente pelo grupo indígena, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação de recursos ambientais necessários a seu bem estar, e as necessárias à sua reprodução física e cultural, de acordo com seus usos, costume e tradições. (BRASIL, 1988).

Outra área que se destaca na Baia da Traição-PB é a grande área de terra indígena de etnia potiguar com uma superfície de 21.238ha de área declarada tradicionalmente ocupada, com uma população indígena de 1.058 segundo a (FUNAI, 2015).

2.2 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados para elaboração do trabalho foram referências bibliográficas especializadas em uso e ocupação do solo em ambientes costeiros, erosão costeira, conhecimento empírico, além de investigação técnica de campo na cidade objeto de estudo.

Foram identificadas as características do uso e ocupação do solo de forma desordenada, conforme abordado em estudos realizados por Furtado (2009). Segundo este autor, os municípios costeiros estão expandindo e como consequência aumentam os problemas sociais e os desequilíbrios ambientais, prevendo com isso um futuro com queda acentuada na qualidade de vida e degradação ambiental acelerada.

Foi realizado um levantamento bibliográfico digital de trabalhos relativos a uso e ocupação do solo em ambientes costeiros nos municípios brasileiros. Além do levantamento de campo para reconhecimento visual dos processos e aspectos do uso e ocupação na zona costeira. Este foi feito através de registro fotográfico e diálogos informais. Como também visualização dos pontos de erosão costeira na área estudada.

A técnica de diálogos informais foi realizada junto à população residente na área de estudo, para que houvesse um melhor entendimento da interferência humana nos processos de uso e ocupação do solo.

3. RESULTADO E DISCURSÃO

A área de estudo foi delimitada no mapa, conforme (Fig. 2) e compreende, aproximadamente, uma área de 3,3 km. Esta região foi escolhida por ser a zona de maior incidência dos processos erosivos costeiros, em área totalmente antropizada e por apresentar maior vulnerabilidade e risco à população, bem como aos frequentadores sazonais.

Figura 2: Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Adaptado pelo autor (2015).

3.1 Evolução populacional da Baia da Traição

A população é estimada em 8.826 habitantes de acordo com o último censo demográfico conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (Fig. 3).

Figura 3 – Evolução populacional da Baia da Traição.

Fonte: Censo demográfico (2010).

O crescimento população do município se deu de forma gradual, de acordo com o nível de desenvolvimento local, que é considerado baixo segundo o senso demográfico do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010. A tendência de crescimento da região denota de uma evolução populacional obtida através do crescimento natural.

3.2 Adensamento urbano em área costeira.

O adensamento urbano desordenado na zona costeira está ocasionando problemas de ordem ambiental. De acordo com Mugller et al. (2006) o uso intensivo dos recursos naturais e a pressão do adensamento urbano costeiro expõem e ampliam o desequilíbrio inerente a esta concepção da relação homem natureza.

Diante disto verificou-se uma significante transformação da paisagem natural, trazendo danos às edificações que sofrem ações diretas da dinâmica costeira.

Este processo é observado pelo avanço das construções em busca de localização privilegiada por belas paisagens cênicas. Essa busca constante pela melhor localização se deu em detrimento ao cumprimento da legislação em relação ao uso e ocupação desta área.

O crescimento populacional e a expansão das construções nas áreas costeiras da cidade da Baia da Traição-PB trazem, no seu processo construtivo, riscos e problemas ambientais diversos que não são levados em consideração pelo poder público, ao permitir construções irregulares em áreas de preservação, como é visualizado a seguir nas construções existentes na localidade (Fig.4).

Figura 4 – Evidências de construções de casas sobre dunas em área de pós-praia.

Fonte: Adaptado pelo Autor (2015).

De acordo com a lei 7.661 de 16 de maio de 1988 no seu art. 3º. Do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC prevê o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dá prioridade à conservação e proteção de dunas e manguezais.

Como também no seu art. 23 que define os limites da orla marítima fica estabelecido de acordo com os seguintes critérios: II - terrestre: cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas (ecossistemas costeiros comuns em estuários, lagunas e baías), lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acrescidos.

Figura 5 – Evidências de pavimentação e residências sobre dunas em área de pós-praia.

Fonte: Autor (2015)

A supressão da área de pós-praia para a implantação de residências, comércios, bares, casas de pescadores, pousadas, hotéis, casas de veraneio entre outros empreendimentos, tem causado destruição de bens e patrimônio público (Fig. 6).

Figura 6: Evidência da ocupação na linha de pós- praia, por comerciantes.

Fonte: Autor (2015)

Para Mugller et al. (2006) as pessoas têm atitude de pouca consciência e sensibilidade em relação ao uso e ocupação do solo, o que contribui para sua degradação, seja pelo seu mau uso ou pela sua ocupação desordenada.

Este problema aumenta quando se trata do uso inadequado do espaço. Esse tipo de ocupação tem modificado a paisagem local, afetando o cenário natural, além de acarretar um desequilíbrio e desconforto ambiental nos ambientes costeiros como, por exemplo, a emissão de efluente residencial direto na praia por meio de esgoto residencial e falta de galeria de rede pluvial que direciona todo efluente doméstico das ruas adjacentes direto para o mar, conforme (Fig.7 e 8).

Figura 7 – Evidência do efluente domiciliar lançado diretamente na área de pós-praia na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

O acesso dos banhistas à praia é feito pelas laterais das residências e outros estabelecimentos que competem pelo espaço mais privilegiado de frente para o mar, sem se preocupar com a falta de estrutura. Há poucas ruas de acesso à praia e os poucos que há, a população tem acesso por becos contendo lixo marinho, efluentes líquidos residenciais e rede pluvial, todos lançados direto no mar.

Figura 8 – Evidência do efluente pluvial e domiciliar lançados diretamente na área de pós-praia na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

Outro problema ambiental observado decorrente desse adensamento irregular é o aterramento da área de pós-praia, com o mais variado tipo de material, para servir de suporte às construções que se estendem ao longo da área de estudo contribuindo, assim, para a descaracterização natural da praia (Fig. 9).

Figura 9 – Evidência do adensamento urbano na área de pós-praia na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

A instalação de novos empreendimentos acarreta a retirada da vegetação nativa e o aterramento da área de pós-praia, para dar suporte às edificações irregulares com uso de sedimentos diversos como: entulho, argila e outros materiais, resultando em mudanças na dinâmica praial.

Esse tipo de ocupação esta modificando a paisagem, afetando o cenário natural. Segundo Mueher (2006), nos últimos anos houve uma preocupação na forma de se planejar racionalmente a ocupação e o uso do espaço costeiro nos pequenos municípios Brasileiros, sendo esta problemática relativamente nova no Brasil.

O adensamento urbano costeiro é um dos fatores indicativos, que representa o planejamento e a gestão dos assentamentos urbanos segundo Acioly, 1998:

> "Ela representa um número total da população de uma área urbana especifica, expressa em habitantes por unidade de terra ou solo urbano" (ACIOLY, 1998).

Verificou-se que o adensamento urbano é ocasionado por não existe um planejamento politico-administrativo na cidade. Através disso é ocasionados conflitos de ordem ambiental e, em muitos casos, a ocupação ocorre de forma desordenada. A densidade urbana afeta diretamente os processos de desenvolvimento urbano, exercendo um impacto significativo no meio ambiente.

Esse processo de desenvolvimento quando feito de forma desordenada e sem respeitar minimamente o ecossistema natural pode provocar um desequilíbrio ambiental.

Nas ultimas décadas, a zona costeira vem recebendo os efeitos diretos do crescimento demográfico, com o aumento da ocupação da costa. Em geral, esta ocupação tem ocorrido de forma desordenada, sem se levar em conta o caráter natural instável das zonas costeiras. A partir dos problemas acarretados pelos processos de erosão (GOMES, 2004).

O adensamento urbano sobrecarregar a saturação do solo urbano, produzindo um meio ambiente inadequado ao desenvolvimento urbano. Adensamento urbano sugere um risco maior de degradação ambiental, principalmente pelo aumento dos processos erosivos costeiros (Fig. 10).

Figura 10 – Evidência do adensamento urbano na praia da Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

3.3 Processos erosivos costeiros

A erosão costeira tem constituído um grave problema no município da Baia da Traição-PB, devido ao adensamento urbano nas áreas de pós-praia, resultando em perda de propriedades e no investimento de recursos significativos para a construção de obras de contenção.

Em termos geomorfológicos, é observado que a costa possui um grande dinamismo de processos atuantes de perda (erosão), fazendo com que a praia avance em direção ao continente, mas a interferência humana vem provocando desequilíbrios acentuados nesse balanço sedimentar provocando danos ambientais e materiais às populações residentes nestas áreas costeiras.

A erosão costeira corresponde ao processo de destruição realizada pelas ondas do mar, ao longo do litoral. Os processos erosivos costeiros na cidade da Baia da Traição-PB, estão ocasionando a destruição das construções que se encontram na área de pós-praia devido constante e impacto das ondas, nas marés altas, removendo os sedimentos arenosos do meio natural, característico das praias, sem haver condições de reposição de forma natural destes sedimentos, que é comum a dinâmica costeira.

As consequências disto são incalculáveis, em termos materiais e imateriais, pois todos os investimentos feitos por particulares em seus imóveis, como melhorias e reformas, são desperdiçados, por ignorarem o fato de estarem ocupando uma área de forma irregular e desordenada (Fig. 11).

Figura 11: Evidências dos processos erosivos costeiros na praia da Baia da Traição-PB.

Foto: Inaê Teles (2013).

Segundo Mueher (2006) o litoral paraibano apresenta cerca de 140 km de extensão, onde 42% apresenta recuo da linha de costa, 33% experimentam progradação, 21% em equilíbrio, apenas 4% estabilizados por obras de engenharia e quase 50% da costa encontra-se ameaçado pela erosão (Fig. 12).

Figura 12 – Tendência de comportamento da linha de costa do estado da Paraíba.

Fonte: Mueher (2006).

Com o continuo avanço e recuo das ondas e marés, os sedimentos costeiros vão sendo carregados e depositados no mar. Pois as ondas são responsáveis pelos processos marinhos de deposição e remoção de sedimentos ao longo da linha de costa sob a influência das marés e correntes marítimas.

A ocupação da zona costeira ocorre de maneira desordenada, com o avanço das construções sobre a área de pós-praia, comprometendo o fluxo de sedimentos que alimentam naturalmente as praias adjacentes, resultando no recuo gradativo da linha de praia (Fig.13).

Figura 13 – Evidência da erosão costeira na área de pós-praia na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

Quase 42% da linha de costa do estado da Paraíba encontra-se ameaçado pela erosão. Este número alarmante decorre do fato deste trecho da linha de costa está situada em um setor da costa Brasileira caracterizada por uma tendência de longo prazo para erosão costeira. Esta tendência tem sido exacerbada por padrões inadequados de ocupação da linha costa. (Mueher, 2006).

O fenômeno da erosão é um problema para a população local, quando o mesmo constrói algum tipo de referencial, que se interpõe na trajetória de recuo da linha de costa. Desse modo, este problema de erosão costeira é acelerado, contribuindo com a destruição das casas que são construídas sem acompanhamento técnico e sem critérios, por falta de um plano de uso e ocupação do solo, já que o município não se disponibiliza de um.

Sendo assim, ocorrem instalações e construções que ocupam de forma irregular e desordenada toda a linha de pós-praia. As consequências dessas ações colocam a população em uma situação de risco gerado pela falta de informação, tanto de quem ocupa estas áreas, como de quem as permitem ocupar (Fig. 14).

Figura 14: Evidência do processo de erosão costeira na Baia da Traição-PB.

Fonte: Inaê Tales (2015).

A erosão costeira visualizada na área encontra-se em um estado avançado, com crescente perda da pós-praia e do patrimônio público e privado local. As variações do nível do mar e a ocupação indevida das áreas de dinâmica nos processos costeiros tem ocasionado intensa descaracterização do ambiente praial (Fig. 15).

Figura 15 – Evidência do processo de erosão costeira na Baia da Traição-PB, com destruição de patrimônio privado.

Fonte: Autor (2015).

O uso da área costeira é impulsionado tanto pela urbanização, de ritmo acelerado devido a grande expansão imobiliária dos últimos anos intensificado como pelo desenvolvimento turístico da cidade, que chega a triplicar o número de frequentadores em época de férias.

A deficiência em orientação e acompanhamento técnico adequado, com conhecimento em dinâmica costeira, faz com que a ocupação existente seja caracterizada de forma desordenada e sem a observância às leis de proteção ambiental de APP – área de proteção ambienta em áreas costeiras. Esse tipo de ocupação tem modificado a paisagem local, afetando o cenário natural, estando diretamente relacionado com potencial turístico e cênico do lugar, que induz a essa prática, por ser tratar de uma praia balneária (Fig. 16).

Figura 16 – Evidência do processo de erosão costeira na Baia da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

3.5 Intervenções de mitigação dos processos erosivos costeiros

A junção dos processos erosivos costeiros observados na área de estudo e o constante adensamento de forma desordenada que é característico em todo o município da Baía da Traição-PB, principalmente na parte norte do litoral mais urbanizado e com maior intensificação de atividades turísticas, levaram aos proprietários de imóveis desta área a improvisarem estruturas de contenção não eficientes (Fig. 17).

Figura 17: Evidência de construção de estruturas de contenção como meio de mitigação dos processos erosivos costeiros.

Fonte: Autor (2015)

Levando em consideração a proporção dos problemas ambientais decorrentes da erosão costeira local, associados à forma de uso e ocupação do solo e as estruturas construídas como meio de mitigação dos processos erosivos sofridos por suas edificações, fica caracterizado a fragilidade com que o meio se encontra mediante as tentativas de evitar maiores danos em risco ambiental, que é uma realidade local.

Grande parte das estruturas de contensão para mitigar os processos erosivos costeiros na cidade da Baia da Traição-PB tem sido feito de maneira artesanal, espontânea e desordenada, a partir de intervenções de iniciativa particular individual, sem nenhum planejamento urbanístico por meio do poder público municipal.

Levando em consideração que a erosão marinha local tem feito com que a linha de praia avançasse em direção ao continente, foi observado que a área que anteriormente era considerada como área de pós-praia, hoje, ela é a zona de estirâncio, isto é, a zona que sofre diretamente a ação das ondas por serem exatamente os limites de alcance das marés alta e baixa. Desta forma, as edificações que se encontravam em zona relativamente segura de pós-praia, sujeitas apenas a eventuais ressacas do mar, hoje, quase todas se encontram dentro dos limites de estirâncio, e por isso, sofrem direta e diariamente a ação das ondas.

O problema atinge proporções alarmantes por gerar um grave risco ambiental, colocando em risco os moradores e frequentadores destas praias que ignoram o perigo eminente e graves acidentes por estarem residindo ou veraneando nestas áreas.

Em seguida são avaliados os tipos de intervenções feitos, tanto por iniciativa privada como iniciativa pública, dessas construções que se encontram em áreas de maior risco.

3.5.1 Estruturas de gabiões

As estruturas de gabiões são construídas, tendo em vista a necessidade de proteger a propriedade o patrimônio público e a população de um modo geral. Estas estruturas de estabilização podem causar efeitos adversos, caso sejam utilizadas de forma indevida, dentro os quais podem ser citadas: a mudança da paisagem costeira natural, poluição visual, perca da praia recreativa, proliferação de vetores causadores de pragas urbanas e a fixação de lixo marinho.

Com a falta de manutenção e a quebra do equilíbrio natural da dinâmica costeira de remoção e deposição de sedimentos, areia da praia, todas estas estruturas, logo após a conclusão de suas construções, elas já inauguram com uma vida útil e prazo de validade vencido.

Esta estrutura se encontra na praça principal do município e é onde ocorrem os grandes eventos locais. Ela foi reformada recentemente, mas já é possível visualizar a fragilidade da estrutura mediante a ação diária das marés, por se localizar exatamente dentro da zona de estirâncio (Fig. 18).

Figura 18: Evidência de obras de engenharia para contenção da erosão por uso de gabiões.

Fonte: Autor (2015).

As estruturas de gaiolas como embalagens colocadas uma junto da outra para formar um conjunto homogêneo e monolítico com as dimensões apropriadas para fornecer mais condições de resistência já estão avariadas devido o solapamento das ondas em sua base, removendo os sedimentos de suporte dos gabiões e, consequentemente, toda usa estrutura.

Ainda foi visualizado que os locais onde foram feito as estruturas de contenção, com o objetivo de evitar a retração da linha de costa e a destruição de casas e patrimônio público, são os locais que mais sofrem com os processos erosivos costeiros, sendo observado o colapso total destas estruturas.

3.5.2 Muros de alvenaria de rochas

A forma como as construções de estruturas de contenção da erosão costeira característica na Baía da Traição-PB podem ser comparadas com a pesquisa de Koerner & Oliveira (2010), que analisa o comportamento e as alterações ocorridas nas estruturas de contenção, denotando uma tendência do aumento do número de casas com estes tipos obras de contenção, uma vez que o número de casas com obras de contenção aumentaram nos últimos anos (Fig. 19).

Figura 19: Evidência de estrutura de contenção por meio de muros de alvenaria de pedra.

Fonte: Autor (2015).

Foi observado que este tipo de estrutura é o mais comum. Mas como os demais métodos usados para tentar diminuir o avanço do mar sobre as edificações, este também se torna ineficiente mediante as condições locais.

O resultado é o mesmo dos outros problemas ambientais identificados que restringem e/ou dificultam o acesso das pessoas à praia. Essas estruturas de contenção quando implantadas sem um breve estudo ambiental pode potencializar os processos erosivos nas praias adjacentes já que contribuem para a erosão costeira (Fig. 20).

Figura 20: Evidência da ineficiência dos muros de alvenaria de rochas como meio de contenção na Baía da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

3.5.3 Diques artificiais de rochas aleatórias nas bases das edificações

Com a remoção do sedimento natural da zona de pós-praia onde as residências, bares e outros estabelecimentos comerciais se encontram, umas das soluções paliativas são a disposição de rochas nas bases das construções como um meio de atenuar a ação das ondas, diminuindo a força das marés que invadem as casas (Fig. 21).

Figura 21: Evidência da disposição de rochas como mitigação dos processos erosivos costeiros.

Fonte: Autor (2015).

Da mesma forma, este método utilizado na figura acima, se mostra pouco eficaz e contribui ainda mais para a erosão costeira, poluição visual e demais problemas ambientais anteriormente citados.

3.5.4 Muro de alvenaria associado a diques artificiais de rochas

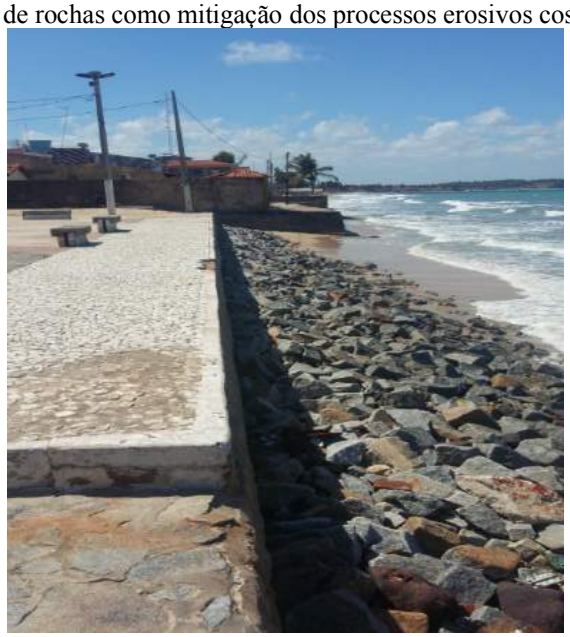
A junção de duas diferentes técnicas como, a construção de muro de alvenaria e diques artificiais em uma mesma edificação, mostra de forma mais clara a tentativa paliativa de mitigação da erosão. A praça recém-construída em frente à Prefeitura municipal se utilizou dessa estrutura de engenharia (Fig. 22).

Figura 22: Praça recém construída em frente a sede da Prefeitura Municipal da Baía da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

Esta praça, mesmo sendo construída com maior recuo da linha de praia, em relação às edificações vizinhas, ainda sofre a força das marés por estar localizada na mesma zona de pós-praia que sofre o avanço da linha do mar em relação ao continente (Fig. 23).

Figura 23: Evidência da disposição de rochas como mitigação dos processos erosivos costeiros.



Fonte: Autor (2015).

3.5.5 Utilização de troncos e madeira

De forma artesanal, troncos e madeira das edificações demolidas pelas ondas são utilizadas para construção de estruturas que possam oferecer qualquer tipo de resistência à força das marés. Proprietários com poucos recursos lançam mão dessa matéria prima de maior oferta disponível no local para construção de barricadas pouco eficientes visando o retardamento a erosão costeira (Fig. 24).

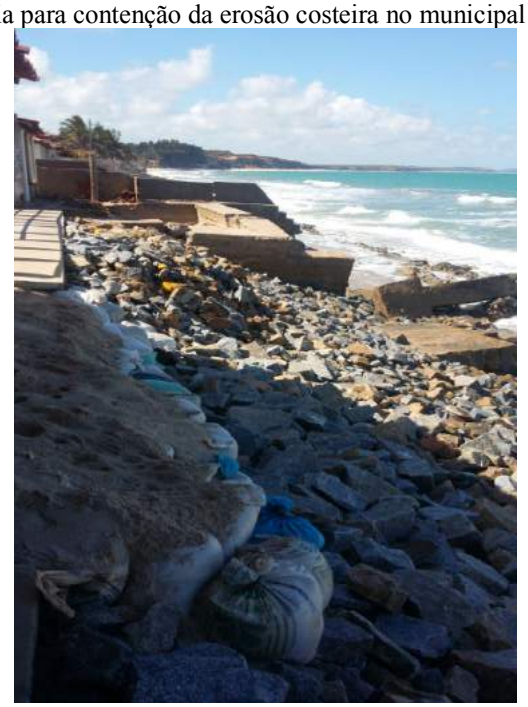
Figura 24: Utilização de sacos de areia para contenção da erosão costeira no municipal da Baía da Traição-PB.

Fonte: Autor (2015).

3.5.6 Utilização de sacos de areia

Outra forma artesanal de tentar conter a erosão sofrida por seus imóveis é a utilização sacos de areia como barricada para conter a força das ondas. Sendo muito menos eficaz que os métodos anteriores, ainda assim é bastante usado no local. Por ser uma estrutura mais frágil, de saco e areia, logo são destruídos e por isso são usados em associação com outros meios de contenção (Fig. 25).

Figura 25: Utilização de sacos de areia para contenção da erosão costeira no municipal da Baía da Traição-PB.



Fonte: Autor (2015).

Apesar de todo esforço da comunidade local em tentar conter a ação das ondas e garantir a permanência de suas edificações, pouco sucesso é obtido mediante a força contínua das marés, da erosão e da dinâmica costeira no município da Baía da Traição-PB.

Outros materiais como: entulho de construções, retirados dos prédios destruídos e reformas, barro, areia, rochas e até mesmo lixo marinho são lançados nas bases dos imóveis com maior grau de risco ambiental, como medida de mitigação dos processos erosivos costeiros. Relativamente poucos imóveis estão realmente abandonados. Alguns, pelas condições não há condições de uso, mas, mesmo assim, os proprietários insistem em continuar ocupando as áreas de pós-praia em meio ao risco e os problemas ambientais causados pela ocupação irregular local.

4. CONCLUSÕES

Verificou-se o crescente desordenamento espacial retratado através do uso e ocupação do solo na linha de praia na zona norte da Baia da Traição-PB.

Caracterizou-se a ocupação irregular e desordenada pela antropização das dunas na zona de pós-praia.

Observou-se a aceleração significativa do processo de erosão costeira.

Constatou-se que as estruturas construídas para mitigação dos processos erosivos costeiros sobre as edificações são deficientes.

É necessário que se estabeleça um plano de ordenação na linha de costa de forma integrado e continuado.

É necessária uma política de conscientização, para os moradores e visitantes, visando à conservação dos ambientes costeiros.

O avanço da linha da praia sobre o continente fez com que a área de pós-praia se tornasse a zona de estirãncio.

Como o objetivo deste trabalho foi o de caracterização das condições do meio ambiente costeiro no litoral município da Baía da Traição-PB, as avaliações quantitativas para definição da atual zona de entirâncio e pós-praia das áreas antropizadas podem ser tema de uma nova pesquisa de trabalho científico como sequência deste artigo.

REFERÊNCIAS

FURTADO, F. **Cidades Sustentáveis**. Disponível em: http://www.ceci-br.org/textos/fatima2.dov. Acessado em 15 de maio 2015.

VIADANA, A. G. **A Excursão geográfica didática: Pontal do Triângulo Minério**. Rio Claro/SP: LPM/IGCE, 2005.

BERTOLLUZI, D.S. **Caracterização das Funções e Padrões de Uso e Ocupação do Solo no Centro de Florianopolis (SC).** Dissertação. UFSC. Florianoppolis. 2004.

SILVA,J.X; SOUZA, M.L. de. **Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1987. 196p.

BOURSCHEID, J.A.; LOCH, C. **Estatuto da Expansão Vertical na Ocupação Urbana.** In: Anais do congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitario – COBRAC. Florianopolis, 1994.

FRANÇA, Hélio Moreira. **O plano diretor e as funções sociais da cidade. CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro**. 2008.

BRASIL. Lei nº 10.257: **Estabelece diretrizes gerais da politica urbana e dá outra providências.** DUO: Publicado em 10 de julho de 2001.

BRASIL. Lei nº 7.661: **Dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências**. DUO: Publicado em 16 de maio de 1988.

BRASIL. Constituição (1988) de 05 de outubro de 1988. **Artigo 231**. No título VIII – " Da Ordem Social", Capitulo VIII – Dos Índios. Disponível em: www.planalto.gov.br/constituição.htm. Acessado em 29.11.2015.

IDEME – Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba. Disponível em:**www.ideme.pb.gov.br/.../2893atlasidhm2013perfilbaia-da-traicaopb**. Acessado em 28.11.2015

CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. **Atlas digital dos recursos hídricos subterrâneos do estado da Paraíba.** (2005). Disponível em: www. cprm.gov.br. Acessado em 28.11.2015.

MOTA, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental.** Fortaleza. Edições UFC, 1981.

FUNAI-WEB. **Fundação Nacional do Índio**. Disponivél em: http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas. Acessado em: 02. Dez. 2015.

IBGE-WEB. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250140. Acessado em: 03.Dez.2015.

MUGLLER, Cristine Carole et al. **Educação em solos: princípios, teoria e métodos**. Revista Brasileira de Ciência do Solos. Vol.30. Viçosa. Minas Gerais. 2006.

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana.** Ed. Mauad. Rio de Janeiro. 1998.

KLEIN, A. H. F. ; DIEHL, F. L.; RIBEIRO Jr, O. & BENEDITO FILHO, L. **O litoral de Santa Catarina e a ocupação desordenada das suas praias**. Gerenciamento costeiro integrado, Nº 2 ano I, 2002.

MUEHER Dieter (Org).**Erosão e progradação do litoral Brasileiro – Paraíba.** Brasília:MMA, 2006.

SILVA, Solange Teles da: **Planejamento urbano na zona costeira**. XIV. Congresso Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós Graduação em Direito – CONPEDI. Fortaleza. 2005.

GOMES, Renato Correa**. Perfil Praial de Equilíbrio da Praia de Meaípe – Espirito Santo**. Monografia. Vitoria, 2004.

DANTAS, Marisete de Aquino; MOTA Suetônio; SILVA, Erasmo da Pinto beira. **Impactos ambientais da ocupação desordenada da praia de Caponga-CE**. (2003).

MUEHER Dieter. **Erosão progradação do litoral brasileiro**. Brasília, MMA, 2006

KOERNER, K.F; Oliveira. **Impactos de Estruturas de Contenção sobre a Orla do Balneário do Hermenegildo**. Revista da Gestão Integrada. Rio Grande do Sul. 2010.

SOUZA, C.R. de G.A. **Erosão nas praias do estado de São Paulo: causas, consequências, indicadores de Monitoramento e Risco.** São Paulo, SP, Brasil. 2009

SOUZA, C.R de G., Souza Filho, P.W.M., Esteves, S.L., Vital, H., Dillenburg, S.R., Patchineelam, S.M. & Addad, J.E. (2005) - **Praias arenosas e Erosão Costeira**. In: C.R. de G. Souza, k. Suguio, A.M. Santos & P,E. Oliveira (eds.), " Quaternário do Brasil", P.130- 152, Holos Editora, Ribeirão Preto, SP, Brasil. (ISBN-10:858669470).

Caracterização físico-química das águas do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV, como subsídio para gestão da Unidade de Conservação – UC e sua sustentabilidade.

Daniel Baima de Oliveira[1], Márcio Gonçalves Adriano[1], Williams da Silva Guimarães de Lima[2], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[3]
[1]Engenheiro Ambiental Innovatis Solar. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: dbaima.1985@gmail.com,
[1]Engenheiro Ambiental Innovatis Solar. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcio_adriano@gmail.com,
[2]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: williams_guimaraes@hotmail.com, [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcoaureliorodriguesdemelo @gmail.com

RESUMO

As plataformas continentais são curvaturas suaves em direção ao alto mar e é formada por grandes extensões continentais. Muitos desses locais possuem um constante impacto seja ela por resíduos sólidos, óleos combustíveis, a pesca, entre outros.
Estudos e observações realizadas ao redor e dentro do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, foi perceptível uma grande quantidade de resíduos sólidos, o que causa problemas para o turismo, um grande perigo para a vida marinha. Esse tipo de poluição ela é produzida diretamente ou indiretamente pela ação do homem, gerado em terra ou no mar, muitas vezes postergados por longos tempos devido à falta de conhecimento e falta de políticas de gerenciamento ambiental.
Outro fator sério no que se diz à questão de poluição são os óleos combustíveis marítimos que embora não apresente grandes danos aos ambientes marinhos, temos que intensificar o gerenciamento desse produto, pois são absorvidos por grande parte do ecossistema marinho. A pesca por mais que seja uma atividade de menor escala, também possui uma certa porcentagem de culpa na poluição marinha, pois muitas redes e outros artefatos são esquecidos nos mares, fazendo com que animais aquáticos sofram sérios riscos, alem de contaminar todo ecossistema do local.

Palavras-chave: resíduos sólidos; poluição marinha; plataforma continental; gerenciamento ambiental.

ABSTRAT

The continental shelves are gentle curves towards the high seas and are formed by large continental expanses. Many of these places have a constant impact whether it be solid waste, fuel oils, fishing, among others.
Studies and observations made around and within the Marine State Park of Areia Vermelha, was perceived a large amount of solid waste, which causes problems for tourism, a great danger to marine life. This type of pollution is produced directly or indirectly by man's action, generated on land or at sea, often delayed for long periods due to lack of knowledge and lack of environmental management policies. Another serious factor in the issue of pollution is marine fuel oils which, while not presenting major damage to marine environments, have to intensify the management of this product, since they are absorbed by a large part of the marine ecosystem. Fishing, however small-scale, also has a certain percentage of guilt in marine pollution, since many nets and other artifacts are forgotten in the seas, causing aquatic animals to suffer serious risks, as well as to contaminate every ecosystem of the place.

Keywords: solid waste; marine pollution; Continental shelf; environmental management.

1 INTRODUÇÃO

As plataformas continentais são formadas por grandes extensões continentais submersas pelas águas dos mares, possuindo curvatura suave em direção ao alto mar, são do tipo largas e continuas e possuem profundidade de até 180 metros, até atingir o talude continental. No Brasil a maior largura da plataforma continental fica localizada no estuário do Rio Amazonas, onde possui cerca de 200 km (SUGUIO, 2003, p. 281).

A plataforma continental pode ser subdividida em plataforma interna e externa, e algumas vezes, alguns até admiti-se a plataforma média nessa divisão. A plataforma interna corresponde inicialmente no nível de maré baixa média e estende-se até 30 metros de profundidade. Nessa fase, a salinidade e a temperatura são extremamente variáveis e possui iluminação em abundancia, o que propicia o desenvolvimento profícuo de vidas animais e vegetais. Na plataforma externa, que representa a porção distal e inicia-se acerca de 30 metros, podendo chegar a 200 metros, onde é caracterizado por se situar abaixo da base de ondas e por exibir fundo lamacento, embora possam aparecer areais e cascalho. Quando se compara com a plataforma interna, a plataforma externa possui a salinidade mais constante, porém a insuficiência de luminosidade leva ao desenvolvimento principalmente de algas calcarias (SUGUIO, 2003, p. 281).

Muito dessas áreas possuem uma constante impacto seja ela por resíduos sólidos, óleos combustíveis, a pesca, entre outros.

Uma das poluições mais frequentes no nas águas dos mares são os "Lixos Marinhos" que é definido como qualquer tipo de resíduo sólido produzido pelo homem, gerado em terra ou no mar, que, intencionalmente ou não, tenha sido introduzido no ambiente marinho (UNEP, 2005; BRASIL, 2013).

Através do artigo primeiro da Convenção sobre Direito do Mar de 1982 a principal definição de poluição marinha é:

> "Significa a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio ambiente marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir a provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e vida marinha, riscos a saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreio".

Se tratando da poluição dos oceanos por resíduos, pode-se afirmar que ela foi omitida por um longo tempo devido à falta de conhecimento e políticas de gerenciamento (LAIST, 1987; NAGELKERKEN et al., 2001 apud CARVALHO-SOUZA; TINÔCO, 2010).

Outra definição seria a introdução, pelo homem, de substâncias ou energia no ambiente marinho (incluindo estuários), acarretando em efeitos prejudiciais ou negativos, como danos aos seres vivos, à saúde humana e obstáculos às atividades marinhas (JUNIOR; MORAES; MAURAT, 2009).

Segundo Araújo e Costa, (2003):

> Fonte de riquezas supostamente inesgotáveis, os oceanos cobrem dois terços da superfície terrestre e há muito tempo servem de depósito para todo tipo de resíduos produzidos pelo homem, desde efluentes líquidos sanitários ou industriais até as mais diversas classes de lixo, como plásticos, vidros e materiais radioativos ou tóxicos (ARAÚJO; COSTA, 2003, p. 64).

A contaminação por resíduos sólidos no ambiente marinho é uma questão que deve ser tratada com cuidado, uma vez que a sua importância é crescente desde a substituição de materiais degradáveis por outros não degradáveis (MACHADO, 2006).

No Brasil, tem-se 7.408 km de extensão de linha de costa e cerca de 442 mil km² de zonas costeiras, onde, cinco das nove maiores regiões metropolitanas brasileiras, situam-se à beira-mar. Diante desses dados, podemos dizer que metade da população brasileira reside a menos de 200 km do mar (ARAÚJO; COSTA, 2003).

O fato da maior parte da população não dispor de redes de esgotos, nem de sistema de coleta de resíduos, agrava os efeitos ambientais dessa concentração. Além disso, grande número de pessoas não exerce os princípios básicos de cidadania e trata o espaço público como um bem que não lhe pertence, ignorando sua responsabilidade de mantê-lo limpo (ARAÚJO; COSTA, 2003).

Estudos evidenciam que os ambientes recifais costeiros encontram-se contaminados por resíduos e provavelmente este seja um padrão para todos os ambientes recifais urbanos, tendo como principais e preocupantes poluentes o plástico, madeira, metal, apetrechos de pesca e outros onde estes estão afetando diretamente o ambiente, a biota, paisagem submarina, as atividades recreacionais e comerciais e, com isso, podendo acarretar a perdas ecossocioculturais e econômica (SOUZA, 2009).

Os oceanos e os mares se tornam também, muitas vezes, o destino dos subprodutos gerados pelas atividades humanas e acolhem de forma direta ou indireta, uma grande variedade de poluentes, rejeitos urbanos, agrícolas e industriais. Isto se dá pelo fato da grande maioria dos grandes centros urbanos estarem localizados em regiões costeiras e geralmente próximos a baías e estuários, estas áreas são, comparativamente aos oceanos, as mais vulneráveis ao impacto da poluição (JUNIOR; MORAES; MAURAT, 2009).

Segundo Araújo e Costa, (2003):

> A pesca, a navegação e outras atividades marítimas, embora em menor escala, também têm sua parcela de culpa na poluição. Grande quantidade de linhas, redes e outros artefatos de pesca são perdidos no mar a cada dia, não só contaminando o ambiente, mas trazendo sérios riscos para peixes, aves, golfinhos e baleias [...] (ARAÚJO; COSTA, 2003, p. 65).

Outra fonte de poluição marinha é feita através da contaminação por óleo onde sempre foi absorvido pelo ecossistema marinho e é causada por fontes naturais, mas sem apresentar grandes danos aos organismos marinhos, porém o crescente consumo desses óleos em vários países mudou completamente esse quadro (BARBOSA, 2010), tornando de grande preocupação o grau de contaminação.

Os metais traços liberados nos ambientes aquáticos provocam uma seria ameaça ao ecossistema devido a sua toxicidade, bioacumulação, persistência longa e biomagnificação da cadeia alimentar (BARBOSA, 2010).

Graças atualmente aos esforços, apesar de ainda esparsos, de pesquisadores como também agentes preocupados com a atual situação, esta problemática vendo sendo amplamente discutida, verificando a necessidade de criar soluções e estratégias para o controle deste impacto e manutenção do equilíbrio dos processos (IVAR DO SUL e COSTA, 2007).

Existe uma necessidade atual apontada para a criação de meios para o conhecimento e integração destas informações pelo mundo, com o objetivo de criar planejamentos diretivos a esta problemática. Uma compreensão dos processos costeiros e dinâmica da poluição marinha, aliados as alternativas da produção de possíveis resíduos descartáveis é fundamental para intensificar modelos de gerenciamento destes resíduos e estratégias para a conservação dos ambientes costeiro e marinho.

Foi caracterizada em termos geoquímicos a qualidade da água na plataforma continental interna do município de Cabedelo/PB, de forma a permitir o diagnóstico da atual conservação dos ecossistemas adjacentes do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha.

Para isso, analisamos a atual situação dos resíduos sólidos e outras formas de contaminação das embarcações no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, verificando os possíveis efeitos do impacto gerado em uma análise em escala local e subsídios para sua gestão. Foi verificado o impacto ambiental ocasionado pelo uso desordenado e pelo trafego de embarcações no entorno do PEMAV e caracterizar as águas do PEMAV relacionados a sua qualidade.

Alem disso, foram feitos análises de parâmetros quantitativos e qualitativos das coletas de água no entorno das áreas do PEMAV.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O PEMAV – Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, tem como ponto central a ilha de areia vermelha, que é um banco de areia de cerca de dois quilômetros de comprimento por um de largura, localizado em frente à praia de Camboinha, Cabedelo. A ilha aparece sempre na baixa-mar, do mesmo modo que os corais de picãozinho, na praia de Tambaú, João Pessoa. Areia Vermelha é um ótimo lugar para banhos, já que possui piscinas naturais e corais, numa água transparente de tom verde-claro.

O PEMAV foi criado no ano de 2000, através do decreto estadual 21.263/00, sendo classificado como Unidade de Conservação de Proteção Integral, onde visa proteger e preservar integralmente os recursos naturais do ecossistema (banco de areia, corais recifais, piscina naturais, fauna e flora marinha), controlar e ordenar o turismo sustentáveis e as demais atividades econômicas, de gerenciar e fiscalizar a área para um uso racional, além de garantir a integridade da paisagem.

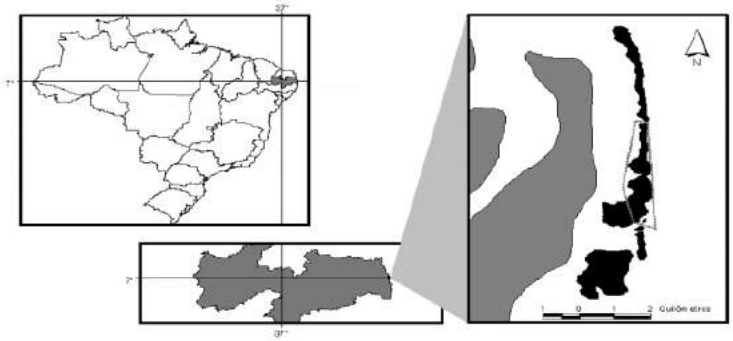
Esta Unidade de Conservação é 100% marinha, e está localizado aproximadamente a 700 metros da costa do município de Cabedelo (Bar do Marujo – Camboinha). Possui uma área de 231 hectares e perímetro de 8.382,72 metros e abrange o Banco de Areia Vermelha e o Banco de Areia Dourada que afloram de acordo com as marés.

Existem vários meios para que se possa chegar no Parque de Areia Vermelha uma delas é utilizando os serviços das embarcações turísticas que ficam na zona costeira de Cabedelo, os que são chamados de Catamarãs, além de ser usados as lanchas, caiaques, barcos a velas, Jet-sky, etc.., meios mais aventureiras que turistas utilizam para que haja acima de tudo diversão no parque.

Figura 1. Parque Estadual Marinho Areia Vermelha. Cabedelo, PB.

Fonte: Google Earth, 2016.

Figura 2. Mapa de localização geográfica de areia vermelha e área recifal do litoral norte da Paraíba, em destaque na figura a porção correspondente aos limites do Parque Estadual Marinho Areia Vermelha.



Fonte Google Earth, modificado por C. Cordeiro.

Além de possuir o banco de areia, estima-se que o Parque seja responsável pela proteção de diversas espécies que ali estão, sendo nove espécies de corais, nove tipos de esponjas do mar, 41 de moluscos, 31 de crustáceos, 55 de peixes, entre outros grupos da fauna recifal.

Problemas como a atividade de captura, pesca, extrativismo e degradação da fauna e flora, além de resíduos jogados pelos turistas e embarcações podem causar graves danos a todas as espécies existentes no local, e também causar algum tipo de poluição que leve a gerar doenças aos que ali estão.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Utilizando a carta náutica faremos a observação de todo o perímetro do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, para que se possa tirar as coordenadas de todas os pontos das embarcações turísticas e de passeio que fazem percurso da zona costeira até o local estudado e de todos os pontos de coletas das amostras, onde serão marcados ao redor de todo o parque. Utilizaremos um barco com ecobatimetro e sonar e um GPS da marca Garmim, além de equipamentos de mergulhos para tentar realizar a caracterização geoquímica da plataforma continental de Areia Vermelha.

Coletas de água nessa região são de extrema importância para tentar identificar alguma poluição no local, sendo que será feito a retirada da água para análise em um fim de semana movimentado com diversas embarcações e turistas, as coletas serão feitas sempre na maré baixa.

As coletas de água serão feitas em frasco de vidro, onde o mesmo será mergulhado com uma profundidade mínima de 20 cm, com a abertura do frasco voltado em direção contraria a correnteza, para evitar contaminação da coleta. Colocaremos o frasco de vidro dentro de uma caixa de isopor com gelo para que se leve ao laboratório com segurança para fazer as realizações dos estudos.

De acordo com o (CONAMA 357/2000), a qualidade das águas de forma alguma deve deteriorar o equilíbrio ecológico aquático e muito menos prejudicar a saúde e o bem-estar humano.

De acordo com o (CONAMA 274/2000) a classificação das águas próprias para, exclusivamente, uso de recreação de contato primário (natação, ski aquático e mergulho), pode considerar que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade onde a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade.

Utilizaremos os devidos parâmetros e indicadores mais importantes para se fazer a avaliação da qualidade da água que poderão ser analisados dentro do PEMAV:

Nos parâmetros Físico-Química será feito análises temperatura da água, turbidez, coloração da água, pH, resistividade, mV pH, condutividade, SST dissolvidos e salinidade, já nos parâmetros químicos será feito análises cálcio, magnésio, sódio e potássio.

Através disso, o presente trabalho irá buscar uma avaliação da qualidade da água no PEMAV utilizando alguns parâmetros que identificam situações onde a poluição possa estar diretamente relacionado ao meio ambiente como um todo, podendo assim verificar se possui alguma deficiência de infraestrutura de saneamento ambiental no local e se há uso desordenado no banco de areia do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha.

Segue abaixo a tabela onde foram tirados os pontos de todas as análises dessa presente pesquisa:

O ponto 2, teve problema no embarque para o laboratório e com isso não teve como ser analisado e nem foi colocado as seguintes coordenadas do local na tabela abaixo para que não haja confusões de informações.

Tabela 1 – Localização, hora e profundidade aproximada dos pontos coletados na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.

Amostras	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Profundidade
Ponto 1	9227300.00 m S	298470.00 m E	1,30 metros
Ponto 3	9227400.00 m S	299500.00 m E	2 metros
Ponto 4	9226180.00 m S	299200.00 m E	2 metros
Ponto 5	9225309.00 m S	299100.00 m E	2 metros
Ponto 6	9224660.00 m S	299300.00 m E	0 metros
Ponto 7	9224270.00 m S	299160.00 m E	2,30 metros
Ponto 8	9224430.00 m S	298345.00 m E	3 metros
Ponto 9	9224730.00 m S	298770.00 m E	1,60 metros

Fonte: Autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostras coletadas na plataforma continental adjacente a região de Cabedelo, litoral norte do estado da Paraíba, nas proximidades do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV, objetivou identificar possíveis contaminações do meio físico e biótico levando em consideração as análises de água. Foram analisados os parâmetros de pH, condutividade, sólidos suspensos totais, salinidade, turbidez, cor, cálcio, magnésio, sódio e potássio, do total de nove amostras. Vale ressaltar que das nove (09) amostras analisadas, ocorreu problemas com uma (01) P2, não sendo possível levar em consideração sua leitura.

Buscando melhor entendimento acerca dos parâmetros encontrados em consonância com estas análises, as seguintes leituras levaram em consideração os parâmetros de qualidade da água e sua consequente classificação, o enquadramento de dois elementos preconizados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) buscando assegurar uma tipologia de qualidade sanitária que garanta a preservação da vida e da saúde dos animais e do meio vegetal. Tais adequações de parâmetros físicos,

químicos e biológicos das águas nos asseguram um ambiente livre de contaminação, garantindo saúde e bem estar social. A mensuração dos parâmetros foi realizada mediante análise que ficaram assim descrita:

3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Nos ecossistemas aquáticos, a influência do pH é um fator de efeito direto sobre a fisiologia de diversas espécies do meio aquático. Proporciona também efeitos indiretos importantes, podendo, em alguns casos, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, por exemplo, metais pesados.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, o pH de um meio aquático é um indicativo da qualidade sanitária e das possíveis reações químicas que podem ocorrer no meio, conforme recorte abaixo:

> "O pH pode ser de origem natural ou antropogênica, sendo identificada por meio de substâncias que aderem à água. Neste parâmetro leva-se em consideração a concentração de íons hidrônio (H+) que determina o índice de concentração numa faixa que vai de 0 a 14, sendo considerada ácida (quando pH < 7), neutra (quando pH = 7) e básica (quando pH > 7)". (RENOVATO; SENA; SILVA, 2013).

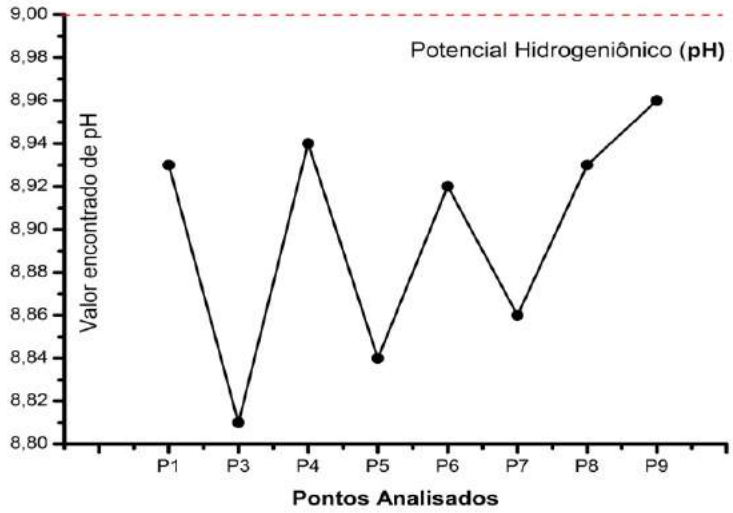
Além disso, o pH pode ser influenciado pela quantidade de matéria morta decomposta, sendo que, quanto maior a matéria orgânica presente, menor o pH irá ser, tendo em vista que vai haver mais decomposição de materiais (acido húmico) (FARIAS, 2006).

É importante salientar que a presença de algas e outros meios bióticos, podem influenciar diretamente no pH da água, uma vez que realizam fotossínteses, retiram muito gás carbônico da água, que é a principal fonte de acidez da água, consequentemente tornando a água alcalina (FARIAS, 2006).

Segundo Branco (2009) sugere que o pH é um índice de suma importância quando se trata de determinar a qualidade da água, pois em índices elevados ocorrem em precipitações química de metais pesados, além da oxidação química de cianeto; redução de cromo hexavalente à forma trivalente a pH baixo, bem como de fenóis; entre outros. Portanto considera-se que as diferentes faixas de pH são estabelecidas para diversas classes de águas naturais, conforme prevê as legislações federal, estadual e/ou municipal, dependendo do local, fixando o pH para proteção à vida aquática entre 6 e 9, conforme Resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe 1. (CETESB, 2009)

Levando em consideração os parâmetros acima mencionados, sugere-se uma interpretação dos resultados das análises do potencial hidrogeniônico das amostras coletadas conforme representados no Gráfico 1.

Gráfico 01. Parâmetros do potencial hidrogeniônico das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



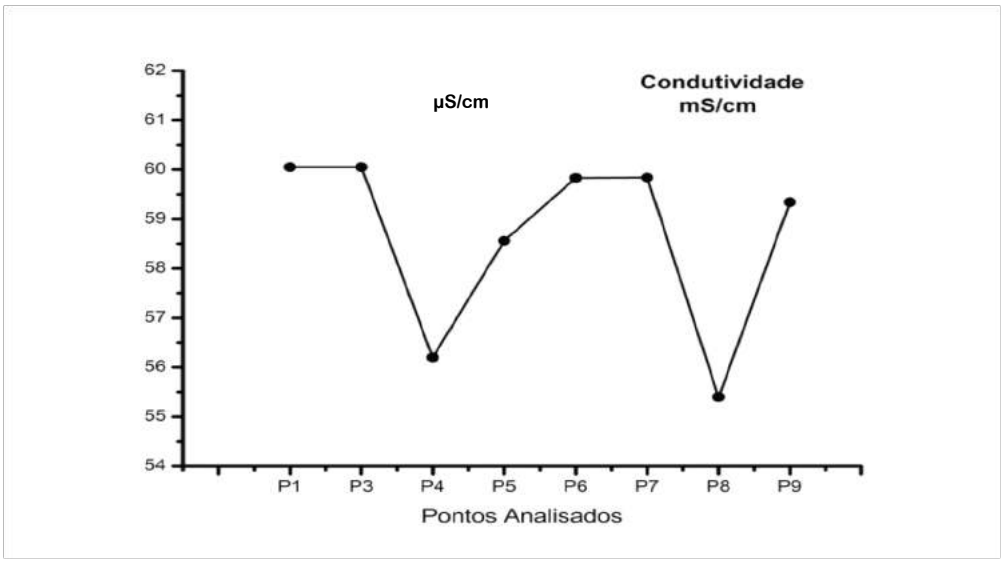
Fonte: Autores.

De acordo com este gráfico, pressupõe-se que os valores mais altos de pH, são mais representativos nos pontos P1 (8,93), P4 (8,94), P6 (8,92), P8 (8,93) e P9 (8,96), pois apresentam os valores bem próximos ao limites estabelecidos para Classe 1 de águas conforme sugere a resolução CONAMA 357/2005. Os demais pontos, P3 (8,81), P5 (8,84) e P7 (8,86), não obtiveram valores altos, em detrimento aos demais. Contudo, percebe-se que todos os pontos analisados estão bem próximos ao limite acima preestabelecidos.

3.2 Condutividade

A condutividade é um parâmetro da água usada para verificar sua capacidade de conduzir a corrente elétrica através de íons dissociados, também está diretamente ligada ao quantitativo de sais dissolvidos na água como espécie predominante, tornando-se a medida mais utilizada para se comparar com o teor total de sais, por estar diretamente ligada a este parâmetro (FARIAS, 2009).
Esse parâmetro não determina, especificamente, quais íons estão presentes em determinada amostra, mas contribui para reconhecimento de impactos ambientais (FARIAS, 2006).
Segundo Branco (2011), é um bom indicador par se determinar modificações na composição de uma água, se considerar a condutividade pode aumentar à medida que mais sólidos dissolvidos são encontrados, consequentemente, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Valores superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados (BRANCO, 2011).

Gráfico 02. Parâmetros da condutividade das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

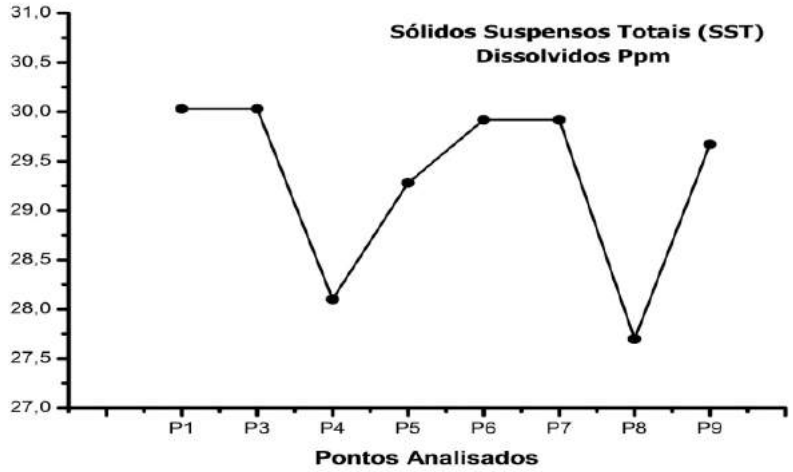
Observa-se conforme os valores apresentados no Gráfico, sugere-se que os pontos P1 (60,05) e P3 (60,05) apresentaram valores maiores em relação aos parâmetros acima mencionados. Consequentemente os pontos P4 (56,2), P8 (55,4) apresentaram valores abaixo do tolerado pela literatura. Em relação aos demais pontos de coleta, P5 (58,56), P6 (59,83), P7 (59,84), P9 (59,34), observa-se que não houve uma variação significativa. De uma forma geral, níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados (BRANCO, 2011).

Portanto baseado nestes resultados a tendência é que possivelmente pode ocorrer impactos que interfira na qualidade da água.

3.3 Sólidos Suspensos Totais (SST)

Os Sólidos Suspensos Totais, comumente chamados de SST, são utilizados como indicadores de qualidade da água quando se trata de contaminação ou decaimento de poluição por particulados inorgânicos ou patógenos, bem como, empregado para estimar o conteúdo orgânico do sedimento. A alta concentração de sólidos em suspensão está basicamente relacionada com a turbidez do líquido e, consequentemente, menor transparência ou menor capacidade de penetração da luz no meio, ocasionando turbidez (PÁDUA, 2016).

Gráfico 03. Parâmetros de Sólidos Suspensos Totais das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



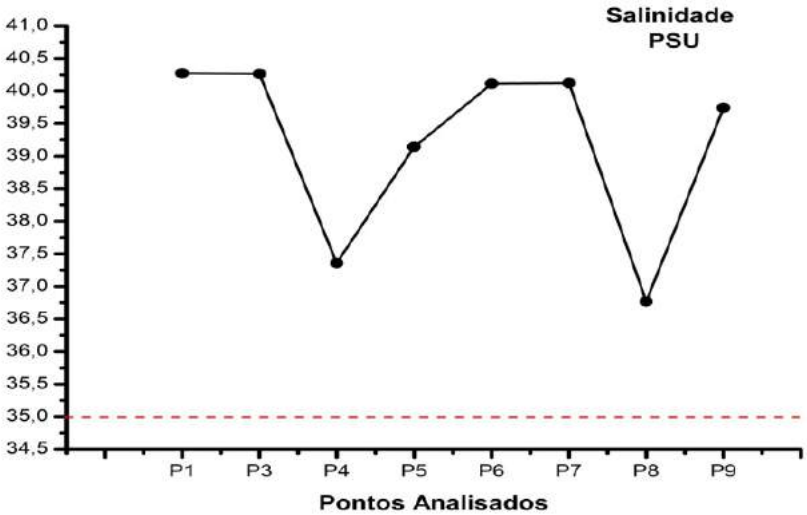
Fonte: Autores.

Ainda que alguns contaminantes da água possam ser gases ou líquidos como óleos, a maioria dos contaminantes comuns são sólidos dissolvidos ou suspensos na água, na forma de coloides com diferentes dimensões. Os valores encontrados na amostra, representados no Gráfico acima, não podem ser comparados com padrões estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005, assim como a CONAMA nº 437/2011. Isto ocorre pois não se prevê os seus limites mínimos ou máximos. Portanto, sugere-se apenas tecer pequenos comentários abordando que ocorreu uma pequena variação entre os valores encontrados para o parâmetro em estudo.

3.4 Salinidade

De acordo com FARIAS (2009), salinidade é um parâmetro que não é muito variável no litoral paraibano, pois representa apenas a medida dos teores de sais dissolvidos na água, que favorecem o crescimento de plantas, mas em excesso tornam-se prejudiciais, desfavorecendo o equilíbrio necessário para seu desenvolvimento. (RENOVATO; SENA; SILVA, 2013).

Gráfico 04. Parâmetros de Salinidade das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

De forma geral, os valores de salinidade se mostraram pouco elevados aos encontrados no ambiente natural, não alterando significativamente suas condições físicas e químicas. Não obstante observou-se

que os pontos P1 (40,27) e P3 (40,26) apresentaram valores relativamente mais elevados, seguidos dos pontos P6 (40,11) e P7 (40,12). Valores abaixo destes anteriormente encontrados, observou-se nos pontos P8 (36,77) e P4 (34,36), conforme apresentados no Gráfico 4. Segundo Farias (2009), os valores médios encontrados para este parâmetro é de 35 PSU (Unidade de Salinidade Prática).
Diante dos índices encontrados, todos os pontos apresentam valores elevados se comparados com o parâmetro estabelecido por FARIAS (2009). Isso se justifica devido ao alto índice de evaporação da água, apresentado no dia das coletas, ocasionado pela alta incidência solar durante a maré baixa. Como a Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece valores padrões para este parâmetro, considerou-se que a elevação dos índices encontrados, não representam impactos significativos na biota marinha.

3.5 Temperatura

De acordo com Pereira (2004), a temperatura influencia vários processos que ocorrem nos corpos d'água (cinética das reações químicas, atividade microbiológica e características físicas do meio).

A temperatura possui um papel de suma importância para o meio aquático, pois influencia diretamente uma série de variáveis físico-químicas. A partir do momento em que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, o calor especifico, viscosidade, compressibilidade, tensão superficial e calor latente de vaporização diminuem e a pressão de vapor e condutividade térmica aumentam (CETESB, 2009).

Tabela 2 - Resultados encontrados de Temperatura (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.

Pontos	Temperatura Água do mar ºC
P1	27,6
P3	27,5
P4	25,4
P5	26,8
P6	27,6
P7	27,6
P8	25,0
P9	27,3

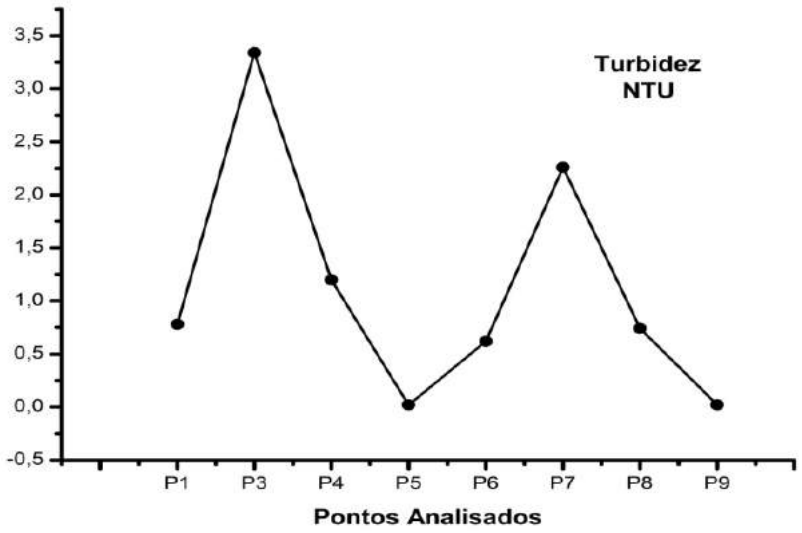
Fonte: Autores.

3.6 Turbidez

De acordo com Alves et. al. (2008), turbidez causa diminuição da incidência de luz nos líquidos. Esta relação é causada pela presença de materiais em suspensão, diminuindo a ação fotossintética no ambiente, o que causa a redução da reposição de oxigênio ao meio e consequentemente, reduzindo o desenvolvimento das plantas em detrimento deste, podendo inibir a produtividade dos peixes e da comunidade biótica aquática do local.

O parâmetro da turbidez está diretamente ligado com o parâmetro da cor. Se a turbidez e a cor estiverem com valores elevados, fazem com que dificulte a penetração de raios solares, e com isso, diminuem a oxigenação das águas (CETESB, 2009).

Gráfico 05. Parâmetros de Turbidez das amostras (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma Continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

Os ensaios demonstram que a Turbidez variou de 0,02 a 3,34 NTU. Portanto, todos os pontos estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, conforme representado no Gráfico 05. As amostras apresentaram águas límpidas, ou seja, inferiores aos valores máximos estabelecidos para o parâmetro de turbidez. Sugere-se, provavelmente o ambiente em que foram coletadas estas amostras apresentam uma oxigenação adequada à manutenção da biota local.

3.7 Cor

Segundo CETESB (2009), a cor é um parâmetro que está diretamente ligada ao grau de redução que a luz sofre ao atravessar o liquido, ou seja, a turbidez. A definição da cor se dá pela presença de sólidos dissolvidos, principalmente materiais em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre outros colóides, podem ser citados os ácidos húmico e fúlvico, que são substancias naturais decorrentes da decomposição de compostos orgânicos presentes em folhas e outros substratos.

Tabela 3 - Resultados encontrados de Cor (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.

Resultados da Cor	
Pontos	UC Hazen
P1	<1
P3	<1
P4	<1
P5	<1
P6	<1
P7	<1
P8	<1
P9	<1

Fonte: Autores.

Conforme os valores apresentados na Tabela 1,verifica-se que as amostras em todos os pontos apresentaram valores abaixo de uma (01) unidades Hazen – UH. A Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece parâmetros definindo se há limites inferiores e superiores para água do mar.

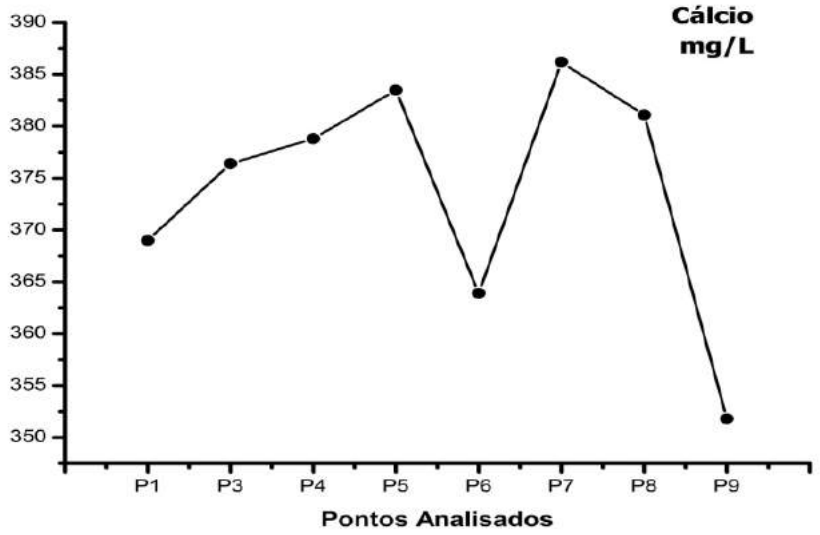
3.8 Cálcio (Ca)

O cálcio é um metal altamente reativo e pode estar envolvido em uma série de reações químicas, incluindo troca iônica, precipitação e fixação, mas sua função ainda não está bem definida (BRANCO, 2011). Segundo este autor, o íon cálcio é um dos cátions comumente encontrado em maiores concentrações em sistemas de água doce e os íons Carbonatos de Cálcio, frequentemente encontrados em águas salgadas devido à dissolução de rochas sedimentares, resultando na reação de óxidos de cálcio com dióxidos de carbono, ocasionando o aumento da alcalinidade do meio.

A formação do carbonato de cálcio em águas superficiais e sua sedimentação em direção ao assoalho oceânico são importantes na transferência do carbono superficial para águas profundas. Além disto, a deposição do carbonato de cálcio no sedimento pode se tornar importante sistema de acumulação de hidrocarbonetos (BRANCO, 2011).

Aparentemente o cálcio reduz os efeitos tóxicos de outros íons, sendo notadamente sódio e magnésio, quando absorvidos pelas raízes. Fazem também interação com o magnésio e o potássio em altas concentrações e isso pode ocasionar uma deficiência de ambos nas plantas (FARIAS, 2006).

Gráfico 06. Parâmetros de cálcio (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



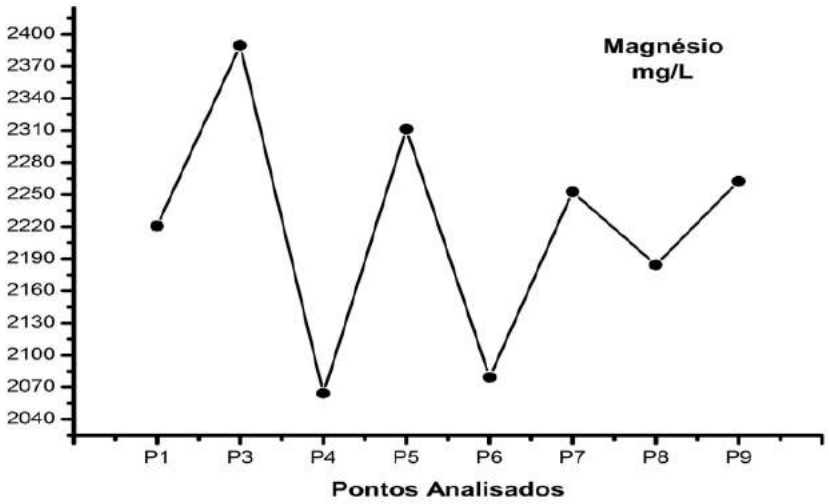
Fonte: Autores.

Os pontos P7 (386,2), P5 (383,5), P8 (381,1), P4 (378,8) e P3 (376,4) conforme observa-se, apresentaram maiores índices encontrados, nestas analises. Os menores índices encontrados foram observados no ponto P9 (351,8). De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelecem padrões para esse parâmetro.

3.9 Magnésio (Mg)

O magnésio tem um importante papel no que se refere à atividade fotossintética, por fazer parte essencial do núcleo da molécula da clorofila. Este elemento tem uma função ativadora de enzimas do sistema vegetativo das plantas. Entretanto, se não estiver em proporção com o Cálcio, ocorrerá à perda de produtividade dessas culturas (FARIAS, 2006).

Gráfico 07. Parâmetros de magnésio (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

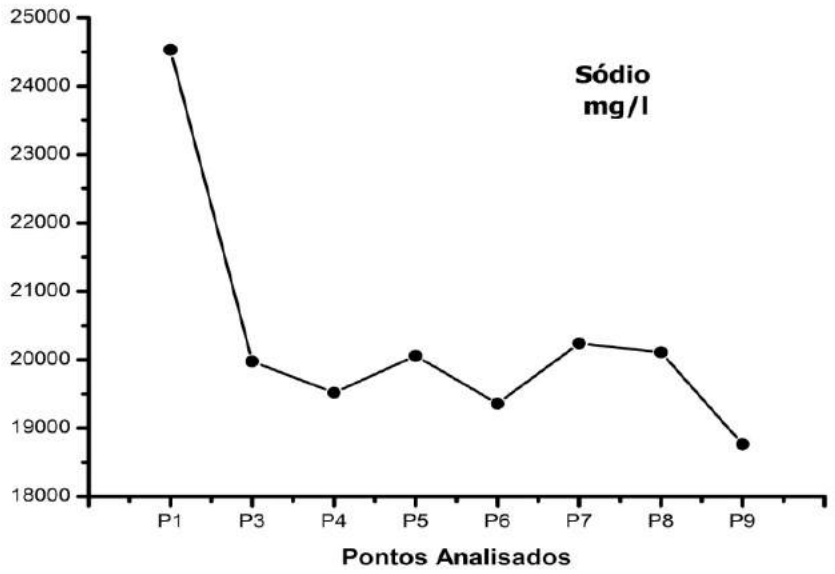
Pode-se observar que os índices encontrados para estes parâmetros apresentaram significativa oscilação, apontados nos pontos P3 (2389,6), P5 (2311,4), P7 (2252,8) e P9 (2262,5). Os índices

menores encontrados foram os pontos P4 (2064,3) e P6 (2079,2). Na Resolução CONAMA 357/05 e 430/11 não estabelecem padrões para esse parâmetro.

3.10 Sódio (Na)

O sódio é um importante parâmetro de qualidade de água, pois indica a permeabilidade do solo e a sua adsorção, dos íons de sódio, levando partículas do solo à dispersão coloidal, com o consequente bloqueio dos poros do solo. Além disso, o sódio pode acumular-se sobre a superfície do solo, desenvolvendo uma camada densa e de baixa permeabilidade, o que pode, em altas concentrações, quando absorvidas pelas plantas, provocar queimaduras e necrose nas suas bordas (FARIAS, 2006).

Gráfico 08. Parâmetros de sódio (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



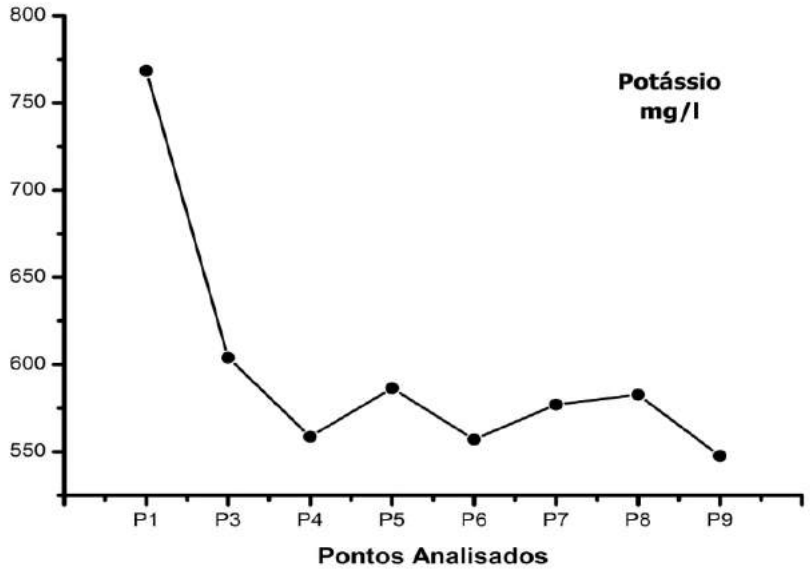
Fonte: Autores.

Através das análises das amostras, foi verificado no ponto P1 (24530,5) que seu índice apresenta valores bem acima se comparando com aos demais pontos, P3 (19976,6), P4 (19516,1), P5 (20055,5), P6 (19358,1), P7 (20240,0), P8(20108,3) e P9 (18765,0). Na Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece valor padrão para este parâmetro. Porém, caso o Sódio se apresentar em altas concentrações, pode ocasionar queimaduras e necrose nas bordas das plantas quando for absorvida por ela (FARIAS 2006).

3.11 Potássio (K)

O potássio pode deslocar o sódio pela capacidade de troca catiônica do solo. Muitos minerais, em meio argiloso, têm grande capacidade de fixar o potássio por substituição isomórfica. Além disso, o potássio é importante no desenvolvimento das plantas por agir na ativação de varias enzimas, assim como ajuda na formação de suas raízes e tubérculos, entre outros benefícios (FARIAS, 2006).

Gráfico 09. Parâmetros de potássio (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9) coletadas na Plataforma continental adjacente ao município de Cabedelo-PB, entorno do PEMAV.



Fonte: Autores.

Os resultados das análises nos mostra os valores para P1 (768,5), P3 (603,9), P4 (558,6), P5 (586,4), P6 (557,0), P7 (557,0), (P8 (582,8) e P9 (547,7). Através do Gráfico 9, verificamos que o Ponto 1 está com valores bem elevados comparando-se aos demais. A Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece limites para este parâmetros.

De modo geral, verificamos os índices gerais obtidos, mesmo com uso desordenado do local, a qualidade da água se manteve satisfatória. O pH manteve-se dentro dos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA 357/05, mesmo estando próximo ao seu limite. A condutividade elétrica da água se manteve bem abaixo dos limites estabelecidos pela legislação vigente, o qual nos denota que não há prejuízo na qualidade da água.

No que tangue o parâmetro dos sólidos suspensos totais podemos apenas comentar que houve uma pequena variação entre os valores encontrados para o parâmetro em estudo, tendo em vista que a Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelecem padrões para este parâmetro. O mesmo pode citar para o parâmetro da salinidade, onde verificamos que os índices encontrados estão em níveis elevados comparados ao parâmetro citado por FARIAS (2009).

No parâmetro referente à turbidez, verificamos que os índices encontrados estão bem abaixo ao preconizado pela Resolução CONAMA 357/05. Esses índices nos remetem a afirmar que a águas apresentam boa qualidade. Em relação à cor, podemos usar o mesmo principio, ou seja, por apresentar baixos índices, verificamos que há uma boa qualidade da água por esse parâmetro.

Em detrimento aos metais, podemos apenas comentar que não achamos parâmetros que estabelecem valores padrões para os índices em questão. Mas podemos concluir que é de suma importância que estes parâmetros sejam estudados com maior profundidade e que sejam estabelecidos valores padrões para eles para assim, mensurarmos os índices em pauta.

4 CONCLUSÕES

Conforme verificamos, o controle sistemático da analise de água no ambiente em questão, se faz de suma importância para controle da qualidade água, tendo em vista a identificação de possíveis poluentes que possam se fazer presentes, visando o grande fluxo de trânsito de embarcações de passeio e turismo no interior do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV.

Diante exposto, constatamos que os parâmetros se relacionam um com o outro, ou seja, um interfere diretamente ou indiretamente na concentração do outro. Averiguamos que o pH se mostrou alcalino devido a sua média revelar-se com índices médios de 8,9.

Em relação à condutividade, podemos dizer que é um importante indicador de modificações na qualidade da água, levando em consideração que a condutividade aumenta de acordo com o aumento de sólidos dissolvidos, que por sua vez, determina a contaminação ou decaimentos de poluição por particulados inorgânicos ou patógenos. Neste estudo, constatamos que a condutividade se apresentou com valores baixos (valor médio de 58,7 µS/cm), direcionando a uma boa qualidade da água.

A salinidade, por sua vez, não apresentou variações consideráveis em detrimento que nosso litoral não se obtém uma variação significativa do mesmo. Porém, em comparação com os limites estabelecidos pela literatura citada por FARIAS (2006), os índices encontrados (39,2 PSU) estão acima da média (35 PSU) para este parâmetro, mas isso pode explicar-se devido às características climáticas apresentados no dia da coleta.

No que se refere à turbidez, podemos assegurar que ela está diretamente relacionada com os sólidos em suspensão. Podemos afirmar que, quanto maior os índices encontrados neste parâmetro, menor vai ser a oxigenação da água, o que pode levar a diminuição do desenvolvimento das plantas e, em detrimento deste, inibir a produtividade dos peixes e da biota local. Diante do exposto, verificamos que os índices encontrados (média de 1,1 NTU) nos remetem a uma boa qualidade da água em detrimento a este parâmetro, tendo em vista que os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 determina um índice máximo de 40 NTU.

O parâmetro da cor está correlacionado ao grau de redução da luz, o que nos remete a estar diretamente ligada ao parâmetro de turbidez. Esses sólidos suspensos é que são responsáveis pela definição da coloração da água, tendo em vista que eles são ocasionados pelas substancias, quando naturais, da decomposição de composto orgânicos presentes em folhas e outros substratos.

Direcionando para a parte de análises de metais, verificamos que o cálcio é um metal altamente reativo e pode está envolvido em uma série de reações químicas. Ele é um parâmetro que altera o pH da água, levando esse parâmetro a alcalinidade. Este fator pode justificar a média (8,9) do pH encontrado no estudo em questão.

No que tange o parâmetro do Magnésio, podemos afirmar que ele é muito importante no que se refere à atividade fotossintética, justamente por ele ser parte essencial ao núcleo da clorofila. Entretanto, se não estiver com em proporção com o cálcio, ocorrerá perda de produtividade dessas culturas.

Em se tratando do sódio, podemos afirmar que ele também é um parâmetro de suma importância para a qualidade da água, uma vez que ele indica a permeabilidade do solo e a sua absorção leva às partículas do solo a dispersão coloidal, o que pode levar ao bloqueio dos poros do solo. Além disso, pode se acumular sobre a superfície do solo, ocasionando a formação de uma camada densa e de baixa permeabilidade. E se observada em grandes concentrações, pode ocasionar danos severos, se absorvidos pelas plantas.

Em relação ao potássio, podemos dizer que a presença dele é importante por contribuir para o desenvolvimento das plantas e por agir na ativação das enzimas que forma o crescimento das raízes e tubérculos. Com exceção do P1 (768,5 mg/L), os demais pontos variaram entre 545 e 603 mg/L. Chegamos a uma média de 597,7 mg/L de potássio no estudo.

Na parte da analise de metais do estudo em questão, não se obteve parâmetros que determinassem valores adequados para os parâmetros estudados aqui, tendo em vista que a Resolução CONAMA 357/05 e a 430/11 não estabelece padrões para estes parâmetros.

Com isso, podemos afirmar que, no que tange a preservação e conservação da Unidade de Conservação – UC, ao qual o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha – PEMAV faz parte, é preciso intensificar e aprimorar os estudos realizados naquele ambiente, tendo em vista a fragilidade do ecossistema presente no PEMAV e do uso desordenado que se pratica naquela região. Esses estudos deverão se aplicar em paralelo ao Plano de Manejo que o PEMAV possui. Com isso, um subsidiará ao outro no que tange a certeza e precisão das medidas que são e serão tomadas para conservação e uso sustentável da área.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, Natalie; SILVEIRA, Maria Luíza Gêsser; WIDMER, Walter Martin. **Coleção Didática e de Referência sobre Lixo Marinho: Uma Experiência de Montagem e Implantação no IFSC – Florianópolis**. Revista de extensão do IFSC, volume 1, ano 2, nº 3, p. 123-128, NOV – 2015.

AMARAL, Antônia Cecília Z.; JABLONSKI, Sílvio. **Conservação da Biodiversidade Marinha e Costeira no Brasil**. Revista Megadiversidade, volume 1, nº 1, p. 43-51, 2005.

ARAÚJO, Maria Christina B. de; COSTA, Mônica Ferreira da Costa. **Lixo no ambiente marinho**. Revista Ciência Hoje, volume 32, nº191, p. 64-67. Mar – 2003.

CARVALHO-SOUZA, G. F.; TINÔCO, M. S. **Avaliação do Lixo Marinho em Costões Rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. Revista da Gestão Costeira Integrada, volume 1, nº 11, p. 135-143, 2011.

CARVALHO-SOUZA, G. F.; TINÔCO, M. S. **Resíduos Sólidos em Ambientes Recifais na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO'2010. Rio Grande – RS, 17 a 21 de maio de 2010.

IVAR DO SUL, J.A. & COSTA, M. F. 2007. **Marine debris review for Latin América and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here?** Marine Pollution, Bulletin 54, p. 1087-1104, 2007.

JUNIOR, A. N. M.; MORAES, R. B. C.; MAURAT, M. C. 2009. **Poluição marinha**. In: PEREIRA, R.C. & SOARES-GOMES, A. (orgs). Biologia Marinha**.** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

LOURENÇO, Liliane de Jesus S. **Proposta de Zoneamento e Capacidade de Carga para o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha**. João Pessoa: UFPB, 2010, 134 p., monografia, PPG/PRODEMA – UFPB, João Pessoa, 2010.

MACHADO, Arthur Antônio. **Estudo da Contaminação por Resíduos Sólidos na Ilha do Arvoredo: Principal Ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), SC**. Rio Grande do Sul: FURG, 2006, 43 p., monografia, CONECO – FURG, Rio Grande do Sul, 2006.

MOURA, C. M.; MOURA, A. C.; SILVA, E. V.; ROCHA, et al. **ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ZONA COSTEIRA DO JABOATÃO DOS GUARARAPES – PERNAMBUCO**. V Simpósio Brasileiro de Oceanografia. Santos – SP, 2011.

QUERINO, Luciana Alcântara Carvalho. **Composição e Estrutura da Comunidade de Peixes Recifais do Parque Estadual Marinho Areia Vermelha, Cabedelo, PB**. João Pessoa: UFPB, 2011, 92 p., monografia, PPG – UFPB, João Pessoa, 2011.

SANTOS, Jaciele Souza dos. **Turismo no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha: Praticando a (In) Sustentabilidade**. Cabedelo: IFPB, 2014, 37 p., monografia, Cabedelo, 2014.

SOUZA, Gustavo Freire de Carvalho. **Poluição Marinha em ambientes recifais na Baía de Todos os Santos: composição, síndromes ecológicas e aspectos conservacionistas**. Bahia: UFBA, 2009, 113 p., monografia, Ciências Biológicas – UFBA, Salvador, 2009.

SOUZA, Jacqueline Lopes de; SILVA, Iracema Reimão. **Avaliação da Qualidade Ambiental das Praias da Ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia**. Salvador, 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **UNEP 2005: Marine Litter, an analytical overview**. Disponível em: <www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/anl_oview.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2016.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **SIGNIFICADO AMBIENTAL E SANITÁRIO DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS E METODOLOGIAS ANALÍTICAS E DE AMOSTRAGEM**. São Paulo. CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2009

RENOVATO, Danilo C. C; SENA, Caio P. S.; SILVA, Maria M. F. **ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DA BARRAGEM PÚBLICA DA CIDADE DE PAU DOS FERROS (RN) – pH, COR, TURBIDEZ, ACIDEZ, ALCALINIDADE, CONDUTIVIDADE, CLORETO E SALINIDADE**. IX Congresso de Iniciação Cientifica do IFRN. p.882. 2013.

BRANCO, Christina C. **RELATÓRIO TÉCNICO: Monitoramento Rio Ribeirão das Lajes — Rio Guandu**. Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da Pch Paracambi – RJ. Março. 2011.

FARIAS, Neyla Rogéria. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICO NAS ÁGUAS DA PRAIA DO FRANCÊS E PRAIA DO SACO, MARECHAL DEODORO – ALAGOAS**. Maceió: Universidade Federal de Alagoas - UFAL. 2007. 35 p. Monografia (Pós-Graduação). Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2009.

PÁDUA, Helcias B. de. **Sólidos Totais em Sistemas Aquáticos**. Disponível em: <http://www.pisciculturafb.com.br/artigos12.htm>. Acessado em: 20/11/16

ALVES, Eliane Cristina; SILVA, César Flores da; COSSICH, Eneida Sala; TAVARES, Célia Regina Granhen; FILHO, Edvard Elias de Souza; CARNIEL, Ademir. **Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. Acta Sci. Technol. Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

PEREIRA, R.S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS. v.1, n. 1. p. 20-36. 2004. http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf

LIMA, Adriel Martins; SANTOS, Francismário Ferreira dos. **Análise das Propriedades Físico-Químicas e de Metais Potencialmente Tóxicos na Água do Rio Claro, Próximo a Cidade de Jataí – GO**. Revista Ciências Exatas e Naturais. Volume 14. Edição nº 2. Jul/Dez. 2012.

FARIAS, Maria Sallydelandia Sobral de. **Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo**. UFCG. 2006. 152 p. Tese (Doutorado) - Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2006.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE COCO ANÃO VERDE

Edivaldo Galdino Ferreira[1]; Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[2]; Willians da Silva Guimarães de Lima[3]; Marco Aurélio Rodrigues de Melo[4].
[1]edivaldogaldino@gmail.com, [2]giuseppecv@gmail.com, [3]williams_guimaraes@hotmail.com, [4]marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com. [1]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [4]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP.

Resumo:

O experimento teve por objetivo avaliar algumas características físicas e físico-químicas dos frutos do cultivar anão verde. Os frutos foram colhidos de diferentes ambientes do Estado do Rio Grande do Norte. Logo após a colheita, foram conduzidos para o laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da UFERSA, em Mossoró, Rio Grande do Norte. Foram realizadas caracterizações físicas dos frutos (diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, relação DL/DT, massa fresca, volume de água e relação MF/VA), e em seguida, as avaliações físico-químicas da água de coco: sólidos solúveis, pH, acidez titulável e relação SS/AT. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x3, com quatro repetições. Os resultados deste experimento mostraram que as plantas de coqueiro anão verde, podem ser exploradas comercialmente, devido às qualidades físicas e físico-químicas que apresentaram. Com relação ao diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, a planta 1 apresentou o maior valor de 15,45 cm e 20,03 cm, respectivamente, não diferindo estatisticamente das demais plantas. Para a relação DL//DT, a planta 3 apresentou valor médio, superior às demais plantas, sendo, portanto, considerada como a que possui o fruto mais arredondado. Em relação a massa fresca, a planta 1 no ambiente 2 se caracterizou com o maior valor de 2,396 kg. No entanto, a planta 2 do mesmo ambiente apresentou o menor valor de massa fresca 1,867 kg. A planta 1 do ambiente 1 apresentou o maior volume de água se sobressaindo em relação as demais, com um valor médio de 531 mL. Pode-se concluir que, a planta 1 para a relação VA/MF em ambos os ambientes apresentou o maior (6,89) e menor (3,99) valor. Pode-se verificar que houve uma variação de 5,30 a 7,10 entre as plantas para valores de sólidos solúveis, tendo a planta 1 do ambiente 2 o maior resultado para esta variável. A planta que obteve o maior valor dessa relação foi a 2 proveniente do ambiente 2, com um valor médio de 403,4, enquanto que a 3 do mesmo ambiente foi a que se caracterizou com um menor valor de 92,56 desta relação. Verificou-se que a planta 3 proveniente do ambiente 2 apresentou o maior valor (0,060%) de acidez, enquanto que no ambiente 1, pode-se observar um maior valor (0,025%) para a planta 1. De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que a planta 1 do ambiente 2 obteve o maior valor de pH, seguido pela planta 2 do mesmo ambiente, com valores de 5,05 e 5,04, respectivamente e que a planta 2 do ambiente 2, apresentou valor médio de 403,4 desta relação.

Abstract

The experiment aimed to evaluate some physical and physicochemical characteristics of the fruits of the dwarf cultivar. The fruits were harvested from different environments of the State of Rio Grande do Norte. Soon after the harvest, they were taken to the Post-Harvest Physiology and Technology Laboratory of UFERSA, in Mossoró, Rio Grande do Norte. The physical-chemical characterization of the fruits (transverse diameter, longitudinal diameter, DL / DT ratio, fresh mass, water volume and MF/VA ratio) was performed, followed by physical-chemical evaluations of coconut water: soluble solids, pH, titratable acidity and SS / AT ratio. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 2x3 factorial arrangement, with four replications. The results of this experiment showed that the green dwarf coconut plants can be exploited commercially due to the physical and physicochemical qualities they presented. Regarding the transverse and longitudinal diameter of the fruits, plant 1 had the highest value of 15.45 cm and 20.03 cm, respectively, and did not differ statistically from the other plants. For the DL / DT ratio, plant 3 had an average value, higher than the other plants, and was therefore considered to have the most rounded fruit. In relation to the fresh mass, plant 1 in room 2 was characterized by the highest value of 2,396 kg. However, plant 2 of the same environment had the lowest fresh mass value 1,867 kg. The plant 1 of the environment 1 presented the highest volume of water that stood out in relation to the others, with an average value of 531 mL. It can be concluded that plant 1 for the VA / MF ratio in both environments had the highest (6.89) and lowest (3.99) values. It can be verified that there was a variation of 5.30 to 7.10 between the plants for soluble solids values, with plant 1 of the environment 2 being the highest result for this variable. The plant that obtained the highest value of this relation was the 2 coming from environment 2, with an average value of 403.4, while the 3 of the same environment was the one that was characterized with a lower value of 92.56 of this relation. It was verified that the plant 3 from environment 2 presented the highest value (0.060%) of acidity, whereas in environment 1, a higher value (0.025%) could be observed for plant 1. According to the results obtained , it was possible to observe that plant 1 of environment 2 obtained the highest pH value, followed by plant 2 of the same environment, with values of 5.05 and 5.04, respectively, and that plant 2 of environment 2 presented an average value of 403.4 of this ratio.

Key words: Cocus nucifera L., characterization, quality, water volume.

Introdução

O coqueiro é uma planta monocotiledônea, pertencente à família *Palmae.* É constituído de uma só espécie (*Cocus nucifera* L.). O fruto do coqueiro é botanicamente, uma drupa, sendo formado por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior uma camada muito dura, o endocarpo (PASSOS, 1998). O coqueiro é uma palmeira tipicamente tropical, classificada como uma das oleaginosas mais importantes do mundo. Dentre os diversos produtos manufaturados do seu fruto, direta ou indiretamente, os de maior importância comercial são a sua polpa, o óleo, a fibra e, atualmente, a água de coco (BRASIL, 2004).

No Brasil, a área colhida de coco é de, aproximadamente, 283,930 mil hectares e a região Nordeste é responsável por 228,416 mil hectares da produção nacional (IBGE, 2007). Os maiores produtores no Brasil são os estados do Espírito Santo com (14,378 frutos por hectare) seguido do Rio de Janeiro (13,339 frutos por hectare). Os estados da Região Nordeste são os que apresentam menor produtividade, sendo a Bahia com 5.212 e o Ceará com 5.070 frutos por hectare.

Existem diversas variedades de coqueiros anões, dentre elas podemos citar anã verde, anã vermelho e anã amarelo. Esses coqueiros apresentam frutos com um teor de água e de polpa mais doce que o coco comum e uma produtividade também mais elevada, chegando a 300 frutos por ano, com um volume médio de água no fruto de 300 mL (ARAGÃO et al., 2001).

No Brasil, a disponibilidade de informações quanto às mudanças nas características físico-químicas da água de coco, durante o desenvolvimento do fruto, são bastante limitadas. Tais informações são fundamentais para a determinação da idade mais adequada para colheita do coco, quando se destina ao fornecimento de água para consumo ao natural ou para o envasamento industrial. Por outro lado, os poucos trabalhos existentes na literatura internacional fazem referência à caracterização da água de coco de variedades gigante ou híbrida, geralmente, referindo-se ao fruto nas fases finais da maturação (SREBERNICH, 1998).

O coco verde ou jovem é consumido em países produtores como uma refrescante bebida, saborosa e nutritiva, que pode ser uma boa fonte de minerais na alimentação, sendo barato e abundante em regiões tropicais (ALEIXO et al., 2000). A água-de-coco verde para ser processada comercialmente deve ter o Brix e pH próximo de 5,0 e 5,2, respectivamente. É recomendável uniformizar o estádio de maturação e a cultivar, pois os teores de açúcar e ácido influenciam a qualidade sensorial do fruto (EMBRAPA, 1998).

A preocupação com a saúde e a forma física tem-se apoiado também nas bebidas naturais, que visam repor as perdas de água, vitaminas e sais minerais sofridas durante grande esforço físico no trabalho, em esporte e em divertimentos. Dessa forma, existe uma atração dos consumidores por novos produtos e uma tendência por sabores exóticos, naturais, ligados à saúde, a exemplo da água-de-coco (CUENCA et al., 2002).

A água-de-coco é uma bebida natural, pouco calórica, com sabor agradável, conhecida mundialmente e muito apreciada em todo o Brasil, principalmente nas regiões litorâneas. Seu consumo vem crescendo nos últimos tempos, principalmente devido às suas propriedades de reposição de eletrólitos perdidos após uma desidratação ou desgaste físico (AROUCHA e VIANNI, 2002).

De acordo com Oliveira et al., (1999) os aspectos físicos dos frutos referentes à aparência externa, tamanho, forma e cor da casca, constituem atributos de qualidade importantes para comercialização dos frutos. As transformações físico-químicas dos frutos ocorrem durante todo o processo de maturação, afetando constituintes como ácidos, amido, açúcares, ácido ascórbico, umidade, entre outros. Estas variáveis físico-químicas são atributos de qualidade dos frutos comercializados *in natura*, assim como, os destinados ao processamento. A acidez e os sólidos solúveis são as variáveis que mais interessam à indústria de processamento de frutos. Também são variáveis que indicam o estádio de maturação fisiológica dos mesmos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Mediante ao exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas e físico-químicas da água de frutos de diferentes plantas de coqueiro anão verde cultivadas em dois ambientes distintos do estado do Rio grande do Norte.

Metodologia

Foram selecionados frutos de coqueiro anão verde, colhidos de dois pomares situados em diferentes ambientes do Estado do Rio Grande do Norte. O primeiro ambiente se encontra localizado no Município de Assu-RN. A região desse pomar possui as coordenadas geográficas de 5º 11´de latitude sul e 37º e 20´ de longitude oeste, com altitude media de 18 m. O clima do local e do tipo BSwh´ com base na classificação de Köppen e a média anual de precipitação é da ordem de 678 mm.

O segundo ambiente de coleta foi a região litorânea de Natal e apresenta latitude de 07°47'42" e longitude de 35°12'34", com clima tropical úmido e temperatura media de 28°C. Em cada um dos ambientes coletaram-se frutos de plantas escolhidas aleatoriamente no ponto de colheita comercial

Os frutos foram colhidos pela manha e colocados em sacos plásticos, sendo estes, posteriormente transportados, para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, do município de Mossoró-RN, no mês de novembro de 2008. Após a chegada dos frutos, esses foram submetidos e avaliados quanto às seguintes características físicas: massa total do fruto (MT), que foi obtido utilizando-se balança semi-analítica e os resultados expressos em g; diâmetro longitudinal (DL), transversal (DT) e relação DL/DT, determinados com auxílio de paquímetro manual e todos os resultados expressos em centímetro

Posteriormente, as avaliações físicas, procedeu-se a abertura dos frutos com o auxílio de um perfurador/ extrator manual para a retirada do endosperma líquido e posterior medição do volume de água (VA) em proveta graduada, sendo estes resultados expressos em mL. Também foi avaliada a relação volume de água e massa total do fruto (VA/MT) através do quociente entre as duas variáveis, expresso em mL. kg^{-1}.

Quanto às características físico-químicas foram determinados os sólidos solúveis (SS), utilizando-se refratômetro digital e os resultados expressos em °Brix; pH, utilizando-se potenciômetro de acordo com a metodologia da Association of official Analytical Chemists (2002); acidez titulável (AT), com resultados expressos em % de ácido cítrico segundo Instituto Adolfo Lutz (1985) e relação SS/AT, obtida por meio do quociente entre SS e AT.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, sendo o primeiro fator representado por dois ambientes de coleta e o segundo constituído por três plantas de cada pomar, com quatro repetições. À análise de variância das características avaliadas foi feita através do programa operacional software Sisvar versão 4,3, sendo a interação entre os fatores determinadas por meio do teste F a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Em relação ao diâmetro transversal dos frutos, não foi observada interação estatística significativa entre os ambientes de coleta e as plantas avaliadas (Tabela 1). A planta 1 foi a que apresentou o maior valor de diâmetro transversal (media de 15,45 cm) dentre todas as plantas estudadas. Os valores encontrados estão na mesma faixa dos observados por Maciel (2008).

Quanto ao diâmetro longitudinal dos frutos, não foi observada interação significativa ($p \leq 0,05$) entre os ambientes de coleta e as plantas avaliadas (Tabela 1). Para este parâmetro a planta 1 apresentou o maior valor de 20,03 cm, não diferindo estatisticamente das demais plantas. Os valores médios encontrados variaram de 19,42 a 20,03 cm, estando na faixa encontrados por Maciel (2008) e Araujo (2003) quando trabalhou com a mesma espécie. Foi observado que todas as plantas apresentaram o diâmetro longitudinal de frutos sempre maior que o diâmetro transversal, fato esse também observado por Silva (2006).

Para a relação DL/DT de frutos de coqueiro anão verde, não foi observada interação significativa entre os ambientes de coleta e as plantas avaliadas (Tabela 1).

A planta 3 apresentou valor médio estatisticamente superior às demais plantas quanto à relação diâmetro longitudinal e transversal, sendo, portanto, considerada como a mais arredondada. Essa relação é indicadora do formato do fruto, que é mais arredondado à medida que este quociente se aproxima de 1,0. As indústrias dão maior preferência aos frutos arredondados, por facilitarem as operações de limpeza e processamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os dados médios de comprimento e largura obtidos por Aroucha (2000), quando convertidos para a relação DL/DT, aos 8 e 10 meses de idade do coqueiro anão verde (1,24 e 1,28) estão próximas as obtidas neste estudo. Shimizu (2006) quanto trabalhou com esta mesma espécie observou resultados semelhantes.

Tabela 01. Diâmetro Transversal (DT), Diâmetro Longitudinal (DL), relação (DL/DT) de frutos de coqueiro anão verde cultivados em ambientes distintos do Estado Rio Grande do Norte, Mossoró-RN, UFERSA, 2009.

Fator / Nível	DT (cm)	DL (cm)	DL/DT
Amb. 1	15,41 a	19,84 a	1,28 a
Amb. 2	15,04 a	19,62 a	1,30 a
		Plantas	
1	15,45 a	19,72 a	1,28 a
2	15,42 a	20,03 a	1,30 a
3	14,80 a	19,42 a	1,32 a
C.V.	5,54	3,58	6,67

Fonte: autor

Médias seguidas de mesma letra, entre níveis de cada fator, não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Com relação à massa fresca dos frutos, foi observado efeito estatístico significativo da interação entre os ambientes de coleta e as plantas do referido estudo (Tabela 2). A planta 1 no ambiente 2 se caracterizou com o maior valor de massa 2,396 kg. No entanto, a planta 2 do mesmo ambiente apresentou o menor valor de massa fresca 1,867 kg. Araújo (2001) estudando a cultivar anão verde do jequi, observou que as massas dos frutos aumentaram ate os 210 dias de desenvolvimento, ocorrendo a partir daí um decréscimo, independentemente da cultivar. Essas pequenas diferenças entre os resultados aqui apresentados e os de Silva (2006) e Araújo (2001) podem ser devidas ao fato de uma mesma cultivar poder ter comportamento diferente conforme a estação de cultivo, pois fatores como irrigação, adubação e fitossanidade influenciam no desenvolvimento dos frutos (SREBERNICH, 1998).

A diminuição no peso dos frutos está associada à perda de água do mesocarpo no final da maturação (CASTRO e MAIA, 1985); enquanto, a redução no volume da água ou endosperma líquido é resultante dos processos bioquímicos que incorporam o endosperma líquido em endosperma sólido (MEDINA, 1980; ARAGÃO et al., 2001).

O volume de água do fruto foi dependente da interação entre as plantas e os ambientes de coleta (Tabela 2). A planta 1 do ambiente 1 apresentou o maior volume de água se sobressaindo em relação as demais, com um valor médio de 531 mL. No entanto, a planta 3 apresentou os menores valores de volume de água em ambos os ambientes de coleta, com valores médios de 411 e 401 mL, respectivamente.

No que se refere à produção de frutos para consumo in natura, o volume de água é uma das características que é mais importante aos produtores e consumidores, pois o que se leva em conta, além da qualidade, é a quantidade de água produzida pelas diferentes cultivares.

Tabela 02. Massa fresca (MF), Volume de Água (VA), relação (MF/VA) de frutos de coco anão verde cultivados em ambientes distintos do Rio Grande do Norte, Mossoró-RN, UFERSA, 2009.

Planta	MF (Kg)		VA (mL)		MF/VA (mL kg $^{-1}$)	
	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2
1	2.118,1 aA	2.396,2 aA	531,2 aA	347,5 bB	3,99 bB	6,89 aA
2	2.276,0 aA	1.867,5 bB	450,0 aB	427,0 aA	5,07 aA	4,37 bB
3	2.061,6 aA	1.920,0 aB	411,2 aB	401,0 aAB	5,02 aA	4,81 aB
C.V	9,33		8,78		8,07	

Fonte: autor

Souza et al. (2002) recomenda que quando o objetivo for também o consumo de água de coco verde, deve-se optar por efetuar a colheita quando os frutos atingirem o sétimo mês de desenvolvimento em função das melhores características organolépticas apresentadas pela água. Por outro lado, Aragão et al. (2001) recomendam que a colheita dessas mesmas cultivares, seja feita aos 180 dias de desenvolvimento após a polinização, em virtude de apresentarem maiores massas do fruto e volume de água acumulado.

O volume de água no fruto do coco, tanto é dependente do cultivar, quanto do estádio de maturação do fruto (JACKSON et al., 2004). Segundo Aroucha (2000) mudanças no volume de água das cultivares Anão Verde do Jequi e Anão Vermelho foram observadas conforme o estádio de maturação. Os resultados dos volumes de água do presente trabalho estão acima dos apresentados por Jaylekshmy et al. (1986) e Tavares et al. (1998).

Foi observada interação significativa para a relação massa do fruto e volume de água (Tabela 2) entre os ambientes de coleta e plantas analisadas. A planta 1 em ambos os ambientes apresentou o maior (6,89) e menor (3,99) valor de relação massa do fruto e volume de água.

O volume de água de certa quantidade de frutos pode ser estimado a partir dessa relação. Daí sua utilidade. Sua importância já foi relatada por Srebernich (1998); Assis et al. (2000) e por Araújo (2003). Por esses estudos, concluiu-se que a relação entre o volume de água e a massa do fruto pode variar conforme cultivar, idade do fruto e a safra, além do número de frutos por cacho e número de frutos por planta.

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada planta de coco, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 3, houve interação estatística significativa entre os ambientes de coleta e as plantas de coqueiro anão verde analisadas com relação a acidez da água de coco. Pode-se verificar que a planta 3 proveniente do ambiente 2 apresentou o maior valor (0,060%) de acidez, enquanto que no ambiente 1, pode-se observar um maior valor (0,025%) de acidez para a planta 1. Em geral, não foram observadas grandes diferenças na acidez da água entre as plantas estudadas. Os resultados aqui observados, em geral, foram semelhantes aos encontrados por Aragão et al. (2002) e Araujo (2003).

O ácido málico e o acido orgânico predominante na água de coco, o qual se encontra em proporção superior a 90% dos ácidos graxos presentes. Por isso, este e o acido que melhor expressa a acidez da água de coco (SREBERNICH, 1998). A legislação brasileira para acidez de água de coco estabelecida por Brasil, (2002) tem limites máximos e mínimos de 0,03% e de 0,18%.

Pelos resultados de acidez encontrados nesse trabalho pode-se afirmar que esta característica não e boa indicadora para auxiliar na determinação do ponto de colheita do coco, dada as baixas proporções de ácidos presentes na água. Santos Filha et al. (2005) relatam que a acidez dessa cultivar não foi diferente quando os frutos estavam com 180 e 210 dias de idade. O valor de acidez encontrado no presente trabalho esta na faixa dos encontrados por Jayalekshmy et al. (1988).

De acordo como modelo estatístico empregado, foi observada interação significativa entre os ambientes de coleta e as plantas analisadas com relação ao pH da água de coco (Tabela 3). Verificou-se que a planta 1 do ambiente 2 obteve o maior valor de pH, seguido pela planta 2 do mesmo ambiente, com valores de 5,05 e 5,04, respectivamente. Os valores de pH do presente estudo estão próximos aos detectados em água de coco destinados ao consumo por Campos et al. (1996).

Maciel (2008) e Aroucha (2000) quando trabalharam com esta mesma espécie observaram valores semelhantes aos encontrados no trabalho. Silva (2006) estudando esta especie verificou que entre 180 e 195 dias de desenvolvimento o pH variou na faixa de 5,27 a 5,55, valores estes muito próximos do encontrado por Araújo (2003), ou seja, 5,63 aos 182 dias de desenvolvimento, que é a faixa, onde normalmente, o sabor doce e a adstringência para a água de coco são desejáveis.

De acordo Kays (1991), alguns frutos se caracterizam pelo decréscimo no teor de ácidos durante o amadurecimento, como conseqüência principal da atividade metabólica do fruto, o que ocasiona a elevação no pH.

Para essa variedade de coco, é importante mostrar que todos os valores de pH para as diferentes plantas apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos por Brasil (2002), o que permite um valor mínimo de pH de 4,30.

A relação SS/AT é muito importante, pois é um excelente indicador de doçura e esta diretamente relacionada com o aroma e o sabor da água de coco (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Foi observada, neste trabalho interação estatística significativa entre os ambientes de coleta dos frutos e plantas analisadas (Tabela 3). A planta que obteve o maior valor dessa relação foi a 2 proveniente do ambiente 2, com um valor médio de 403,4, enquanto que a 3 do mesmo ambiente foi a que se caracterizou com um menor valor de 92,56 desta relação.

Isepon et al. (2002) estudando este atributo com a mesma espécie do referido estudo, encontrou valores numa faixa de 49 a 219, a partir do sexto ate o décimo primeiro mês de desenvolvimento do fruto.

Os altos valores obtidos para esta relação são devidos à baixa acidez do albúmen liquido, conforme norma para fixação de identidade e qualidade da água de coco do Ministério da Agricultura, que determina o mínimo de 0,03 e o máximo de 0,18 g de acido cítrico.

O conteúdo dos sólidos solúveis na água foi significativo para a interação ambientes de coleta e plantas analisadas (Tabela 3). Pode-se verificar que houve uma variação de 5,30 a 7,10 entre as plantas para valores de sólidos solúveis, tendo a planta 1 do ambiente 2 o maior resultado para esta variável.

Considerando-se a relação entre os sólidos solúveis totais e o teor de açúcar total e, consequentemente, a manifestação do sabor e a doçura da água, uma vez que, em grande percentagem é representada pelos açúcares, existindo por tanto, uma forte correlação dessa característica com a qualidade final da água entre as diferentes cultivares. Diante disso, Jackson et al. (2004) recomendam que essa característica pode ser utilizada como indicador da doçura na água de coco.

Não existe definido ainda, no mercado consumidor, um limite mínimo de sólidos solúveis para a aceitação da água de coco e nem mesmo para essas cultivares. No entanto, alguns autores apontam

como entre 5,0 e 6,0% (JACKSON et al., 2004); 6,0 e 7,0% (ARAÚJO, 2003); 5,2 e 9,2% (ARAGÃO, 2002); 7,37 e 7,58% (ISEPON et al., 2002) e 5,84 e 6,71% (AROUCHA, 2000) como sendo ideais por ocasião da colheita para a grande maioria das cultivares de coqueiro Anão, estando os valores deste trabalho na mesma faixa dos referidos autores citados.

Tabela 03. Acidez titulável (AT), Sólidos soluveis (SS), Relação (SS/AT) e pH de frutos de coco anão verde cultivados em ambientes distintos do Rio Grande do Norte, Mossoró-RN, UFERSA, 2009.

Planta	AT (% ác. Málico)		SS (ºBRIX)		SS/AT		pH	
	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2	Amb. 1	Amb. 2
1	0,025aA	0,025aA	5,42bB	7,10aA	244,6bB	372,5aA	4,75bB	5,05aA
2	0,020aA	0,020aB	6,07bA	6,70aA	365,7aA	403,4aA	4,97aA	5,03aA
3	0,020bA	0,060aA	6,30aA	5,30bB	379,3aA	92,56bB	4,94aA	4,59bB
C.V	20,59		3,75		17,92		1,22	

Fonte: autor

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada planta de coco, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conclusões

De acordo com as condições em que este experimento foi realizado, conclui-se que:

Com relação ao diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, a planta 1 apresentou o maior valor de 15,45 cm e 20,03 cm, respectivamente, não diferindo estatisticamente das demais plantas.

Para a relação DL//DT, a planta 3 apresentou valor médio, superior às demais plantas, sendo, portanto, considerada como a que possui o fruto mais arredondado.

Em relação a massa fresca, a planta 1 no ambiente 2 se caracterizou com o maior valor de 2,396 kg. No entanto, a planta 2 do mesmo ambiente apresentou o menor valor de massa fresca 1,867 kg. A planta 1 do ambiente 1 apresentou o maior volume de água se sobressaindo em relação as demais, com um valor médio de 531 mL. Pode-se concluir que, a planta 1 para a relação VA/MF em ambos os ambientes apresentou o maior (6,89) e menor (3,99) valor. (MÉDIAS)

Baseado nas características físico-químicas, a planta que obteve o maior valor dessa relação foi a 2 proveniente do ambiente 2, com um valor médio de 403,4, enquanto que a 3 do mesmo ambiente foi a que se caracterizou com um menor valor de 92,56 desta relação; verificou-se que a planta 3 proveniente do ambiente 2 apresentou o maior valor (0,060%) de acidez, enquanto que no ambiente 1, pode-se observar um maior valor (0,025%) para a planta 1 se apresentando como as de melhores qualidades.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que a planta 1 do ambiente 2 obteve o maior valor de pH, seguido pela planta 2 do mesmo ambiente, com valores de 5,05 e 5,04, respectivamente e que a planta 2 do ambiente 2, apresentou valor médio de 403,4 desta relação.

Referências

ALEIXO, P. C. et al. Determinação direta de selênio em água de coco e em leite de coco utilizando espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite. **Química Nova,** v. 23, n. 3, p. 310-312, 2000.

ARAGÃO, W.M. et al. Água de coco. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, 24).

ARAGÃO, W. M. et al. **Coco pós–colheita**. Frutas do Brasil. [Aracajú?]: EMBRAPA/CPATC, 2002. 75p.

ARAÚJO, M. V. *Ponto de colheita e armazenamento refrigerado de coco Anão Verde (Cocos nucífera L) sob atmosfera modificada*. Mossoró-RN, 62p. (Dissertação de Mestrado) - ESAM. 2003.

ARAÚJO, M. V. *Conservação pós-colheita de coco Anão Verde (Cocos nucífera L) sob atmosfera modificada*. Congresso Brasileiro de Fruticultura Belém-PA, CD-ROM. 2001.

AROUCHA, E.M.M. Avaliação das principais características físicas e físico-químicas do endosperma líquido e sólido das cultivares de coco anão (cocos nucífera L) verde e vermelho em diferentes estádios de maturação. 2000. Tese (Mestrado)–Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2000.

AROUCHA, E. M. M; VIANNI, R. Determinação de ácido ascórbico na água-de-coco (*Cocos nucifera* L.) por cromatografia líquida e pelo método titulométrico. **Revista Ceres**, Viçosa/MG, v. 49, n. 283, p.245-251, 2002.

ASSIS, J.S. de; RESENDE, M.J.; SILVA, O.F.; SANTOS, R.C.; NUNES, F. **Técnicas para colheita e pós-colheita do coco verde**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 95).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. *Offi cial methods of analysis of AOAC International*. 17th ed. New York, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário Brasileiro de Fruticultura. Santa Cruz do Sul. Ed. Gazeta Santa Cruz, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Coco verde. Disponível em: www.integracao.gov.br/pdf/frutiseries/frutiseries sp 03.pdf. Acesso em: 13 mar. 2002.

CAMPOS, C. F.; SOUZA, P. E. A.; COELHO, J. V.; GLÓRIA, M. B. A. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal Food Processing Preservation**, New York, v. 20, n. 6, p. 487-500, 1996.

CASTRO, F. A.; MAIA, G. A. **Coco: Leite e Coco Ralado**. Fortaleza: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial, 1985.47p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Póscolheita de frutos e hortaliças:* Fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2005.

CUENCA, M. A. G.; RESENDE, J. M.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; REIS, C. S. Mercado brasileiro do côco: situação atual e perspectivas. In: ARAGÃO, W. M. **Côco**: pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 18.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa de Tecnologia de Alimentos. (Guaratiba, RJ). **Processamento de água de coco verde**. Guaratiba: EMBRAPA/CTAA: 1998. 10p. (Comunicado Técnico)

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: Sistema IBGE de recuperação automática. SIDRA. Disponível em: <http:// www.ibge.gov.br>. Acesso em: agosto de 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, v. 1, 1985.
ISEPON, dos J. S. et al. Monitoramento da qualidade de frutos de coqueiro Anão (*Cocos nucifera L.*) em diferentes estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 2002, Belém. **Anais**…Pará: SBF, 2002. CR-ROM.

JACKSON, J.C. et al. Changes in chemical composition of ccoconut (Cocos nucífera) water during maturation of the fruit. J. Sci. Food Agric., v. 84, n. 9, p. 1049-1052, 2004.

JAYALEKSHMY, A. et al. Changes in the chemical composition of coconut water during maturation. Oléaneux, Paris, v. 43, n. 11, p. 409-412, 1988.

JAYALEKSHMY, A. et al. Changes in the chemical composition of coconut water during maturation. **Journal of Food Science and Technology**. v. 23, p. 203 – 207, july,1986.

KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishables plant products.** New York: AVI, 1991. 543p.

MACIEL, V. T. Caracterização fisica, fisico-química e enzimática de frutos de seis cultivares de coqueiro anão em diferentes estadios de desenvolvimento. Dissertação de Mestrado, UFC. p. 102. 2008.

MEDINA, J. C. **Processamento: cultura - variedades; produtos, características e utilização - bebidas destiladas -** água de coco - Da Cultura ao Processamento e Comercialização. São Paulo: [s.n], 1980. 252p. (Série Frutas Tropicais no 5).

OLIVEIRA, M. E. B. de; BASTOS, M. do S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. de A. C.; SILVA, M. das G. G. da. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, set./dez., p. 326-332, 1999.

PASSOS, E. E. M. Morfologia do Coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). *A cultura do coqueiro no Brasil.* 2. ed. Brasília: Embrapa - Serviço de Produção de Informação, 1998. p. 57-64.

SANTOS FILHA, M. E. C. S. et al. Qualidade da água de fruto de seis cultivares de coqueiro Anão para consumo in natura e/ou industrializado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE

FRUTOS TROPICAIS. I, 2005, João Pessoa, Anais... João Pessoa, PB: (SBPCFT), 2005, 5 p. CD ROM.

SHIMIZU, M. K. Influência da idade na variação dos constituintes de frutos de coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera* L.) da região da baixada de sepetiba/RJ. p.69. 2006.

SILVA, F. V. G. **Bebidas à base de água de coco e suco de maracujá: processamento e estabilidade.** Fortaleza, 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará.

SILVA, F. V. G. **Bebidas à base de água de coco e suco de maracujá: processamento e estabilidade.** Fortaleza, 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará.

SOUZA, V. A. B.; NOGUEIRA, C. C. P.; SOUZA. H. V.; CARNEIRO, J.; VAL, A. D. B. Avaliação de cultivares de coqueiro Anão na micro região do Baixo Parnaíba Piauiense: características de desenvolvimento vegetativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais....** Belém: CBF, 2002. (CD - ROM).

SREBERNICH, S. M. Caracterização física e química da água de fruto de coco (*Cocos nucifera*), variedades gigante e híbrido PB-121, visando o desenvolvimento de uma bebida com características próximas às da água de coco. Campinas, 1998. 189 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas.

TAVARES, M. Estudo da composição química da água de coco Anão Verde em diferentes estádios de maturação. In**:** CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16. Rio de Janeiro. *Anais.* Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. v. 2, p.1262-1265. 1998.

Estudo da viabilidade de instalação de uma unidade de compostagem no bairro do Bessa, no município de João Pessoa, PB.

Annie Priscilla de Lima Cândido[1], Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[2]

[1]Engenheira Ambiental. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: eng.anniecandido@gmail.com, [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: giuseppecv@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo prolongar a vida útil do aterro sanitário de João Pessoa, desviando uma parcela de resíduos sólidos domiciliares enviados a ele diariamente. Com isso, o trabalho estuda a viabilidade da instalação de uma unidade de compostagem no bairro do Bessa, buscando dar uma correta destinação ao resíduo local, através da compostagem, desviando 16 toneladas (material orgânico domiciliar + resíduos provenientes de poda) geradas diariamente no bairro. A pesquisa foi desenvolvida a partir de estudos bibliográficos, desenvolvimento de equações básicas, disponibilização de documentos públicos e outros. Para a obtenção de resultados, foi necessária a coleta de dados a respeito do quantitativo de resíduo gerado no bairro do Bessa, o dimensionamento da área ideal à implantação da unidade, bem como os valores de investimento atribuídos a construção da estrutura, equipamentos necessários e gastos com funcionamento mensal. O estudo demonstrou a viabilidade do empreendimento, que gerará, inclusive, lucros significativos para um posterior investimento em novas unidades.

Palavras-chave: Aterro sanitário; Resíduos orgânicos; Sustentabilidade.

Abstrat

The objective of this work is to extend the useful life of the landfill of João Pessoa by diverting a portion of solid household waste sent to it daily. This work examines the feasibility of installing a composting unit in the neighborhood of Bessa, aiming to give a correct allocation to the local waste, through composting, diverting 16 tons (home organic material + residues from pruning) generated daily in the neighborhood . The research was developed from bibliographic studies, development of basic equations, availability of public documents and others. In order to obtain results, it was necessary to collect data on the amount of waste generated in the neighborhood of Bessa, the size of the ideal area for the implementation of the unit, as well as the investment values attributed to the construction of the structure, necessary equipment and expenses with monthly operation. The study demonstrated the viability of the venture, which will generate significant profits for a subsequent investment in new units.

Keywords: Landfill; Organic waste; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A partir do século XV, movimentos comerciais distanciaram a sociedade de seu comportamento tradicional, tornando-a cada vez mais focada no consumo (FIGUEIREDO; GODECKE; NAIME, 2012). Essa sociedade passou a ter comportamentos marcados pela extravagância, preocupando-se apenas com o que a natureza tem a oferecer e não com os impactos ambientais que pudessem ser causados a ela. Com isso, à medida que o poder de compra aumentava, a quantidade de resíduo crescia consideravelmente, visto que o nível de riqueza é capaz de interferir no consumo e nos hábitos de vida da população (FIGUEIREDO; GODECKE; NAIME, 2012).

Em decorrência do crescimento populacional de uma média de 0,86% nos últimos seis anos (IBGE, 2013?), tem-se também o natural aumento da produção alimentícia para atender à demanda. Esse aumento, seguido do consumo, acaba por gerar cada vez mais restos alimentícios que na maioria das vezes não são encaminhados para um tratamento adequado.

Esse meio de destinação cria despesas para os municípios que poderiam ser evitadas caso os resíduos fossem corretamente separados na fonte e conduzidos para um correto tratamento (MASSUKADO, 2008, p. 20).

Por vezes, o rápido crescimento populacional, embora traga aspectos positivos, acaba por não acompanhar o desenvolvimento local de uma região, desencadeando uma série de problemas ambientais.

Grande parte desses problemas é causada por resíduos sólidos e advindos da falta de atenção dada pelos gestores públicos, uma vez que sua má gestão é responsável por causar a contaminação do solo, dos recursos hídricos, do ar e, também, afetar a saúde pública (DANTAS, 2012).

Conforme os dados do censo demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população nordestina é a segunda maior do Brasil, ocupando também, a segunda colocação da região que mais consome.

Segundo ABRELPE (2014), o Nordeste foi responsável por gerar no ano de 2013 cerca de 41.820 t/dia, sendo 0,750 kg/hab/dia de resíduo sólido, aumentando esses valores no ano seguinte para 43.330 t/dia, sendo 0,771 kg/hab/dia.

De acordo com o IBGE (200-), a cidade de João Pessoa foi criada em 1586, com uma população estimada em 801.718 mil habitantes para 2016 e cerca de 65 bairros. Segundo a EMLUR (2016), o município foi responsável por encaminhar ao aterro sanitário, entre 2008 e 2013, cerca de 3.680.263 toneladas de resíduo nos últimos nove anos, com média de 400.000 toneladas anuais, aumentando significativamente de 330.000 toneladas em 2008 para 476.000 toneladas em 2015 (ASMJP, 2016).

A dificuldade da gestão frente aos resíduos sólidos ocorre devido à variedade de componentes existentes em sua composição (DANTAS, 2012), deixando o gerador inseguro quanto à correta destinação de cada tipo de resíduo, dificultando o correto acondicionamento por falta de conhecimento.

A não separação desses resíduos dificulta a sua triagem após a entrada ao aterro sanitário ou em associações de catadores, inutilizando os resíduos passíveis de reciclagem e ocupando, cada vez mais, espaço no aterro que deveria conter em suas células apenas o rejeito, conforme a política nacional dos resíduos sólidos (PNRS) em sua Lei nº 12.305 que conceitua:

> "São resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada" (BRASIL, 2010).

Apesar da dificuldade a pouco citada, o incentivo à segregação dos resíduos na fonte geradora consta como estratégia de não geração e redução de resíduo sólido urbano (RSU) no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de João Pessoa, para facilitar a coleta seletiva pelas associações/cooperativas de catadores de materiais recicláveis (PMGIRS, 2010).

Outro impasse é devido ao atraso brasileiro frente à gestão dos resíduos sólidos se comparado a outros países, como a Alemanha que, segundo (CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2013) recuperou 63% dos resíduos em

2011, sendo 17% por meio da compostagem, enquanto no Brasil, apenas 3% é reciclado (AGÊNCIA SENADO, 2014). Esse atraso ocorre devido ao grande impacto econômico que a lei 12.305 traz consigo, visto que existe a necessidade de se investir bastante para que se obtenha sucesso, deixando de lado medidas que poderiam ser realizadas para dar avanço na área.

Apesar da variedade de componentes presentes nos resíduos sólidos domiciliares (RSD), tornando-os heterogêneos (DANTAS, 2012) o orgânico é o mais predominante. Segundo dados da EMLUR (2016), o percentual de matéria orgânica no RSD é de 35%, seguido de 16% de resíduo verde, sendo o orgânico a maior parte dentre os vários tipos de resíduos que compõem o RSD.

A PNRS (2012) impôs metas e prazos para a redução da disposição de RSU úmidos em aterros sanitários no Nordeste e em João Pessoa, cabendo ao Nordeste reduzir 10% a cada quatro anos a partir de 2015 e para João Pessoa reduzir 2% em 2015, 10% em 2019 e 10% a mais a cada quatro anos.

Infelizmente, devido a enorme quantidade de restos de alimentos gerados e a carência de sistemas de gerenciamento nos municípios que tratem esses resíduos, esse percentual ainda é uma realidade distante.

Em meio a esse impasse, casos menos profissionais como o da compostagem demonstra ser um método sustentável que devolve esse resíduo ao seu ciclo de origem.

Estudos mostrados pelos os autores Wanger e Freitas (2009), demostraram a viabilidade para ciclagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares através da compostagem, gerando um composto com características físicas e químicas favoráveis, com potencial de uso agrícola, restaurando solos e desviando resíduos do aterro.

A matéria orgânica faz parte de um ciclo de vida, que é um processo de reciclagem. A partir deste processo a matéria morrerá, será degradada e transformada em matéria prima para que outras moléculas possam surgir dando continuidade ao ciclo e devolvendo a Terra àquilo que nos foi dado.

Agir de forma sustentável é apropriar-se do que a Terra tem para oferecer em prol das necessidades humanas, mas de forma consciente, pensando no bem estar das futuras gerações, sem prejudicá-las. É desenvolver atividades que não venham a agredir o meio ambiente e nem comprometer o futuro, e a compostagem é uma forma de reciclagem, sendo definida por Gualberto Filho et al (2012) como um processo biológico que transforma a matéria orgânica em um composto com propriedades e característica completamente diferentes da inicial.

Através dela, os restos orgânicos, podas e quaisquer outros resíduos compostáveis serão decompostos aerobiamente, pelos microrganismos e a atividade microbiana no composto pode ser controlada por meio de sua temperatura, umidade e aeração, fatores que devem ser respeitados para que a matéria seja decomposta sem liberação de odor num menor espaço de tempo.

Apesar de o aterro ser um meio sanitário para dispor os resíduos, significa em última análise, aterrar recursos naturais, não o devolvendo ao ciclo produtivo, como no caso da matéria orgânica que, por vezes, não é reaproveitada (HACK; PEIXE, 2014, p. 1).

Embora aterro sanitário possua aspectos positivos, como sanitários e sociais (DANTAS, 2012), os seus processos tem sido bastante criticados. Segundo a CETESB (200?), o objetivo dos aterros sanitários não está sendo o correto tratamento ou a reciclagem do lixo urbano, mas apenas o de compacta-lo no solo. Apesar de ser o meio mais difundido para disposição de resíduos, o aterro sanitário envolve a ocupação de áreas que sejam devidamente apropriadas para sua instalação, e espaços úteis para este fim estão cada vez mais escassos.

> "De acordo com a PNRS, antes de encaminhar os resíduos sólidos ao aterro sanitário, deve-se sempre procurar outras formas de tratamento como reciclar, tratar, reutilizar ou minimizar sua geração." (DANTAS, 2012)

A PNRS, em sua lei 12.305/10, artigo 3º, inciso VII define destinação final ambientalmente adequada como:

> "[...] Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações [...]". (BRASIL, 2010).

Para isso, apenas os rejeitos deveriam ser encaminhados, conforme PNRS, já citado anteriormente.

Embora o Aterro Sanitário Municipal de João Pessoa (ASMJP) apresente um Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) = 9,2 sendo classificado como condições adequadas (SILVESTRE; SILVESTRE FILHO, 2010) e a EMLUR tenha apresentado, nos últimos anos, a construção de esforços na criação de projetos para o gerenciamento do resíduo municipal, até então não foram apresentados modelos que se encaixem com as exigências atuais frente à correta destinação da matéria orgânica, apesar do município possuir em seu PMGIRS metas relacionadas a esse tipo de resíduo, como: definição de responsáveis pela coleta do resíduo úmido; capacitação de associações/cooperativas para realizar o tratamento de resíduos úmidos; e, incentivar e promover a segregação dos resíduos em secos e úmidos.

Visto que a proposta de uma usina de compostagem no interior do aterro sanitário do município apresentaria dificuldades financeiras para sua realização devido seu grande porte, opta-se por outra forma de prolongar a vida útil do aterro, também por meio da compostagem, desviando parte do resíduo enviado a ele através de propostas sustentáveis e viáveis para o município, como exemplo do estado de São Paulo que criou um pátio de compostagem piloto em 2015 para coleta de orgânicos de feiras livres, servindo de referência para outros pátios e quatro centrais de compostagem que seriam implantados na cidade no ano seguinte (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015).

Em seu histórico, a prefeitura de João Pessoa e a EMLUR apresentam várias tentativas de projetos que buscam incentivar a reciclagem do resíduo seco, como o Acordo Verde, onde a população faz a separação do resíduo e a prefeitura faz a coleta porta a porta com o auxilio de antigos catadores informais (PMJP, 2007). No caso do resíduo úmido, até o momento não fora identificado nenhum programa específico para a compostagem da matéria orgânica que possa atender a bairros em sua totalidade, apesar de constarem estratégias de incentivo no Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos voltados ao resíduo sólido orgânico.

O Ministério do Meio Ambiente (2014) afirma que o município deve possuir um bom sistema de gerenciamento para os resíduos sólidos, como a coleta seletiva e métodos de compostagem para que se consiga dispor apenas os rejeitos em aterro sanitário.

Diante a implantação de qualquer projeto voltado ao tratamento de resíduos, a conscientização e colaboração da população a ser abrangida se faz extremamente necessária para seu bom funcionamento.

Ações voltadas à conscientização da população tem se mostrado eficientes, como exemplo de São Paulo que, segundo a Prefeitura de São Paulo (2015), a cidade investiu em ações para conscientização ambiental, como exemplo da Lei das Sacolinhas, medida está prevista na Lei Municipal 15.374. A lei consiste na distribuição de sacolas verdes (recicláveis) e cinzas (matéria orgânica e rejeito) no lugar das brancas, cabendo aos comerciantes essa distribuição.

Essa medida aumentou o percentual de reciclagem da cidade de 3% para 7%, aliado a outras ações de melhorias voltadas à reciclagem.

Para isso, devem ser desenvolvidas campanhas de educação ambiental em parceria com as prefeituras a fim de se estreitar a relação ser humano/meio ambiente e mostrando-lhe a importância de se preservar e de adotar medidas sustentáveis como a apresentada neste trabalho sendo necessário, segundo o autor JACOBI (2003):

> "[...] fortalecer a importância de garantir padrões ambientais adequados e estimular uma crescente consciência ambiental, centrada no exercício da cidadania e na reformulação de valores éticos e morais, individuais e coletivos, numa perspectiva orientada para o desenvolvimento sustentável." (JACOBI, 2003, p. 200)

Com isso, o trabalho tem por objetivo estudar a viabilidade da implantação de uma unidade de compostagem no bairro do Bessa, buscando dar uma correta destinação ao resíduo local através da compostagem.

2 METODOLOGIA

2.1 Materiais e métodos

Inicialmente, o trabalho foi desenvolvido a partir de estudos bibliográficos e informações disponíveis das principais referências norteadoras do assunto "Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos" por intermédio de periódicos, publicações na internet, livros e documentos públicos e privados, permitindo uma reflexão e análise sobre a temática.

O levantamento de dados estimativos referente à quantidade de RSD e poda gerada anualmente foram obtidos a partir da cooperação da Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana – EMLUR.

2.1 Dimensionamento da área

Para dimensionar a Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos proposta no presente trabalho foi necessário, estudos bibliográficos e a elaboração de equações básicas envolvendo cálculos de área, volume, logísticos e tempo, a fim de se dimensionar o terreno necessário. As fórmulas utilizadas foram:

- Resíduo gerado por dia
  1 - RSDia = (RSDA + RPA)/dias.ano^{-1}
  Onde: RSDia – resíduos sólidos diários; RSDA – resíduos sólidos domiciliares anuais e RPA – resíduos de poda anual.

- Porcentagem de matéria orgânica
  2 - QMO = RSD . Y%
  Onde: QRSO – quantidade de matéria orgânica; RSD – resíduo sólido domiciliar; Y% - percentual de referência;

- Quantidade de poda na mistura
  3– QRPO = QMO . Y'%
  Onde: QRPO – quantidade de resíduos de poda; QMO – quantidade de matéria orgânica; Y'% - percentual de referência.

- Volume da leira
  4– V = C x L x H
  V = 4,60 m x 2,20 m x 1,30 m = 13,1 m³
  Onde: C – comprimento; L – largura; H – altura.

- Peso da leira
  5– PL = (PLr . VL)/VLr
  Onde: PL – peso da leira; PLr – peso da leira referenciada; VL - volume da leira desejada; VLr – volume da leira referenciada.

- Área da base da leira
  6– Ab = C x L
  Onde: Ab – área da base da leira; C – comprimento; L – largura.

- Quantidade de leiras
  7– QL = PLD / PL
  Onde: QL – quantidade de leiras; PLD – peso da leira diário referenciada; PL – peso da leira.

- Área das leiras
  8– Al = Bl x nº leiras
  Onde: Al – área das leiras; Bl – base das leiras.

- Área de compostagem
  9– Ac = Al x dc
  Onde: Ac – área de compostagem; Al – área das leiras; dc – dias de compostagem.

- Área entre as leiras
  10– Aesp = Z x P x Qdc
  Onde: Aesp total: area de espaçamento; Z – espaçamento adotado; P – número de faces da leira; Qdc – quantidade de dias de compostagem.

- Área total de compostagem
  11– At = Ac + Aesp
  Onde: At – area total; Ac – area de compostagem; Aesp – area de espaçamento.

- Produção diária de composto
  12– MOCD = QTRSD . Y''% = 16 ton. $dias^{-1}$. 60% = 9,6 ton. $dias^{-1}$
  Onde: MOCD – matéria orgânica compostada diariamente; QTRSD – quantidade total de resíduo sólido diário; Y''% - percentual de referência;

Para iniciar o dimensionamento da área, foram utilizados dados anuais referentes à quantidade de RSD e resíduos provenientes de restos de poda gerados no bairro do Bessa (antes do desmembramento).

2.2 Área de Estudo

Primeiramente, para fins de esclarecimento, vale salientar que, em 4 de setembro de 1998, a Lei Municipal nº 1574 alterou a divisão de bairros em João Pessoa (PB) onde, uma parte do bairro do Bessa foi desmembrada dando origem a dois outros bairros: Jardim Oceania e Aeroclube, como pode-se verificar na Fig. 1 e 2 (GONDIM, 2012).

O bairro do Bessa está localizado na cidade de João Pessoa, estado da Paraíba, Brasil. O município em questão possui área com extensão territorial de 211,4 km² (IBGE, 2015) e 723.515 habitantes (IBGE, 2010).

O Bessa é um bairro nobre localizado na zona leste da cidade de João Pessoa, limitando-se ao sul com os bairros Aeroclube e Jardim Oceania, ao norte com o Rio Jaguaribe (João Pessoa) e com o bairro de Intermares (município de Cabedelo) e a leste com o Oceano Atlântico.

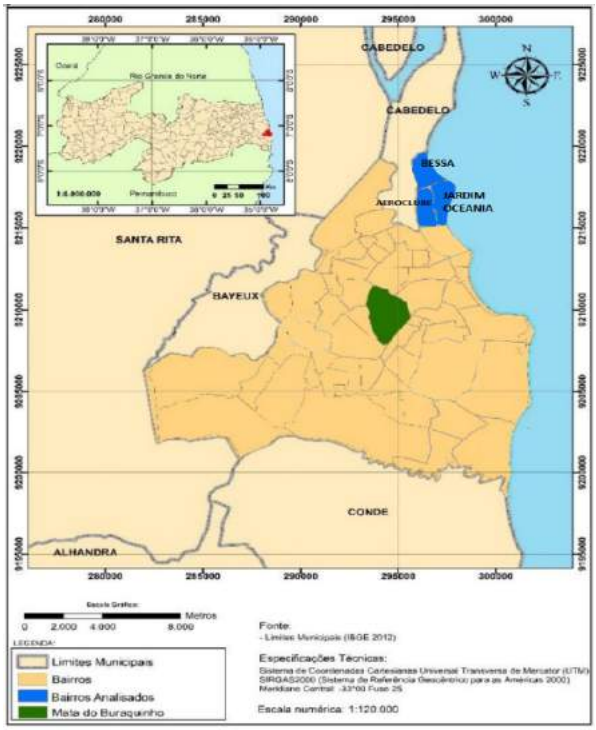
O bairro possui as coordenadas 7°04'05.3"S 34°50'35.2"W e uma extensão territorial aproximada de 2,13 km² (GOOGLE EARTH, 2016), com um quantitativo populacional estimado em 14.680 habitantes para o ano de 2016 (IBGE, 2010).

A escolha do bairro para a análise dos dados não seguiu nenhum critério sendo selecionado de maneira aleatória.

2.3 Área Destinada à Unidade De Compostagem

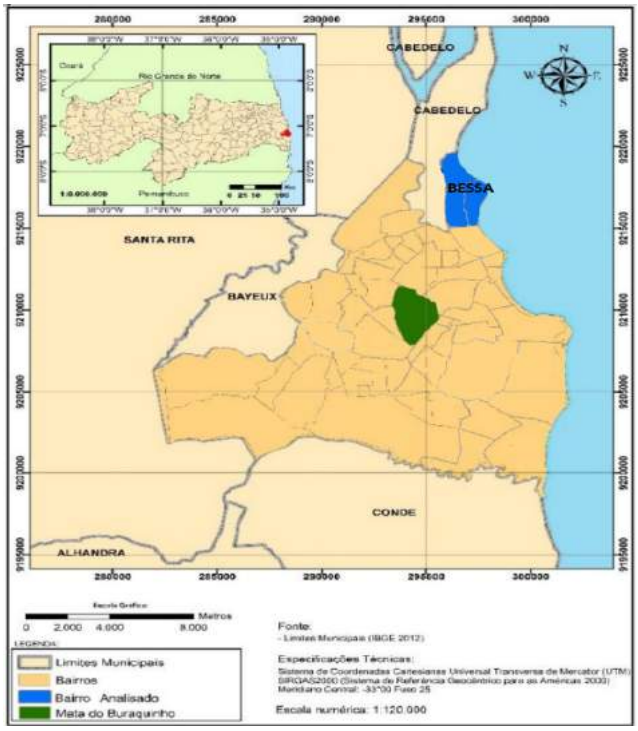
Após dimensionamento de uma área que atenda ao quantitativo gerado no bairro do Bessa, foi selecionado um terreno que comportasse a unidade de compostagem no bairro Jardim Oceania (Fig. 2), próximo ao Bessa.

Figura 1 – Cidade de João Pessoa com destaque para o bairro do Bessa antes do desmembramento.



Fonte: AVELAR e SILVA, 2015 (Adaptado).

Figura 2 – Cidade de João Pessoa com destaque para o bairro do Bessa após o desmembramento, dando origem aos bairros Jardim Oceania e Aeroclube.



Fonte: AVELAR e SILVA, 2015 (Adaptado).

O terreno escolhido pertence à prefeitura e encontra-se desativado. Possui, aproximadamente, 5.300m² de área, e está localizado (Fig. 3) na Rua Severino Nicolau de Melo s/n, de coordenadas 04'33.9"S 34°50'05.4"W e vizinho à associação de catadores, ASCARE-JP (fig. 3). Em seu entorno, a rua possui apenas uma das laterais próxima às residências, sendo as outras três consideravelmente afastadas, tornando o local favorável para a implantação da unidade de compostagem.

Figura 3 - Terreno escolhido para a unidade de compostagem (vermelho) e ASCARE-JP (azul) no bairro Jardim Oceania.

Fonte: Google Maps (Adaptado).

Sendo assim, após o dimensionamento, o presente trabalho optou pelo bairro Jardim Oceania, por este possuir um grande terreno desativado capaz de comportar a unidade de compostagem dimensionada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Dados iniciais

Dados referentes ao Bessa, bairro escolhido no presente trabalho, foram analisados para o dimensionamento da área necessária para a implantação de uma unidade de compostagem.

- Quantidade de poda: 1.360,86 ton/ano;
- Quantidade RSD: 12.840,64 ton/ano;

  Sendo necessário apenas o uso dos dados acima para a iniciação dos cálculos.

  O RSD e poda anual foram transformados dias, dividindo seu valor por 365 dias, dados por:

1- RSDia = (RSDA + RPA)/dias.ano^{-1}

- RSDia = RSDA / dias.ano^{-1} = 12.840,64 / 365 = 35,17 ton. dias^{-1}
- RPD = RPA / dias.ano^{-1} = 1.360,86 / 365 = 3,72 ton. dias^{-1}

  Onde: RSDia – resíduos sólidos diários; RSDA – resíduos sólidos domiciliares anuais e RPA – resíduos de poda anual.

Segundo a EMLUR (2016), 35% de todo o resíduo sólido domiciliar gerado é composto por matéria orgânica. Sendo assim, das 35,6 ton/dia de RSD, 35% é matéria orgânica:

2- QMO = RSD . Y% = (35,17 ton. $dias^{-1}$. 35%)/100% = 12,3 ton. $dias^{-1}$
Onde: QRSO – quantidade de matéria orgânica; RSD – resíduo sólido domiciliar; Y% - percentual de referência.

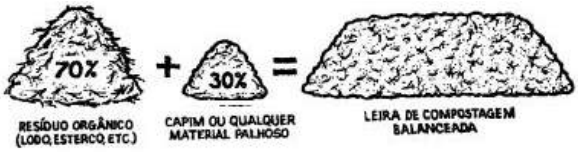
Para que a decomposição ocorra num menor espaço de tempo, a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) deve ser levada em consideração, já que uma grande quantidade de carbono (poda) pode desacelerar o processo, devido a sua decomposição ser mais demorada. Do percentual estabelecido para o bom funcionamento de uma compostagem é recomendado aproximadamente 70% de MO e 30% de material lignoso (LAVIET, 2016).

Considerando que a quantidade passível de compostagem de M.O de 12,3 ton. $dias^{-1}$ represente 100%, deve-se calcular aos 30% referentes à poda.

3– QRPO = QMO . Y'% = (12,3 ton.$dias^{-1}$. 30%)/100% = 3,7 ton.$dias^{-1}$
Onde: QRPO – quantidade de resíduos de poda; QMO – quantidade de matéria orgânica; Y'% - percentual de referência.

Portanto, a proporção (Fig. 4) de 70% de M.O e 30% de poda corresponde, respectivamente, a 12,3 ton. $dias^{-1}$ e 3,7 ton. $dias^{-1}$.

Figura 4 – Proporção a ser utilizada



Fonte: Google (Adaptado).

3.2 Estrutura da leira

Devido à dispersão de resultados referente à dimensão ideal para uma leira, concluiu-se que não existem limitações para o comprimento, entretanto, os valores de altura e largura, não devem ultrapassar os limites de 1,8m e 3,5m (ESALQ, 2015?), respectivamente (fig. 5):

Figura 5 – Leira de compostagem de aeração passiva

Fonte: Imagem Google (Adaptado)

Sendo assim, as medidas adotadas para a leira no presente trabalho estão dentro dos limites estabelecidos acima. Portanto, serão admitidos, 4,60 m para o comprimento (C), 2,20 m referente à largura (L) e 1,30 m para altura (H), logo para obtenção do volume da leira (V) teremos:

4– V = C x L x H
V = 4,60 m x 2,20 m x 1,30 m = 13,1 m³

3.2.1 Peso da leira

Para se estimar o peso de uma leira de grande volume, Fonseca (2012) pesou uma leira de menor volume e, por regra de três, encontrou o peso da leira maior. Com isso, sabendo que uma leira de 11,5 m³ pesa 4,6 toneladas (FONSECA, 2012), por regra de três, temos que:

5– PL = (PLr . VL)/VLr
PL = (4,6 ton . 13,1 m³)/11,5 m³ = 5,24 ton
Onde: PL – peso da leira; PLr – peso da leira referenciada; VL - volume da leira desejada; VLr – volume da leira referenciada.

3.2.2 Área da base da leira

0A área da base da leira (Ab) é resultante da multiplicação entre o comprimento (C) da leira e sua largura (L):

6– Ab = C x L
Ab = 4,60 m x 2,20 m = 10,12 m²

Conclui-se que uma leira ocupará um espaço de 10,12m^2.

3.2.3 Quantidade de leiras

Para estimar a quantidade de leiras (Ql) foi dividido o peso diário total (Poda+ M.O = 16 ton/dia) pelo peso da leira.

7– QL = PLD / PL

$$QL = 16 \text{ ton} / 5{,}24 \text{ ton} = 3 \text{ leiras}$$

Onde: QL – quantidade de leiras; PLD – peso da leira diário referenciada; PL – peso da leira.

Conclui-se que, diariamente, serão necessárias três leiras para comportar as 16 toneladas diárias de material enviado à unidade de compostagem.

3.2.4 Área das leiras

Conforme calculado anteriormente, sabe-se que uma leira possui 10,12m2 e que serão necessárias três leiras diárias. Deve-se então, calcular a área que essas três leiras ocuparão diariamente.

A área das leiras (Al) consiste na multiplicação da base da leira (Bl) pelo número de leiras (nº) necessárias.

8– Al = Bl x nº leiras

$$Al = 10{,}12 \text{ m}^2 \times 3$$

$$Al = 30{,}36 \text{ m}^2$$

Seria necessária uma área de 30,36 m² por dia para as três leiras diárias.

3.3 Área de compostagem

Considerando o tempo total de compostagem igual a 75 dias, sendo 70 para transformação da matéria orgânica em composto orgânico e 5 dias para possíveis imprevistos climáticos ou outros, a área da compostagem (Ac) será igual a área diária das três leiras (Al) multiplicado pelo número de dias da compostagem (dc).

9– Ac = Al x dc

$$Ac = 30{,}36 \text{ m}^2 \times 75$$

$$Ac = 2.277 \text{ m}^2$$

Portanto, ao longo dos 75 dias de compostagem, ocupando 30,36 m² de leira por dia, seria necessária uma área de 2.277 m².

3.3.1 Cálculo da área total de compostagem

3.3.1.1 Área entre as leiras

É necessária a existência de um espaço entre as leiras para que o maquinário possa transitar entre elas e revolvê-las e, também, um espaço para drenagem de chorume. O espaçamento vertical e horizontal adotado será de 3,00 metros (Fig. 5).

Figura 5 – Espaçamento entre as leiras.

Fonte: Google (Adaptado).

Sendo assim, a área de espaçamento consiste na multiplicação da medida adotada (Z) pelas quatro faces da leira (P), multiplicada ainda, pela quantidade de dias de compostagem (Qdc).

10– Aesp total = Z x P x Qdc

$$Aesp = 3m \times 4m \times 75$$

$$Aesp = 900\ m^2$$

Portanto, de espaçamento entre as leiras será necessário adicionar mais 900 m² a área total.

3.3.1.3 Área total do terreno para compostagem

A área total necessária para a compostagem (At) será resultante da área de compostagem (Ac) vezes a área de espaçamento (Aesp).

11– At = Ac + Aesp =

$$At = 2.277\ m^2 + 900\ m^2 = 3.177\ m^2$$

3.4 Produção diária de composto orgânico

Segundo Fonseca (2012), o processo de compostagem admite as seguintes perdas:

Evaporação da água 25%
Rejeito na triagem 8%
Rejeito no peneiramento 7%
Total 40%

Sendo assim, se o peso diário do material a ser compostado é de 16 ton. $dias^{-1}$, o material final será de 60%, visto que os outros 40% são provenientes de perdas.

12– MOCD = QTRSD . Y''% = 16 ton. $dias^{-1}$. 60% = 9,6 ton. $dias^{-1}$

Onde: MOCD – matéria orgânica compostada diariamente; QTRSD – quantidade total de resíduo sólido diário; Y''% - percentual de referência;

Portanto, após o 76º dia, período em que a leira inicial ficará pronta, a produção diária estimada, a partir desse dia, será de 9,6 ton. $dias^{-1}$ de composto orgânico.

Com a captação de 9,6 toneladas diárias a unidade de compostagem será responsável por desviar, aproximadamente, 288 toneladas mensais do aterro sanitário favorecendo o prolongamento da sua vida útil e diminuindo os gastos da prefeitura com coleta e disposição final.

3.5 Atribuição de valores

O presente tópico abordará a estimativa dos valores necessários referentes à instalação e funcionamento da unidade, os maquinários indispensáveis e o pessoal necessário para gerir o processo.

Todavia, os valores contidos nas tabelas 1, 2 e 3 foram obtidos a partir da média dos valores encontrados através de consulta via internet de preços praticados no mercado.

3.5.1 Valores de Instalação

Os valores atribuídos à instalação (Tab. 1) referem-se à estrutura básica necessária para implantação da unidade de compostagem.

Materiais de mobiliário como cadeira, computador, mesa, lâmpadas e outros foram estimados num valor médio de R$ 20.000 (US$ 6.170).

Tabela 1 – Valores atribuídos à estrutura da unidade.

Estrutura	Quantidade	Valor (US$)	Valor (R$)
Administração	1	21.596	70.000
Galpão	1	18.511	60.000
Guarita	1	925	3.000
Mobiliário	-	6.170	20.000
Muro de limitação	-	1.234	4.000
Reator	3	617	2.000
Sistema de Drenagem	-	12.341	40.000
Total	**-**	**US$ 60.779**	**R$ 199.000**
Coeficiente de erro (%)	10%		

Fonte: Autor

3.5.2 Valores com Maquinários

Os valores atribuídos aos maquinários (Tab. 2) referem-se aos equipamentos indispensáveis para o funcionamento do sistema.

Ferramentas básicas como pá, carrinho de mão, termômetro, mangueira e outros foram estimados num valor de R$ 5.000 (US$ 1.543).

Tabela 2 – Valores atribuídos aos maquinários da unidade

Itens	Quantidade	Valor (US$)	Valor (R$)
Balança	1	7713	25.000
Container	3	1234	4.000
Esteira	2	9255	30.000
Revolvedora	1	21596	70.000
Ferramentas básicas	-	1543	5.000
Moega	1	9255	30.000
Trator pá carregadeira	1	12341	40.000
Triturador	1	2468	8.000
Total	**-**	**US$ 66.024**	**R$ 212.000**
Coeficiente de erro (%)	10%		

Fonte: Autor

3.5.3 Valores de Funcionamento e de Pessoal

Os valores atribuídos ao funcionamento e pessoal (Tab. 3) referem-se a gastos mensais que são essenciais para o funcionamento da unidade.

Tabela 3 – Valores atribuídos ao Funcionamento e Pessoal

Itens	Quantidade	Valor (US$)	Valor (R$)
Água	-	154	500
Energia	-	617	2.000
Engenheiro Ambiental	1	3.085	10.000
Colaborador	5	1.358	4400
Licença de funcionamento	-	X	-
Supervisor	1	1.234	4.000
Total		**US$ 6.448**	**R$ 20.900**
Coeficiente de erro (%)	10%		

Fonte: Autor

É importante ressaltar que os valores referentes aos trabalhadores deverão sofrer alterações de acréscimo referentes à insalubridade, férias e 13º, já que não foram inclusos.

Valores referentes à licença de funcionamento não foram mensurados devido as constantes remodelações sofridas pelos órgãos.

Os valores atribuídos ao funcionamento e pessoal (Tab. 3) correspondem a apenas 30 dias de operação. Portanto, como o sistema só apresentará rentabilidade após 75 dias, é necessário um valor a fim de se manter a funcionalidade do sistema e pagamento do pessoal nos outros 45 dias, acrescentando-se um valor proporcional a esses dias: se 30 dias correspondem a R$ 20.900 (US$ 6.448), 75 dias corresponderão a R$ 52.228 (US$ 16.120).

Logo, será necessário o valor de R$ 52.228 (US$ 16.120) para despesas com pessoal e funcionamento do sistema até o período em que as leiras começarão a ficar prontas (75 dias).

3.5.4 Valores Totais

Os valores totais (Tab. 4) englobam os gastos com a estrutura de instalação, os maquinários indispensáveis e as despesas mensais básicas de funcionamento, incluindo o corpo de funcionários.

Tabela 4 – Valores Totais

Tipo de Gasto	Valor (US$)	Valor (R$)
Estrutura de Instalação	60.779	199.000
Maquinários	66.024	212.000
Funcionamento e Pessoal	16.120	52.228
Total	**US$ 142.923**	**R$ 463.228**
Coeficiente de erro (%) 10%		

Fonte: Autor

Sendo assim, os valores atribuídos para a implantação de uma unidade de compostagem seria estimado em de R$ 463.228 (US$ 142.923).

Para esses valores não se aplicam as deduções de impostos de comercialização.

3.6 Viabilidade do projeto

Para o valor de mercado será fixado R$ 0,60 (US$ 0.185) o quilo do adubo para fins de comercialização dentro da unidade de compostagem.

Partindo do principio de que, diariamente, são produzidas 16 toneladas e estas serão comercializadas com valor de mercado de R$ 0,60 o quilo, estima-se que o sistema possa produzir um valor diário de:

QD = PMQ . PDC .: QD = R$ 0,60 . 9600 kg .: QD = R$ 5.760 (US$ 1.777)
Onde: QD – Quantia diária; PMQ – Preço de mercado do quilo; PDC – produção diária de composto.

Sendo o valor diário estimado em R$ 5.760, em 30 dias tem-se:

QM = QD . DPM .: QM = R$ 5.760 . 30.: QM = R$ 172.800 (US$ 53.333)
Onde: QM – Quantia mensal; QD – Quantia diária; DPM – Dias por mês.

Sabendo-se que a rentabilidade ocorrerá, aproximadamente, a partir de dois meses e meio (75 dias) após o início do processo, os custos com instalação e equipamentos serão compensados conforme tab. 5:

Tabela 5 – Simulação de arrecadação para os primeiros 180 dias de funcionamento.

Total (B) gasto com pessoal após 105 dias de funcionamento			**$ 25.568**
Total (C) de implementação		**142.293**	**$**
Total (D) apurado após 180 dias		**$ 186.665**	
Total Geral	**D-(C+B)**	**$ 18.804**	
Coeficiente de erro (%)			**10%**

Fonte: Autor

Tabela 5 - Simulação de arrecadação para os primeiros 180 dias de funcionamento.

Período	**Situação**	**Arrecadado (US$)**	**Gasto fixo mensal (US$)**
30 dias	Em produção	-	-
30 dias	Em produção	-	-
15 dias	Em produção	-	-
15 dias	Venda	$26.666	$3.224
30 dias	Venda	$53.333	$6.448
30 dias	Venda	$53.333	$6.448
30 dias	Venda	$53.333	$6.448
Total (A) gasto com pessoal nos 75 dias iniciais de funcionamento			**$ 16.120**

Fonte: Autor

Analisando a tabela tab.5, verifica-se que serão necessários, aproximadamente, seis meses (180 dias), a partir do primeiro dia de funcionamento da unidade, para compensar os investimentos iniciais que foram de US$ 142.293 de todo o projeto.

Em seis meses estima-se que será obtida a quantia de US$ 186.665. Esse valor é suficiente para quitar o investimento inicial, como exposto na Tab. 5 onde o valor de US$ 186.665 foi subtraído do total de gastos fixos após 105 dias de funcionamento (US$ 25.568) e os gastos com instalação (US$ 142.293). Logo, US$ 186.665 - US$ 25.568 - $ 142.293 = US$ 18.804.

Depois de computado o custo de instalação, segue-se na rotina normal com a arrecadação de US$ 53.333 mensal (30 dias) havendo uma variabilidade no valor arrecadado devido ao valor de funcionamento mensal (US$ 16.120), restando ainda um montante de US$ 37.213 (US$ 53.333 – US$ 16.120) correspondendo ao lucro da empresa.

Do lucro gerado serão realizados gastos extras que serão utilizados em capacitações constantes dos colaboradores envolvidos, no marketing empresarial para com a população, em melhoria das qualidades operacionais da unidade, investimento para a abertura de novas unidades de compostagem e outros.

3.5.1 Uso do composto orgânico

Para Khiel (1985), o fertilizante orgânico ou composto orgânico aplicado ao solo em quantidades, épocas e maneiras adequadas, pode proporcionar uma significativa melhoria em suas qualidades físicas, químicas e

biológicas, atuando como agente corretor de Ph e toxidez, fornecendo os nutrientes necessários para que se possam produzir colheitas compensatórias, sem causar danos ao solo, à planta ou ao meio ambiente.

O composto orgânico poderá ser utilizado contribuindo com o meio agrícola; em indústrias de adubo químico que necessitam de uma porcentagem de composto orgânico em sua formulação; no auxilio da construção de jardins, seja em ambientes domésticos ou em edificações sustentáveis; no favorecimento da melhoria paisagística, como nas praças da cidade, na revitalização de áreas verdes existentes e outros.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que a instalação de uma unidade de compostagem é viável, sendo capaz de gerar boa lucratividade.

A instalação da unidade de compostagem em questão desviará, aproximadamente, 288 toneladas mensais do aterro sanitário favorecendo o prolongamento da sua vida útil e diminuindo os gastos da prefeitura com coleta e disposição final.

Demonstrou-se através deste estudo a importância de se investir em propostas que visem o correto tratamento de resíduos orgânicos em decorrência de sua enorme geração.

Observou-se que a quantidade de resíduo sólido domiciliar no bairro do Bessa é bastante significativa, sendo geradas 38,89 toneladas diárias.

Sugere-se que os lucros obtidos através da comercialização do produto gerado sejam utilizados para fins de investimento: na melhoria das associações de catadores, escolas e creches, beneficiando os envolvidos; na instalação de outras unidades de compostagem pela cidade de João Pessoa; com educação ambiental voltada a conscientização da população, buscando reduzir a geração de resíduo; com a distribuição de composteiras caseiras para incentivar a compostagem, colaborando ainda mais com o desvio de resíduo ao aterro; com marketing para divulgação de programas da unidade; com auxílio na capacitação dos colaboradores da empresa.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panpanor2014.pdf. Acesso em: 18 maio2016

AGÊNCIA SENADO. **Sem vontade política, Brasil recicla apenas 3% do lixo urbano.** 2014. Disponível em: http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2014/04/23/sem-vontade-politica-brasil-recicla-apenas-3-do-lixo-urbano. Acesso em: 7 nov 2016.

AVELAR, G. F. SILVA, R. R. **Análise do perfil de conhecimento da população sobre a compostagem de acordo com a gestão compartilhada na politica nacional dos resíduos sólidos em zonas censitárias da cidade de João Pessoa.** João Pessoa, 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Dispõe:
Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. DOU: 03 de agosto de 2010

CETESB. **Aterro Sanitário**. São Paulo. Disponível em: http://biogas.cetesb.sp.gov.br/aterro-sanitario/ Acesso em: 18 maio 2016

CIDADES SUSTENTÁVEIS**. Gestão de resíduos sólidos na Alemanha**. Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-pr%C3%A1ticas/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-na-alemanha> Acesso em: 18 julho 2016

DANTAS DE LIMA, J. **Modelos de apoio à decisão para alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Recife, 2012.

EMLUR. Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana. **Coleta**. 2016

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. **Compostagem**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/cprural/upimg/evento/arq/22.pdf. Acesso em: 2 nov 2016

FIGUEIREDO, J. GODECKE, M. NAIME, R. **O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. In: Rev. Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Rio Grande do Sul, 2012.

FONSECA, E. **Projeto de compostagem para a produção de composto orgânico**. João Pessoa, 2012.

GOMDIN, H. F. **Planejamento, gestão e (re)ordenamento territorial da orla: o caso do projeto orla em João Pessoa – PB nos bairros do Bessa e Jardim Oceania.** João Pessoa, 2012.

GUALBERTO FILHO, A. NÓBREGA, C. C. REIS, R. N. N. **Projeto de uma usina de compostagem de resíduos sólidos domiciliares para a cidade de cabedelo, Paraíba, Brasil**. João Pessoa, 2012.

HACK, M. B. PEIXE, M. **Compostagem como método adequado ao tratamento dos resíduos sólidos orgânicos urbanos: Experiência do Município de Florianópolis/SC.** Florianópolis, 2014.

IBGE. **Cidades**. 200-. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=250750&search=|joao-pessoa Acesso em: 20 jul 2016.

_____. **Popclock Projeção 2013**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/notatecnica.html. 2013?

_____. **Estimativa para 2016**. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?codmun=250750&idtema=130&search=paraiba%7Cjoao-pessoa%7Cpopulation-estimate-2015-&lang= Acesso em: 12 out 2016

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf 2003 Acesso em: 5 set 2016

KHIEL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** Editora Agronômica Ceres Ltda. p. 132. São Paulo, 1985.

LAVIET. Laboratório de alternativas viáveis a impactos em ecossistemas terrestres. **Compostagem.** UFBa. Bahia, 200-. Disponível em: http://www.laviet.ufba.br/compostagem/passo.htm Acesso em: 28 out 2016

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em uma unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 182 p. São Carlos, 2008.

Ministério do Meio Ambiente. **Política de Resíduos Sólidos apresenta resultados em quatro anos**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/informma/item/10272-pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-apresenta-resultados-em-4-anos Acesso em: 18 maio 2016

PMGIRS. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de João Pessoa**. João Pessoa, 2010.

PREFEITURA DE SÃO PAULO**. Prefeitura inaugura central de compostagem para reciclar resíduos das feiras livres.** Disponível em: http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/9368. Acesso em: 1 set 2016

_____. **Prefeitura investe em ações para conscientização ambiental.** São Paulo, 2015 Disponível em: http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/5518

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Coleta Seletiva e Acordo Verde**. 2007. Disponível em: http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/emlur/coleta-seletiva/ Acesso em: 5 set 2016

SILVESTRE, G. D. SILVESTRE FILHO, G. D. **Apresentação e monitoramento das atividades operacionais no aterro sanitário metropolitano de João Pessoa – ASMJP**. In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESÍDUOS, 3. João Pessoa, 2010. Disponível em: <http://www.redisa.uji.es/artSim2010/Outro%20Tema/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20e%20monitoramento%20das%20atividades%20operacionais%20no%20aterro%20sanit%C3%A1rio%20metropolitano%20de%20Jo%C3%A3o%20Pessoa.pdf> Acesso em: 5 maio 2016.

WANGEN, D. R. B. FREITAS, I. C. V. **Compostagem Doméstica: Alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos**. Uberlândia/MG. In: Revista Brasileira de Agroecologia, 2009.

ESTUDO DE CASO DE UMA FUNDAÇÃO TIPO RADIER PARA UM EDIFÍCO DE QUATRO PAVIMENTOS, EM ALVENARIA ESTRUTURAL, ASSENTE EM DE SOLOS DE BAIXA RESISTÊNCIA.

Hágnon Correia de Amorim[1], Valdês Borges Soares[2].

[1]hagnon_eng@hotmail.com, [1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [2]Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

Este trabalho é um estudo de caso de fundação tipo radier, em solos de baixa resistência, para um edifício residencial de quatro pavimentos em alvenaria estrutural. Sua análise foi executada através da interação solo-estrutura, empregando um software de cálculo estrutural que discretiza as alvenarias estruturais em elementos finitos de forma triangular e a fundação tipo radier em uma malha de barras, cujos nós são apoiados em molas representados pelo coeficiente de reação vertical (coeficiente de molas) conforme proposta de Winkler. Para tanto foi admitido um modelo geotécnico, que considera a estratificação do maciço de solo, para a determinação dos recalques nas áreas representativas dos nós e comparação destes com os recalques obtidos na modelagem do radier pelo programa de cálculo.

Palavras-chave: Interação solo-estrutura, Hipótese de Wilkler, Radier, Coeficiente de mola.

ABSTRACT

This work is a case study of radier type foundation in low resistance soils for a residential building with four floors in structural masonry. Their analysis was carried out through the soil-structure interaction, using a structural calculation software that discretizes the structural masonry in finite elements of triangular form and the foundation radier in a mesh of bars, whose nodes are supported in springs represented by the coefficient of vertical reaction (spring coefficient) as proposed by Winkler. For this, a geotechnical model was considered, which considers the stratification of the soil mass, to determine the settlements in the representative areas of the nodes and the comparison of these with the settlements obtained in the radier modeling by the calculation program.

Keywords: Soil-structure interation, Winkler hypothesis, Mat foundation, Spring coefficient.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente verifica-se o uso de programas de cálculo estrutural que leva em conta a interação solo-estrutura, chamada de ISE, com o objetivo de analisar, de uma forma mais realista, o comportamento do solo e das fundações para a obtenção dos esforços advindo da estrutura e sua distribuição.

O presente trabalho é um estudo de caso de uma fundação em radier para um edifício de quatro pavimentos em alvenaria estrutural, considerando a interação solo-estrutura (ISE).

A edificação do caso compõe um condomínio de prédios residenciais em uma área da Cidade de João Pessoa, que de acordo com as sondagens tipo SPT, realizadas no terreno, possui solo com baixa resistência.

Será feita a análise do tipo de fundação escolhida, com a modelagem da estrutura (alvenaria estrutural) e da fundação, usando um programa para o cálculo estrutural, que discretiza as alvenarias através do método dos elementos finitos, a fundação em radier numa malha de barras e o solo em molas, colocadas nos nós dessas barras, caracterizadas pelo seu coeficiente de reação vertical do modelo de Hipótese de Winkler (Coeficiente de Mola).

2 CAPACIDADE DE CARGA DE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS E TENSÃO ADMISSÍVEL

2.1 MÉTODO DE TERZAGHI

Apoiado nas contribuições de Prandtl(1920) e Reissner(1924), Terzaghi(1946) apresentou a primeira formula para o cálculo da capacidade de carga das fundações superficiais (Velloso; Lopes, 2010, p.59).

Para o caso de **ruptura geral**, temos:

$$\sigma_{rup} = c.N_c.S_c + 0{,}5\,.B.\gamma N_\gamma S_\gamma + q.N_q S_q \qquad (01)$$

Onde:

c : coesão do solo

B : largura da base da sapata

γ : peso específico do solo subjacente à fundação

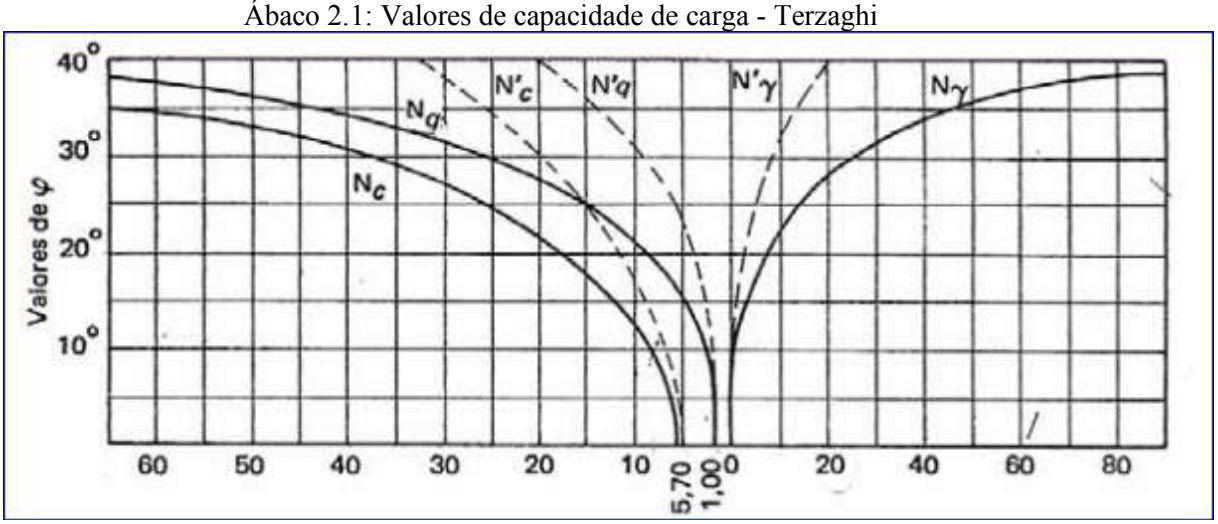
Nc, Nγ e Nq : fatores de capacidade de carga (Ábaco 2.1)

Sc, Sγ e Sq : fatores de forma da fundação (Tab. 2.1)

q : sobrecarga de embutimento da fundação (q = γ.Df)

Os fatores de carga são adimensionais e dependem do ângulo de atrito ϕ. Para solos com ruptura geral eles são representados por Nc, Nq e Nγ. Para solos com ruptura local os fatores de carga são N'c, N'q e N'γ.

Ábaco 2.1: Valores de capacidade de carga - Terzaghi



Fonte: Alonso (1983)

Tabela 2.1: Valores de forma - Terzaghi

Valores dos fatores de forma da fundação pela Teoria de Terzaghi			
Forma da fundação	**Sc**	**Sq**	**Sg**
Corrida	1,0	1,0	1,0
Quadrada	1,3	0,8	1,0
Retangular	1,1	0,9	1,0
Circular	1,3	0,6	1,0

Fonte: Alonso (1983)

Para o caso de **ruptura por puncionamento**, Terzaghi(1943) sugere a redução dos parâmetros de resistência do solo (c e □) (Cintra, 2012):

$$c * = \frac{2}{3}\, c \qquad (02)$$

$$tg\emptyset^* = \frac{2}{3}\, tg\, \emptyset \qquad (03)$$

2.2 MÉTODO DE VÉSIC

Vesic (1975, apud Cintra, 2012, pag. 31), partindo de seus estudos sobre os tipos de ruptura do solo, sugere a adoção da equação de Terzaghi, desenvolvida sob as hipóteses de **ruptura geral**, utilizando os fatores de capacidade de carga de Caquot-Kerisel (1953) e fatores de forma da sapata de De Beer(1967).

No caso da **ruptura por puncionamento,** usa-se a mesma equação mas com a redução sugerida por Terzaghi para a coesão (c) e ângulo de atrito (□).

Para o caso de **ruptura local** Cintra(2012) sugere encontrar o valor médio entre as capacidades de carga pela hipótese de ruptura geral e ruptura por puncionamento.

Tabela 2.2: Valores de capacidade de carga (Vesic,1975)

ϕ	Nq	Nc	N_γ	Nq/Nc	ϕ	Nq	Nc	N_γ	Nq/Nc
0	1,00	5,14	0,00	0,19	26	11,85	22,25	12,54	0,53
1	1,09	5,38	0,07	0,20	27	13,20	23,94	14,47	0,55
2	1,20	5,63	0,15	0,21	28	14,72	25,80	16,72	0,57
3	1,31	5,90	0,24	0,22	29	16,44	27,86	19,34	0,59
4	1,43	6,19	0,34	0,23	30	18,40	30,14	22,40	0,61
5	1,57	6,49	0,45	0,24	31	20,63	32,67	25,99	0,63
6	1,72	6,81	0,57	0,25	32	23,18	35,49	30,21	0,65
7	1,88	7,16	0,71	0,26	33	26,09	38,64	35,19	0,68
8	2,06	7,53	0,86	0,27	34	29,44	42,16	41,06	0,70
9	2,25	7,92	1,03	0,28	35	33,30	46,12	48,03	0,72
10	2,47	8,34	1,22	0,30	36	37,75	50,59	56,31	0,75
11	2,71	8,80	1,44	0,31	37	42,92	55,63	66,19	0,77
12	2,97	9,28	1,69	0,32	38	48,93	61,35	78,02	0,80
13	3,26	9,81	1,97	0,33	39	55,96	67,87	92,25	0,82
14	3,59	10,37	2,29	0,35	40	64,20	75,31	109,41	0,85
15	3,94	10,98	2,65	0,36	41	73,90	83,86	130,21	0,88
16	4,34	11,63	3,06	0,37	42	85,37	93,71	155,54	0,91
17	4,77	12,34	3,53	0,39	43	99,01	105,11	186,53	0,94
18	5,26	13,10	4,07	0,40	44	115,31	118,37	224,63	0,97
19	5,80	13,93	4,68	0,42	45	134,87	133,87	271,75	1,01
20	6,40	14,83	5,39	0,43	46	158,50	152,10	330,34	1,04
21	7,07	15,81	6,20	0,45	47	187,21	173,64	403,65	1,08
22	7,82	16,88	7,13	0,46	48	222,30	199,26	496,00	1,12
23	8,66	18,05	8,20	0,48	49	265,50	229,92	613,14	1,15
24	9,60	19,32	9,44	0,50	50	319,06	266,88	762,86	1,20
25	10,66	20,72	10,88	0,51	51	385,98	311,75	955,77	1,24

Fonte: Cintra(2012)

Tabela 2.3: Fatores de forma (De Beer, 1967, apud Vesic,1975)

Sapata	Sc	Sq	S_γ
Corrida	1,00	1,00	1,00
Retangular	1 + (B/L) (Nq/Nc)	1 + (B/L) tg ϕ	1 - 0,4 (B/L)
Circular ou Quadrada	1 + (Nq/Nc)	1 + tg ϕ	0,60

Fonte: Cintra(2012)

2.3 SOLO ESTRATIFICADO

Sobre as condições de não homogeneidade do solo, pode-se ter duas condições: a estratificação em camadas distintas e a variação linear das propriedades com a profundidade (Velloso; Lopes ,2010, p.78).

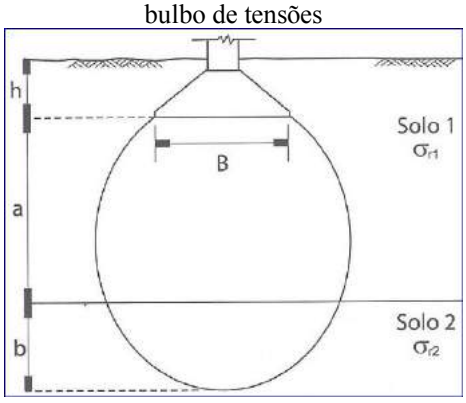
Como a superfície potencial de ruptura se desenvolve no interior do bulbo de tensões, não importa o solo que estiver além da profundidade definida pelo bulbo.

Havendo mais de uma camada dentro do bulbo de tensões, podemos adotar o procedimento prático detalhado por Cintra (2012, pag. 38), conforme fluxograma a seguir, considerando a média ponderada entre a capacidade de carga da primeira camada (σ_{r1}) e a capacidade de carga da sapata fictícia apoiada no topo da segunda camada (σ_{r2}), como sendo:

$$\sigma_{r12} = \frac{a.\sigma_{r1} + b.\sigma_{r2}}{a+b} \tag{04}$$

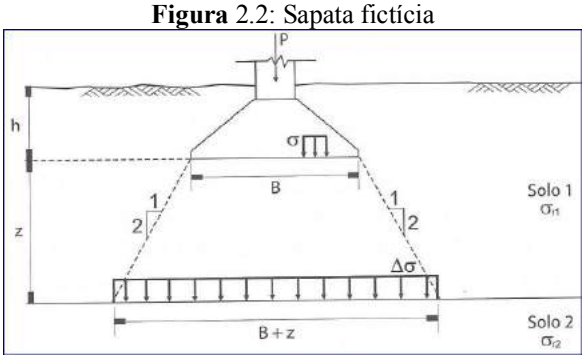
em que a e b estão definidos na Fig. 2.1.

Figura 2.1: Segunda camada atingida pelo bulbo de tensões



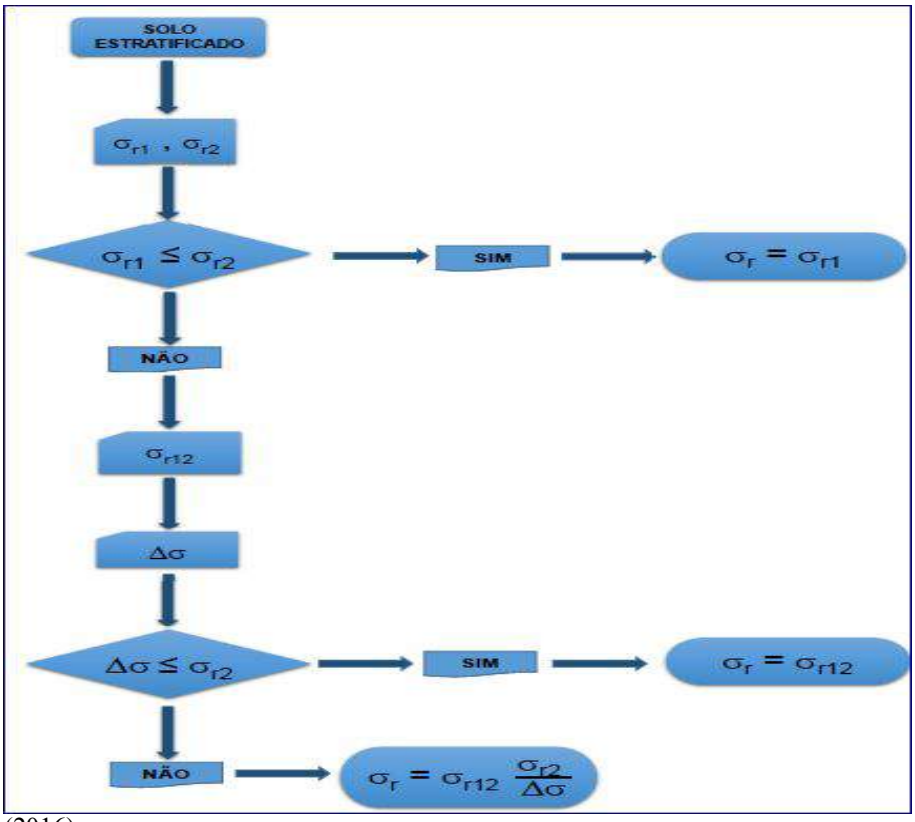
Fonte: Cintra (2012)

Figura 2.2: Sapata fictícia



Fonte: Cintra (2012)

Figura 2.3: Fluxograma para capacidade de carga de solos estratificados



Fonte: O Autor (2016)

2.4 TENSÃO ADMISSÍVEL

Para as fundações superficiais se faz necessária a determinação da **tensão admissível** ou a **tensão resistente de projeto**, obedecendo simultaneamente aos estados-limites último (ELU) e de serviço (ELS).

Para os **estado-limite último (ELU)** essas tensões devem oferecer segurança satisfatória contra a ruptura ou o escoamento do solo ou do elemento estrutural. Já para o **estado-limite de serviço (ELS)**, elas deveram ter o valor máximo aplicado ao terreno que atenda às limitações de recalque ou deformação da estrutura (NBR 6122-2010, pag. 21).

Conforme a NBR 6122-2010 a **tensão admissível** e a **tensão resistente de projeto** podem ser obtidos segundo duas filosofias de projetos, já tratadas aqui em 2.3 Métodos de Segurança.

- **1. Tensão admissível**: aplica-se um fator de segurança global à capacidade de carga obtida por qualquer um dos métodos citados em 4.2.
- **2. Tensão resistente de projeto**: aplica-se os fatores de segurança parciais aos parâmetros de resistência do solo.

Para o **Método Teórico** com aplicação da formula de Terzaghi a **tensão admissível** (σ_a) é dada pela aplicação do fator de segurança FS (segundo a NBR 6122-2010 é igual a 3,0 – Tab. 1) ao valor da capacidade de carga (σ_r):

$$\sigma_a = \frac{\sigma_r}{FS} \tag{05}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_r}{3,0} \quad (06)$$

Tabela 2.2: Fatores de segurança – Fundações superficiais

Fundações superficiais – Fatores de segurança e coeficientes de minoração para solicitações de compressão

Métodos para determinação da resistência última	Coeficiente de minoração da resistência última	Fator de segurança global
Semi-empíricos [a]	Valores propostos no próprio processo e no mínimo 2,15	Valores propostos no próprio processo e no mínimo 3,00
Analíticos [b]	2,15	3,00
Semi-empíricos a ou analíticos [b] acrescidos de duas ou mais provas de carga, necessariamente executadas na fase de projeto, conforme 7.3.1	1,40	2,00

[a] Atendendo ao domínio de validade para o terreno local.
[b] Sem aplicação de coeficientes de minoração aos parâmetros de resistência do terreno.

Fonte: NBR 6122-2010

3 PREVISÃO DE RECALQUES

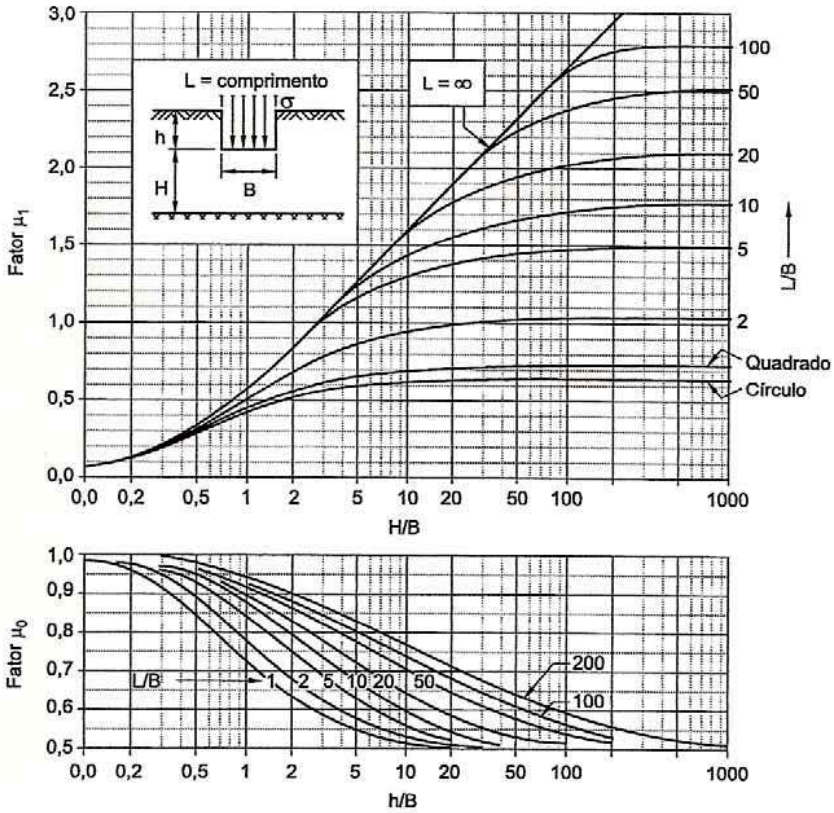
3.1 TEORIA DA ELASTICIDADE – CAMADA FINITA

Cintra (2012, pag. 68), prevê que em muitos casos a camada de argila possui uma espessura finita delimitada pela sua sobreposição a uma camada rígida ou indeformável. Nessa condição o recalque imediato em uma camada de argila é dado pela equação de Janbu (1956, apud CINTRA, 2012).

$$w_i = \mu_0 \, \mu_1 \, \frac{\sigma \, B}{E_s} \quad (1)$$

onde :
wi : recalque imediato em argila (em mm);
B : largura menor da fundação (em mm);
σ : tensão aplicada na base da fundação (em kPa);
Es : módulo de deformabilidade (em kPa)
μ_0 : fator de influência do embutimento da fundação;
μ_1 : fator de influência da espessura da camada de solo;

Figura 3.1: Fatores μ_0 e μ_1 para cálculo de recalque imediatode sapata em camada finita



Fonte: Cintra (2012)

Sem dispor de ensaios de laboratório o módulo de deformabilidade pode ser obtido através da correlação com o índice de resistência à penetração em Mpa (Texeira e Godoy, 1996, apud CINTRA, 2012, pag. 92).

$$E_S = \alpha\, K\, N_{72} \text{ (MPa)} \tag{08}$$

O fator α e o coeficiente K dependem do tipo de solo e podem ser obtidos nas tabelas Tab 3.1 e Tab. 3.2.

Tabela 3.1: Fator α para correlação com Es

Solo	α
areia	3
silte	5
argila	7

Fonte: Cintra (2012)

Tabela 3.2: Fator K de correlação para Es

Solo	K
areia com pedregulhos	1,10
areia	0,90
areia siltosa	0,70
areia argilosa	0,55
silte arenoso	0,45
silte	0,35
argila arenosa	0,30
silte argiloso	0,25
argila siltosa	0,20

Fonte: Cintra (2012)

3.2 MÉTODO DE BURLAND E BURBIDGE

Segundo Burland e Burbidege (1985, apud Velloso; Lopes, 2010, p.106), o recalque de fundações em **areias** pode ser estimado a partir do SPT com:

$$w = q\, B^{0,7}\, \frac{1,71}{{N_{60}}^{1,4}}\, f_s\, f_l \tag{09}$$

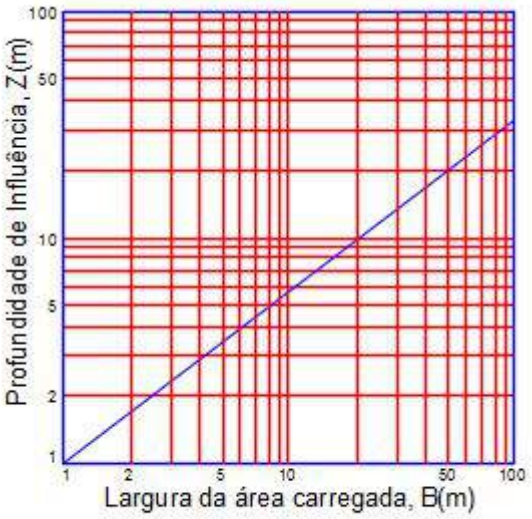
onde:
w : recalque em mm;
q : pressão aplicada em kN/m²;
B : menor dimensão da fundação em m;
N_{60} : média do número de golpes no SPT na profundidade de influência Z_1;
f_s : fator de forma;
f_l : fator de espessura compressível (H), sendo que, para H > Z_1, $f_l = 1,0$;

$$f_s = \left[\frac{1,25\,\frac{L}{B}}{\frac{L}{B} + 0,25}\right] \tag{10}$$

$$f_l = \frac{H}{Z_1}\left(2 - \frac{H}{Z_1}\right) \tag{11}$$

onde:
H : espessura compressível;
Z_1 : profundidade de influência dado pelo ábaco da Fig. 3.2.

Figura 3.2: Profundidade de influência



Método de Burland & Burbidge (1985)

Fonte: Velloso; Lopes (2010)

3.3 MULTICAMADAS

O maciço de solo sobreposto ao indeslocável pode ser constituído por mais de uma camada. Para esta situação Cintra (2012, pag. 72) recomenda adotar o **método da sapata fictícia**.

Deve-se determinar o recalque em cada camada, sendo que para a segunda camada, o recalque será função da tensão aplicada no topo dela através de uma sapata fictícia de dimensões ampliadas na propagação 1:2.

De maneira similar, podemos considerar a presença de mais camadas, prosseguindo o cálculo até encontrar uma camada com contribuição desprezível no recalque e com rigidez crescente na camada subsequente.

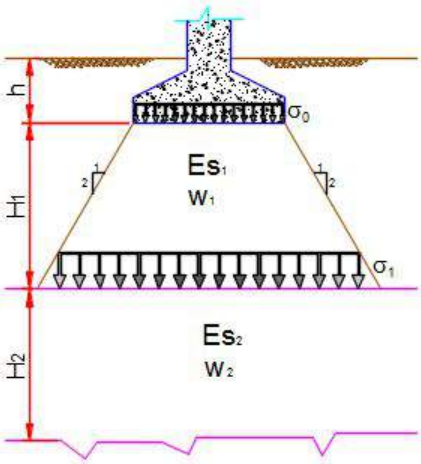
Camada H_1: $w_1 = f(\sigma_0)$

Camada H_2: $w_2 = f(\sigma_1)$

Camada H_n: $w_n = f(\sigma_n)$

$$w_i = w_1 + w_2 \ldots + w_n \tag{12}$$

Figura 3.3: Sapata fictícia para recalque



Fonte: o Autor

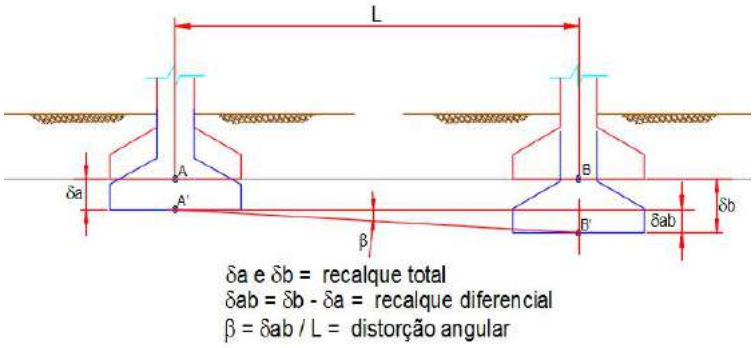
3.4 RECALQUES LIMITES

A NBR 6122-2010 estabelece que a tensão admissível além de atender ao estado limite último deve também satisfazer ao estado limite de serviço, ou seja, o seu valor máximo aplicado ao terreno deve atender as limitações de recalque ou deformação da estrutura. Ela depende da sensibilidade da construção aos recalques, especialmente aos recalques diferenciais que podem prejudicar a estabilidade da construção ou seu funcionamento.

Skempton e MacDonald (1956, apud CINTRA, 2012, pg. 89), associaram a ocorrência de danos com valores limite para distorção angular **β = δ/L**, onde δ é o recalque diferencial entre dois pilares e L a distância entre eles. Resumidamente esses valores limites são:

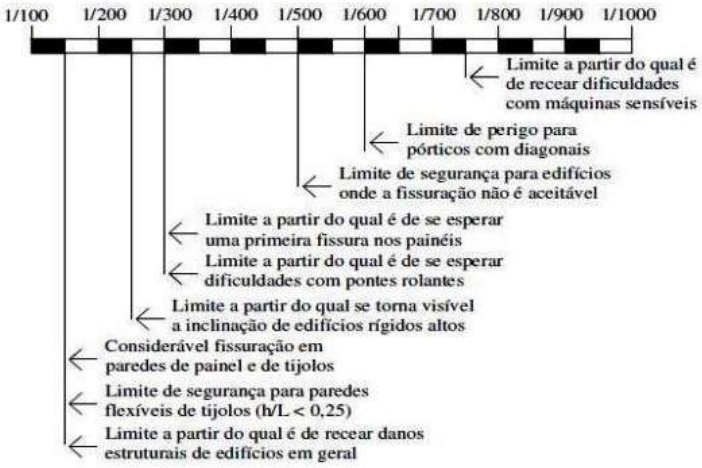
- β = δ/L = 1:300 – trincas em paredes de edifícios
- β = δ/L = 1:150 – danos estruturais em vigas e colunas de edifícios correntes

Figura 3.4: Recalques total e diferencial



Fonte: o Autor

Figura 3.5: Distorções angulares limites



Distorções Angulares Limites (Modificado de Skempton & Macdonald, 1956)

Fonte: Velloso; Cintra (2012)

Segundo Godoy (1996, apud CINTRA, 2012, pg. 90) a limitação do recalque total é uma das maneiras de limitar o recalque diferencial.

Para estruturas usuais de concreto armado e de aço, são recomendados os seguintes valores (Burland et al, 1977, apud CINTRA, 2012, pg. 90):

- **Areias:**
  - δmax (recalque diferencial) = 25mm
  - ρmax (recalque total) = 40mm para sapatas isoladas
  - ρmax (recalque total) = 40mm a 65mm radiers

- **Argilas:**
  - δmax (recalque diferencial) = 40mm
  - ρmax (recalque total) = 65mm para sapatas isoladas
  - ρmax (recalque total) = 65 a 100mm para radiers

Terzaghi e Peck (1967, apud CINTRA, 2012, pg. 92) recomendam valores admissíveis para o recalque diferencial e recalque total em areias de:

- **δ** (recalque diferencial) = 20mm
- **ρ** (recalque total) = 25mm

4 INTERAÇÃO SOLO ESTRUTURA (ISE)

4.1 FATORES DE INFLUÊNCIA DO MECÂNISMO DA ISE

Grande parte dos projetos estruturais são elaborados considerando a estrutura apoiadas em uma base rígida e indeslocável. Mas na prática o solo quando submetido ao carregamento da estrutura, através das suas fundações, sofre deformação provocando recalques. Para se obter os recalques reais da fundação e conhecer a distribuição dos esforços de uma estrutura tomamos como analise a interação solo-estrutura (ISE).

Este mecanismo de interação solo-estrutura está associado a uma série de fatores tais:

- o número de pavimentos da edificação;
- o processo construtivo;
- a forma em planta da edificação;
- as edificações vizinhas;

- as pressões de contato;
- e a rigidez relativa solo-fundações.

4.1.1 OBTENÇÃO DO COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL

Velloso; Lopes (2010, p.126), destacas dois modelos para análise da interação solo-estrutura:

- **Meio contínuo**: o solo é tratado como um meio elástico ou elastoplástico, através de soluções pala Teoria da Elasticidade ou soluções numéricas pelos métodos das diferenças finitas (**MDF**), dos elementos finitos (**MEF**) ou elementos de contorno (**MEC**).
- **Hipótese de Winkler**: as pressões de contato são proporcionais aos recalques, ou seja:

$$\mathbf{q = k_v \, .w} \tag{13}$$

onde:

kv : coeficiente de reação vertical

w : recalque

O coeficiente de reação vertical Kv pode ser obtido **por meio de ensaio de placa**, **tabelas de valores típicos** (correlações) ou pelo **cálculo do recalque da fundação real**.

Supondo a fundação rígida, submetida a um carregamento vertical igual a somatório das cargas verticais, obtém-se o recalque médio, estimado pelos métodos de previsão de recalques, levando em conta as propriedades das diferentes camadas submetidas a diferentes solicitações.

Com o recalque obtido calcula-se o coeficiente de reação vertical Kv através:

$$k_v = \frac{\bar{q}}{\bar{w}} \tag{14}$$

onde : $\bar{q} = \frac{\Sigma V}{A}$

□V : somatório das cargas verticais

A : área de aplicação das cargas

Antoniazzi, J.P.(2011, pg. 62) destaque que a o coeficiente de reação vertical Kv é uma grandeza escalar "que representa o coeficiente de rigidez que o solo possui para resistir ao deslocamento mobilizado por uma pressão imposta".

4.2 CONSIDERAÇÕES PARA O USO DE FUNDAÇÕES EM RADIER

Para Budhu, Muni (2013, p. 297) a fundação do tipo **radier** é adequada quando:

- As sapatas cobrem uma área acima de 50% da área de projeção da estrutura devido as cargas elevadas dos pilares;
- O solo é mole, com baixa capacidade de carga;
- Há ocorrência de solo mole e/ou bolsões de solos moles variáveis sob a projeção da estrutura;
- O estado limite de serviço (recalque tolerável total e diferencial) e/ou estado limite último da estrutura usando sapatas são excedidos;
- É necessário combater a sobrepressão hidrostática.

4.3 CAPACIDADE DE CARGA E RECALQUE DE FUNDAÇÕES DO TIPO RADIER

Fundações do tipo **radier** devem atender aos requisitos do estado limite último (ELU) e estado limite de serviço (ELS). Desta forma há a necessidade de se estimar a capacidade de carga do solo abaixo do radier e o seu recalque.

A capacidade de carga é calculada de maneira similar à de uma fundação superficial, observando como as tensões estão distribuídas abaixo do radier, para estimar com margem de segurança, a ruptura por cisalhamento.

No **radier rígido** as tensões não se distribuem uniformemente, ao passo que verificamos a uniformidade dos recalques. Essa situação é inversa quando da adoção de uma **radier flexível**.

A estimativa de recalque de um radier é muito mais complexa que a da capacidade de carga, mas para uma primeira aproximação podemos calcular pelo método racional da Teoria da Elasticidade e o método semi-empirico de Burland e Burbidege, considerando os seus limites.

5 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

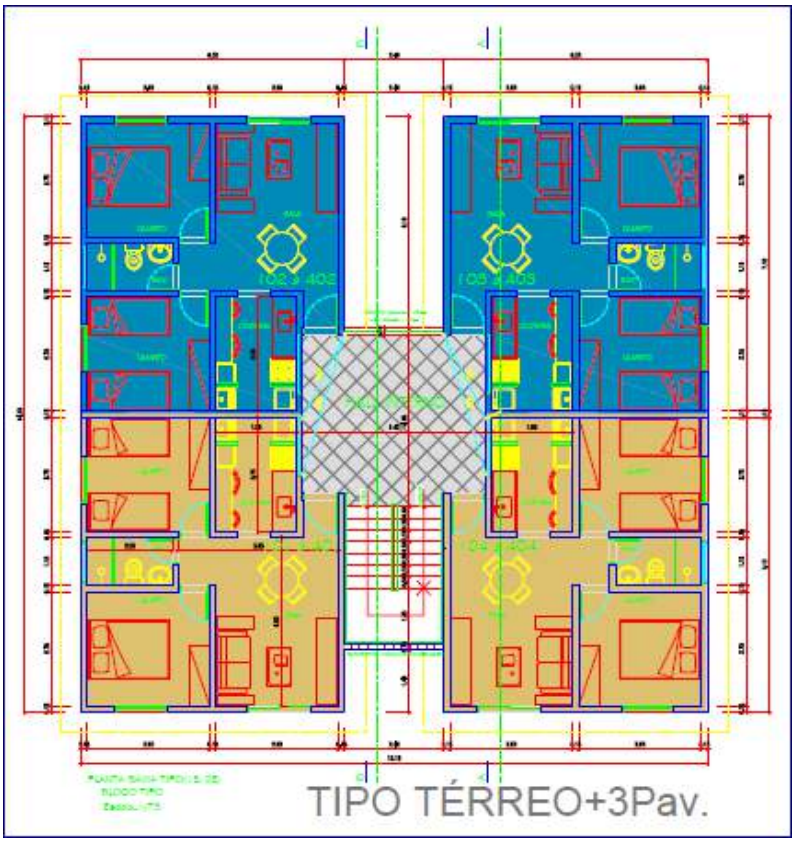
O edifício em estudo é uma edificação de uso residencial que compõem os 18 blocos do desenho urbanístico do Condomínio Residencial Colinas do Sul de propriedade da JMS Construções Ltda, localizado na Zona Sul, da Cidade de João Pessoa – Pb.

A arquitetura e urbanização do Condomínio é de autoria do Escritório de Arquitetura Frankie D. Muniz Brito e projeto estrutural do Escritório Flávio Roberto Projetos Estruturais.

O edifício é composto de 12 apartamentos tipo, distribuídos nos seus quatro pavimentos, sendo 4 apartamentos por pavimento. O pavimento Térreo apoia diretamente nas fundações tipo radier e os demais pavimentos em blocos de concreto de 14cm de largura (armados ou não).

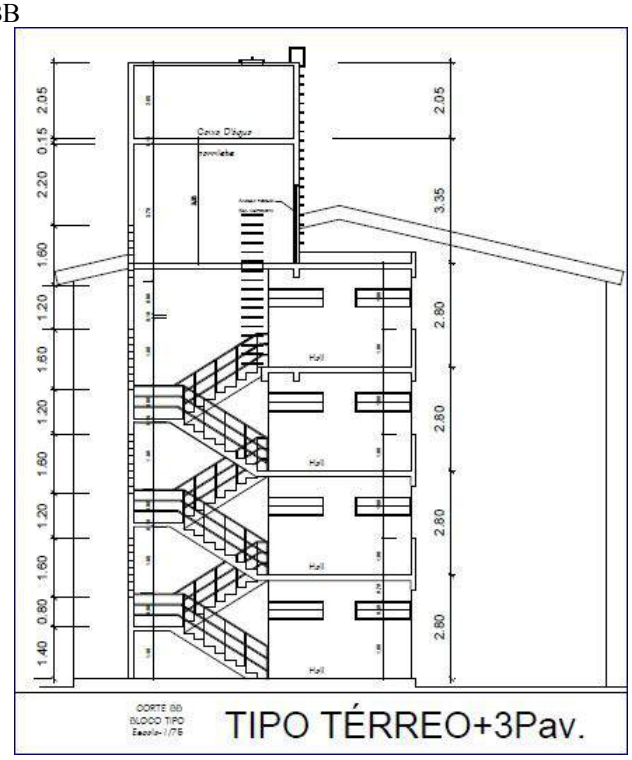
Na área da escada encontra-se o pavimento para barrilete e outro para o reservatório superior. O reservatório inferior encontra-se no pavimento térreo ao lado da escada.

Figura 5.1: Planta Baixa – Térreo e Pavimento Tipo



Fonte: Projeto de Arquitetura – Cond. Colinas do Sul

Figura 5.2: Corte BB



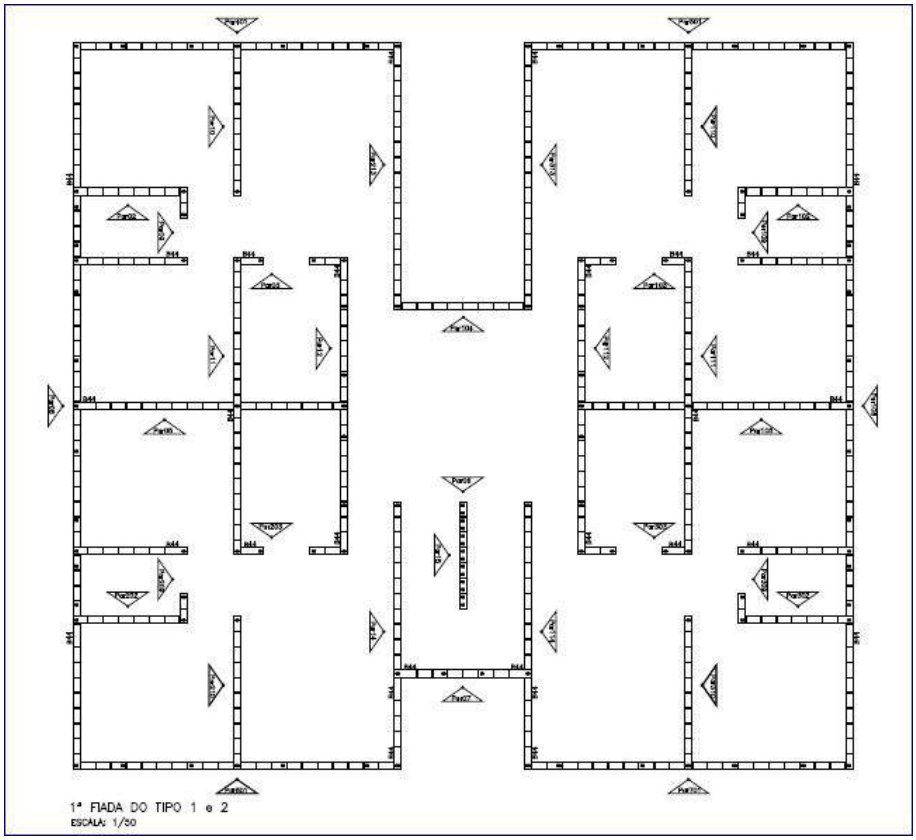
Fonte: Projeto de Arquitetura – Cond. Colinas do Sul

Figura 5.3: Locação dos 18 Blocos

Fonte: Projeto de Arquitetura – Cond. Colinas do Sul

Definido no projeto estrutural, a alvenaria será composta por blocos de concreto, da família 15x30 (largura = 140mm, altura = 190mm e comprimento = 290mm) e da Classe A, onde a resistência característica do bloco é maior que 8 MPa (NBR 6136 - 2014 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – requisitos, pg. 7).

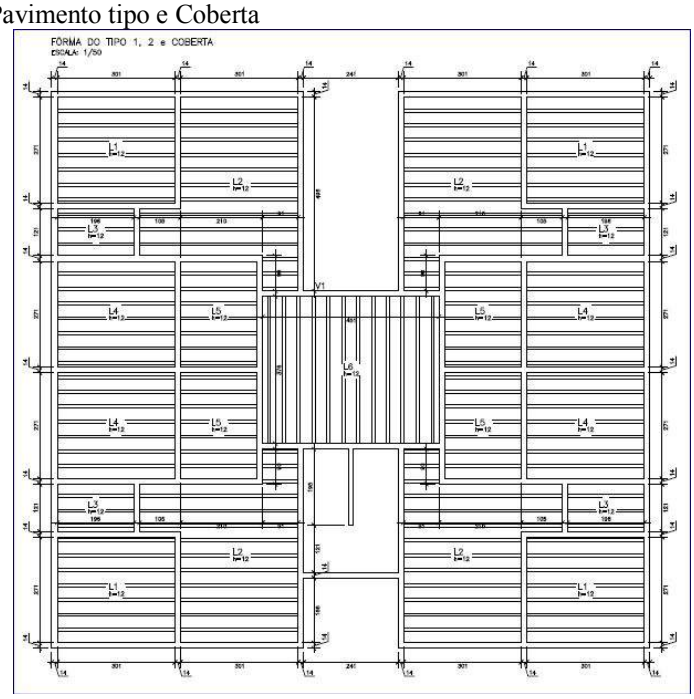
Figura 5.4: Planta da 1ª fiada de alvenaria



Fonte: Projeto estrutural – Cond. Colinas do Sul

As lajes são em pré-moldados de 12 cm de altura com elemento de enchimento o bloco cerâmico de 8cm e capa de concreto de 4cm.

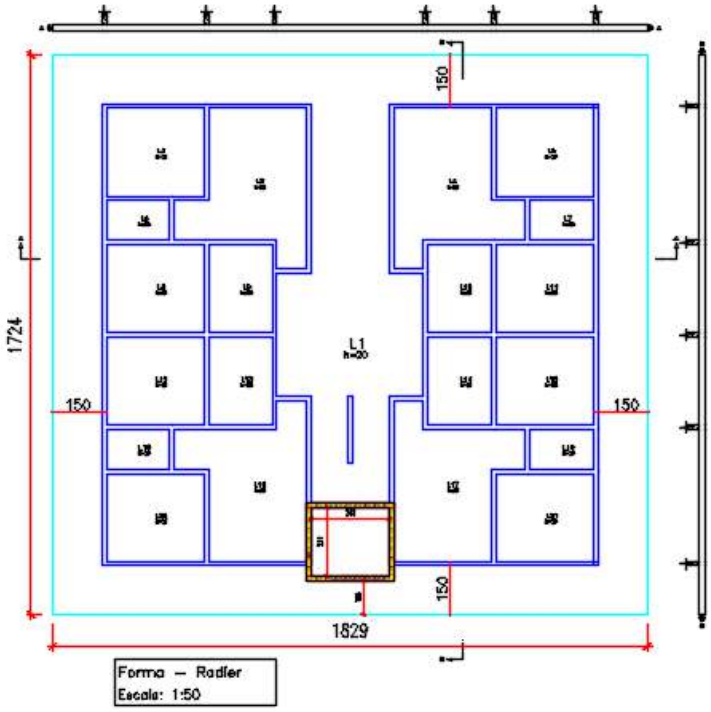
Figura 5.5: Forma do Pavimento tipo e Coberta



Fonte: Projeto estrutural – Cond. Colinas do Sul

A fundação é do tipo radier em concreto armado com espessura de 20 cm e fck de 30MPa.

Figura 5.6: Forma Radier



Fonte: Projeto estrutural das fundações em Radier – Cond. Colinas do Sul

5.2 CARGAS VERTICAIS

Para as cargas verticais permanentes e variáveis para este estudo de caso foram consideras (segundo a NBR 6120-1980):

- **CARGAS PERMANENTES**:
  - Peso específico do concreto armado = 25 kN/m³.
  - Peso específico de paredes estruturais revestidas = 14 kN/m³
  - Peso próprio das lajes pré-moldadas com enchimento de bloco cerâmico – h=12cm (bloco = 8cm + capa = 4cm) = 2,1 kN/m²
  - Peso do revestimento de piso das lajes = 1,0 kN/m²

  Para as paredes revestidas foi considerado uma espessura de 16 cm acabada (espessura do bloco = 14 cm + espessura do revestimento = 1cm cada lado).

- **CARGAS VARIÁVEIS**:
  - Sobrecarga nas lajes de piso dos pavimentos tipo = 1,5 kN/m².
  - Sobrecarga nas escadas = 3,0 kN/m².
  - Sobrecarga na laje do reservatório superior = 17 kN/m²
  - Sobrecarga nas lajes da coberta = 0,5 kN/m².

5.3 CARGAS HORIZONTAIS

As cargas horizontais a serem consideradas são as de vento e as correspondentes ao desaprumo. Para as cargas de vento, segundo a NBR 6123 – 1988 (Forças devido ao vento em edificações), temos as seguintes considerações:

- Velocidade básica do vento = **30 m/s**
- Fator Topográfico (S1) – terreno plano = **1,0**
- Rugosidade do terreno – **Categoria IV** (Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada)
- Classe da edificação quanto as suas dimensões: **Classe A** (Todas as unidades de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais de estruturas sem vedação. Toda edificação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical não exceda 20 m).
- Fator Estatístico (S3) – Grupo 1(Hotéis e residências) = 1,0

5.4 MODELAGEM DO EDIFÍCIO

Para a modelagem do edifício e obtenção de dados para análise e dimensionamento das fundações será usado o software comercial Cypecad, versão 2015.

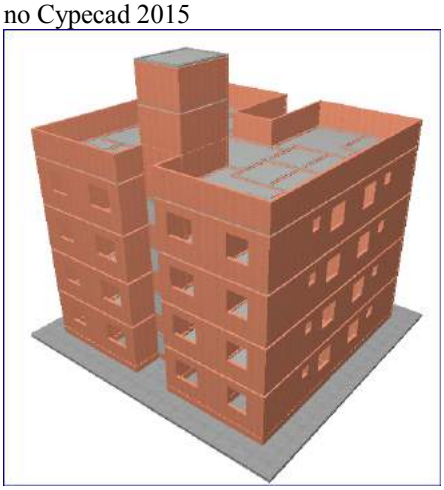
O Cypecad é um software desenvolvido para realizar o cálculo e dimensionamento de estruturas em concreto armado, protendido, estrutura metálica e alvenaria estrutural para edifícios submetidos a ações verticais, horizontais e de sismo.

O Cypecad considera todos os elementos que define uma estrutura (pilares, paredes, muros, vigas e lajes), na análise das solicitações. Esta análise é realizada através do cálculo espacial 3D, por métodos matriciais de rigidez. A discretização desses elementos estruturais é feita por elementos tipo barra, grelha e elementos finitos triangulares.

As lajes de fundação (radier) tem a sua discretização feita por malhas de elementos tipo barra, de tamanho máximo de 25 cm, com molas nos nós desta malha, cuja a constante do coeficiente de reação vertical Kv se define a partir do coeficiente de Winkler.

As alvenarias estruturais têm a sua discretização efetuada por elementos finitos tipo lâmina espessa tridimensional, de forma triangular.

Figura 5.7: Modelagem do edifício no Cypecad 2015



Fonte: Cypecad 2015

5.5 METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

Seguindo as orientações dadas por Krahl, P.A, para proceder a inserção da constante elástica Kv e conferir um comportamento elástico as restrições dos nós (2011, pg.27 a 31) e adaptando-as às características do tratamento dado pelo Cypecad para as lajes tipo radier, seguiremos os seguintes passos:

i. Calcular a primeira aproximação para o coeficiente de mola Kv, considerando a estrutura indeslocável, determinando assim a tensão média ($\bar{q}$) aplicada no maciço pela **placa** (radier);

ii. Determinar o recalque médio ($\overline{w}$) da placa para a tensão média ($\overline{q}$) através das equações de Janbu (Eq. 07) e método de Burland e Burbidege (Eq. 09) – Cálculo Geotécnico;

iii. Considerando a Hipótese de Winkler (Eq. 10) e determinar a coeficiente de mola Kv;

iv. Realizar o processamento da estrutura para obtenção das reações e seus deslocamentos (recalques) no nós da malha dos elementos finitos e assim aplicando a teoria de Winkler obter o novo coeficiente de apoio elástico (Kv') para estes nós;

v. Com as reações obtidas neste primeiro processamento e levando em consideração a área de influência entre os nós, calcular os deslocamentos (recalques) nesses nós com as equações de Janbu (Eq. 07) e método de Burland e Burbidege (Eq. 09) – Cálculo Geotécnico;

vi. Repetir estes procedimentos descritos anteriormente até que o coeficiente Kv se torne constante entre uma e outra interação, ou que, comparando os deslocamentos dos nós obtidos no processamento da estrutura com os deslocamentos obtidos pelo Cálculo Geotécnico, a diferença entre eles se torne desprezível;

5.6 PROPRIEDADE FÍSICA DOS MATERIAIS

Na entrada de dados para a modelagem da estrutura é exigido alguns parâmetros relativos aos materiais empregados no edifício em estudo.

Para as fundações em radier teremos:

- Resistência a compressão do concreto – fck = 30MPa

Para as alvenarias estruturais teremos:

- Peso especifico da alvenaria – γ_a = 14 kN/m³
- Coeficiente de Poison – ν_a = 0,20
- Resistencia característica do prisma à compressão – fp_k = 7 MPa
- Resistencia característica do bloco à compressão – fb_k = 9 MPa
- Resistencia característica da argamassa à compressão – fa_k = 5 MPa
- Resistencia característica do graute à compressão – fp_k = 16 MPa

Figura 5.8: Resistência características do prisma, do bloco, da argamassa e do graute.

$f_{pk} \geqslant$ (MPa)	$f_{bk} \geqslant$ (MPa)	$f_{gk} \geqslant$ (MPa)	$f_{ak} \geqslant$ (MPa)
7	9	16	5

– f_{pk} : Resistência CARACTERÍSTICA do prisma à compressão. MEDIDA NA ÁREA LÍQUIDA DE PRISMAS ÔCOS (NÃO GRAUTEADOS) E CHEIOS (GRAUTEADOS), DESCONTADO–SE OS FUROS DE PRISMAS ÔCOS.

– f_{bk} : Resistência CARACTERÍSTICA do bloco à compressão. MEDIDA NA ÁREA BRUTA (NÃO SÃO DESCONTADOS OS FUROS).

– f_{ak} : Resistência CARACTERÍSTICA da argamassa à compressão.

– f_{gk} : Resistência CARACTERÍSTICA do graute à compressão.

Fonte: Projeto estrutural – Cond. Colinas do Sul

Conforme a NBR 15961-1 – 2011 (Alvenaria estrutural – Blocos de Concreto – Parte 1) o módulo de elasticidade E da alvenaria é dado em função da resistência característica do prisma, pela expressão:

$$E = 800\ f_{pk}$$

- Módulo de elasticidade da alvenaria – E =5,6 Gpa

5.7 CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS

No terreno onde foi implantado os 18 blocos de edifícios foram executados 08 furos de sondagem tipo SPT.

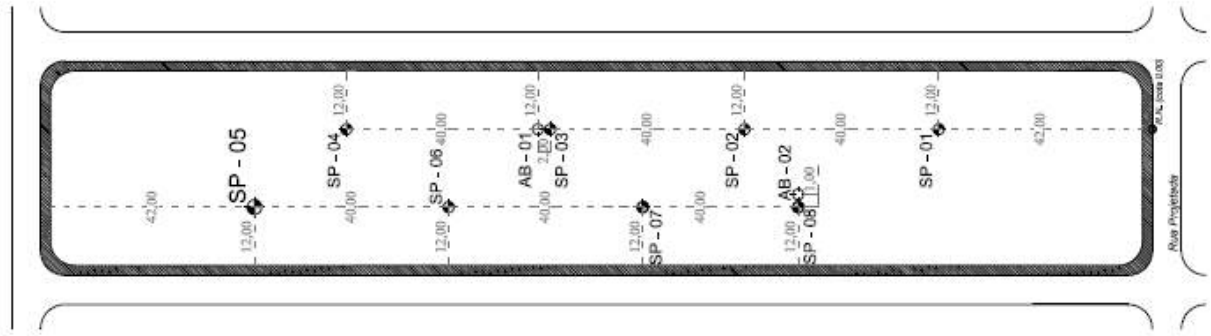
Apesar de podermos considerar que para a área especifica, onde o Condomínio foi implantado, ser a quantidade de furos pequena em relação ao que indica a NBR 8036:1983 (Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimento), analisando os furos realizados, podemos observar que eles mantem uma regularidade sobre a estratificação do solo ao longo da profundida e sua resistência em uma projeção crescente.

Observando atentamente os 08 furos de sondagem podemos identificar que:

- Da superfície até uma profundidade de 1,0m, encontramos uma areia fina siltosa fofa, com NSPT variando de 2 a 4 golpes.
- Entre as profundidades de 1,0m e 4,0m há a presença de um silte argiloso de consistência mole a muito mole, com NSPT entre 2 e 5 golpes.
- Da profundidade de 4,0m a 9,0m, o solo se apresenta como uma silte argiloso de consistência média a rija, com NSPT variando de 6 a 17 golpes.

As sondagens demonstram que existe uma camada superficial de baixa resistência, justificando assim a adoção de fundações do tipo radier em vez de sapata corrida para as fundações das alvenarias.

Figura 5.9: Planta de locação dos furos de sondagem - SPT

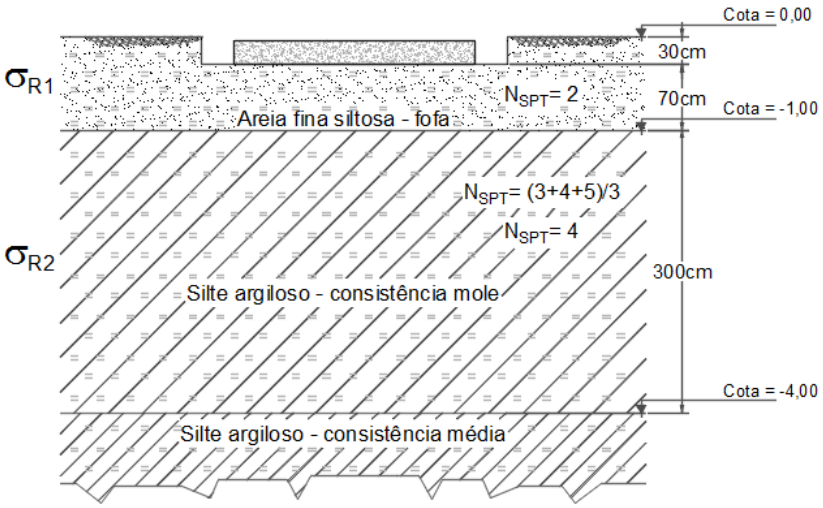


Fonte: Relatório de Sondagem - Concresolo

5.8 TENSÃO ADMISSÍVEL DO PROJETO

Para a determinação da **tensão admissível** será adotado o método de Vesic, considerando a estratificação (não homogeneidade) do solo abaixo da fundação.

Figura 5.10: Perfil representativo do solo



Fonte: O autor

Para a **primeira camada** de 0 a 1,0m temos:

- Areia fina siltosa - fofa
- $N_{72} = N_{SPT} = 2$ golpes
- Ângulo de atrito:

  $\emptyset = 15° + \sqrt{20 . N_{72}}$

  $\emptyset = 15° + \sqrt{20 . 2}$

  $\emptyset = 21°$

  Mecanismo de Ruptura: Ruptura por puncionamento (solos fofos):

  tg ϕ^* = 2/3 tg ϕ

  tg ϕ^* = 2/3 tg 21º

  tg ϕ^* = 0,256 ➔ 14 = 14º
- Fatores de capacidade de carga (Tab. 2.2):

  Para ϕ^* = 14º ➔ Nq = 3,59 e Nγ = 2,29
- Fatores de forma para uma fundação retangular (Tab. 2.3):

  L = 18,29m

  B = 17,24m

  Sq = 1 + (B/L) tgϕ^* = 1 + (17,24/18,29) x 0,25 ➔ Sq = 1,236

  Sγ = 1 – 0,4 (B/L) = 1 – 0,4 x (17,24/18,29) ➔ Sγ = 0,623
- Peso especifico - Areia fofa seca (Cintra 2012, pag. 45):

  γ = 16 kN/m³
- Sobrecarga de embutimento (q):

  h = 0,30m

  q = h γ = 0,30 x 16 = 4,8 kPa
- Tensão de ruptura para a primeira camada (σ_{R1}):

  σ_{R1} = q Nq Sq + ½ γ B Nγ Sγ

  σ_{R1} = 4,8 x 3,59 x 1,236 + ½ x 16 x 17,24 x 2,29 x 0,623

  σ_{R1} = 218 kPa

Para a **segunda camada** de 1,0 a 4,0m temos:

- $N_{72} = N_{SPT} = 4$ golpes
- Silte argiloso mole
- Ângulo de atrito: $\emptyset = 0°$
- Coesão:

  c = 10 . N_{72} = 10 x 4

  c = 40 kPa

  Mecanismo de Ruptura: Ruptura por puncionamento (solos mole):

  c* = 2/3 c = 2/3 x 40

  c* = 26,7 kPa
- Fatores de capacidade de carga (Tab. 2.2):

  Para $\phi^* = 0º$ ➔ Nq = 1,00 e Nc = 5,14
- Fatores de forma para uma fundação retangular (Tab. 2.3):

  L = 18,29m

  B = 17,24m

  Sq = 1 + (B/L) tgϕ* = 1 + (17,24/18,29) x 0 ➔ Sq = 1,0

  Sc = 1 + (B/L) (Nq/Nc) = 1 + (17,24/18,29) x (1,0/5,14) ➔ Sc = 1,183
- Peso especifico – Silte argiloso mole (Cintra 2012, pag. 45):

  γ = 15 kN/m³
- Sobrecarga de embutimento (q):

  h = 1,00m

  q = h γ = 1,00 x 15 = 15 kPa
- Tensão de ruptura para a segunda camada (σ_{R2}):

  σ_{R2} = q Nq Sq + c* Nc Sc

  σ_{R2} = 15 x 1,00 x 1,00 + 26,7 x 5,14 x 1,183

  σ_{R2} = 177 kPa

Como temos $\sigma_{R1} > \sigma_{R2}$, então devemos calcular σ_{R12}, que é a média ponderada das tensões da primeira e segunda camadas.

$$\sigma_{R12} = \frac{a.\sigma_{R1} + b.\sigma_{R2}}{a + b}$$

Sendo a = 0,70m e b = 3,00m , temos:

$$\sigma_{R12} = \frac{0{,}7\ x\ 218 + 3{,}0\ x\ 177}{0{,}7 + 3{,}0} = 185\ kPa$$

Calculamos agora a parcela propagada da tensão σ_{R12} até o topo da segunda camada:

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{R12}\ .B\ .L}{(B + z)(L + z)}$$

Sendo Z = 0,70m, B = 17,24m e L = 18,29m temos:

$$\Delta\sigma = \frac{185\ x\ 17{,}24\ x\ 18{,}29}{(17{,}24 + 0{,}70)(18{,}29 + 0{,}70)} = 171\ kPa$$

Como a $\Delta\sigma$ = 171 kPa é menor que a tensão da segunda camada σ_{R2} = 177 kPa, então adotamos como para a **tensão de ruptura** $\sigma_R = \sigma_{R12}$ = 185 kPa.

A tensão admissível é dada pela aplicação do fator de segurança F.S = 3,0:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_R}{F.S}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{185}{3} = 61{,}7\ kPa$$

$\boldsymbol{\sigma_{adm} = 0{,}062\ MPa}$ **(Fundação em Radier)**

Para o caso da fundação ser em sapata corrida, devido aos fatores de formas serem diferentes aos das fundações retangulares, essa tensão admissível seria:

$\boldsymbol{\sigma_{adm} = 0{,}055\ MPa}$ **(Fundação em Sapata Corrida)**

5.9 COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL KV

Vamos estimar o primeiro valor do coeficiente de reação vertical Kv, em função do recalque médio da fundação do edifício, através da expressão:

$$k_v = \frac{\bar{q}}{\bar{w}}$$

O recalque médio será obtido pela soma dos recalques das camadas abaixo da fundação (Fig. 5.11), utilizando a Teoria da Elasticidade, através da equação de Janbu (Eq. 07) para solos argilosos e método de Burland e Burbidege (Eq. 09) para solos arenosos.

Para a determinação da tensão aplicada na cota de assentamento do radier, a estrutura inicialmente será considerada indeslocável.

- **Recalque da 1ª camada**:
  - Areia fina siltosa, fofa.
  - Espessura da camada – H = 0,70m
  - Método: Burland e Burbidege
  - Dimensões da fundação – B = 17,24m e L = 18,29m
  - Somatório das cargas verticais – ΣV = 8.067,50 kN (Anexo 5)
  - Peso próprio do radier (h=20cm) – Pp_{radier} = 1.576,60 kN
  - Pressão aplicada – q = $\bar{\sigma}_{max}$ = 34,5 kPa (considerando ação do vento) (Anexo 5)
  - $N_{72} = N_{SPT}$ = 2 golpes
  - $N_{60} = 1,2\ N_{72} = 2,4$
  - Fator de forma:

    $$f_s = \left[\frac{1,25\frac{L}{B}}{\frac{L}{B}+0,25}\right] = \left[\frac{1,25\,\frac{18,29}{17,24}}{\frac{18,29}{17,24}+0,25}\right] = 1,012$$
  - Fator de espessura compressível (H) ➔ Fig.3.2 – Z_1 = 8

    $$f_l = \frac{H}{Z_1}\left(2-\frac{H}{Z_1}\right) = \frac{0,7}{8,0}\left(2-\frac{0,7}{8,0}\right) = 0,167$$
  - Recalque w_1:

    $$w_1 = q\,B^{0,7}\,\frac{1,71}{N_{60}{}^{1,4}}\,f_s\,f_l$$

    $$w_1 = 34,5\ x\ 17,24^{0,7}\ x\ \frac{1,71}{2,4^{1,4}}\ x\ 1,012\ x\ 0,167 = 21,5\text{mm}$$

    $$\boldsymbol{w_1 = 21,48\text{mm}}$$

- **Recalque da 2ª camada**:
  - Silte argiloso, consistência mole.
  - Espessura da camada – H = 3,00m
  - Método: Teoria da Elasticidade – Camada Finita
  - Dimensões da fundação – B = 17,24m e L = 18,29m
  - Pressão aplicada no topo da camada – σ_1:

    $$\sigma_1 = \frac{q\,.\,B\,.\,L}{(B+z)(L+z)} = \frac{34,5x17,24x18,29}{(17,24+0,7)(18,29+0,7)}$$

    $$\sigma_1 = 31,93\text{ kPa}$$
  - $N_{72} = N_{SPT}$ = 4 golpes
  - Fator α (Tab. 3.1) ➔ α = 6 (Silte argiloso)
  - Fator K (Tab. 3.2) ➔ K = 0,25 (Silte argiloso)
  - Modulo de deformabilidade Es:

    Es = α K N_{72} = 6 x 0,25 x 4 = 6,0 MPa = 6.000 kPa
  - Fator de influência do embutimento da fundação μ_0 (Fig. 3.1):

➔ $\mu_0 = 0{,}98$

– Fator de influência da espessura da camada do solo μ_1 (Fig. 3.1):

➔ $\mu_1 = 0{,}10$

– Recalque w_2:

$$w_2 = \mu_0\, \mu_1\, \frac{\sigma_1\, B}{E_{s2}} = 0{,}98\, x\, 0{,}10\, \frac{31{,}93\, x\, 17{,}24 x 10^3}{6000}$$

$$\boldsymbol{w_2 = 8{,}99\text{mm}}$$

- **Recalque da 3ª camada**:
  - Silte argiloso, consistência média.
  - Espessura da camada – H = 2,00m
  - Método: Teoria da Elasticidade – Camada Finita
  - Dimensões da fundação – B = 17,24m e L = 18,29m
  - Pressão aplicada no topo da camada – σ_1:

$$\sigma_1 = \frac{q\,.\,B\,.\,L}{(B+z)(L+z)} = \frac{34{,}5\text{x}17{,}24\text{x}18{,}29}{(17{,}24+3{,}7)(18{,}29+3{,}7)}$$

$$\sigma_1 = 23{,}62 \text{ kPa}$$

  - $N_{72} = N_{SPT} = 7{,}5$ golpes
  - Fator α (Tab. 3.1) ➔ $\alpha = 6$ (Silte argiloso)
  - Fator K (Tab. 3.2) ➔ K = 0,25 (Silte argiloso)
  - Modulo de deformabilidade Es:

    Es = α K N_{72} = 6 x 0,25 x 7,5 = 11,25 MPa = 11.250 kPa
  - Fator de influência do embutimento da fundação μ_0 (Fig. 3.1):

    ➔ $\mu_0 = 0{,}95$
  - Fator de influência da espessura da camada do solo μ_1 (Fig. 3.1):

    ➔ $\mu_1 = 0{,}10$
  - Recalque w_3:

$$w_3 = \mu_0\, \mu_1\, \frac{\sigma_1\, B}{E_{s2}} = 0{,}95\, x\, 0{,}10\, \frac{23{,}62\, x\, 17{,}24 x 10^3}{11250}$$

$$\boldsymbol{w_3 = 3{,}44\text{mm}}$$

- **Recalque da 4ª camada**:
  - Silte argiloso, consistência rija.
  - Espessura da camada – H = 3,00m
  - Método : Teoria da Elasticidade – Camada Finita
  - Dimensões da fundação – B = 17,24m e L = 18,29m

- Pressão aplicada no topo da camada – σ_1:

$$\sigma_1 = \frac{q\,.\,B\,.\,L}{(B+z)(L+z)} = \frac{34{,}5x17{,}24x18{,}29}{(17{,}24+5{,}7)(18{,}29+5{,}7)}$$

$\sigma_1 = 19{,}8$ kPa

- $N_{72} = N_{SPT} = 12$ golpes
- Fator α (Tab. 3.1) ➔ $\alpha = 6$ (Silte argiloso)
- Fator K (Tab. 3.2) ➔ K = 0,25 (Silte argiloso)
- Modulo de deformabilidade Es:

  Es = α K N_{72} = 6 x 0,25 x 12 = 18 MPa = 18.000 kPa
- Fator de influência do embutimento da fundação μ_0 (Fig. 3.1):

  ➔ $\mu_0 = 0{,}90$
- Fator de influência da espessura da camada do solo μ_1 (Fig. 3.1):

  ➔ $\mu_1 = 0{,}10$

- Recalque w_4:

$$w_4 = \mu_0\,\mu_1\,\frac{\sigma_1\,B}{E_{s2}} = 0{,}90\,x\,0{,}10\,\frac{19{,}8\,x\,17{,}24x10^3}{18000}$$

$\boldsymbol{w_4 = 1{,}71}$**mm**

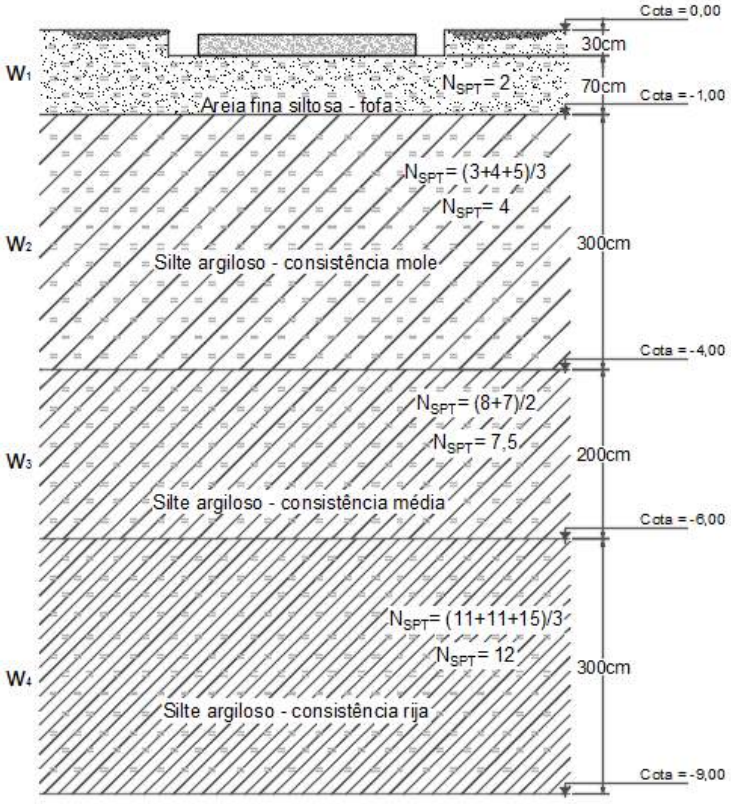
- **Recalque médio total**:

$\bar{w} = w_1 + w_2 + w_3 + w_4$

$\bar{w} = 21{,}48 + 8{,}98 + 3{,}44 + 1{,}71$

$\boldsymbol{\bar{w} = 35{,}61}$**mm**

Figura 5.11: Perfil representativo do solo (recalque)



Fonte: O autor

Com o recalque médio estimado, temos para o coeficiente de reação vertical Kv:

$k_v = \frac{\bar{q}}{\bar{w}} = \frac{34,5}{0,03561} = 968,8$ kN/m³

$\boldsymbol{k_{v0}}$ **= 969 kN/m³**

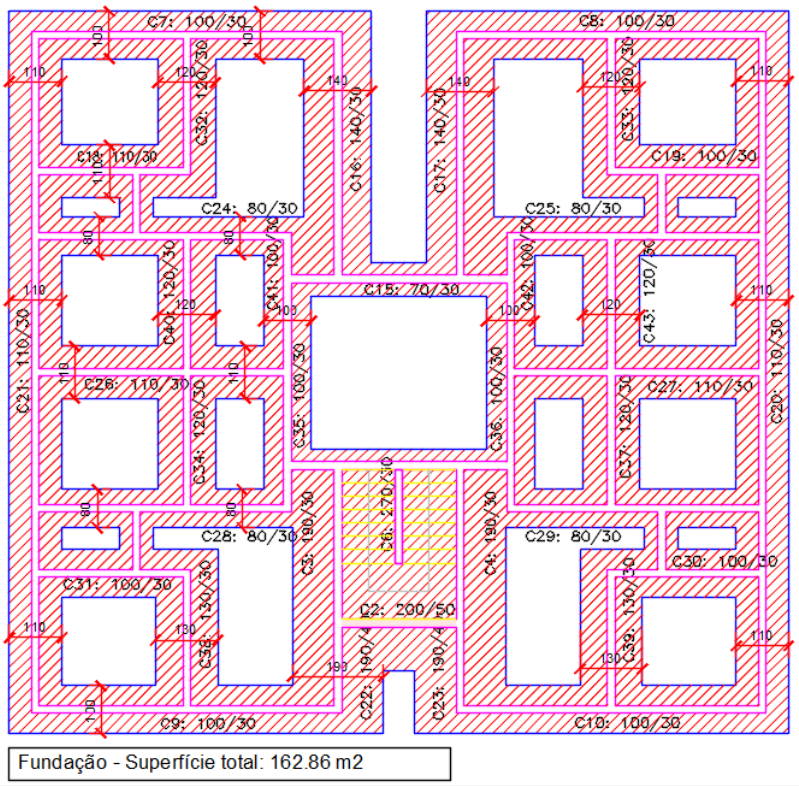
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 ANÁLISE DO RADIER X SAPATA CORRIDA

Com o auxílio do Cypecad, o edifício foi modelado para uma fundação do tipo sapata corrida, adotando para esta situação de fundação a tensão admissível de σ_{adm} = 0,055 MPa (Item 5.8).

O resultado obtido (Fig. 6.1), mostra uma ocupação dessas fundações corridas a uma taxa maior do que 50% dá área de projeção do prédio, justificando assim, a adoção de fundação do tipo Radier.

Figura 6.1: Locação da fundação em sapata corrida



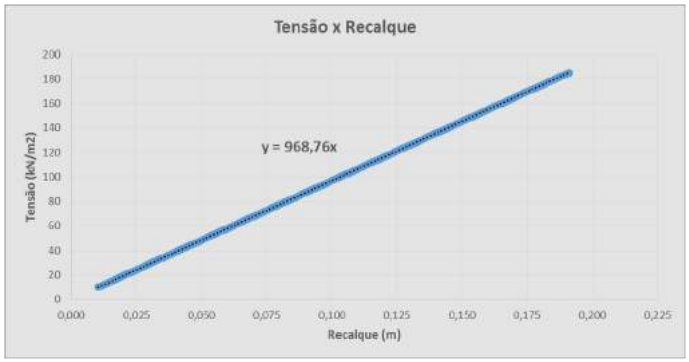
Fonte: O autor

- Área de projeção do edifício = 217,73 m^2
- Superfície total das fundações corridas = 162,86 m^2
- Taxa de ocupação das fundações corridas = 74,8%

6.2 ANÁLISE DO RADIER CONSIDERANDO O COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL DO SOLO

Com o auxílio de uma planilha Excel para determinar o recalque (item 5.9) em função da variação da tesão aplicada ao solo, na profundidade onde se encontra o Radier, até a sua **tensão de ruptura** do solo ($\sigma_R = \sigma_{R12} = 185$ kPa – item 5.8), obtivemos o gráfico entre a Tensão Aplicada e o Recalque estimado.

Gráfico 6.1: Relação Tesão x Recalque
(Método Geotécnico)



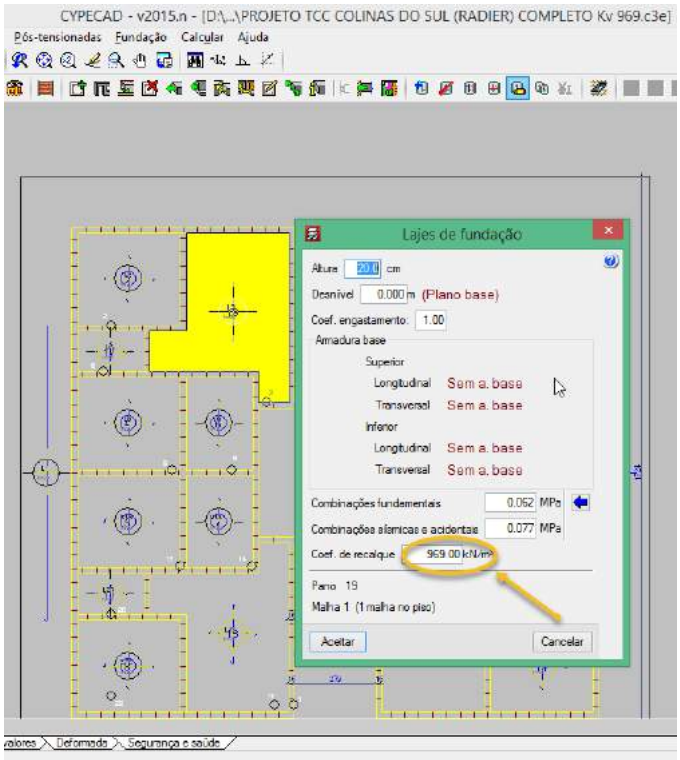
Fonte: o Autor

Nota-se que o valor do coeficiente de mola calculado para a Placa (item 9.9) e´ semelhante ao coeficiente angular da reta do gráfico apresentado (Gráfico 10.1).

$$y = 968{,}76\ x$$
$$\bar{q} = k_v \,.\, \bar{w}$$

Desta forma adotaremos para a primeira interação, na modelação da estrutura no CYPECAD, o valor do coeficiente de mola de **Kv= 969 kN/m³** (Fig. 10.2).

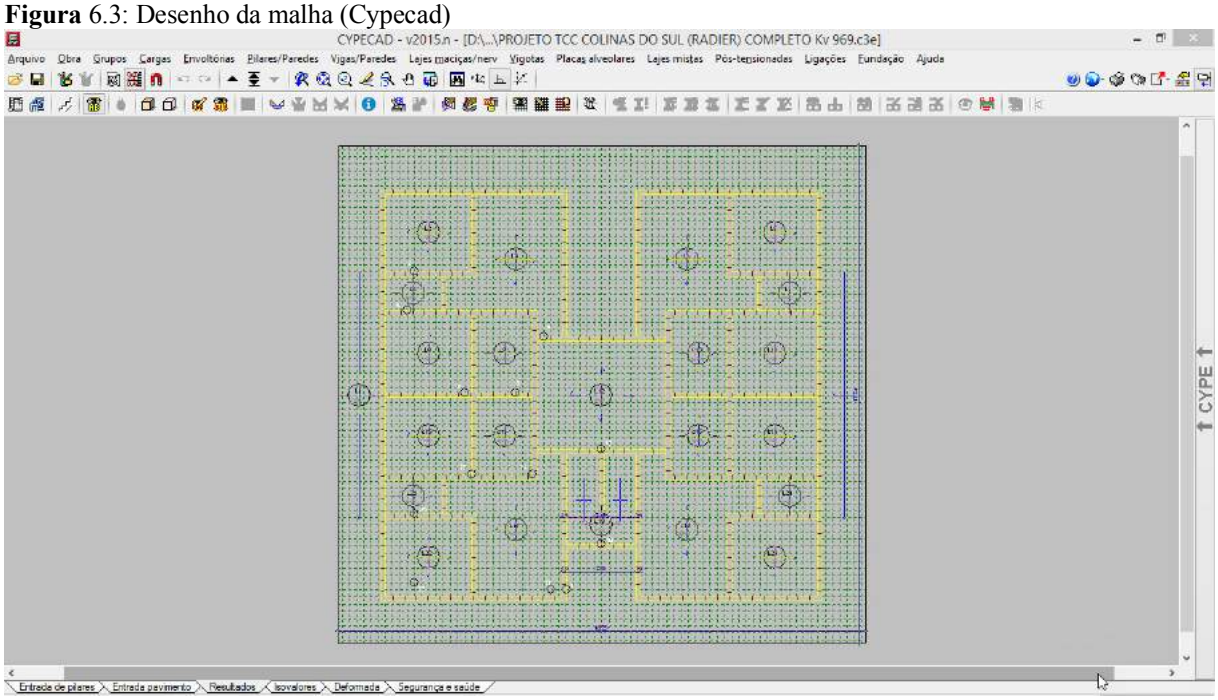
Figura 6.2: 1ª Interação



Fonte: o Autor

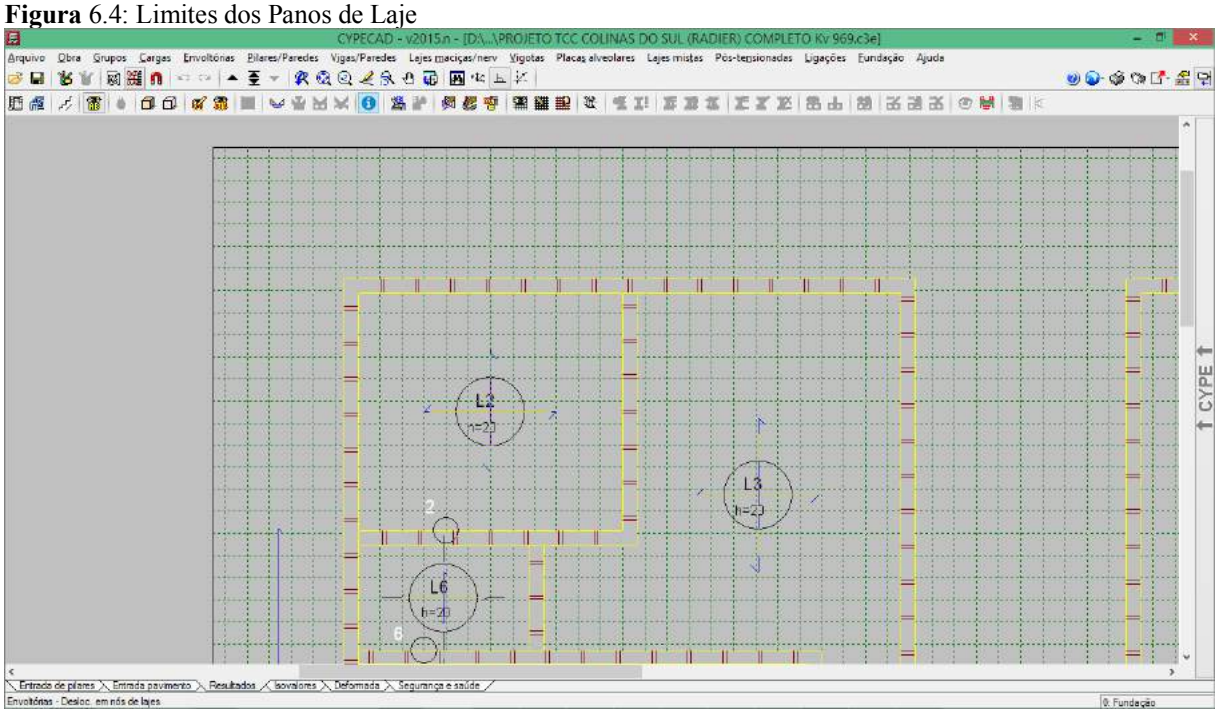
No modelo, o CYPECAD divide o radier numa malha de 25cmx25cm, dando assim um número total de 5.324 nós, e em Panos de laje, que são definidos entre os contornos das paredes que se apoiam no radier (Fig. 6.3 e 6.4).

Figura 6.3: Desenho da malha (Cypecad)



Fonte: o Autor

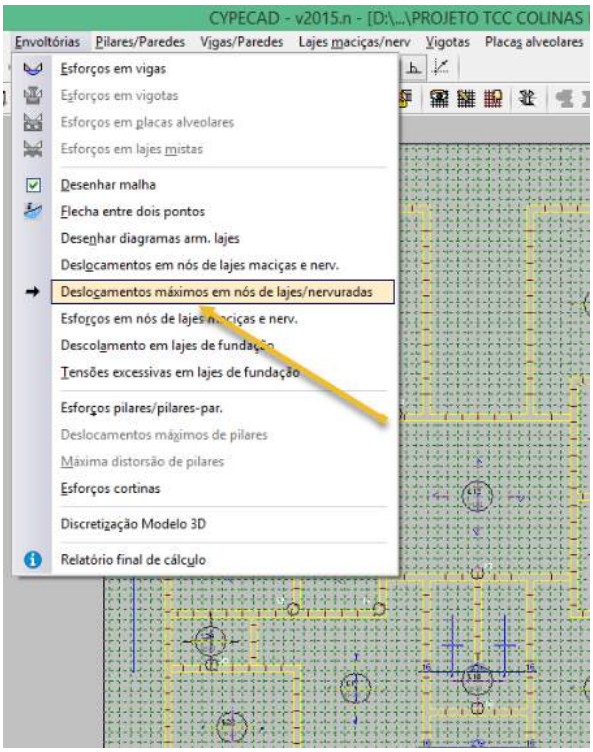
Figura 6.4: Limites dos Panos de Laje



Fonte: o Autor

Após o processamento podemos obter varais informações tais como: deslocamentos máximos em nós, Tensões máximas nos Panos de lajes e a flecha entre dois pontos (Fig. 6.5).

Figura 6.5: Dados das Envoltórias



Fonte: o Autor

Para a 1ª interação, pela quantidade de nós e simetria do prédio, para o estudo em questão, restringimos para análise o nós de máximo deslocamento nos panos definidos pela modelação, apresentados a seguir (Tab. 6.1)

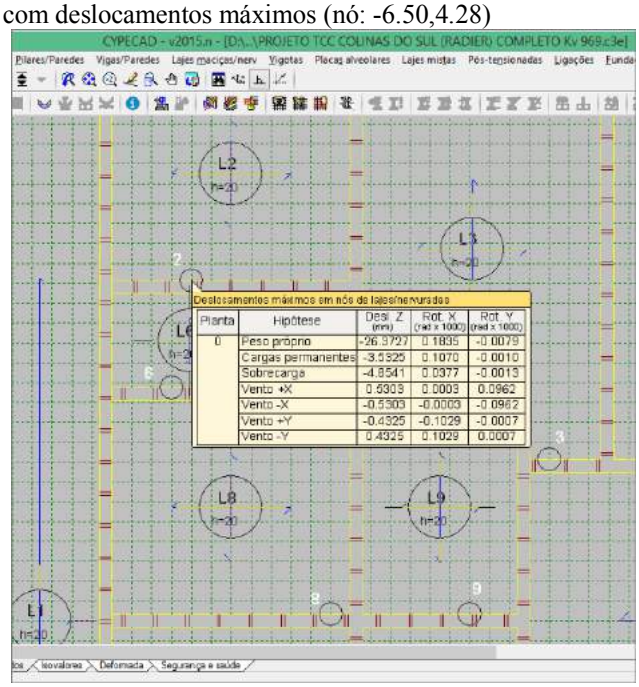
Tabela 6.1: Nós

Pano	Nó	
	X	Y
L1	-1,20	-6,75
L2	-6,50	4,28
L3	-2,00	2,03
L6	-6,75	2,93
L8	-4,75	0,08
L9	-3,00	0,08
L12	0,00	-1,87
L13	-4,51	-2,75
L14	2,41	-2,75
L17	-1,75	-6,75
L18	0,00	-5,17
L20	-6,50	-4,12
L22	-6,50	-6,50

Fonte: o Autor

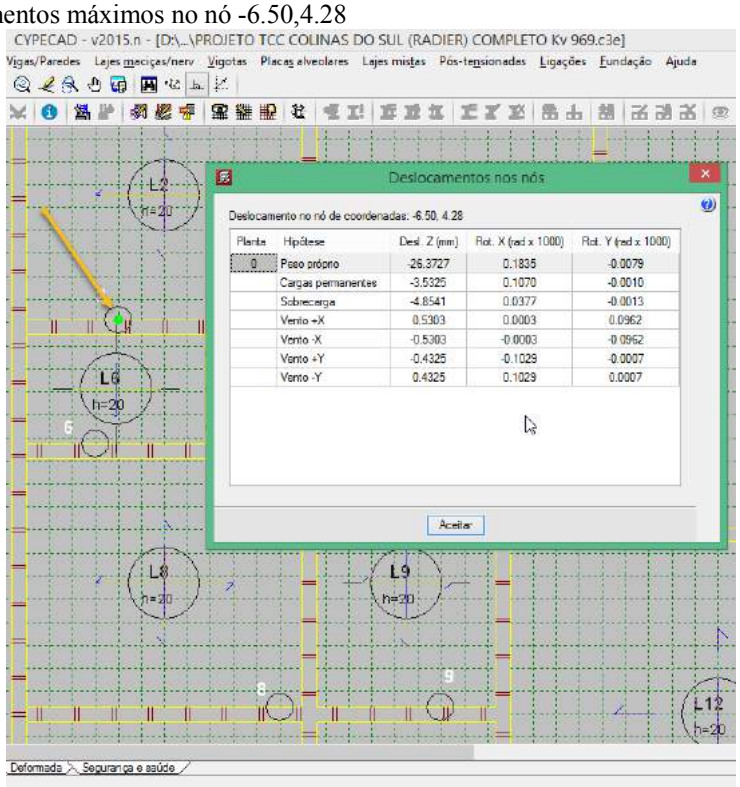
Selecionando o pano para a obtenção dos deslocamentos máximos, o CYPECAD indica em qual nó isso acontece e mostra estes deslocamentos para as Hipóteses de cargas (Fig. 6.6 e 6.7).

Figura 6.6: Nó no Pano 2 com deslocamentos máximos (nó: -6.50,4.28)



Fonte: o Autor

Figura 6.7: Deslocamentos máximos no nó -6.50,4.28



Fonte: o Autor

Com os dados retirados do CYPECAD e combinando as hipóteses de cargas, obtemos, por exemplo, o valor do recalque máximo do nó (-6.50,4.28) do pano 2 (Fig. 6.8). Estes resultados para os nós em estudos são apresentados na tabela 10.3.

Figura 6.8: Recalque máximo no nó -6.50,4.28 (CYPECAD)

1/1 Kv 969

Wmax para a 1ª Interação

2

Deslocamento no nó de coordenadas: -6.50, 4.28

Planta	Hipótese	Desl. Z (mm)
0	Peso próprio	-26.3727
	Cargas permanentes	-3.5325
	Sobrecarga	-4.8541
	Vento +X	0.5303
	Vento -X	-0.5303
	Vento +Y	-0.4325
	Vento -Y	0.4325

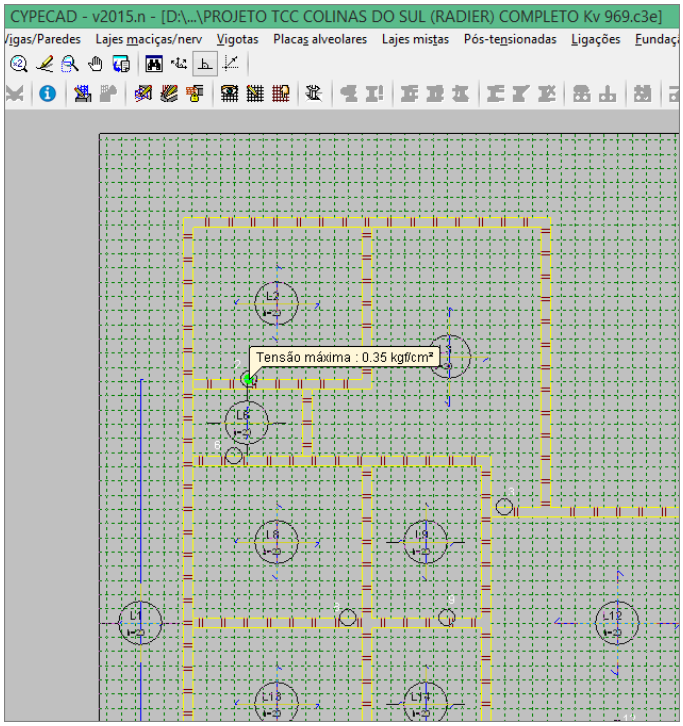
PP	-26,3727
CP	-3,5325
Qa	-4,8541
V(+X)	0,5303
V(-X)	-0,5303
V(+Y)	-0,4325
V(-Y)	0,4325

PP+CP	29,91
PP+CP+Qa	34,76
PP+CP+V(+X)	29,37
PP+CP+Qa+V(+X)	34,23
PP+CP+V(-X)	30,44
PP+CP+Qa+V(-X)	35,29
PP+CP+V(+Y)	30,34
PP+CP+Qa+V(+Y)	35,19
PP+CP+V(-Y)	29,47
PP+CP+Qa+V(-Y)	34,23
Wmax =	35,29 mm

Fonte: o Autor

Do mesmo modo que foi feito para os deslocamentos máximos, se procede no CYPEDAC para obter a tensão máxima aplicada ao nó (Fig. 6.9).

Figura 6.9: Tensão máximo no nó -6.50,4.28



Fonte: o Autor

Com os valores retirados do CYPECAD, do deslocamento máximo e sua respectiva tensão para cada nó estudado, calculamos o novo recalque Wx' pelo Método Geotécnico (item 9.9) e obtemos um novo Kv', para a segunda interação (Tab. 6.2).

Tabela 6.2: 1ª Interação – Kv= 969

			Aplicado Kv (kN/m³) ==>			969		
Panos	Nó		σx		Wx (Cype)	Wx' (Geo)	Diferença	Kv' (Geo)
	X	Y	Kg/cm²	kN/m²	mm	mm	%	kN/m³
L1	-1,20	-6,75	0,39	38,2	39,67	6,65	83,24	5744
L2	-6,50	4,28	0,35	34,3	35,29	5,98	83,05	5736
L3	-2,00	2,03	0,35	34,3	35,80	5,98	83,30	5736
L6	-6,75	2,93	0,35	34,3	35,81	5,98	83,30	5736
L8	-4,75	0,08	0,36	35,3	36,75	6,15	83,27	5740
L9	-3,00	0,08	0,36	35,3	36,60	6,15	83,20	5740
L12	0,00	-1,87	0,37	36,3	37,57	6,32	83,18	5744
L13	-4,51	-2,75	0,37	36,3	37,76	6,32	83,26	5744
L14	2,41	-2,75	0,37	36,3	37,74	6,32	83,25	5744
L17	-1,75	-6,75	0,39	38,2	39,78	6,65	83,28	5744
L18	0,00	-5,17	0,39	38,2	39,12	6,65	83,00	5744
L20	-6,50	-4,12	0,39	38,2	38,47	6,65	82,71	5744
L22	-6,50	-6,50	0,39	38,2	39,66	6,65	83,23	5744
							Menor	5736
							Média	5742
							Maior	5744
							Moda	**5744**

Moda em conjunto de dados com elementos repetidos é o valor que ocorre com maior frequência ou o valor mais comum em um conjunto de dados.

Fonte: o Autor

Nesta etapa é importante determinar a primeira mola para a área de influência dos nós, que neste modelo é de 25cm x 25cm, e que se comporta como uma sapata fictícia (Krahl, P.A – pág. 38). A critério do autor, para a segunda interação será considerado o coeficiente de mola mais frequente apresentado na tabela 6.2 – **Kv' = 5744 kN/m³**.

Feito o segundo processamento com o CYPECAD para o novo coeficiente de mola, Kv' = 5744 kN/m³, nota-se que, para alguns panos de lajes, acontece a mudança dos nós que tem o deslocamento máximo e respectiva tensão máxima aplicada, (Tab. 6.3), implicando assim para análise o uso desse novos dados (Tab.6.4).

Tabela 6.3: Pontos com deslocamentos máximos

Pontos com deslocamentos máximos				
Panos	Kv= 969		Kv= 5744	
	Nó		Nó	
	X	Y	X	Y
L1	-1,20	-6,75	-1,00	-5,33
L2	-6,50	4,28	-6,75	5,75
L3	-2,00	2,03	-2,25	2,25
L6	-6,75	2,93	-6,75	2,93
L8	-4,75	0,08	-4,75	0,08
L9	-3,00	0,08	-4,25	0,08
L12	0,00	-1,87	0,00	-1,87
L13	-4,51	-2,75	-4,51	-2,75
L14	2,41	-2,75	2,41	-2,75
L17	-1,75	-6,75	-1,75	-6,50
L18	0,00	-5,17	0,00	-4,00
L20	-6,50	-4,12	-6,75	-4,12
L22	-6,50	-6,50	-6,75	-6,25

Fonte: o Autor

Tabela 6.4: 2ª Interação – Kv= 5744 kN/m³

			Aplicado Kv (kN/m³) ==>			5744		
Panos	Nó		σx		Wx (Cype)	Wx' (Geo)	Diferença	Kv' (Geo)
	X	Y	Kg/cm²	kN/m²	mm	mm	%	kN/m³
L1	-1,00	-5,33	0,42	41,2	7,10	7,18	-1,13	5738
L2	-6,75	5,75	0,37	36,3	6,27	6,32	-0,80	5744
L3	-2,25	2,25	0,37	36,3	6,34	6,32	0,32	5744
L6	-6,75	2,93	0,37	36,3	6,33	6,32	0,16	5744
L8	-4,75	0,08	0,38	37,3	6,51	6,50	0,15	5738
L9	-4,25	0,08	0,38	37,3	6,50	6,50	0,00	5738
L12	0,00	-1,87	0,4	39,2	6,85	6,83	0,29	5739
L13	-4,51	-2,75	0,39	38,2	6,65	6,65	0,00	5744
L14	2,41	-2,75	0,39	38,2	6,68	6,65	0,45	5744
L17	-1,75	-6,50	0,42	41,2	7,14	7,18	-0,56	5738
L18	0,00	-4,00	0,42	41,2	7,15	7,18	-0,42	5738
L20	-6,75	-4,12	0,4	39,2	6,80	6,83	-0,44	5739
L22	-6,75	-6,25	0,41	40,2	7,07	7,01	0,85	5735
							Menor	5735
							Média	5740
							Maior	5744
							Moda	**5744**

Moda em conjunto de dados com elementos repetidos é o valor que ocorre com maior frequência ou o valor mais comum em um conjunto de dados.

Fonte: o Autor

Analisando os resultados desta segunda interação, verifica-se que as **diferenças entre os recalques calculados pelo CYPECAD e os encontrados pelo método Geotécnico**, são bem pequenos e

tendendo a zero. Já poderíamos assim adotar para essa modelação o coeficiente de mola Kv' = 5744 kN/m³.

Como o coeficiente de mola, nesta 2ª interação varia do menor valor Kv' = 5735 kN/m³ para o maior valor Kv' = 5744 kN/m³, será feito um terceiro processamento para o coeficiente de molar de menor valor.

Os resultados desta terceira interação são apresentados na tabela 6.5.

Tabela 6.5: 3ª Interação – Kv= 5735 kN/m³

			Aplicado Kv (kN/m³) ==>			5735		
Panos	Nó		σx		Wx (Cype)	Wx' (Geo)	Diferença	Kv' (Geo)
	X	Y	Kg/cm²	kN/m²	mm	mm	%	kN/m³
L1	-1,00	-5,33	0,42	41,2	7,11	7,18	-0,98	5738
L2	-6,75	5,75	0,37	36,3	6,28	6,32	-0,64	5744
L3	-2,25	2,25	0,37	36,3	6,35	6,32	0,47	5744
L6	-6,75	2,93	0,37	36,3	6,34	6,32	0,32	5744
L8	-4,75	0,08	0,38	37,3	6,52	6,50	0,31	5738
L9	-4,25	0,08	0,38	37,3	6,51	6,50	0,15	5738
L12	0,00	-1,87	0,4	39,2	6,86	6,83	0,44	5739
L13	-4,51	-2,75	0,39	38,2	6,66	6,65	0,15	5744
L14	2,41	-2,75	0,39	38,2	6,69	6,65	0,60	5744
L17	-1,75	-6,50	0,42	41,2	7,16	7,18	-0,28	5738
L18	0,00	-4,00	0,42	41,2	7,16	7,18	-0,28	5738
L20	-6,75	-4,12	0,4	39,2	6,81	6,83	-0,29	5739
L22	-6,75	-6,25	0,41	40,2	7,08	7,01	0,99	5735
							Menor	5735
							Média	5740
							Maior	5744
							Moda	**5744**

Moda em conjunto de dados com elementos repetidos é o valor que ocorre com maior frequência ou o valor mais comum em um conjunto de dados.

Fonte: o Autor

Como no caso do processamento anterior, a 3ª interação, para o coeficiente de mola Kv = 5735 kN/m³, mostra que as diferenças entre os recalques calculados pelo CYPECAD e os recalques determinado pelo modelo Geotécnico, também são pequenas e tendendo a zero. Mostra também que o novo coeficiente de mola continua a variar entre Kv' = 5735 kN/m³ e Kv' = 5744 kN/m³.

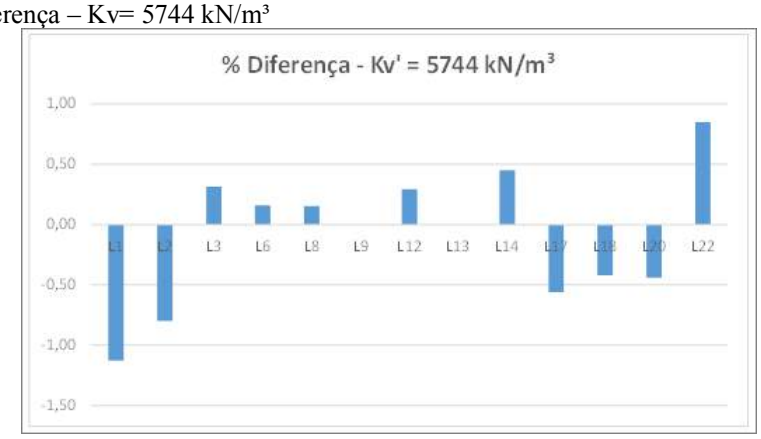
Essa tendência é mostrada na tabela 6.6 e visualizada nos gráficos 6.2 e 6.3 para os coeficientes de mola Kv = 5744 kN/m³ e Kv = 5735 kN/m³.

Tabela 6.6: Diferença entre
Recalque do CYPECAD x recalque Geotécnico

Diferença entre o recalque do CYPE e o recalque Geotécnico			Kv kN/m³	Kv kN/m³
Laje	Nó		5744	5735
	X	Y	%	%
L1	-1,00	-5,33	-1,13	-0,98
L2	-6,75	5,75	-0,80	-0,64
L3	-2,25	2,25	0,32	0,47
L6	-6,75	2,93	0,16	0,32
L8	-4,75	0,08	0,15	0,31
L9	-4,25	0,08	0,00	0,15
L12	0,00	-1,87	0,29	0,44
L13	-4,51	-2,75	0,00	0,15
L14	2,41	-2,75	0,45	0,60
L17	-1,75	-6,50	-0,56	-0,28
L18	0,00	-4,00	-0,42	-0,28
L20	-6,75	-4,12	-0,44	-0,29
L22	-6,75	-6,25	0,85	0,99
Σ Valor Absoluto			**5,562**	**5,896**

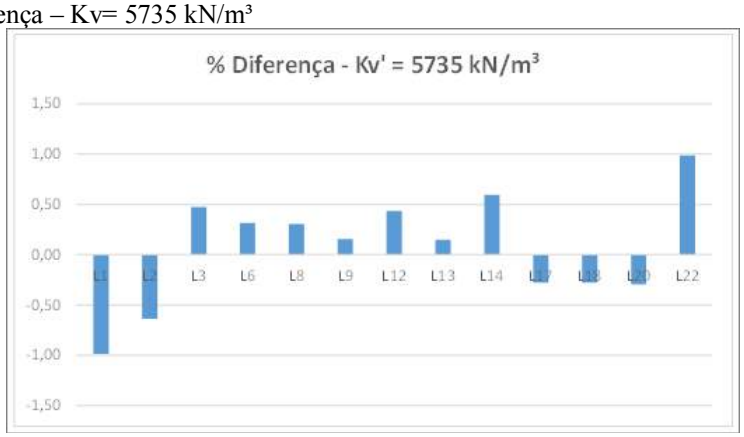
Fonte: o Autor

Gráfico 6.2: % Diferença – Kv= 5744 kN/m³



Fonte: o Autor

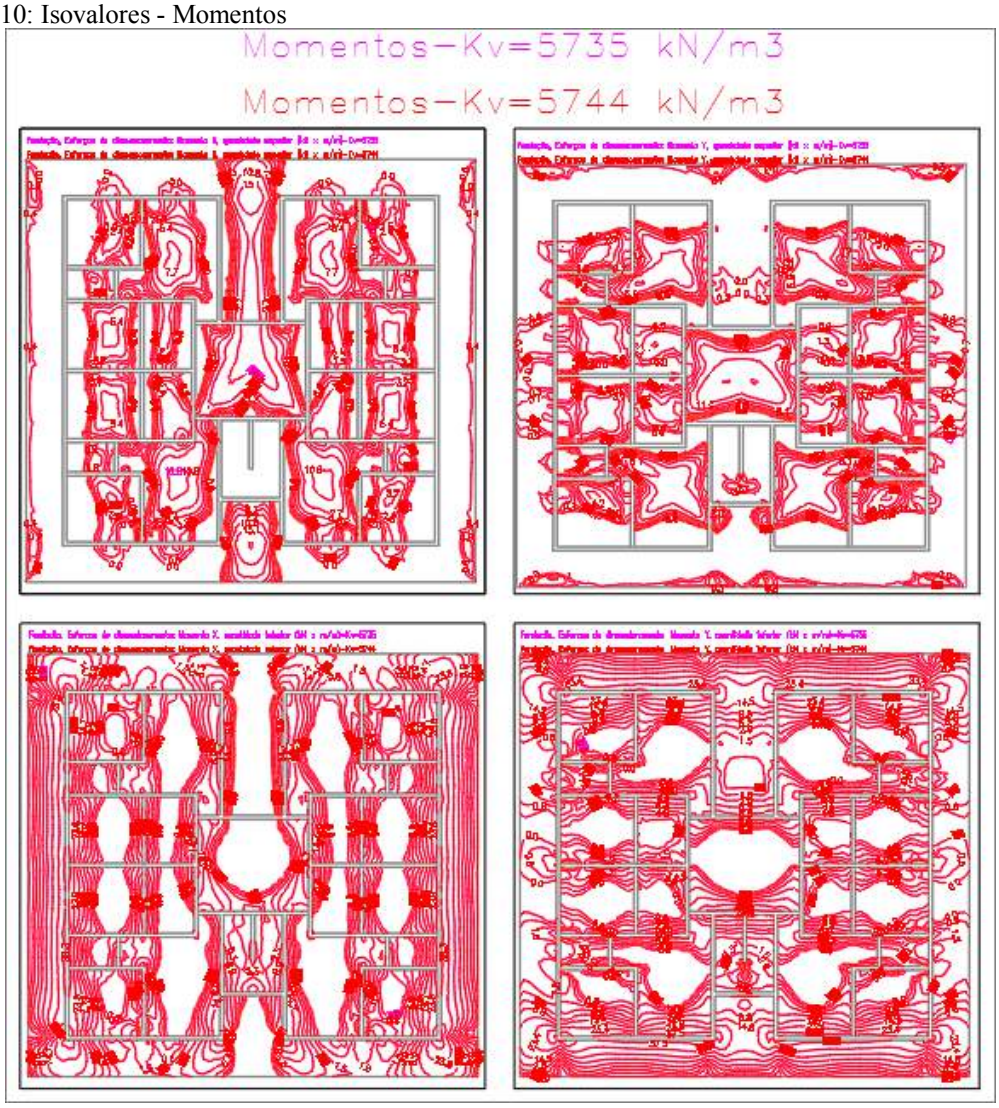
Gráfico 6.3: % Diferença – Kv= 5735 kN/m³



Fonte: o Autor

Isso também fica claro na Fig. 6.10, onde se apresenta as curvas de Isovalores dos Momentos atuantes (X e Y, Superior e Inferior) no Radier, numa superposição das linhas, resultantes da modelação do radier com os coeficientes de mola Kv' =5735 kN/m³ e Kv' =5744 kN/m³. Os momentos se apresentam iguais nos dois processamentos, devido a pequena variação dos coeficientes de molas dessas modelações.

Figura 6.10: Isovalores - Momentos



Fonte: o Autor

Momentos iguais, em resposta aos processamentos com os coeficientes de mola Kv' =5735 kN/m³ e Kv' =5744 kN/m³, resultou na mesma quantidade de armação para as duas situações, que é de 4503 Kg de Barras para Laje de Fundação, o Radier (Fig.6.11 e Fig. 6.12).

Figura 6.11: Quantidades – Kv= 5744 kN/m³

Quantidades da obra

PROJETO TCC COLINAS DO SUL (RADIER) COMPLETO Kv 5744 kN/m3

Total obra - Superfície total: 1152.87 m2

Elemento	Formas (m2)	Volume (m3)	Barras (kg)
Lajes de fundação	288.45	57.69	4503
Lajes maciças	7.19	0.86	46
Pré-fabricadas	678.58	53.11	416
Vigas: fundo	178.65	5.49	412
Forma lateral	55.13		
Pilares (Sup. Formas)	0.00		
Escadas	38.08	3.96	472
Total	1246.08	121.11	5849
Índices (por m2)	1.081	0.105	5.07

Fonte: CYPECAD

Figura 6.12: Quantidades – Kv= 5735 kN/m³

Quantidades da obra

PROJETO TCC COLINAS DO SUL (RADIER) COMPLETO Kv=5735 kN/m3

Total obra - Superfície total: 1152.87 m2

Elemento	Formas (m2)	Volume (m3)	Barras (kg)
Lajes de fundação	288.45	57.69	4503
Lajes maciças	7.19	0.86	46
Pré-fabricadas	678.58	53.11	416
Vigas: fundo	178.65	5.49	412
Forma lateral	55.13		
Pilares (Sup. Formas)	0.00		
Escadas	38.08	3.96	472
Total	1246.08	121.11	5849
Índices (por m2)	1.081	0.105	5.07

Fonte: CYPECAD

Situação bem diferente para o primeiro processamento com o coeficiente de mola Kv = 969 kN/m³, que apresentou um consumo no Radier (Laje de Fundação) de 4975 Kg de Barras, 10% maior do que as lajes processadas com coeficientes de mola Kv' =5735 kN/m³ e Kv' =5744 kN/m³ (Fig.6.13).

Figura 6.13: Quantidades – Kv= 969 kN/m³

Quantidades da obra

PROJETO TCC COLINAS DO SUL (RADIER) COMPLETO - Kv= 969 kN/m3

Total obra - Superfície total: 1152.87 m2

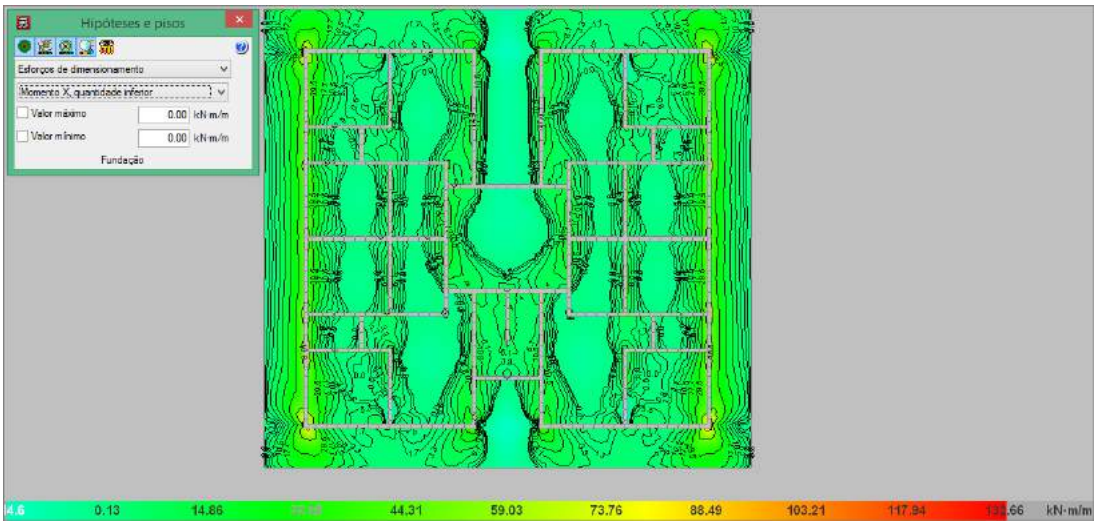
Elemento	Formas (m2)	Volume (m3)	Barras (kg)
Lajes de fundação	288.45	57.69	4975
Lajes maciças	7.19	0.86	46
Pré-fabricadas	678.58	53.11	416
Vigas: fundo	178.65	5.49	467
Forma lateral	55.13		
Pilares (Sup. Formas)	0.00		
Escadas	38.08	3.96	472
Total	1246.08	121.11	6376
Índices (por m2)	1.081	0.105	5.53

Fonte: CYPECAD

Essa diferença significativa fica clara quando observamos os momentos atuantes no Radier, quando aplicado na sua modelação o coeficiente de mola Kv = 969 kN/m³ (1ª interação) e os momentos atuantes resultantes na 2ª e 3ª interação (Figuras 6.14, 6.15, 6.16 e 6.17).

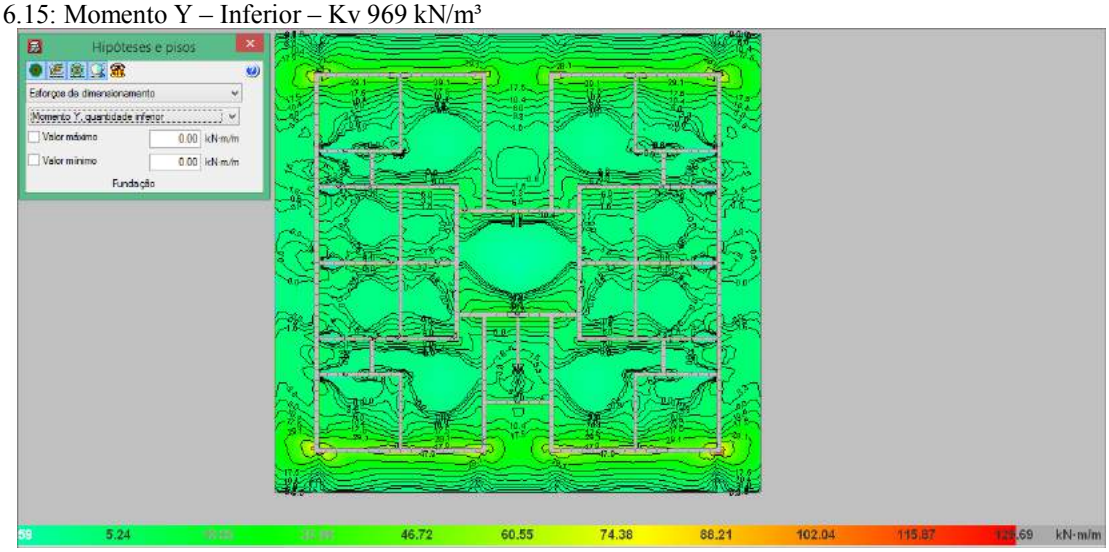
Como já encontramos uma convergência entre os recalques calculados pelo CYPECAD e os determinados pelo Método Geotécnico, quando da aplicação dos coeficientes de molas Kv' =5735 kN/m³ e Kv' =5744 kN/m³ e o resultado desse processamento não gerou diferenças entre os momentos aplicados no radier e nem na taxa de aço aplicada à placa de concreto, iremos a partir daqui adotar o valor de **Kv' =5735 kN/m³**, como coeficiente mola para análise do radier quanto aos Estados Limite Ultimo e de Serviço.

Figura 6.14: Momento X – Inferior – Kv 969 kN/m³



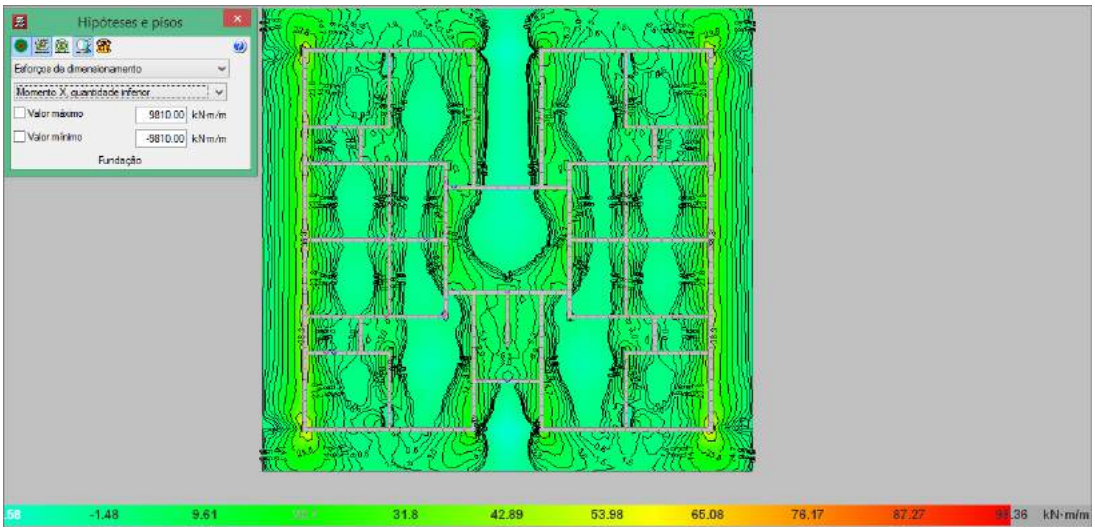
Fonte: CYPECAD

Figura 6.15: Momento Y – Inferior – Kv 969 kN/m³



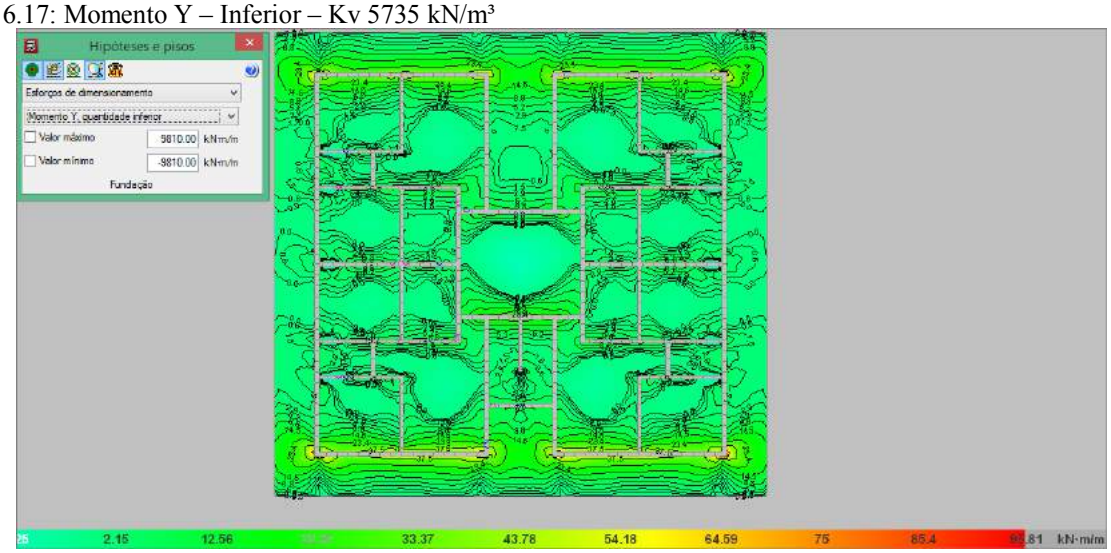
Fonte: CYPECAD

Figura 6.16: Momento X – Inferior – Kv 5735 kN/m³



Fonte: CYPECAD

Figura 6.17: Momento Y – Inferior – Kv 5735 kN/m³

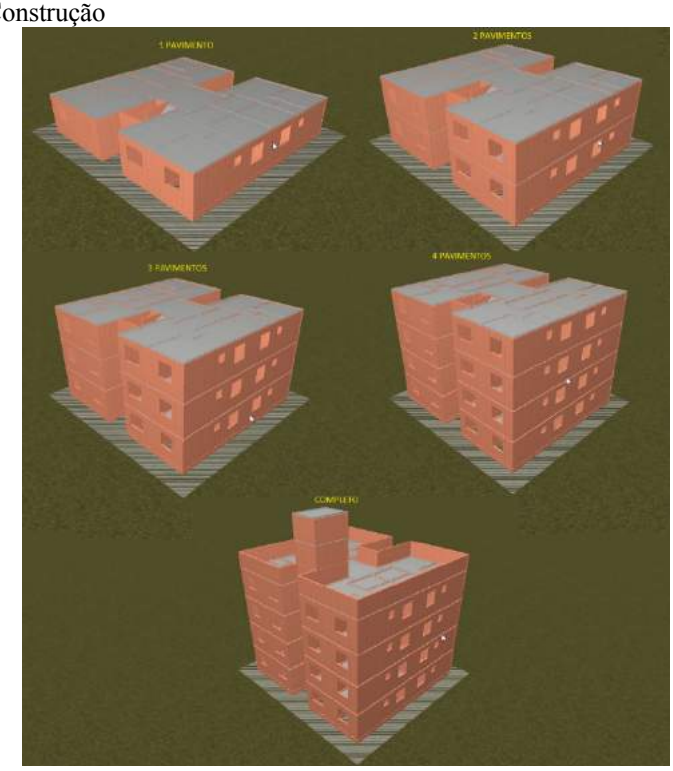


Fonte: CYPECAD

6.3 ANÁLISE DO RADIER QUANTO AS TENSÕES APLICADAS AO SOLO

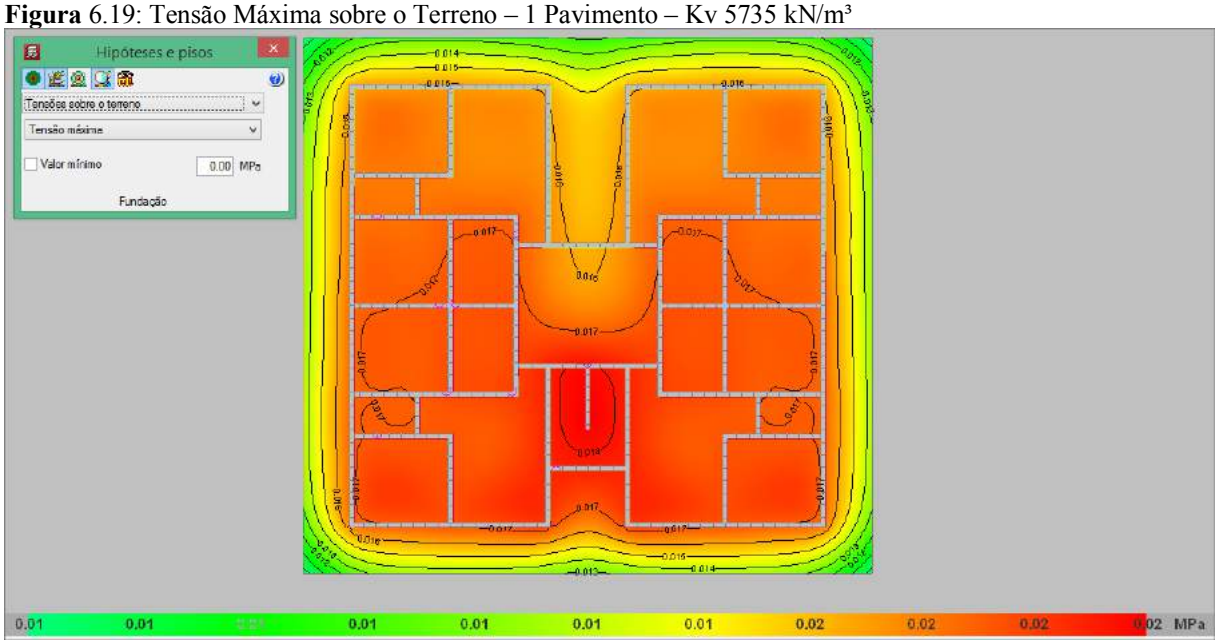
As figuras 6.19 a 6.23 mostram as tensões aplicadas ao solo durante as fases de evolução da construção (Fig. 6.18). Estas tensões variam de 0 a 0,04 MPa, que são bem menores que a tensão admissível calculada para este estudo, que é de $\boldsymbol{\sigma_{adm} = 0,062\ MPa}$, *atendendo assim a verificação do Estado Limite Ultimo (ELU)*.

Figura 6.18: Fases da Construção



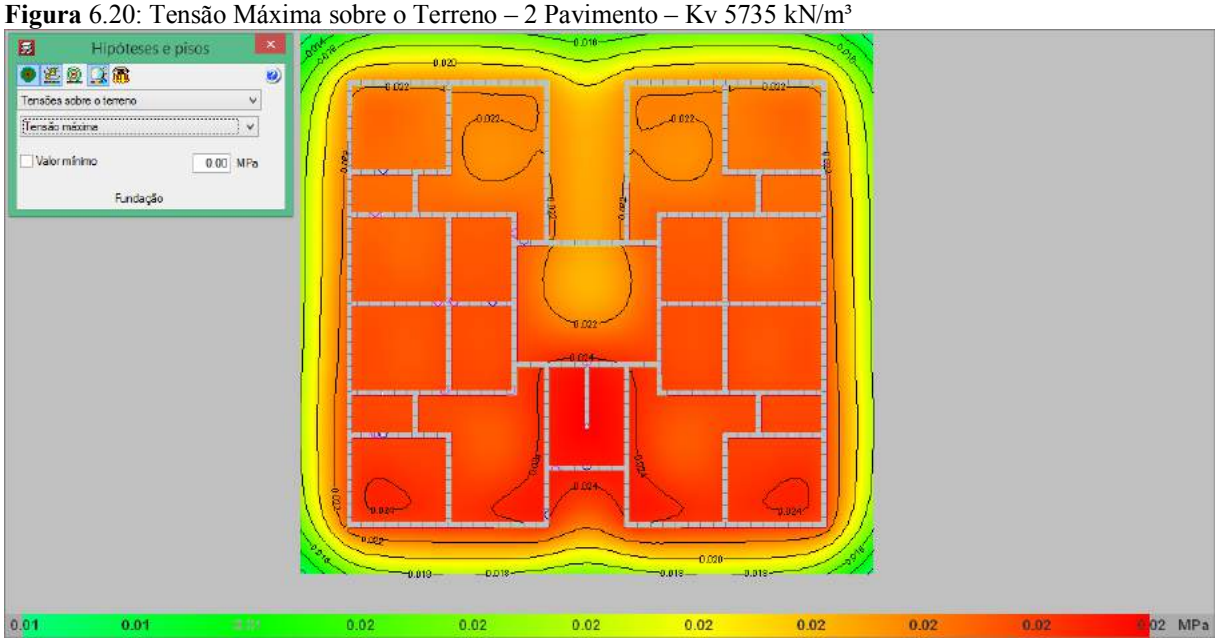
Fonte: O Autor

Figura 6.19: Tensão Máxima sobre o Terreno – 1 Pavimento – Kv 5735 kN/m³



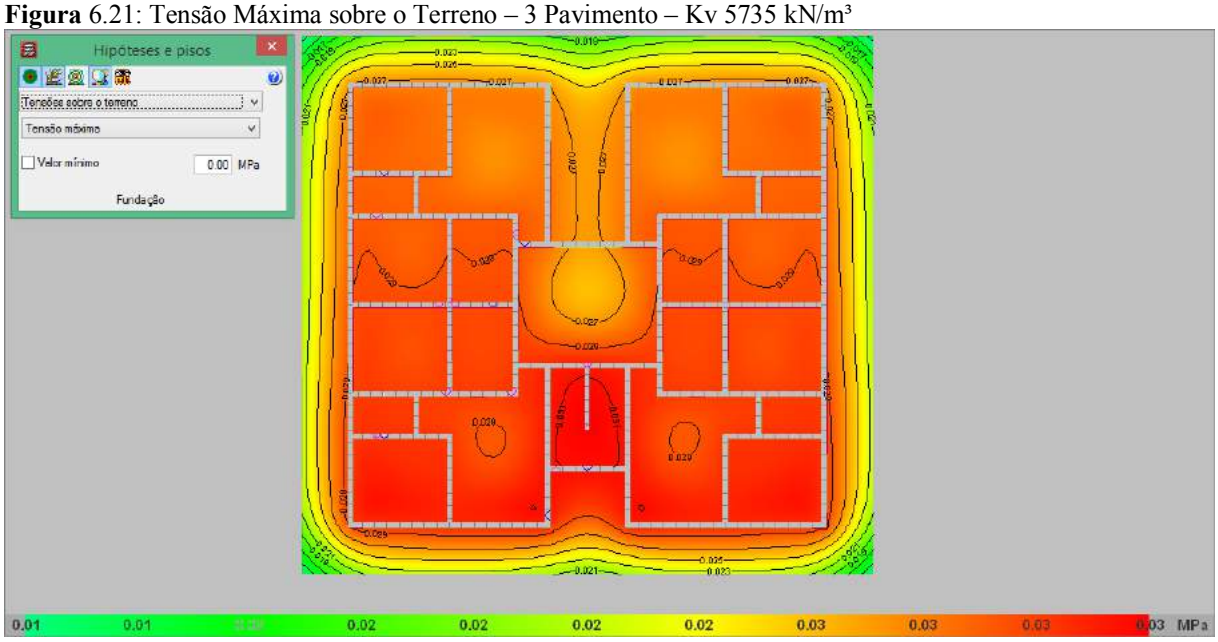
Fonte: CYPECAD

Figura 6.20: Tensão Máxima sobre o Terreno – 2 Pavimento – Kv 5735 kN/m³



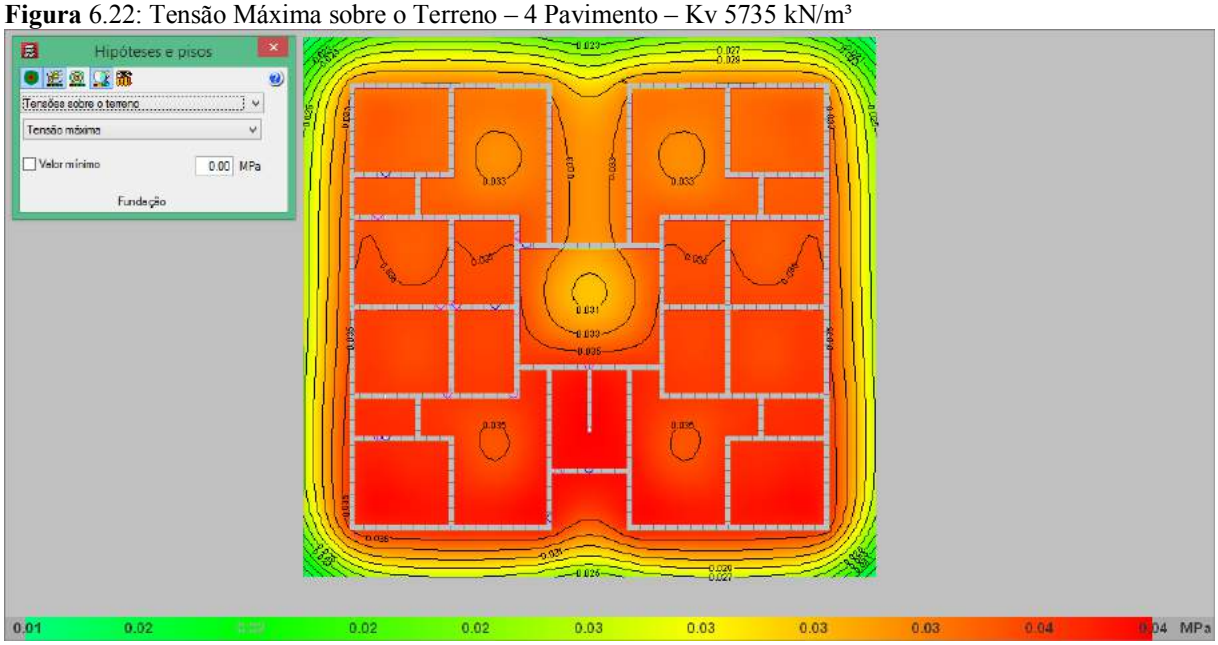
Fonte: CYPECAD

Figura 6.21: Tensão Máxima sobre o Terreno – 3 Pavimento – Kv 5735 kN/m³



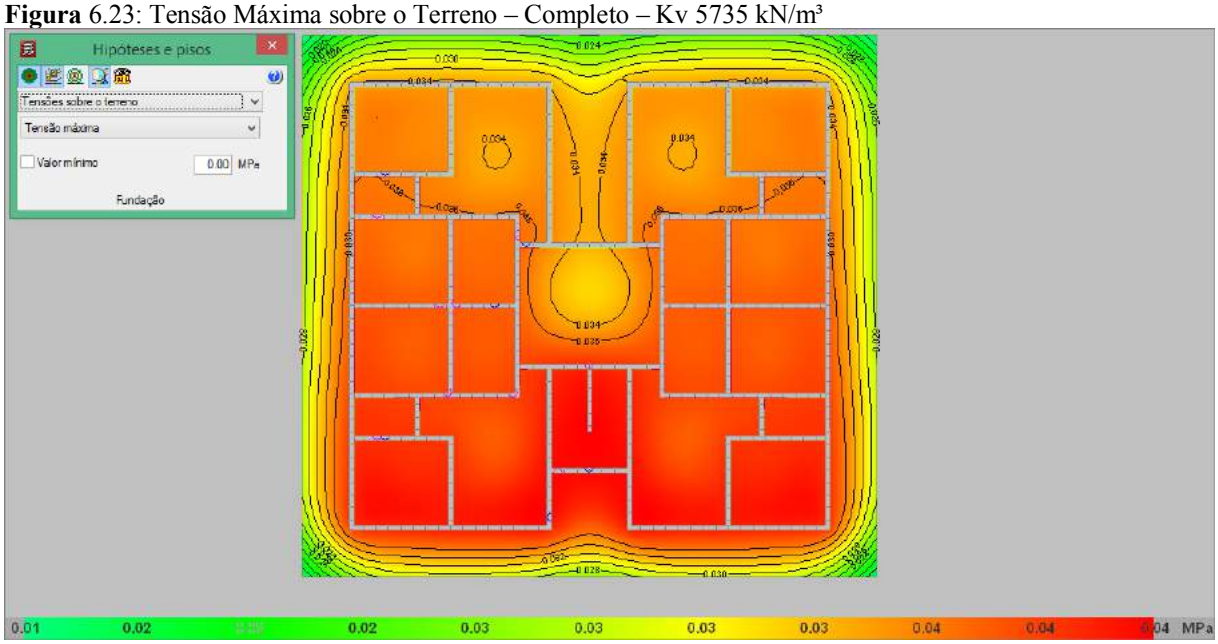
Fonte: CYPECAD

Figura 6.22: Tensão Máxima sobre o Terreno – 4 Pavimento – Kv 5735 kN/m³



Fonte: CYPECAD

Figura 6.23: Tensão Máxima sobre o Terreno – Completo – Kv 5735 kN/m³



Fonte: CYPECAD

6.4 ANÁLISE DOS RECALQUE AO LONGO DA CONSTRUÇÃO

Os recalques máximos e mínimos durante as fases de evolução da construção (Fig. 6.18) são apresentados na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Recalques máximo e mínimo

Recalques - Kv = 5735 kN/m³			
Pavimentos	Wmin. mm	Wmáx. mm	L mínimo p/ β ≤ 1/300
Completo	2,44	7,16	1,42 m
4 Pavimentos	2,45	6,62	1,25 m
3 Pavimentos	2,2	5,48	0,98 m
2 Pavimentos	1,94	4,34	0,72 m
1 avimento	1,67	3,18	0,45 m

Fonte: o Autor

Conforme a NBR 6122-2010, o radier em estudo atende ao Estado Limite de Serviço (ELS), como mencionado no item 3.4, tanto em relação aos limites do recalque total máximo (ρmax ≤ 40mm) quanto em relação a limitação dos recalques diferenciais.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho se propôs a apresentar um estudo de uma fundação em Radier com a função de apoiar um edifício de 4 pavimentos em alvenaria estrutural sobre um solo de baixa resistência.

A escolha da fundação em Radier se justifica devido à baixa resistência do solo, caracterizado pela sondagem tipo SPT, nas camadas mais superficiais. Isto se verifica quando observamos que uma fundação tipo Sapata Corrida, se fosse escolhida, ocuparia mais de 50% da área de projeção do edifício.

Este estudo foi feito levando em consideração que as fundações são elementos deslocáveis, que sobre a ação da estrutura, transmitem as suas cargas ao solo provocando a este deformações (recalques), contrapondo-se ao caso clássico e usual de considerar a estrutura apoiada sobre apoios rígidos.

Os recalques foram obtidos de maneira semi-empírica, considerando a estratificação do solo, através da Teoria da Elasticidade para as camadas de argila e do método de Burland e Burbidege para as camadas de solo arenoso.

Para que o comportamento da fundação fosse o mais realista possível, foi considera a interação solo-estrutura (ISE) para análise dos recalques e da distribuição das tensões no solo. Nesse processo foi empregado na modelagem do edifício e da fundação, nas diversas etapas da construção, o programa CYPECAD, que usa no seu processamento a discretização das alvenarias estruturais pelo processo de elementos finitos, sendo o radier representado por uma malha de barras com no máximo 25cm, com os nós dessas malha apoiados em molas baseadas no modelo de Winkler.

Foi aplicado inicialmente para as molas um coeficiente de reação vertical Kv (Coeficiente de Mola) usando o método geotécnico e admitindo a estrutura indeslocável. Nesse primeiro processamento verificou-se que para as mesmas tensões aplicadas nos nós uma diferença entorno de 83% dos recalques apresentados pelo CYPECAD e os determinados pelo processo geotécnico. Nesse estudo só conseguimos convergir ao coeficiente de mola que representasse a interação solo-

estrutura nos segundo e terceiro processamento, onde a diferença entre os recalques obtidos pelo CYPECAD e os calculados pelo processo geotécnico tenderam a zero.

Foi notado também um reagrupamento das tensões nos nós entre o primeiro e segundo processamento, comprovando assim que a deformação dos solos provoca uma redistribuição dos esforços na estrutura.

É observado também que entre a primeira interação, onde o Kv usado foi determinado considerando a fundação indeslocável, e as demais interações há uma redução no consumo de aço no radier na ordem de 10%.

Por fim para estrutura analisada, considerando a ISE, o solo teve no seu estado limite ultimo (ELU), aferido pela sua tensão admissível, e no seu estado limite de serviço (ELS) comparado aos recalques e distorções limites, resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

ANTONIAZZI, J. P. **Interação solo-estrutura de edifícios com fundações superficiais**. Dissertação (Mestrado). Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2011, 139p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122:2010. Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2014. Projeto de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120:1980. Cargas para o cálculo das edificações**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:1988. Forças Devidas ao Vento em Edificações**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). **NBR 8681:2003. Ações e segurança nas estruturas - Procedimento**. Rio de Janeiro

CINTRA, JOSÉ CARLOS A. ; AOKI, Nelson; ALBIERO, José Henrique (2011) . **"Fundações Diretas: Projeto Geotécnico"**. São Paulo – Oficina Textos.

KRAHL, P. A. ; SOUZA, Rafael Alves de ; VANDERLEI, R. D. ; REIS, J. H. C. . **Estudo da influência da interação solo-estrutura no dimensionamento de radier**. In: Seminário de Engenharia Civil - UEM, 2011, Maringá. Anais do Seminário de Engenharia Civil, 2011. v. v.1. p. 1-12.

MEYERHOF, G. G. **Some recent foundation research and its application to design**. The Structural Engineer, v. 31, p. 151-167,1953.

NILSON, A.H. ; DARWIN, D. ; DOLAN, C.W. **Design of concrete structures**. 14ª ed., McGraw Hill Higher Education, 2010, 795p.

VARGAS, M. (1977). **"Introdução à Mecânica dos Solos"**. Volume Único, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHULTZE, E. **Druckverteilung und Setzungen.** Grundbau - Taschenbuch, Band 1, 2. Auflage, Berlin: W. Ernst und Sohn, 1966.

Floculação da biomassa da *lagerheimia longiseta* para fins energéticos.

Flocculation of biomass for energy purposes lagerheimia longiseta.

Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos [1]; Edivaldo Galdino Ferreira [2];Manoel Barbosa Dantas [3];Clediana Dantas Calixto [4], Marco Aurélio Rodrigues de Melo [5].
[1]giuseppecv@gmail.com,[2]edivaldogaldino@gmail.com,[3]manoel.dantas@ifpb.edu.br,[5]marcoaurelio rodriguesdemelo@gmail.com, [5]. [1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP; [2]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA; [3]Instituto Federal da Paraíba; [4]Universidade Federal da Paraíba, [5]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP.

Resumo

Com o aumento da população e consequentemente o avanço de novas tecnologias, tem-se uma nova visão de um futuro sustentável, dessas formas alternativas vem sendo estudadas para que a diminuição de gases poluentes lançados a atmosfera seja inferior aos dos tempos atuais. Com isso, a extração de matérias primas não poluentes vem sendo uma fonte de pesquisa relativamente estudada e uma delas é a separação da biomassa através de microalgas, visando a produção de biodiesel. A utilização desse procedimento requer experimentos para que se tenha um bom rendimento, pois apesar de ser uma técnica viável seu estudo deve ser testado em diversas microalgas, pois cada espécie tem suas vantagens e desvantagens em relação ao rendimento da biomassa. Para se chegar ao final do procedimento são utilizadas várias técnicas e uma delas é a floculação, onde floculantes naturais, sintéticos e técnicas inovadoras são testados e ao termino do processo sua eficiência é medida. Ao final deste trabalho o floculante com melhor eficiência foi o natural, a *Moringa oleífera*, seguido do sintético Cloreto Férrico ($FeCl_3$) e posterior a técnica de Eletrofloculaçao com um menor rendimento em relação aos demais.

Palavras-chaves: microalga, floculantes, eficiência e biodiesel.

Abstract

With increasing population and consequently the advancement of new technologies, there is a new vision of a sustainable future, this alternative form is being studied for the reduction of greenhouse gases released to the atmosphere is less than the current time. Thus, the extraction of raw materials clean has been a source of relatively research study and one of them is the separation of biomass through microalgae, aiming at the production of biodiesel. The use of this procedure requires experiments in order to have a good income, because despite being a viable technique their study should be tested in a number of microalgae, as each species has its advantages and disadvantages compared to the yield of biomass. To get to the end of the procedure are used several techniques and one is flocculation, where natural flocculants, synthetic and innovative techniques are tested and the end of the process efficiency is measured. At the end of this work the flocculant with better efficiency was the natural, *Moringa oleifera* to, followed by ferric chloride synthetic ($FeCl_3$) and further the Eletrofloculação technique with a lower yield than the other.

Keywords: microalgae, flocculants, efficiency and biodiesel.

INTRODUÇÃO

A biomassa energética é um recurso renovável substancial, utilizada na produção de biocombustíveis solido, gasoso e líquido, de interesse simplesmente doméstico e/ou comercial. Neste caso várias espécies vegetais apresentam características especificas para produção de combustível e dentre estes, a biomassa de microalgas vem sendo extensamente divulgado como uma espécie potencial para produção de biocombustível líquido. As microalgas são seres fotossintetizantes, com a capacidade de transformar a energia luminosa em energia química concentrada nas ligações que formam carboidratos, lipídios e proteínas. Indicam grande eficiência fotossintética e são ótimas fixadoras de dióxido de carbono (CO_2) (ERENO, 2014).

Numerosas são as suas funções, visto que são seres universais em sistemas aquáticos, envolvendo enorme diversidade de formas e funções ecológicas. De forma geral, apresentam elevadas taxas de crescimento, condição que proporciona alta produção de biomassa em intervalos de tempo curtos.

Algumas das vantagens das microalgas são a capacidade de duplicar sua biomassa em um período de 24 horas (CHISTI, 2008) e possuir teor lipídico entre 20% e 50% da biomassa seca (SPOLAORE et al., 2006; CHISTI, 2007), sendo que o acúmulo de lipídios ocorre normalmente nas microalgas quando há a depleção de algum nutriente do meio de cultura (BRENNAN; OWENDE, 2010).

Com isso conseguem crescer e se desenvolver em condições extremas, facilitando os cultivos em áreas impróprias, sobrevivendo em reservas de águas salobras e até mesmos em esgotos domésticos, industriais e agrícolas (CONVERTI et al., 2009; COSTA; MORAIS, 2011). As microalgas prendem sem nenhum problema o CO_2, podendo assim colaborar com o desenvolvimento dos cultivos e a biofixação deste gás (COSTA; MORAIS, 2011).

Lembrando que a biomassa das microalgas pode ser usada para produzir ração na/ouimal, alimento suplementar humano, tratamento de águas residuais, e os biocombustíveis que são as principais tecnologias para minimizar os impactos ambientais, onde neste caso faz-se necessário a utilização de floculantes naturais e não tóxicos (NYAMIEN, 1999).

O biodiesel gerado através de óleos microalgais na teoria é viável. No entanto, na prática não é comercializado, apesar de um cenário futuro promissor. Desta maneira, a produção de biodiesel a partir de microalgas, enfrentam barreiras, sendo uma delas a viabilidade econômica (OLGUIN, 2012).

A exclusão da dependência de combustíveis fosse e a preservação da sustentabilidade ambiental exige uma moderação substancial do custo de geração do biodiesel microalgal para a concorrência com o diesel.

A divisão da biomassa das culturas é imprescindível, e múltiplos processos são utilizados, onde os principais são: filtração, sedimentação, flotação, centrifugação e floculação (GRIMA et al. 2003; BRENNAN; OWENDE, 2010; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ; BALLESTEROS, 2012). Tanto para a produção de biodiesel, quanto para a extração de compostos de elevado valor comercial, a seleção do modo de separação da biomassa é dependente das características das microalgas e do destino da biomassa separada, e deve ser simples, rápido e eficiente, para que o maior número de microalgas seja utilizado com o mínimo possível de energia e reagentes químicos, minimizando, dessa forma, o custo do processo.

A floculação é uma técnica para aumentar o tamanho dos agregados de células, que tendem a depositá-los posteriormente por gravidade, facilitando a sua separação do meio onde se encontram. Usualmente é adicionado um composto ao meio (o floculante) que perturba a estabilidade das partículas em suspensão, incluindo os microorganismos, levando a que estas se agreguem (SUALI & SARBATLHY, 2012).

Na separação por floculação são utilizados agentes floculantes polieletrólitos, que podem ser naturais (como a moringa) ou sintéticos (cloreto férrico, por exemplo). Os floculantes agem neutralizando ou reduzindo a carga superficial das células microalgas (predominantemente negativa), fazendo com que estas se aglutinem em grandes flocos (GRIMA et al., 2003; BRENNAN; OWENDE, 2010; BANERJEE et al., 2012). A floculação permite atingir eficiência de colheita superior a 90% e densidades de biomassa da ordem dos 15 g/l (PIRES et al., 2012). Necessariamente os floculantes devem ser de baixo custo e eficazes em baixa concentração, além de não prejudicarem o posterior processamento e uso da biomassa (GRIMA et al., 2003; BORGES et al., 2011).

A moringa pode ser utilizada como matriz para biodiesel no semiárido nordestino. É uma arvore de regiões semiáridas ou úmidas, trata-se de uma espécie de crescimento rápido e que se desenvolve bem em solos pobres, sendo pouco afetada pela seca, e é originaria de regiões da África, Ásia e América do Sul (SILVA, 2012).

Não há necessidade de nenhum tratamento prévio. A planta requer poucos tratos culturais e cresce rapidamente até uma altura de 4m no primeiro ano. Em condições favoráveis, uma única planta pode produzir de 50 a 70 kg de frutos/ano (RAMOS, 2010).

Nesse sentido, os coagulantes naturais, vêm sendo estudados como alternativa ao uso dos sais tradicionalmente utilizados. Esses coagulantes são representados por compostos constituídos de grandes cadeias moleculares, dotados de sítios com cargas positivas ou negativas, tendo demonstrado vantagens em relação aos coagulantes químicos, especificamente em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodos residuais (BORBA, 2001).

A eletrocoagulação, ou eletrofloculação fundamenta-se no princípio do transporte de partículas eletricamente carregadas, num campo elétrico. Uma vez que as microalgas exibem carga negativa, são atraídas para o ânodo. Quando o atingem, perdem a sua carga e formam agregados de algas, com a produção de hidrogênio e oxigênio gasoso através da eletrólise da água. Posteriormente, as bolhas de oxigénio produzidas sobem à superfície trazendo consigo agregados e flocos de algas, que podem ser facilmente recolhidos (POELMAN et al., 1997).

As principais vantagens dos processos eletroquímicos aplicados a separação da biomassa das microalgas, são a operação e a automação facilitadas e a utilização do elétron como reagente, fornecendo uma alternativa promissora aos métodos tradicionalmente utilizados (FORNAZARI et al., 2009).

Esse é um processo simples de controlar e pode ser facilmente introduzida a escala comercial. Sendo uma técnica viável para investimento e de baixo consumo energético. Ganhando assim espaço entre técnicas amplamente utilizadas como, a centrifugação, a flotação e a sedimentação com floculantes (GAO *et al.*, 2010).

Este trabalho visa analisar o floculante sintético cloreto férrico, e o floculante natural *Moringa oleifera*, bem como a eletrofloculação, pretendendo examinar a eficiência desses procedimentos através da separação da biomassa.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Espécie da microalga

Neste trabalho foi utilizada a espécie *Lagerheimia longiseta* obtida da coleção de culturas de microalgas da Universidade Federal da Paraíba/Laboratório de Ambientes Recifais e Biotecnologia de Microalgas (LARBIM).

2.2 Ensaios de floculação da microalga

A biomassa da microalga foi separada do meio de cultivo a partir de ensaios de floculação, onde utilizou-se o floculante sintético (cloreto férrico PA), o floculante natural (sementes de *Moringa oleifera*), e eletrofloculação com a utilização de eletrodos de grafite.

Os ensaios foram realizados com a utilização de cinco concentrações distintas de cada floculante de acordo com metodologia adaptada de CHEN et al. (2013). O floculante sintético foi adicionado à cultura microalgal nas concentrações de 0,06; 0,08; 0,1; 0,15 e 0,2 g L^{-1} para o cloreto férrico. Essa adição foi realizada a partir de soluções estoques dos reagentes e adição de água destilada.

Para os testes com a *Moringa oleifera* inicialmente triturou-se suas sementes, e o pó obtido foi adicionado à microalga nas concentrações de 0,05; 0,1; 0,5; 1,0 e 1,5 g L^{-1} (TEIXEIRA et al., 2012). A mistura foi mantida sob agitação por 20 minutos em uma mesa agitadora, e após este período procedeu-se a imediata transferência do material para tubos de ensaio para acompanhamento da sedimentação.

O processo de sedimentação da biomassa das microalgas foi realizado em tubos de ensaio com volume de 50 mL, de diâmetro e comprimento igualitário a fim de que as condições da geometria do recipiente de repouso não interferissem na interpretação dos resultados (MORCELI, 2011).

Um volume idêntico, de 44 mL de cultivo foi adicionado aos tubos de ensaio, com posterior adição de água destilada e solução estoque do agente floculante perfazendo um volume final de 45 mL para todas as amostras. Após esta adição os tubos foram agitados vigorosamente em um vortex e então colocados para sedimentação, com a demarcação do tempo zero.

Para todos os ensaios, amostras controles contendo 44 mL de cultivo em suspensão e 1 mL de água destilada foram montados para acompanhamento da sedimentação natural das microalgas sem a adição de agentes coagulantes para efeito de comparação.

Foram também preparados brancos para cada amostra, pois a adição de alguns floculantes, como o cloreto férrico e a moringa, geram alterações na absorbância das amostras mesmo em baixas concentrações, devido à distinção na coloração ou quantidade de material disperso. Assim, a comparação com o controle, onde não se verifica esta alteração devido à ausência do floculante não seria justificável e não levaria a resultados corretos quanto à eficiência da aplicação do floculante. Esses brancos foram preparados com a adição da solução estoque de cada floculante em volume idêntico ao utilizado para as amostras no meio de cultivo sem a presença da microalga.

O acompanhamento do processo de sedimentação com a adição dos agentes coagulantes foi realizado por medidas de densidade óptica a 750 nm em espectrofotômetro, sendo as medidas realizadas ao longo de 120 minutos com coletas fixas a cada 30 minutos. A coleta dos volumes a serem transferidos para cubetas e analisadas no espectrofotômetro foi realizada com pipetas, sendo o ponto de coleta padronizado na metade da altura dos tubos de ensaio. Todos os ensaios foram realizados em duplicatas.

Para o teste de eletrofloculação foi utilizado um béquer como cuba eletrolítica e como eletrodos foram utilizados grafites, com medidas de 4 milímetros em cada polo. Como gerador de eletricidade utilizou-se uma fonte de corrente contínua, com voltagem de 28V. No ensaio foi utilizado um volume de suspensão microalgal de 150 mL que foi submetido a esse processo de eletrolítico por 120 minutos. Sendo coletadas amostras para avaliação da eficiência do processo a cada 30 minutos de análise nas mesmas condições descritas anteriormente. Para efeito comparativo foi feito um controle com o mesmo volume e tempo de análise.

A eficiência de floculação para todos os agentes testados foi calculada a partir da seguinte equação (PAPAZI et al., 2010):

$$\text{Eficiência da floculação (\%)} = \left(1 - \frac{A-B}{C-D}\right) x\ 100 \qquad \text{Eq. 2}$$

Onde, *A* = densidade óptica da amostra; *B* = densidade óptica do branco da amostra; *C* = densidade óptica do controle; *D* = densidade óptica da água.

2.4 Quantificação dos pigmentos da microalga

Para avaliação de possíveis efeitos de agentes floculantes nos pigmentos fotossintéticos das microalgas, realizou-se a quantificação de clorofila e carotenóides totais na biomassa da microalga após floculação.

Inicialmente, sedimentou-se a microalga na concentração e tempo de cada floculante que promoveu a maior eficiência na floculação. Decorrido o tempo de sedimentação de cada amostra, um volume fixo das mesmas foram filtradas a vácuo com filtro de fibra de vidro, sendo esses filtros transferidos para tubos de vidro e macerados com acetona 90% para extração dos pigmentos. Para uma extração efetiva, esses tubos foram deixados em repouso por 24 h no escuro a - 4 °C. Seguidamente as amostras foram centrifugadas e o sobrenadante foi analisado em espectrofotômetro, conforme procedimentos de Strickland & Parsons (1968).

$$\text{Clorofila a: } (\mu g\ L^{-1}) = 26{,}73 \text{ x } [(A_{664nm} - A_{750nm}) - (A_{664anm} - A_{750anm})] \text{ x } v/(Vxc)$$

Eq. 3

Onde, v = volume de acetona utilizado para extrair os pigmentos (L); V = volume filtrado de cultivo; c = caminho óptico da cubeta (cm); A = absorvância; a = comprimento de onda após adição de ácido.

$$\text{Feofitina a: } (\mu g\ L\text{-}1) = 26{,}73 \times [1{,}8 \times (A_{664anm} - A_{750anm}) - (A_{664nm} - A_{750nm})] \times v/(V \times c)$$
Eq. 4

$$\text{Clorofila a: } (\mu g.L\text{-}1) = [11{,}85 \times A_{664nm} - 1{,}54 \times A_{647nm} - 0{,}08 \times A_{630nm}] \times v/(V \times c)$$
Eq. 5

$$\text{Clorofila b: } (\mu g.L\text{-}1) = [21{,}03 \times A_{647nm} - 5{,}43 \times A_{664nm} - 2{,}66 \times A_{630nm}] \times v/(V \times c)$$
Eq.6

$$\text{Carotenóides totais: } (\mu g.L\text{-}1) = 7{,}6 \times A_{480nm} - (3{,}0 \times A_{750nm}) - 1{,}49 \times A_{510anm} - (2{,}0 \times A_{750nm})] \times v/(V \times c)$$
Eq. 7

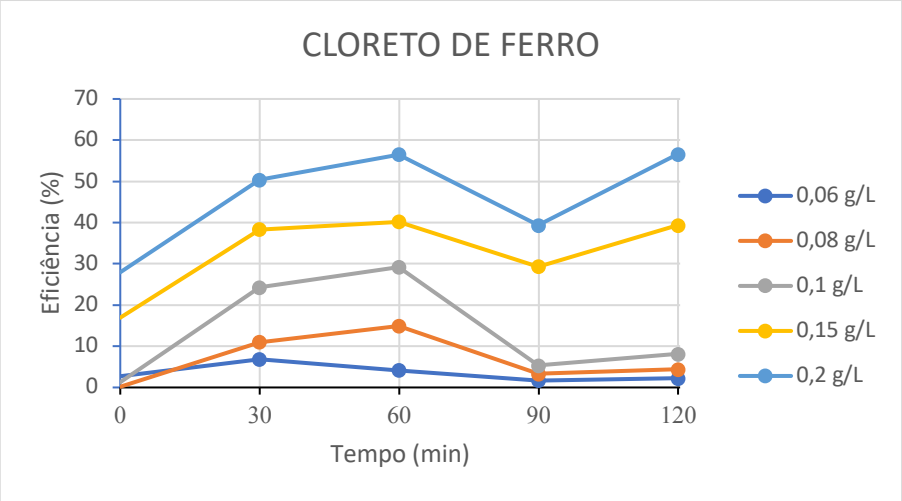
Onde, v = volume de acetona utilizado para extrair os pigmentos (L); V = volume filtrado de cultivo; c = caminho óptico da cubeta (cm); A = absorvância; a = comprimento de onda após adição de ácido.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Floculante Sintético

Com relação à eficiência do floculante sintético nas concentrações: cloreto férrico PA ($FeCl_3$) 0,06; 0,08; 0,1; 0,15; 0,2, foi estabelecido um gráfico onde observou-se a variação do respectivo floculante.

Gráfico 1 – Eficiência do Cloreto de Ferro.



De acordo com o Gráfico 1, o cloreto férrico, demonstrou uma eficiência elevada na concentração de 0,2 g/L com o percentual de 56,6% e no resultado obtido não houve mudança de coloração da biomassa, Figura 1.

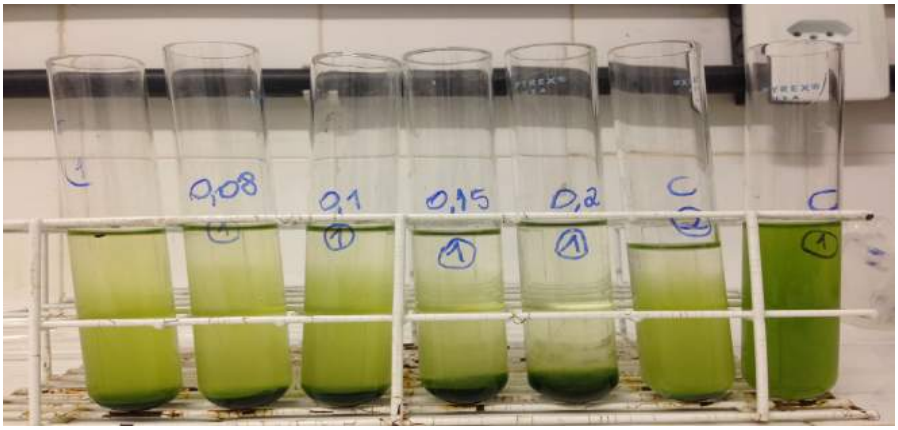


Figura 1– Floculante Cloreto de Ferro.

Segundo Allan Valcareggi Morcelli (2011) o floculante cloreto férrico mostrou uma eficiência de 78% na concentração de 0,5. No entanto, verificou-se uma imediata mudança na coloração da biomassa.

O reagente químico Cloreto Férrico é fabricado e empregado de uma maneira bastante simples, onde atua principalmente na área ambiental. Sendo usado em tratamento de águas, afluentes e efluentes. É apresentado como uma solução aquosa de caráter ácido e coloração castanho-escura. Também atua como coagulante, desestrutura as partículas de sólidos e impurezas chamadas colóides, suspensas nas águas que não se separam naturalmente. Sob a ação do $FeCl_3$, esses colóides se aglutinam e aderem aos flocos do composto de ferro formado, purificando a água (DIPA, 2012).

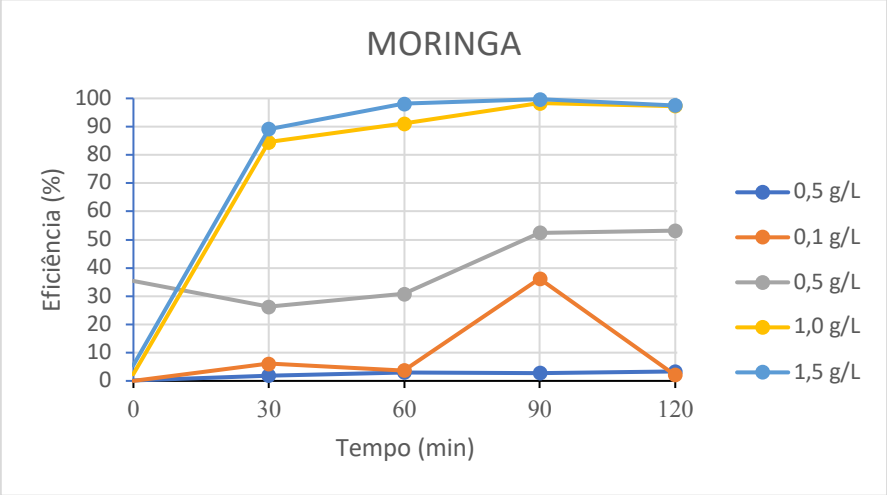
A demanda crescente de águas potáveis faz com que a depuração natural seja insuficiente ou demorada. A floculação com Cloreto Férrico é uma etapa-chave na potabilização, eliminando partículas em suspensão e diminuindo a demanda química de oxigênio (DQO), com a remoção de metais pesados e microorganismos indesejáveis. E para manter a qualidade e a higiene das águas de piscinas, é necessária a eliminação de impurezas trazidas pelos banhistas. A combinação dos tratamentos por floculação (com Cloreto Férrico) e cloração (com Hipoclorito de Sódio) atende a essa exigência, além de eliminar a turbidez da água (LIBÂNIO *et al*, 2013).

Diferente de outros agentes coagulantes, o Cloreto Férrico atua como agente de oxidação, através dos íons de ferro trivalentes, que reagem com diversos metais, podendo ser utilizado em: fabricação de circuitos impressos, rotogravura, polimento químico de metais finos, bijuterias a partir de bronze e latão.

5.2 Floculante Natural

No que se refere à eficiência do floculante natural nas concentrações: *Moringa oleifera* 0,05; 0,1; 0,5; 1,0; 1,5, foi definido um gráfico onde constatou-se a variação do respectivo floculante.

Gráfico 3 – Eficiência da *Moringa.*



Fonte: Autores, 2015.

Segundo Gráfico 3, a *Moringa oleifera* foi o coagulante que apresentou melhores valores de eficiência, sendo estes alcançando 99% para a concentração de 1,5 g/L ao final de 90 minutos de experimento. O acréscimo deste floculante as microalgas não gerou nenhuma mudança considerável na cor de sua biomassa e na absorbância lida, Figura 3.

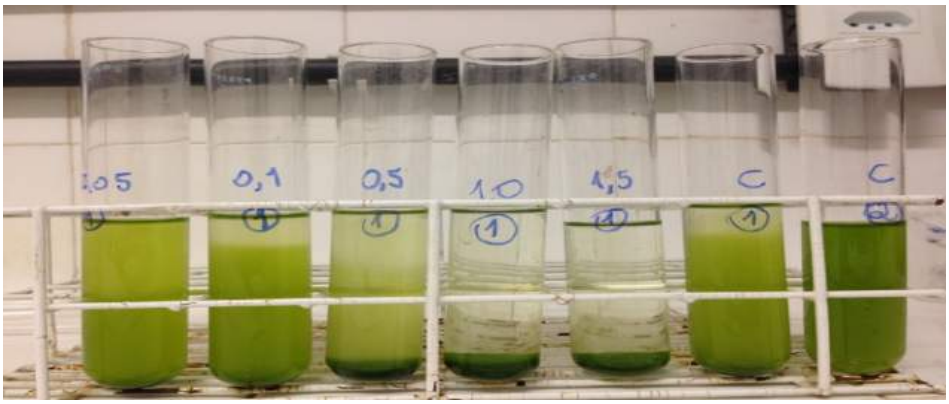


Figura 3 – Floculante *Moringa.*

Com a possibilidade de exploração de floculantes natuais para um desenvolvimento sustentável e geração de renda, como lavouras de *Moringa oleífera.* Devendo ser plantada entre altitudes desde o nível do mar até 1.400 metros. Ela pode ser plantada em quase todos tipos de solos menos naqueles onde há possibilidade de que o terreno fique encharcado. Há registro de que a mesma também sobrevive em temperaturas que variam de -1 a 3°C a 38 a 48°C. As sementes da planta podem entrar em fase de germinação em até 9 dias após sua plantação, dependendo das condições (RIBEIRO *et al*, 2013).

As sementes de *Moringa oleifera* demonstraram ser um ótimo agente floculante para biomassa da microalga *Lagerheimia Longiseta*, sendo superior ao floculante Cloreto Férrico ($FeCl_3$), na sua eficiência. O experimento com Cloreto Férrico obteve uma eficiência de 56%, já as análises com a *Moringa oleífera* alcançou uma porcentagem de 99%. Entretanto, além da boa eficiência as sementes de Moringa, em comparação com Cloreto Férrico ($FeCl_3$), apresenta baixa toxicidade, não apresenta problemas de corrosão e produzem menor volume de lodo.

Destaca-se que a moringa é um vegetal de inúmeros usos, também possui alto valor nutricional e usos medicinais, beneficiando o uso sustentável da espécie. SILVA (2012) afirma que a moringa tem sido plantada em várias partes do mundo e tem sido utilizada em programas de nutrição adequada para a população rural de regiões áridas. O seu consumo como suplemento nutricional é significativo, pois possui grandes quantidades de vitaminas

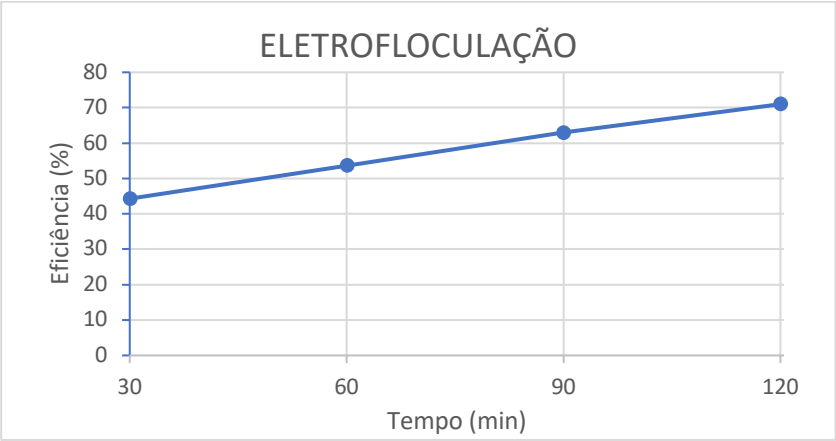
A, B e C, cálcio, ferro e proteínas, podendo gerar benefícios financeiros e sociais para a população dos países em que ocorre seu cultivo, favorecido pelo rápido crescimento e pela alta tolerância a diferentes condições climáticas. Suas folhas e flores são fonte de proteínas com perfil de aminoácidos adequado a alimentação humana, enquanto as vargens imaturas apresentam um alto conteúdo de fibras e baixo teor de lipídios.

Dessa forma a *Moringa oleífera* também apresenta potenciais medicinais. Silva (2012*)* identificou, na literatura, relatos das propriedades medicinais de várias partes da planta (raiz, folha, casca, semente, fruto e flor), tais como anti-inflamatória, antioxidante, hepatoprotetora e diurética.

5.3 Eletrofloculação

Os ensaios de eletrofloculação têm sido reportados como de elevada eficiência na remoção de microalgas do meio. O resultado obtido da eletrocoagulação em fluxo contínuo efetuado com eletrodos de grafite, está exposto abaixo.

Gráfico 5 – Eficiência da Eletrofloculação.



Desta forma os resultados do Gráfico 5 apontam que a eletrofloculação apresentou-se eficiente na remoção de células, cor e turbidez, chegando atingir remoções de 71% no tempo de 120 minutos, certificando na figura 5 abaixo.

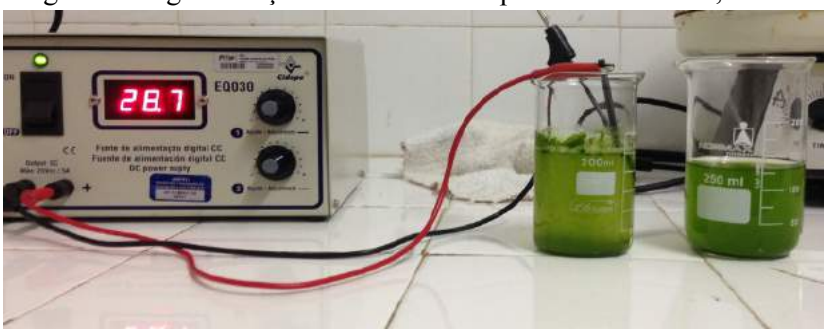


Figura 5 – Eletrofloculação.

De acordo com Borba (2010) a técnica da Eletro-floculação (EF) tem despertado bastante interesse devido à sua simplicidade de operação e aplicação em diversas matrizes. Recentemente tem sido investigadas perspectivas e possibilidades da utilização da EF no tratamento de efluentes industriais. A presença de complexos de grafite em solução aquosa confere uma característica gelatinosa ao meio. Esses complexos são responsáveis por remover contaminantes, pelo fato de adsorverem-se às partículas, originando coágulos maiores (flocos).

Tal método, consiste em vantagens, como por exemplo, a seleção apropriada do material do eletrodo e das condições da solução permite obter bons resultados para processos de separação; requer equipamento simples e de fácil operação, onde a corrente e o potencial aplicado, podem ser medidos e controlados de maneira automatizada; remove as partículas coloidais menores, pois o campo elétrico aplicado promove mais rapidamente o contato entre elas, facilitando a coagulação. Tendo também as suas desvantagens: a aplicação de cargas elevadas de corrente pode

gerar grandes quantidades de resíduos metálicos oriundos da oxidação do eletrodo e apresentar coloração na amostra; o uso da eletricidade pode ser caro em alguns lugares, podendo não ser tão viável (GERALDINO, 2014).

5.4 Pigmentos (Clorofila e Caratenóides)

Todas as algas dispõem de um ou mais tipos de clorofila. A clorofila "a" é o fundamental pigmento fotossintético em todas as algas. As clorofilas são cerca de 0,5 a 1,5% do peso seco das microalgas. São empregadas na indústria farmacêutica, devido á sua atividade "quelante", ou seja, são substâncias que retiram os ions metálicos formando quelatos e assim vão sendo eliminados pelo organismo, tornando a clorofila devidamente adequada para ser aplicada em pomada, tendo inúmeros benefícios farmacêuticos, principalmente na melhoria do fígado e úlcera, podendo ainda ser utilizada como alimento e corante (GOUVEIA et al., 2008).

Os carotenoides funcionam nas microalgas principalmente como agentes fotoprotectores e como pigmento acessório, cuidando assim do aparelho fotossintético contra adversidades causadas pela luz solar. Diversas microalgas podem começar a sintetizar carotenoides, em contra partida a vários condicionantes ambientais e culturais (luz, temperatura, sais e nutrientes), no qual a alga para o seu crescimento muda drasticamente o seu metabolismo de síntese, reunindo carotenoides secundários como uma adaptação a ambientes severos (CARDOZO et al., 2007).

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados é perceptível que os floculantes utilizados obtiveram grandes variações em suas eficiências;

Sendo notório a *Moringa oleifera* atingindo o valor de 99,724% na concentração de 1,5 g/L, com melhor desempenho em relação aos demais;

Desta forma, este floculante não causou alterações visíveis de cor ou alterações mensuráveis de turbidez mediante sua aplicação.

Sugere-se para trabalhos futuros realizar este tipo de experimento, a fim de verificar a melhor condição para coagulação visando um maior investimento em fontes renováveis, como a extração de biodiesel através de microalgas.

REFERÊNCIAS

PACHECO, F. **Conjuntura e Planejamento**, Salvador: SEI, 149, p.4-11, **2006**.

CRUZ, R.V.A. **Estudo da utilização de microalgas e cianobactérias para a fixação de dióxido de carbono e produção de matérias primas de interesse industrial**. 2011. 160 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, **2011**.

NYAMIEN, Y.S. **Biotecnologia de cultivo de microalga: pré-requisito para um desenvolvimento sustentável**. Dissertação (Mestrado).UFC, (**1999**), 105p.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. **Biotechnology Advances,** v. 25, n. 3, p. 294-306, 2007.

CHISTI, Y. **Biodiesel from microalgae beats bioethanol**. Trends in Biotechnology**,** v. 26, n. 3, p. 126-131, **2008**.

BRENNAN, L.; OWENDE, P. **Biofuels from microalgae – A review of Technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products**. Renewable E Sustainable Energy Reviews, v. 14, n. 2, p. 557-577, **2010**.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, C.; BALLESTEROS, M. **Linking microalgae and cyanobacteria culture conditions and key-enzymes for carbohydrate accumulation**. Biotechnology Advances**,** v. 30, n. 6, p. 1655-1661, **2012**.

GRIMA, E. M.; BELARBI, E. H.; FERNANDEZ, F. G. A.; MEDINA, A. R.; CHISTI, Y. **Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics**. Biotechnology Advances**,** v. 20, n. 7-8, p. 491-515, **2003**.

OLGUIN, E. J. **Dual purpose microalgae-bacteria-based systems that treat wastewater and produce biodiesel and chemical products within a Biorefinery**. Biotechnology Advances**,** v. 30, n. 5, p. 1031-1046, **2012**.

SUALI E. & SARBATLY, R. (**2012**); **Conversion of microalgae to biofuel**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 4316-4342.

PIRES, J.C., ALVIM-FERRAZ, M.C., MARTINS, F.G. e SIMÓES, M. (**2012**). **Carbon dioxide capture from flue gases using microalgae**: Engineering aspects and biorefinery concept, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 3043-3053.

POELMAN, E., De PAUW N. e JEURISSEN, B. (**1997**); **Potential of electrolytic flocculation for recovery of micro-algae**. Resources, Conservation and Recycling, 19: 1-10.

FORNAZARI, A. L. T.; MALPASS, G. R. P.; MIWA, D. W.; MOTHEO, A. J. **Aplicação da degradação eletroquímica de efluentes composto por misturas de fenolformaldeído**. International Workshop Advances in Cleaner Production, **2009**, São Paulo. p.10.

BORBA, L. R. **Viabilidade do uso da moringa oleifera lam no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades**. **2001**. 92 Dissertação (Mestrado). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

GAO, S; DU, M; TIAN, J; YANG, J; YANG, J; MA, F. e NAN J. (**2010**); **Effects of chloride ions on electrocoagulation-flotation process with aluminium electrodes for algae removal**, Journal of Hazardous Materials, 182: 827-834

GOUVEIA, L; BATISTA, A. P; SOUSA, I; RAYMUNDO, A. e BANDARRA, N. M., **2008**. **Microalgae in Novel Food Products. Food Chemistry**. Reserch Developments. 2, 1-37.

CARDOZO, K. H. M; GUARANTINI, T; BARROS, M. P; FALCÃO, V. R; TONON, A. P; LOPES, N. P; CAMPOS, S;
TORRES, M. A; SOUZA, A. O; COLEPICOLO, P. e PINTO, E. **2007**. **Comparative Biochemistry and Physiology**. 46, 60–78.

SILVA, B. C. da. **Usos potenciais de Moringa oleifera Lam., uma matriz para produção de biodiesel e tratamento de água no semiárido nordestino**, **2012**.

SANTANA, C. R. et al. **Caracterização físico-química da Moringa (Moringa oleifera Lam)**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 55-60, **2010**.

CHEN, C; WANG, W; WANG, J. W. **Optimal conditions of different flocculation methods for harvesting Scenedesmus sp. cultivated in an open-pond system, Bioresour**. Technol. 133 (**2013**) 9–15.

TEIXEIRA, C. M. L. L; KIRSTEN, F. V; TEIXEIRA, P. C. N. **Evaluation of Moringa oleifera seed flour as a flocculating agent for potential biodiesel producer microalgae**. J. Appl. Phycol. 24, 557-563. **2012.**

MORCELLI, A. L. **Estudo da eficiência de diferentes agentes coagulantes na sedimentação de microalgas cultivadas em fotobioreatores**, **2011**. Trabalho de Conclusão de curso. Departamento de Engenharia química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PAPAZI, A.; MAKRIDIS, P.; DIVANACH, P. **Harvesting *Chlorella minutissima* using cell coagulants**. Journal of Applied Phycology, v. 22, n. 3, p. 349-355, **2010**.

DISTRIBUIDORA INDUSTRIAL PARANAENSE. Especificação técnica. Curitiba: Ed. DIPA, **2012**.

RIBEIRO, A; MARQUES, N; SALVI, J. **Cultivo da Moringa Oleífera**. Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA, Julho, **2013**.

LIBÂNIO, M; PEREIRA, Mota, M; VORCARO, B. M. **Avaliação do Emprego de Sulfato de Alumínio e do Cloreto Férrico na coagulação de águas naturais de turbidez média e cor elevada**. 19° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte/MG, 2013.

BORBA, F. H. **Avaliação da Eficiência da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes de indústrias de subprodutos avícolas**. Paraná, Janeiro/Abril, 2010.

GERALDINO, H. C. L. **Eletrofloculação aplicada ao tratamento de efluente na indústria de laticínio**. Itapetinga/BA, **2014**.

Número de cetano de biodieseis de soja, mamona e suas blendas durante armazenamento

Marco Aurélio Rodrigues de Melo[1]; Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[2]; Willians da Silva Guimarães de Lima[3]; Edivaldo Galdino Ferreira[4], Antonio Gouveia de Souza[5].
[1]marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com, [2]giuseppecv@gmail.com, [3]*williams_guimaraes@hotmail.com,* [4]*edivaldogaldino@gmail.com.* [1]*Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP;* [2]*Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP;* [3]*Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP;* [4]*Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA,* [5]*Universidade Federal da Paraíba.*

Resumo

O NC demonstra a qualidade de ignição de um combustível, transmite a adequação do combustível para a combustão espontânea quando exposto ao calor e pressão, como acontece num motor diesel sob condições de trabalho. O NC mais favoráveis para combustíveis é em torno de 45 a 50. O ensaio é padronizado pela norma ASTM D-613 e realizada em um motor padrão chamado Cooperative Fuel Research (CFR). A determinação é feita pela comparação das características do combustível em um motor de teste. Por meio de misturas de combustíveis de referência de NC conhecido, nas condições padrões de operação do motor e através de interpolações é possível calcular o NC. Os biodieseis com menor grau de saturação, possuem maiores NC. Os ésteres de ácidos graxos tornam a combustão mais deficiente, retardando o processo de ignição, devido aos componentes altamente insaturados, tais como os ésteres de ácidos linoléicos e linolênicos. Por apresentar em sua composição majoritária ésteres de ácido linoleico, o biodiesel de soja apresenta valor elevado de NC. À medida que se acrescenta biodiesel de mamona ao de soja, ocorre uma diminuição no NC, pelo fato deste biodiesel apresentar éster de ácido ricinoléico, que lhe confere uma maior estabilidade e consequentemente um menor NC. A medida que o tempo de estocagem aumenta, eleva-se o NC.

Abstrat

The NC demonstrates the ignition quality of a fuel, it transmits the suitability of the fuel for spontaneous combustion when exposed to heat and pressure, as in a diesel engine under working conditions. The most fuel-efficient NC is around 45 to 50. The test is standardized by ASTM D-613 and performed on a standard engine called Cooperative Fuel Research (CFR). The determination is made by comparing the characteristics of the fuel in a test engine. By means of mixtures of known reference fuels of NC, under the standard operating conditions of the engine and through interpolations it is possible to calculate the NC. Biodiesel with lower degree of saturation has higher NC. Fatty acid esters render combustion poorer, retarding the ignition process, due to highly unsaturated components such as linoleic and linolenic acid esters. Because it contains linoleic acid esters, soybean biodiesel has a high value of NC. As biodiesel from castor bean is added to that of soybean, a decrease in the NC occurs because the biodiesel presents a ricinoleic acid ester, which gives it a greater stability and, consequently, a lower NC. As the storage time increases, the NC rises.

Introdução

O Brasil desenvolve pesquisas sobre biodiesel há quase meio século e foi um dos pioneiros ao registrar a primeira patente sobre o processo de produção de combustível, em 1980. Pode-se dizer que o País já dispõe de conhecimento tecnológico suficiente para iniciar e impulsionar a produção de biodiesel em escala comercial, embora deva continuar avançando nas pesquisas e testes sobre esse combustível, como aliás se deve avançar em todas as áreas tecnológicas, de forma a ampliar a competitividade do produto. Em resumo, é só usar e aperfeiçoar o que já temos (EMBRAPA, 2010).

No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, o módulo de Desenvolvimento Tecnológico é coordenado pelo MCT, que abrange a constituição da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, cujo escopo é a consolidação de um sistema gerencial de articulação dos diversos setores envolvidos na pesquisa, no desenvolvimento e na produção de biodiesel, permitindo assim a convergência de esforços e otimização de investimentos públicos.

O Brasil explora menos de um terço de sua área agricultável, o que constitui a maior fronteira para expansão agrícola do mundo. O potencial é de cerca de 150 milhões de hectares, sendo 90 milhões referentes às novas fronteiras, e outros 60 referentes às terras de pastagens que podem ser convertidas em exploração agrícola em curto prazo. O Programa Biodiesel visa a utilização apenas de terras inadequadas para o plantio de gêneros alimentícios (GIRÃO, 2011).

O atual nível de produção constitui um grande desafio para o cumprimento das metas estabelecidas no âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, que necessitará de, aproximadamente, 750.000.000 de litros em sua fase inicial. Ou seja, a capacidade produtiva atual supre somente 17% da demanda, considerando a mistura B5. Porém, com a aprovação das usinas cuja solicitação tramita na ANP, a capacidade de produção coincide com a demanda prevista para 2006. Esta capacidade terá que ser triplicada até 2012, com a necessidade de adição de 5% de biodiesel ao petrodiesel (BIODIESELBR, 2009).

O número de cetano (NC) demonstra a qualidade de ignição de um combustível, ou seja, traduz a adequação do combustível para a combustão espontânea quando exposto ao calor e pressão, como acontece num motor diesel sob condições de trabalho (LIMA, 2012; SALDANA et al, 2011).

O NC mais favoráveis para combustíveis é em torno de 45 a 50. Um combustível com NC>60 queima quase que instantaneamente após ser injetado no cilindro, causando danos ao motor, redução de potência e fadiga exagerada nos elementos mecânicos. Já um combustível com NC<30, apresenta dificuldades de inflamação retardando a autoignição, não permitindo bom arranque a frio e provocando a emissão de fumaça em grande quantidade no escape (SZKLO; ULLER, 2008).

O ensaio para determinação do NC é padronizado pela norma ASTM D-613 e realizada em um motor padrão chamado Cooperative Fuel Research (CFR). A determinação é feita pela comparação das características do combustível em um motor de teste. Por meio de misturas de combustíveis de referência de NC conhecido, nas condições padrões de operação do motor e através de interpolações é possível calcular o NC. Esse método apresenta algumas desvantagens: valor elevado do equipamento CFR e altos custos operacionais, consumo elevado de amostras (1L), elevado tempo de ensaio (2 horas), resultados com baixa reprodutibilidade (SOUZA, 2008; GHOSH, 2008).

Metodologia

Os biodieseis foram preparados em escala laboratorial.

O metóxido de potássio foi preparado adicionando 100,0 g de KOH (hidróxido de potássio) em 833,3 mL de metanol anidro para o biodiesel metílico de soja e em outro recipiente 40 g de KOH em

333,3 mL de metanol para o biodiesel de mamona, sob agitação constante, até a total dissolução do reagente.

Em um béquer com capacidade de 10 L, foi introduzido 5,0 kg de óleo de soja e em outro béquer 5,0 Kg de óleo de mamona. Sob agitação adicionou-se o metóxido de potássio nos óleos, e o restante de metanol anidro.

A reação foi realizada em duas horas sob agitação e temperatura ambiente. Ao final do período foram adicionados 500 mL de água para favorecer a separação das fases éster/glicerina e mantido em repouso por 12 h. Para separação das fases. Os biodieseis foram secos em $NaSO_4$ anidro, em temperatura ambiente.

As blendas de biodiesel de soja/mamona foram preparadas variando de 20, 30, 40 e 50% v/v de biodiesel de mamona ao biodiesel de soja, denominadas de M20, M30, M40 e M50.

Os biodieseis metílicos e blendas foram armazenados em recipientes de aço-carbono de 1L tipo AISI 1020, dotados de tampa rosqueada polimérica e de respiro. Monitorizados durante 120 dias, com remoções mensais envolvendo alíquotas de 20% do volume de 1L a cada 30 dias para análises periódicas, com intuito de avaliar a estabilidade oxidativa, lubricidade, número de cetano e propriedades físico, química e fluidodinâmica para as diferentes condições de armazenamento.

As blendas foram preparadas nestas proporções, devido o biodiesel metílico de mamona acima da proporção de 50% não atender às especificações da ANP. Este valor alto é consequência da presença de grupo hidroxila encontrado no ácido ricinolêico. O alto índice de ácido ricinolêico gera um elevado aumento da viscosidade. (CANDEIA et al.,2009).

O IQT – Ingnition Quality Tester da Advanced Engine Technology Ltda determina a qualidade da ignição do biodiesel através da medição direta do atraso de ignição do combustível alimentado através de um bico injetor, em uma câmara de volume constante, com temperatura e pressão controladas automaticamente.

O método ASTM D6980-06 descreve todas as variáveis do ensaio, sendo este método totalmente dedicado ao equipamento IQT, que atualmente já é reconhecido como norma para especificação dos combustíveis diesel e biodiesel no Brasil e no exterior.

Para determinação do número de cetano derivado (NCD) utilizou-se o equipamento IQT. É um ensaio rápido, cerca de 20 minutos e utiliza aproximadamente 100 mL da amostra, previamente filtrada. A amostra é transferida para o reservatório e pressurizada (pressão 50 ± 1 psi) com nitrogênio (pureza 99,90 %), com o propósito de alimentar o sistema. A câmara de volume constante é preenchida com ar sintético (pureza 99,99 %) com pressão de 310 ± 1 psi e aquecida por resistências. Quando é atingida a temperatura específica, um volume fixo de combustível é injetado na câmara e o registro da pressão do sistema é iniciado a partir do momento que é detectado movimento na agulha do injetor de amostra. Ela se vaporiza e entra em ignição, aumentando repentinamente a pressão da câmara, essa variação é registrada e o atraso de ignição determinado. São realizadas 15 pré-injeções, para limpeza do sistema a fim de evitar possíveis contaminações e em seguida realizada 32 injeções que são utilizadas para o cálculo do NC médio e o desvio padrão.

Resultados e discursão

O número de cetano – NC, expressa a qualidade de ignição de um combustível para a combustão espontânea em um motor de ignição por compressão (LIMA, 2012). O processo de combustão é formado

por processos físicos (densidade, viscosidade, temperatura de evaporação) e químicos (alterações químicas, estrutura do combustível, degradação).

Os processos químicos são responsáveis pelo final do processo de combustão e são determinantes. A estabilidade dos hidrocarbonetos está diretamente ligada à estabilidade termodinâmica. Nas temperaturas da câmara de combustão, da ordem de 500 ºC, os compostos com menor grau de saturação tendem a ser menos estáveis (LIMA, 2012). Dessa forma, hidrocarbonetos parafínicos possuem maiores NC. Consequentemente, biodiesel com menor grau de saturação, possuem maiores NC. Os ésteres de ácidos graxos tornam a combustão mais deficiente, retardando o processo de ignição, devido aos componentes altamente insaturados, tais como os ésteres de ácidos linoléicos e linolênicos. Isso foi demonstrado observando-se a Figura 1.

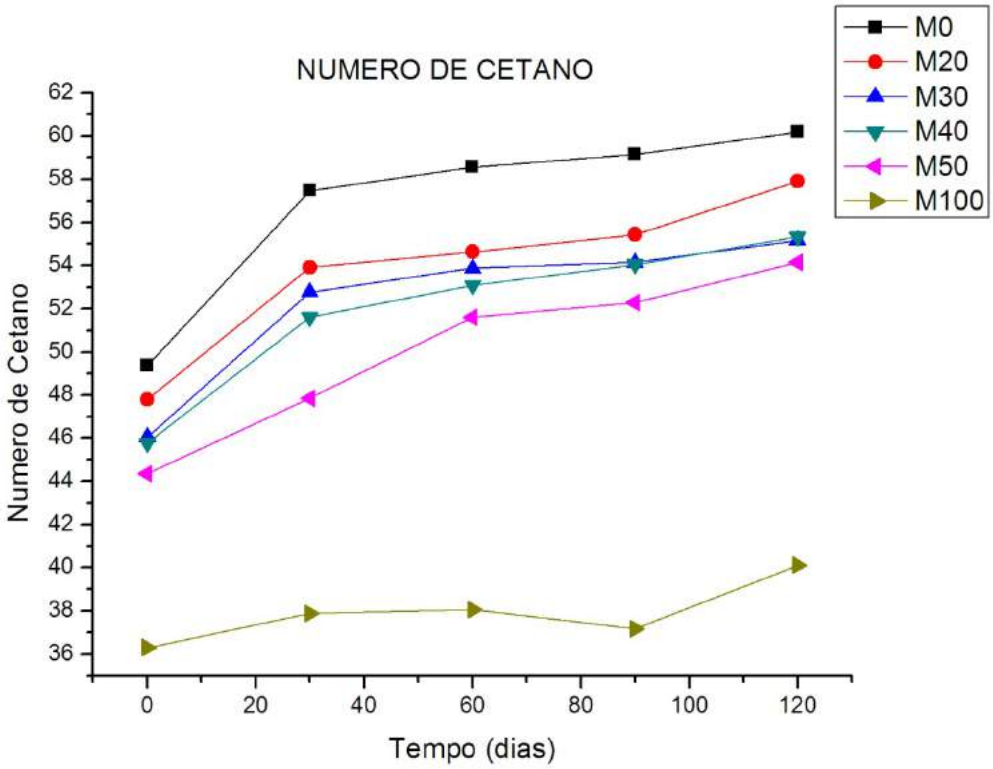


Figura 1. Número de cetano dos biodiesel metílicos e suas blendas

Conclusão

Observou-se que o biodiesel metílico de soja apresentou um NC maior que os demais, provavelmente devido apresentar em sua composição majoritária ésteres de ácido linoléico. À medida que se acrescenta biodiesel metílico de mamona ao de soja, nota-se uma diminuição. Este fato é devido a característica do biodiesel de mamona de apresentar éster de ácido ricinoléico, que apresenta em sua

composição apenas uma insaturação, o que lhe confere uma maior estabilidade e consequentemente um menor NC. Observa-se também que a medida que o tempo de estocagem aumenta, o NC eleva-se.

Referências

BIODIESELBR: HTTP://www.biodieselbr.com.br. Acessado em novembro **2009**.

CANDEIA, R. A., SILVA, M. C. D., CARVALHO FILHO, J. R., BRASILINO, M. G. A., BICUDO, T. C., SANTOS, I. M. G., SOUZA, A. G. **Influence of soybean biodiesel content on basic properties of biodiesel diesel blends**. *Fuel (Guildford)* 88: 738-743, 2009.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa: http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/2010/junho/4asemana/biodiesel-em-feira-botanica. Acessado em 27/10/2017.

GHOSH, P. **Predicting the Effect of Cetane Improvers on Diesel Fuels**. Energy & Fuels. v. 22, p. 1073–1079, **2008**.

GIRÃO, S. M**. A produção de biodiesel no assentamento Canudos RN: perspectivas e limites da inclusão social**. http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/1/7807, **2011**.

LIMA, A. E. ***Avaliação e Comparação do Número de Cetano Obtido por Métodos Alternativos (Normatizados e não Normatizados) – Uma Análise Estatística***. 2012. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, **2012**.

LIMA, L. F. de. **Obtenção de álcool alílico (PROP-2-EN-1-OL) a partir da glicerina derivada do biodiesel de óleo de mamona**. http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/1/7382**, 2012**.

SALDANA**,** D. A.; STARCK L.; MOUGIN, P.; ROUSSEAU, B.; PIDOL, L.; JEULAND N.; CRETON, B. **Flash Point and Cetane Number Predictions for Fuel Compounds Using Quantitative Structure Property Relationship (QSPR) Methods**. Energy Fuels. v. 25, p. 3900–3908, **2011**.

SOUZA, T. B. **Revisão da equação de cálculo de índice de cetano para as características do diesel comercializado no Paraná**. 2008. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia – PIPE, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, **2008**; 142 f.

SZKLO, A. S.; ULLER, V. C. **Fundamentos do refino de petróleo: tecnologia e economia**. 3ª ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Interciência, **2008**.

Princípios Fundamentais para Cidades Sustentáveis e Inteligentes

Bruno Silva de Freitas Azevedo[1], Giuseppe Cavalcanti Vasconcelos[2], Edivaldo Galdino Ferreira[3], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[4]

[1]Engenheiro Ambiental. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: brunoazevedojp@hotmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: giuseppecv@iesp.edu.br; [3]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA. E-mail: edivaldogaldino@gmail.com; [4]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com

RESUMO

Com o passar do tempo, a quantidade de pessoas que vivem nos centros urbanos, vem crescendo gradativamente. Dessa forma, aplicar ideias de sustentabilidade ajuda a atender adequadamente as demandas sociais geradas por tal crescimento, pois sabemos que em muitas situações as pessoas moram em lugares indevidos, fazendo com que a cidade cresça de forma desordenada. Por isso, é importante o planejamento da cidade, evitando alterações com o passar do tempo. Esse aumento da população acarreta em uma demanda maior por energia elétrica, por exemplo, surgindo a necessidade por alternativa mais sustentáveis para a geração de energia. Existem vários fatores que contribuem para que se viva bem em um determinado lugar, com uma melhor qualidade de vida e sustentabilidade urbana. Ações estão sendo praticadas visando um melhor uso da cidade, tais como, as construções sustentáveis, a qualidade no atendimento do transporte público sustentável e acessível a toda população, aliadas ao contato com espaços públicos, formas de consumo de energia ecologicamente sustentável, aproveitamento dos resíduos, áreas livres e verdes como alternativa de lazer para a população. Assim, o presente estudo é baseado no diagnóstico de ações sustentáveis das cidades que devem investir em uma qualidade de vida melhor para sua população.

Palavras-chave: sustentabilidade; qualidade de vida; planejamento.

ABSTRAT

Over time, the number of people living in urban centers has been growing steadily. In this way, applying sustainability ideas helps to adequately meet the social demands generated by such growth, because we know that in many situations people live in undue places, causing the city to grow in a disorderly way. Therefore, it is important to plan the city, avoiding changes with the passage of time. This increase in population leads to a greater demand for electric energy, for example, arising the need for more sustainable alternatives for the generation of energy. There are several factors that contribute to living well in a certain place, with a better quality of life and urban sustainability. Actions are being carried out aiming at a better use of the city, such as sustainable construction, quality in the service of public transport sustainable and accessible to all population, allied to contact with public spaces, forms of consumption of energy ecologically sustainable, use of waste , free and green areas as a leisure alternative for the population. Thus, the present study is based on the diagnosis of sustainable actions of the cities that must invest in a better quality of life for its population.

Keywords: sustainability; quality of life; planning.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o desenvolvimento sustentável tem incentivado o estudo e a implantação, em diferentes setores, de medidas e procedimentos que contribuam para a sustentabilidade em áreas urbanas.

A intensificação do processo de urbanização nas cidades brasileiras produz grandes transformações no meio ambiente urbano que atingem, principalmente, os setores político-econômico e sócio-cultural (ALVES; JUNIOR, 2009).

A partir da segunda metade do século XIX, a degradação ambiental e suas catastróficas consequências, começaram a ser notadas mundialmente, iniciando estudos e as primeiras reações no sentido de se conseguirem fórmulas e métodos de diminuição dos danos ao ambiente (VIEIRA, 2012). Estudos levaram a concepção de que o desenvolvimento deve estar ligado à ideia de preservação ambiental (VIEIRA, 2012).

Com isso, para melhorar a situação das cidades brasileiras, foi criada a lei 10.257 de 10 de julho de 2001, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana. Com o objetivo de tornar a cidade um lugar mais equilibrado ambientalmente e socialmente. Assim, baseado nos princípios constitucionais e nos instrumentos que proporcionam a melhoria das cidades, foi criado o direito a cidade sustentável (WELTER; PIRES, 2010).

Nesse contexto, podemos definir como sendo cidade sustentável aquela que possui uma política de desenvolvimento para valorização do meio ambiente natural e construído, tornando a cidade melhor aos seus habitantes, em seus mais diversos aspectos (ambiental, administrativo e social), garantindo um futuro melhor para as gerações futuras e, principalmente, qualidade de vida para as gerações presentes.

São aquelas que possuem uma política de desenvolvimento para valorização do meio ambiente natural e construído, favorecendo um estilo de vida ecocêntrico, priorizando ações que assegurem a equidade entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Este conceito resulta da necessidade da reformulação imediata das cidades, considerando parâmetros fundamentais, como uma economia baseada em tecnologia de base sustentável, sistemas de mobilidade inteligentes, ambientes inovadores/criativos, recursos humanos de talento, habitação acessível e diversificada, e sistemas inteligentes e integrados de governo (moradia, transporte, energia, saúde, segurança pública e educação). Assim, procura tornar a cidade melhor aos seus habitantes garantindo um futuro melhor para as gerações futuras e, principalmente, qualidade de vida para as gerações presentes.

Logo, os planos traçados para estas cidades, favorecem o surgimento de um novo modo de concepção de projetos e de execução de obras.

A palavra qualidade de vida pode ser definida como sendo o nível das condições básicas e suplementares do ser humano. Tais condições envolvem desde o bem-estar físico, mental, psicológico e emocional, aos relacionamentos sociais, como família e amigos, e também a saúde, a educação e outros parâmetros que afetam a vida humana.

Assim, planejar bem as etapas de urbanização é de fundamental importância para que a cidade seja bem cuidada e as pessoas que nelas moram possam viver melhor.

A adaptação das cidades para que fiquem mais sustentáveis é um processo de longo prazo que requer um esforço partindo também da população. (REGO; NACARATE; PERNA; PINHATE, 2013).

Por sua vez, a sustentabilidade urbana, vem tentar corrigir a desigualdade social e estabelecer um acordo com o setor econômico, ou seja, ela se constitui em uma questão indispensável para o desenvolvimento das cidades sem que haja o esgotamento de recursos, de modo a juntar forças e atentar, em políticas públicas, projetos que propicie uma melhor qualidade de vida aos moradores.

De acordo com a arquiteta Romero (2006),

> Promover a sustentabilidade nas cidades brasileiras significa enfrentar várias questões desafiadoras, como a concentração de renda e a enorme desigualdade econômica e social, o difícil acesso à educação de boa qualidade e ao saneamento ambiental, o déficit habitacional e a situação de risco de grandes assentamentos, além da degradação dos meios construído e natural

> e dos acentuados problemas de mobilidade e acessibilidade. Em outras palavras, no processo de construção da sustentabilidade e, em especial, de cidades sustentáveis, colocamos centralmente o resgate de melhores condições de vida, perdidas ou prejudicadas pelo crescimento desordenado das cidades. (ROMERO, 2006).

A sustentabilidade quando posta em pratica, atende a população de forma satisfatória, pois o crescimento populacional vem progredindo desordenadamente. De modo, que políticas públicas possam proporcionar uma melhoria na qualidade de vida dos cidadãos.

As cidades da atualidade vêm enfrentando alguns desafios, podemos citar como o primeiro a superação do modelo de insustentabilidade da utilização de recursos. Para solucionar esse problema deve-se sustentar cidades mais densas e compactas, o que se contrapõe ao modelo urbano de baixa densidade, como acontece nas cidades norte-americanas (REGO; NACARATE; PERNA; PINHATE, 2013).

Outro desafio a ser superado pelas cidades é a grande desigualdade socioeconômica e a consequente exclusão social. Em muitos casos, há uma expansão não controlada do espaço urbano, verificada especialmente nas últimas décadas. Isso resulta em uma dificuldade de administração e fiscalização do território e acarreta na acelerada degradação de zonas preservadas, precariedade na infraestrutura urbana, poluição e até mesmo em um aumento da violência (REGO; NACARATE; PERNA; PINHATE, 2013).

Além disso, a população que mora nas favelas passa por situações graves de necessidades básicas, como moradia, água, eletricidade, saneamento básico, coleta de lixo, pavimentação e iluminação pública por exemplo.

Outra situação que as cidades enfrentam é o planejamento estruturado de forma inadequada. As cidades devem ser planejadas para o futuro, considerar os efeitos de longo-prazo e não apenas os de curto-prazo.

Contudo, a importância da sustentabilidade é reconhecida cada vez mais e os efeitos positivos que esta gera para a sociedade e o meio ambiente. Com isso, é importante destacar também que o desenvolvimento sustentável, aliado ao processo de urbanização das cidades, geram benefícios de diversos tipos para as pessoas. A urbanização sustentável traz, portanto, vantagens de cunho social, como a melhoria da qualidade de vida nas cidades; de cunho econômico, refletindo-se na prosperidade da economia local; e ambiental, contribuindo para a diminuição do problema de aquecimento global; entre outros (REGO; NACARATE; PERNA; PINHATE, 2013).

Diante da situação que se encontram as cidades, apresentaremos propostas de possíveis alternativas no âmbito da sustentabilidade urbana, analisando os meios sociais, políticos e econômicos que norteiam a implantação de tais medidas, e sua consequência frente aos recursos sustentáveis, oferecendo uma vida digna para todos, e ainda, protegendo o planeta.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a construção do artigo: Princípios Fundamentais para Cidades Sustentáveis e Inteligentes, baseada nos objetivos, que necessariamente tocam em questões como construção sustentável, sistema de transporte ecologicamente correto e energia renovável, tem por finalidade oferecer uma melhor qualidade de vida para os cidadãos.

Para entender mais sobre a construção sustentável, transporte ecologicamente correto, energia renovável e resíduos sólidos foi necessária uma pesquisa bibliográfica em artigos, que têm por objetivo colaborar com o processo de desenvolvimento de políticas públicas saudáveis, contribuindo para a sustentabilidade, propiciando o ensino, a pesquisa. Descrevendo o sistema na área da construção civil, transporte urbano e energias que tem por finalidade identificar estratégias das quais o impacto na cidade é uma das barreiras para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do país. Ainda que não exista uma cidade que seja 100% sustentável, várias delas já praticam ações sustentáveis em diversas áreas.

Enfim, trata-se de um estudo bibliográfico com caráter descritivo e intuito de pesquisa na área de inovação, realizado por meio de fontes secundárias contidas em bancos de dados Google Acadêmico e Scielo, além de meios eletrônicos com notoriedade científica comprovada, como Ministério das Cidades e os IES da Rede Laureate em especial as Faculdade Internacional da Paraíba.

A revisão bibliográfica, por sua vez, embasa o referencial teórico, fundamentando a necessidade de reflexão e estudo sobre a cidade sustentável e apresentando conceitos e exemplos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos anos, o crescimento das cidades vem aumentando cada vez mais, e com isso, consequentemente aumentando a poluição, não só do ar, com a quantidade de automóveis, mas também, na quantidade de moradia em áreas improprias, que na maioria dos casos não tem rede de saneamento básico, dentre outros fatores que afetam de forma direta ou indiretamente.

A falta de planejamento reflete na qualidade de progressão das cidades, podendo se destruturar-se ou serem corrompidas com o passar do tempo. Por isso, o planejamento ambiental de uma cidade sustentável é importante, pois colabora não só com a eficiência da sustentabilidade pretendida para a nossa qualidade de vida, mas, principalmente, para o futuro das próximas gerações.

Embora não exista uma cidade que seja 100% sustentável, várias delas já praticam ações sustentáveis em diversas áreas. Exemplo disso é a cidade de João Pessoa (PB), referência em práticas sustentáveis. A prefeitura da capital promoveu, nos dois últimos anos, a preservação de áreas verdes, a arborização urbana e a recuperação de áreas degradadas, utilizando as mudas de árvores nativas produzidas no Viveiro Municipal (Portal Brasil, 2014).

O Estado do Paraná também é um modelo a ser seguido, pois através do Instituto Ethos, desenvolve um projeto que visa estimular gestores a implantar políticas para criação das cidades sustentáveis, os futuros gestores precisam assinar uma carta-compromisso, se comprometendo a implementar políticas públicas sustentáveis.

Depois de eleitos, devem prestar contas com base em indicadores de resultado como: ampliação das áreas verdes na cidade, erradicação da miséria e pobreza, despoluição de rios, garantia de educação para jovens e crianças, coleta seletiva de lixo, redução da poluição do ar, implantação de ciclovias e priorização do transporte público.

Baseado nos princípios apresentados por Lucchese (2010), sobre uma cidade em todos possam viver melhor, observamos que nos últimos anos elas vêm crescendo desordenadamente, não só com moradia, mais também, com fábricas e outros empreendimentos. Consequentemente, o aumento da poluição do ar através dos

automóveis e fábricas, o crescimento desordenado de casas em locais proibido como barreiras e demais localidade de risco, não possuem um sistema de saneamento básico por causa de sua localidade, que vem sendo prejudicado de forma direta ou indireta.

O capítulo VI da Constituição Federal de 1988, artigo 225 assegura que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". Portanto, é de suma importância que a população possa conviver de igual para igual, em que todos têm o direito de uma qualidade de vida com conforto, segurança, transporte público adequado, calçadas e vias de acesso adequada para que as pessoas possam transitar com segurança. Para melhorar na qualidade de vida é preciso, não só dispor dos aspectos abordado acima, mas também, aproveitar mais os espaços que não são ocupados, como moradia, trabalho praças e outros empreendimentos e mobiliários urbanos que a população possa usufruir sem precisar utilizar o transporte público ou qual quer outro tipo, podendo assim atender as necessidades dos moradores daquela localidade. Importante também, é a diversificação das moradias, estruturar os bairros com áreas de lazer, com ajuda de projetos arquitetônicos e outros projetos que visem qualidade de vida.

Então, o princípio da sustentabilidade é dar as famílias uma qualidade de vida adequada com saneamento básico, mobilidade sustentável, segurança adequada, locais mais verdes entre outros aspectos.

Embasado nesse princípio o caminho para uma cidade sustentável é a sustentabilidade, e para isso é preciso, além destes que foram citados, outros aspectos que são de suma importância que precisa também da participação da sociedade e de alguns cuidados, são eles:

- A água, fonte natural imprescindível para a vida. A população vem desperdiçando tanto, nos últimos anos, sem pensar que um dia ela pode acabar. Isto, deve-se também em virtude da poluição e degradação do meio ambiente e das mudanças climáticas provocada pela sociedade. Sabe-se que o volume de água no planeta é muito instável, sua disponibilidade vai depender muito da região que é localizada. Aproximadamente 97,5% de toda água na Terra é salgada. Apenas 2,5% é doce, sendo que desta parcela, 1,72% está congelada nos polos Sul e Norte e geleiras no alto de montanhas e 0,75% são águas subterrâneas. Faz parte da constituição das plantas e animais, 0,02%, restando apenas 0,01% de toda água do planeta disponível em rios, lagos e represas. O brasil possui aproximadamente 13% de toda agua doce do planeta, porém o desperdício agrava ainda mais a crise hídrica no país, aproximadamente 1,7 milhão de pessoas sofrem com a escassez de água (Pensamento verde, 2015). Atualmente, os recursos hídricos são de extrema importância para o crescimento gradativo e para o próprio mantimento de grande parte das atividades econômicas. Um exemplo disso é a própria produção agrícola, que nos períodos de baixa intensidade de água percebemos uma menor demanda na produção de alimentos.
- Construção de praças públicas como item de lazer para que a população possa usufruir do ar livre e ter o contato com as pessoas que ali habitam. O Ministério do Esporte, por meio da Secretaria Executiva, tem buscado aumentar a oferta de espaços urbanos de convivência comunitária com as ações programáticas: Praças da Juventude e Núcleos de Esporte Recreativo e de Lazer, implantadas em diferentes localidades do Brasil através da parceria entre os governos federal, distrital, estaduais e municipais (Ministério do Esporte, 2010). Com a implantação desse projeto, a população passa a ter contato com equipamentos públicos de esporte e lazer, além de ampliar a oportunidade no desenvolvimento de práticas esportivas, atividades recreativas, educativas, culturais e sociais como ferramentas de inclusão social e cuidados com a saúde.
- As ilhas de calor que tanto busca reduzir seu efeito nas cidades, têm sido investidas políticas e ações que incentivam a cobertura das edificações com telhado verde ou jardim suspenso. Ilhas de calor é um fenômeno que ocorre nas cidades por causa da sua incidência climática, ou seja, o elevado grau da temperatura costumando ser mais elevada do que na zona rural, onde a urbanização não é tão grande quanto nas cidades. Os centros urbanos com suas avenidas e empreendimentos, por exemplo, faz com

que a temperatura aumente e a umidade do ar diminua. Outro fator que pode afetar nas ilhas de calor é a baixa quantidade de verde nas cidades. A presença de ilhas de calor no mundo é negativa para o meio ambiente, pois favorecem a intensificação do fenômeno do aquecimento global. Medidas podem ser tomadas para prevenir esse fenômeno, como o plantio de árvores em grande quantidade nas grandes cidades, criação de parques e preservação de áreas verdes. Além das medidas utilizadas para diminuir a poluição do ar: diminuição e controle da emissão de gases poluentes provocada pelos veículos e controle dos poluentes emitidos por indústrias.

- Abastecimento alimentar é, em geral, abordado em termos da estrutura que disponibiliza os produtos alimentares, isto é, as formas pelas quais os alimentos são produzidos e distribuídos para a população. Dispor de renda monetária regular é, sem dúvida, a condição primeira de acesso aos alimentos. Com isso, um elevado número de desigualdade, como o de nosso País, implica na exclusão de uma parcela significativa da população da possibilidade de consumo regular e satisfatório de alimentos, e na ocorrência da fome (MALUF, 1999). Em contrapartida, o Projeto Educando com a Horta Escolar, criado em 2005, é resultado de um acordo entre o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO/ONU) e prevê o desenvolvimento de pesquisas e projetos nas áreas de agricultura e alimentação e a implantação de 60 hortas em escolas públicas de Carinhanha (BA). Toda a família foi envolvida no processo, uma vez que os pais são os próprios agricultores familiares que fornecem o alimento para as escolas (Programa Cidades Sustentáveis, 2012). Medidas como essas é essencial, pois a família é diretamente ligada a alimentação das crianças da própria cidade. Além de estimulá-las a participar de todo processo de plantação e já ir crescendo com a responsabilidade de cuidar da natureza e conscientizá-las em práticas de alimentação mais saudáveis.

Contudo, percebemos que toda cidade sustentável se desenvolve a partir de uma ligação adequada, respeitável e pensada entre o meio ambiente construído, a geografia natural e práticas indispensáveis para o progresso da cidade como um todo. Portanto, planejar todas as etapas da urbanização é essencial para que a cidade possa ser bem cuidada.

3.1 Construções Sustentáveis

O Conselho Internacional da Construção (CIB), demonstra que a indústria da construção é o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos negativos ao meio ambiente. Buscando mudar esse cenário, surge o conceito de construção sustentável envolvendo a redução e otimização do consumo de materiais e energia, a redução dos resíduos gerados, a preservação do ambiente natural e a melhoria da qualidade do ambiente construído (Portal Brasil, 2014).

A construção sustentável é uma forma de se construir casas e edifícios, harmonizando-os com o meio ambiente. Ela procura, durante toda sua produção e pós-construção, amenizar os impactos à natureza, reduzindo o máximo possível os resíduos e utilizando com eficiência os materiais e bens naturais, como água e energia. Além disso, é imprescindível a aplicação de materiais recicláveis e de menor impacto ambiental, como madeiras reflorestadas e tijolo de adobe. Esse conceito entrou na pauta dos arquitetos após a Crise do Petróleo, dada na década de 1970, amenizando a utilização de energia e procurando novas formas de utilizá-la. Após o término da crise, o conceito não sumiu, pois, a tendência de levar a sustentabilidade cada vez mais a sério só evoluiu a partir de então (Ecycle, 2017).

Araújo (2017), já define construção sustentável, como sendo

> Construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação, habitação e uso do homem moderno,

preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais, sem comprometer a capacidade das futuras gerações (ARAÚJO, 2017).

Dentro do estudo sobre construções sustentáveis é importante perceber que as construções envolvem um conjunto de fatores para garantir resultados de qualidade e eficiência. Para isto, como vimos anteriormente, planejar é fundamental e, dentre as etapas de construir bem e com precisão, precisamos seguir um projeto, o desenho que visa tanto a parte técnica como a beleza das construções. É um ramo que vem crescendo bastante, sendo muito procurado pelas pessoas, pois oferece previa visão sobre o que procuramos. (POLTRONIERI; ROMANINI; MARTINS, 2015). Portanto, a busca pelo desenho técnico nos ajuda a planejar e nos organizar diante de situações indesejadas podendo auxiliar em escolhas promissoras e de qualidade.

O Alphaville Brasília – Residencial 1, por exemplo, é um exemplo de empreendimento altamente qualificado, premiado no Brasil no ano de 2012.

A Arena Castelão é a primeira arena sustentável no mundo, o estádio de Fortaleza ganhou a certificação LEED (Liderança em Energia e Design Ambiental) de construção sustentável por uso racional de água, energia, qualidade ambiental interna, baixo impacto ambiental e estímulo a inovações (Ecycle, 2017).

Uma obra quanto mais sustentável, mais responsável ela será por tudo o que consome, gera, processa e descarta. Sua característica mais marcante deve ser a capacidade de planejar e prever todos os impactos que pode provocar, antes, durante e depois do fim de sua vida útil (ARAÚJO, 2017).

De acordo com as diretrizes gerais para construções sustentáveis, conforme recomenda alguns dos principais sistemas de avaliação e certificação de obras no mundo, é necessário a implantação de alguns princípios, tais como, planejamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia da água e dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto (em termo de acústica); uso racional de materiais; uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Com base nesses princípios, podemos melhor detalha-los: o planejamento deve ser econômico, ter longa vida útil, podendo ser reciclados ou reutilizados, com a finalidade de não acumular resíduo; recursos naturais como sol, umidade, vento, vegetação devem ser usados para promover conforto e bem-estar de todos, além de economizar água e energia; eficiência no uso de energias renováveis, no uso e economia da água e na gestão de resíduo; além de usar materiais que não prejudique o meio ambiente, saúde dos moradores e que contribuam para promover um estilo de vida sustentável (ARAÚJO, 2017).

A ecovila, outro tipo de construção, é uma comunidade intencional classificada entre uma das melhores formas de desenvolvimento sustentável, existindo em vários países de forma que se é necessário para sua finalidade, é possível ressaltar que o planejamento de uma comunidade sustentável é de extrema importância, pois colabora, não só com a eficiência da sustentabilidade pretendida, mas também, com a longevidade da sociedade (SOARES; LANGNER, 2014).

Como exemplos de ecovilas temos o Village Homes que é uma modalidade de condomínio localizada a oeste de Davis no estado da Califórnia que tem como lema ‘viver em paz’; a comunidade de Findhorn Foundation, localizada no norte da Escócia, a comunidade faz uso de técnicas de construção ecológica, geração de energia limpa e renovável, além de reciclagem e produção de alimentos orgânicos (SOARES; LANGNER, 2014).

Aqui no Brasil temos como exemplo de ecovila a cidade de Pirenópolis (GO), que foi instalada em uma área equivalente a 25 campos de futebol construídos para seus moradores terem uma convivência harmoniosa com a natureza. A produção de alimentos é local e orgânica, o que possibilita a economia de emissões causadas pelo transporte dos produtos. As construções são construídas com materiais naturais e planejadas para captar energia solar e água das chuvas, tornando-as praticamente autossuficientes e o lixo é quase 100% reaproveitado.

3.2 Sistema de Transporte Ecologicamente Sustentável

Ao longo da história da humanidade os transportes têm sido causadores de desenvolvimento, tornando possível a realização de atividades comerciais, o acesso aos serviços de saúde, educação e lazer e o crescimento das cidades. Os transportes têm contribuído igualmente para o desenvolvimento de um amplo corpo de teorias que relacionam acessibilidade e mobilidade ao desenvolvimento econômico e social. Se por um lado são fundamentais para a manutenção de diversos setores da sociedade, por outro, têm sido responsáveis por uma variedade de efeitos colaterais, muitos deles prejudiciais ao meio ambiente. Estes incluem, poluição sonora, poluição do ar, geração de resíduos sólidos e destruição de habitats naturais por consequência da construção e ampliação da infraestrutura dos transportes (COSTA, 2003).

Com o crescimento da população nas cidades e, a descentralização econômico-espacial colaboram para que ocorra a realocação das atividades de comércio e serviços para outras partes das cidades em um processo de ocupação das áreas periféricas, aumentando a necessidade e complexidade dos deslocamentos da população, tornando os sistemas de transportes em um importante variável necessário para a qualidade de vida nas cidades (ALVES; JUNIOR, 2009).

Em contrapartida, a cultura de ter um veículo particular e o uso excessivo de automóveis pioraram a qualidade de vida da população, principalmente, nos grandes centros urbanos. Eles são os principais responsáveis pela poluição do ar e pelo aquecimento global, além da poluição sonora e do desperdício de tempo nos congestionamentos. Privilegiar o transporte público, principalmente ônibus, metrô e trem, é de fundamental importância para alcançar um resultado realmente sustentável e de longo prazo (DETROZ; PAVEZ; VIANNA, 2014),

Além da poluição atmosférica que traz prejuízos à qualidade de vida das pessoas, e consequentemente ao estado, tendo em vista os gastos que são realizados com recursos hospitalares por causa de doenças respiratórias e também causando as chuvas acidas, corrosão do solo.

Assim, os processos industriais e de geração de energia, os veículos automotores e as queimadas são atividades humanas que mais causam a introdução de substâncias poluentes na atmosfera. Porém, é fundamental implementar ações de prevenção, combate e redução das emissões de poluentes e dos efeitos da degradação do ambiente atmosférico.

A dispersão das atividades nas cidades, os deslocamentos da população e, as políticas e ações públicas que privilegiam o uso do automóvel, fazem com que ocorra um processo de deterioração nas condições de operação do transporte público, assim como, tem-se reduzida à segurança nos deslocamentos a pé ou por bicicletas, que são os modos os mais utilizados pela população de baixa renda residente nas periferias urbanas e também, os mais sustentáveis (ALVES; JUNIOR, 2009).

Dessa forma, tem-se buscado por meios de locomoção mais limpo e sustentáveis, que são chamados de transportes ecologicamente corretos.

Segundo Siqueira e Lima (2017),

> A Mobilidade Urbana Sustentável é aquela que proporciona o equilíbrio entre o meio ambiente, a economia e a sociedade nos deslocamentos para a realização das atividades diárias, buscando melhorar a circulação de pessoas e bens, garantindo maior eficiência e dinamismo das funções urbanas, valorizando o espaço público, a sustentabilidade e o desenvolvimento das cidades (SIQUEIRA; LIMA, 2017).

Após estudos sobre a mobilidade urbana sustentável nas cidades desenvolvidas, é fundamental a participação da iniciativa privada no combate aos impactos negativos da política urbana voltada para o tráfego de automóveis, sobretudo nos países em desenvolvimento que leva a um círculo vicioso de mais infraestrutura, mais congestionamento. Cujo impacto na cidade é uma das barreiras para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do país.

Nas cidades, a importância dos transportes para o desenvolvimento econômico e equidade social, além dos muitos impactos que podem causar ao meio ambiente têm exigido o desenvolvimento de uma perspectiva mais sustentável para a mobilidade urbana.

O transporte é o recurso que permite locomover-se para diferentes destinos, principalmente a classe trabalhadora que se locomove todos os dias para o seu local de trabalho todos os dias.

Por sua vez, quando o transporte funciona adequadamente gera economia para as demais áreas, assegurando um sistema econômico mais eficiente para o município como um todo.

O meio de transporte coletivo é de fundamental importância para as pessoas que não tem condições de ter o seu próprio transporte para locomover-se para seu destino final. Quando, de péssima qualidade, pode atrapalhar o crescimento da cidade, como o impedimento de acesso aos locais de trabalho ou outras localidades, provocando a exclusão social, que acarreta em uma desigualdade social e urbana.

Diante de alguns princípios como, facilidade para pedestres, ligação entre cidades e bairros, um melhor aproveitamento do espaço, diversificar moradias, projeto urbanístico e arquitetônico, estrutura de bairros tradicionais, aumento da densidade, transporte público viável, princípios sustentáveis e visando sempre o bem-estar, ou seja, o conforto e satisfação por parte da população, são exemplos de projetos de mobilidade urbana para assim demonstrar uma interação das pessoas com a cidade.

Com o mesmo pensamento, de renovar ideias antigas, a sociedade tem procurado adotar o hábito de caminhar ou utilizar a bicicleta para deslocar-se diariamente. Pois, apesar de ser uma medida, saudável e inofensiva ao meio ambiente a bicicleta ainda é pouco utilizada como meio de locomoção aqui no Brasil, principalmente nos grandes centros urbanos, por motivos de falta de infraestrutura adequada, para comportar o trânsito de bicicletas e garantir a segurança dos ciclistas. Contudo, as cidades brasileiras têm procurado adequar-se, construindo ciclovias e sinalização apropriada.

Podemos tomar como exemplo a cidade de Sorocaba, localizada no Estado de São Paulo, que passou por um processo de urbanização, recuperando áreas mais degradadas. Uma cidade que no ano de 2009 (segundo dados do IBGE), possuía um veículo por cada dois habitantes, tem hoje, como alternativa de locomoção urbana, o uso da bicicleta, que auxilia tanto na diminuição de automóveis nas ruas como na redução do dióxido de carbono, sem contar com o baixo custo de compra e manutenção (BARROSO; REZENDE, 2014). Além disso, a cidade disponibiliza paraciclos, que são estacionamentos para as bicicletas, e bicicletários, local onde as bikes são alugadas, integrando o sistema cicloviário com o de transportes coletivos.

Outro exemplo é na capital federal, Brasília (DF), o incentivo do uso das bicicletas e as ampliações das ciclovias contribuíram para a redução dos poluentes emitidos pelos automóveis, além de trazer maior mobilidade, menos poluição e congestionamento, melhorou a qualidade de vida das pessoas.

Além disso, quando um veículo é parado em um congestionamento está usando mais energia do que a necessária por conta do tempo que fica parado no congestionamento.

Existe também, os transportes ecologicamente corretos moldados para os apaixonados por carros e motos, com o desenvolvimento atual de veículos dotados da chamada “tecnologia verde”. Apesar de ainda encontrar poucos no mercado, devem tornar-se populares com o passar do tempo e, assim, mais acessíveis.

No Brasil, o Ministério dos Transportes tem como referência para orientação e evolução de sua política ambiental os preceitos de desenvolvimento sustentável, contribuindo para que as gerações futuras possam desfrutar da base de recursos naturais disponível no país (MORAES; SANTOS, 2003/2004).

Baseado nos aspectos que são fundamentais na implantação de políticas de mobilidade sustentável, elencados por Costa (2003), podemos destacar a estabilidade entre os diversos meios de transporte e incentivo ao uso de bicicletas e caminhadas; o uso eficaz dos meios energéticos como peça chave para o desenvolvimento sustentável, já que o setor de transportes é responsável por consumir uma grande quantidade de recursos não-renováveis; a dependência tecnológica empregada aos meios de transporte para favorecê-los são fundamentais para alcançar a sustentabilidade; o incentivo a construção de rodovias e vias de trânsito rápido tem aumentado as oportunidades de deslocamento a maiores distâncias dentro das cidades, além da construção e renovação dos caminhos para pedestres e melhoria na qualidade do transporte coletivo.

Todavia, as consequências de uma política urbana falha e, de uma quase ausência de medidas de planejamento urbano ordenando as atividades, de forma articulada, de uso do solo com as de transportes, são inúmeras e comprometem a mobilidade e acessibilidade urbana, além, de um desconforto ambiental para a população (ALVES; JUNIOR, 2009).

É necessário alterar a forma de ordenação do sistema viário, deixando esse espaço de ter como prioridade o uso do automóvel. Ele deve ter a finalidade de garantir um espaço urbano voltado para as necessidades de deslocamentos dos pedestres, ciclistas, usuários dos transportes públicos. Ou seja, os automóveis particulares devem deixar de ser preferência, só assim será possível pensar em mobilidade urbana sustentável e acessibilidade universal.

3.3 Energias Renováveis

A cada dia a população se concentra mais nas cidades e o mundo se torna mais urbano, essas mesmas cidades consomem muita energia e respondem cada vez mais pelas emissões de gases. Dessa forma, a questão ambiental tem sido um problema que vem se agravando a cada dia. Assim, surgiu a necessidade de desenvolver modelos de energia que mude a troca dos combustíveis fosseis pelos combustíveis renováveis de maneira mais eficaz, econômica e ecologicamente correta, gerando uma qualidade de vida melhor e um desenvolvimento da sociedade (Lippel, 2017).

Com isso, o aumento da exigência de energia no Brasil e no mundo tem sido constante, sendo que a oferta de energia não vem acompanhando esse processo. Diante dessa situação, aparece como alternativa, as energias renováveis, como meio de suprir tal necessidade e proporcionar uma melhor qualidade e segurança no abastecimento de energia elétrica.

O aproveitamento da energia gerada pelo Sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor quanto de luz, é hoje, sem sombra de dúvidas, uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos os desafios futuros.

E quando se fala em energia, deve-se lembrar que o Sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia. Em outras palavras, as fontes de energia são, em última instância, derivadas da energia do Sol.

O efeito fotovoltaico acontece quando a luz solar, através de seus fótons, é absorvida pela célula fotovoltaica. A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que então ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, por sua vez, gera a corrente elétrica (NeoSolar, 2017).

Este sistema de energia tem a capacidade de transformar energia solar em energia elétrica, sem a emissão de poluentes, sendo assim, uma fonte de energia limpa e renovável. Esse tipo de energia pode ser interligado diretamente no sistema de abastecimento de energia, podendo ser estudado o potencial energético da energia solar fotovoltaica. Algumas vantagens desse tipo de energia e a fontes inesgotáveis e gratuitas, Energia limpa, sem poluição ou qualquer resíduo, alta qualidade, sem harmônicas e sem ruídos, A instalação do sistema, que é modular, pode ser realizada tanto em obras em andamento como em construções finalizadas.

De acordo com Tolmasquim (2016),

> A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade e tem como base o efeito fotovoltaico. O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. (TOLMASQUIM, 2016).

Embora, mundialmente, a energia solar fotovoltaica venha avançando nos últimos anos de maneira mais rápida que as outras fontes de energia renováveis, no Brasil, a potência de energia solar instalada ainda é muito pequena considerando a incidência solar disponível no território que varia de 4,8 a 6,0 kwh/m^2, enquanto países

europeus como a Alemanha apresentam mais de 2,5 GWp instalados, embora sua incidência solar seja menor, em torno de 3,4 kwh/m^2 (SIGNORINI; VIANNA; SALAMONI, 2014).

Este tipo de instalação de energia fotovoltaica pode ser posto em locais distintos e em diversas formas, sendo a mais utilizada a montagem de painéis ou módulos solares. Além dos painéis fotovoltaicos, também se utilizam filmes flexíveis, com as mesmas características, ou até mesmo a incorporação das células em outros materiais, como o vidro. As diferentes formas com que são montadas as células se prestam à adequação do uso, por um lado maximizando a eficiência e por outro se adequando às possibilidades ou necessidades arquitetônicas das áreas urbanas.

O sistema fotovoltaico pode ser divido em sistemas isolados e sistemas conectados à redes. Os sistemas isolados são aqueles que não se integram a rede elétrica e geralmente são utilizados em locais remotos ou onde o custo de acesso a rede é maior que o custo do próprio sistema. Normalmente estes sistemas utilizam bateria para armazenar a energia. Já os sistemas conectados à rede servem como qualquer outra forma de geração de energia que utilizamos a partir da rede elétrica e são utilizados como substitutos destas outras fontes de energia. Neste caso não há necessidade de armazenamento (NeoSolar, 2017).

Assim, a análise do potencial de geração de energia solar fotovoltaica, permite a instalação de painéis em diferentes situações. Desta forma, pode-se dizer que o desenvolvimento de um método que analise, ao mesmo tempo, a radiação solar disponível e a volumétrica da edificação, tornaria mais preciso o processo de dimensionamento do sistema de geração de energia solar.

Este tipo de geração de energia oferece algumas vantagens, como: sistema confiável, de fontes inesgotáveis e gratuitas; energia limpa, sem poluição ou qualquer resíduo; alta qualidade, sem harmônicas e sem ruídos; a instalação do sistema, que é modular, pode ser realizada tanto em obras em andamento como em construções finalizadas,

Um exemplo relacionado a esse tipo de energia solar é o Projeto de Lei nº 240/2015, que o Governador do Estado do Rio Grande do Sul, sancionou no ano de 2016, que institui a Política Estadual de Incentivo ao Aproveitamento da Energia Solar. O Projeto visa estimular a geração de energia fotovoltaica, racionalizar o consumo de eletricidade e de outras fontes para implantar sistemas ecologicamente corretos, englobando o desenvolvimento tecnológico, em empreendimentos particulares e públicos, residenciais, comunitários, comerciais e industriais (CONTI, 2016).

A inciativa deseja incentivar a geração de energia, criando possibilidades de emprego e renda para a população.

Além deste, O Ministério de Minas e Energia desenvolveu o Programa de Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), com o objetivo de estimular a geração de energia pelos próprios consumidores (residencial, comercial, industrial e rural) com base em fontes renováveis, em especial a fotovoltaica (Portal Brasil, 2016).

A energia solar no Brasil proporciona a sociedade alguns benefícios econômicos tais como,

- As casas que possuem energia solar fotovoltaica instalada podem gerar a sua própria energia renovável e assim praticamente se livrar da sua conta de luz para sempre;
- Os sistemas fotovoltaicos valorizam a propriedade;
- Quanto mais energia solar instalada no Brasil menor é a necessidade de utilizarmos as usinas termoelétricas que são caras e, menor a inflação na conta de luz;
- A indústria de energia solar no Brasil gera milhares de empregos todos os anos (Portal Solar, 2017).

Outro tipo de energia solar encontrada é a energia solar térmica, que transfere o calor do sol para a água, seja para aquecê-la ou para evaporá-la e alimentar turbinas. A energia solar térmica no Brasil é amplamente utilizada para aquecer água.

O coletor solar é um outro tipo de energia usada no Brasil, sobretudo, para aquecer água para banho ou outras finalidades, como o uso nas industriais, é o famoso aquecedor solar. Os receptores solares é a tecnologia mais desenvolvida e utilizada no Brasil dentre as tecnologias de energia solar. Já existem leis que obrigam residências e comércios a utilizarem o coletor solar para aquecer água de acordo com o perfil/tamanho da

residência ou empresa. Uma alternativa mais eficiente para os coletores solares são os tubos evacuados que possui mais eficiência (Portal Solar, 2017).

Diante de alguns tipos de energia solar encontrado no Brasil, em 2018, o país deverá estar entre os 20 países com maior geração de energia solar, considerando a potência já contratada (2,6 GW) e a escala da expansão dos demais países (Portal Brasil, 2016).

3.4 Resíduos Sólidos

No desenvolvimento das diversas atividades diárias vivenciadas pelo homem, uma grande quantidade de resíduos é produzida e jogado em locais indevidos, voltando para o meio ambiente.

Segundo a Norma Brasileira NBR 10004 de 1987 - Resíduos Sólidos – Classificação, os resíduos sólidos são: "aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível".

Estes, podem ser classificados como resíduos perigosos – que são os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos; resíduos não inertes – os combustíveis, solúveis e biodegradáveis; e resíduos inertes – que não oferecem riscos à saúde ou ao meio ambiente (TADA; ALMEIDA; GONÇALO Jr; KIMURA, 2009).

O problema do lixo apresenta realidade bem diferente, variando de município para município, mas em meio aos recursos humanos e aos materiais disponíveis nas prefeituras, as dificuldades a serem enfrentadas serão sempre grandes.

Quando o lixo é despejado de maneira inadequada, por exemplo, causa a reprodução de insetos como: moscas, mosquitos, baratas, ratos etc., além de facilitar a contaminação de animais domésticos.

Dessa forma, para que o lixo seja preservado de forma apropriada é preciso que se tenha um tratamento coletivo de toda população e não que seja tratado individualmente.

O município de Londrina realiza o projeto "Cesta Verde", que favorece a população trocar o lixo reciclável por alimentos orgânicos. Todas as sextas-feiras, os bairros preestabelecidos recebem equipes da Secretaria Municipal, a cada dois quilos de lixo reciclável entregue, é oferecido um quilo de alimento sem agrotóxicos. Mulheres catadoras de material reciclado são estimuladas a estudar. A cidade já recebeu prêmios nacionais e internacionais, como o selo "Amigo do Catador".

Medidas como essas ajuda no incentivo a população, além de dar o destino correto ao lixo produzido nas nossas residências e fora dela, como a manter a cidade limpa. Gera empregos e renda para a população.

Implantações como o aterro sustentável, asseguram uma melhoria na saúde da comunidade e minimiza os impactos negativos associado a distribuição inadequada do resíduo sólido urbano.

Os aterros sanitários, por sua vez, são hoje, o meio mais utilizado e de menor custo para a estocagem dos resíduos sólidos urbanos, porém o fato de estarem estocados não quer dizer que estejam ociosos. Deve-se tomar cuidado com as condições de armazenamento, bem como as influências dos agentes naturais, como a chuva e microrganismos, que ativam os processos físico, químico e biológicos de transformação (TADA; ALMEIDA; GONÇALO Jr; KIMURA, 2009).

O lixo pode passar por diversas etapas, dependendo do tipo de resíduo. A coleta seletiva é uma delas é onde temos as operações de remoção e transferência dos resíduos sólidos urbanos para os locais de armazenamento ou processamento. Algumas cidades já vêm adotando essa medida que tem evitado a sobrecarga dos aterros; o reaproveitamento e tratamento estão relacionadas com a fase de coleta seletiva, onde os resíduos de matéria orgânica se tornam ótimo adubo (através da compostagem), os resíduos sólidos como pet, metais, vidros dentre outros sofrem triagem e são reciclados pela indústria.

Portanto, o grande obstáculo que se enfrentam atualmente da atualidade é incentivar o desenvolvimento sustentável, ou seja, um desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades presentes sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Neste contexto surge um ambiente de oportunidade para o empreendedorismo cooperativo ou empresarial.

4 CONCLUSÕES

Ao pensar em sustentabilidade urbana presume-se relacionar toda uma problemática, ou seja, inter-relacionar os diversos temas envolvidos e tratá-los como um todo e não apenas considerá-los individualmente. Dentre os quais podemos destacar:

INSUMOS: água; alimentos; ar puro; capacidade; competência; consciência ambiental; cooperação; energia de fontes renováveis; energia de fontes não-renováveis; minérios; participação pública na tomada de decisão; planejamento e produtos florestais e da agropecuária não-alimentícios.

SOCIEDADE: acesso à informação; bem-estar; bens de consumo; cultura; educação; estética da cidade; lei e ordem; migração; moradia; povoamento; saúde e trabalho.

ECONOMIA: comércio; eficiência energética; instituições financeiras; legislação e cumprimento das leis; prevenção e redução de rejeitos; tarifas públicas; transporte autônomo e transporte público.

USO DO SOLO: áreas Verdes; aterros; depósitos de resíduos; dutos (a céu aberto e subterrâneos); edificações; estações de saneamento; ferrovias; linhas de transmissão de energia; loteamento; rodovias; sítios industriais; torres de comunicação e unidades de conservação.

REJEITOS/CONSEQÜÊNCIAS: ambientes degradados; congestionamentos; crimes; efluentes industriais; esgotos domésticos e de serviços; exclusão social; perda de ecossistemas; pobreza e miséria; poluentes atmosféricos; resíduos sólidos; ruídos; segregação étnica e/ou religiosa e sítios industriais abandonados.

Todavia, o trabalho permitiu analisar que a identificação de princípios e ações para se ter um desenvolvimento adequado é de fundamental importância para alcançar a cidade sustentável.

Contudo, a valorização do ser humano a partir do paradigma ecocêntrico também é o meio para se alcançar um novo urbanismo que busca a qualidade de vida baseado na promoção do bem-estar da população.

É importante, também, criar possibilidades de transformar, construir e refazer, democraticamente, a cidade que queremos viver, a cidade capaz de propiciar um padrão de vida aceitável sem causar profundos prejuízos ao meio ambiente.

Portanto, planejar o crescimento de uma cidade está diretamente relacionado ao modelo de desenvolvimento adotado, onde se deve priorizar não somente o aspecto econômico, como também, o social e o ambiental para que se organize a gerar condições de maior sustentabilidade.

A cidade de João Pessoa, por exemplo, precisa necessariamente investir em marketing de educação para preservação (postura ética cultural); construção de áreas verdes (parques, praças, revitalização do jardim botânico); acessibilidade, mobilidade e logística (ciclista, automobilístico e de distribuição de produtos); ocupação do solo (monitorar o impacto ambiental causados pela concentração de prédios tipo espigões); estimulo a uso de energia sustentável (mares, eólica, biomassa lignocelosica, solar); mitigação das áreas de risco (transferência de moradores das áreas de risco ambiental); motivação para adoção de tecnologias que assegure a qualidade das bacias hidráulicas da região (minimização agrotóxico; esgoto; descartes industriais; lixo; assoreamento).

Sabemos que os resultados ainda têm sido pouco praticados no dia-a-dia do cidadão brasileiro, mas, é preciso mais vontade por parte das políticas públicas para colocar em prática as ações voltadas para a cidade sustentável e com maior qualidade de vida para a população.

REFERÊNCIAS

ALVES, Priscilla; JUNIOR, Archimedes Azevedo Raia. **Mobilidade e Acessibilidade Urbanas Sustentáveis: A Gestão da Mobilidade no Brasil**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PPGEU/Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. 15 f. 2009.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. 6 f. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30508580/moderna.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1493936796&Signature=DyrCwydiZSULXm58N7rfs%2Fn%2FGoQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DA_moderna_construcao_sustentavel.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

BARROSO, Leticia; REZENDE, Vera F. **A cidade, o espaço e o diálogo com a sustentabilidade**. Revista de Arquitetura IMED, v. 3, n. 2, p. 138-144, 2014. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/730/537>. Acesso em: 26 abril 2017.

Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 15 maio 2017.

CONTI, José Antonio. Agência de notícias ALRS. 2016. Disponível em: <http://www2.al.rs.gov.br/noticias/ExibeNoticia/tabid/5374/IdMateria/305799/language/pt-BR/Default.aspx>. Acesso em: 28 abril 2017.

COSTA, Marcela da Silva. **Mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal**. São Carlos, 2003. 196 f. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-26042004.../dissert_final_marcela.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

DETROZ, Djessica; PAVEZ, Cristienne Magalhães Pereira; VIANNA, Anna Paula. **Cidades Sustentáveis, Inteligentes e Inclusivas: Reinvenção das Cidades**. Revista de Extensão e Iniciação Científica SOCIESC – REIS. 2014. 11 f.

Ecycle. Conheça tudo sobre construção sustentável. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/42-eco-design/2062-conheca-tudo-sobre-construcao-sustentavel.html>. Acesso em: 04 maio 2017.

Lippel. **Reciclagem e Aproveitamento energético**. Projeto desenvolvido para reaproveitamento de resíduos para a geração de energia para um sistema elétrico mais limpo. Disponível em: <http://www.lippel.com.br/br/unidades-de-producao/reciclagem-e-aproveitamento-energetico.html#.WAjVNok97IV>. Acesso em: 27 abril 2017.

LUCCHESE, Cecília. **O Novo Urbanismo**. 2010. Disponível em: <http://theurbanearth.net>. Acesso em: 27 abril 2017.

MALUF, Renato Sérgio. **Ações públicas locais de abastecimento alimentar**. Pólis Assessoria, Formação e Estudos em Políticas Sociais, 1999. Disponível em: <http://200.169.104.5/uploads/845/845.pdf>. Acesso em: 05 maio 2017.

Ministério do Esporte. Secretária Nacional de Desenvolvimento de Esporte e de Lazer. Manual de Implantação das Praças da Juventude, v. 5. Política Intersetorial: PeLC e Pronasci. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.esporte.gov.br/arquivos/publicacoes/manualImplantacaoPraca.pdf>. Acesso em: 06 maio 2017.

MORAES, Sévora Suzana Maciel de; SANTOS, Enilson Medeiros dos. Avaliação de Impactos Ambientais (AIA): instrumento importante na sustentabilidade dos projetos rodoviários. Revista da FARN, Natal, v. 3, n. ½, p. 45-58, jul. 2003/jun. 2004. Disponível em: < http://www.revistaunirn.inf.br/revistaunirn/index.php/revistaunirn/article/viewFile/90/102>. Acesso em: 27 abril 2017.

NeoSolar. Energia solar fotovoltaica. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica/>. Acesso em: 04 maio 2017.

Norma Brasileira NBR 10004 de 1987 - Resíduos Sólidos – Classificação. Disponível em: <http://www.unaerp.br/documentos/2234-abnt-nbr-10004/file>. Acesso em: 05 maio 2017.

Pensamento Verde. A importância da sustentabilidade da água nos dias de hoje. 2015. Disponível em: <http://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/importancia-da-sustentabilidade-da-agua-nos-dias-de-hoje/>. Acesso em: 06 maio 2017.

POLTRONIERI, Valéria; ROMANINI, Anicoli; MARTINS, Marcelo Salles. **Desenho Urbano: uma análise conceitual em áreas habitacionais sustentáveis**. Núcleo de Estudo e Pesquisa em Edificações Sustentáveis - NEPES, IMED, Brasil. 9 f, 2015.

Portal Brasil. Meio ambiente. Cidades sustentáveis reduzem impactos ambientais. 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/12/cidades-sustentaveis-reduzem-impactos-ambientais>. Acesso em: 03 maio 2017.

Portal Brasil. Infraestrutura. **Brasil estará entre os 20 países com maior geração solar em 2018**. 2016. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/01/brasil-estara-entre-os-20-paises-com-maior-geracao-solar-em-2018>. Acesso em: 28 abril 2017.

Portal Solar. Solar. Disponível em: <http://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>. Acesso em: 27 abril 2017.

Programa Cidades Sustentáveis. **Metas de Sustentabilidade para os Municípios Brasileiros (Indicadores e Referências)**. 2012. Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/downloads/publicacoes/publicacao-metas-de-sustentabilidade-municipios-brasileiros.pdf>. Acesso em: 06 maio 2017.

REGO, Jaqueline Azevedo de Amorim; NACARATE, João Paulo Melo; PERNA, Luísa Noleto; PINHATE, Tarcísio Barbosa. **CIDADES SUSTENTÁVEIS: Lidando com a urbanização de forma ambiental, social e economicamente sustentável**. Simulação das Nações Unidas para Secundaristas/2013. 15 f.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **O desafio da construção de cidades**. Edição 142. 2006. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/142/o-desafio-da-construcao-de-cidades-21835-1.aspx>. Acesso em: 27 abril 2017.

SIGNORINI, Vanessa Buttow; VIANNA, Saionara Dias; SALAMONI, Isabel. **Análise do potencial de geração de energia solar fotovoltaica em um sistema integrado à edificação e interligado à rede - estudo de caso no prédio administrativo do campus porto da UFPEL**. Revista de Arquitetura IMED, v. 3, n. 2, p. 108-117, 2014.

SIQUEIRA, Graziana Donata Punzi de; LIMA, Josiane Palma. **A contribuição das políticas públicas de mobilidade urbana para o desenvolvimento sustentável das cidades**. Universidade Federal de Itajubá/ Programa de Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade. 19 f. Disponível em: <http://www.rio2015.esocite.org/resources/anais/5/1440766741_ARQUIVO_ArtigoparaoTECSOC.pdf> . Acesso em: 28 abril 2017.

SOARES, Thais Aline; LANGNER, Marcelo. **Análise sobre o planejamento e o não planejamento de ecovilas e comunidades sustentáveis**. Revista de Arquitetura IMED, v. 3, n. 2, p. 118-125, 2015.

TADA, Agnes Massumi; ALMEIDA, Alexandre Murilo G. de; GONÇALO Jr, Paulo Roberto; KIMURA, Wagner. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Florianópolis, Editora Rima Artes e Textos, 2009. Disponível em: <https://social.stoa.usp.br/articles/0016/2659/resenha1_trabalho_1_de_SMC_-_professor_Paulo_Almeida.pdf>. Acesso em: 06 maio 2017.

TOLMASQUIM, Mauricio T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Rio de Janeiro, 2016. 452 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20%20Online%2016maio2016.pdf>. Acesso em: 27 abril 2017.

VIEIRA, Juliana de Souza Reis. **Cidades Sustentáveis**. Revista de Direito da Cidade. v. 4, n. 2, p. 1- 39, 2012.

WELTER, Izabel Preis; PIRES, Mixilini Chemin. **O direito à cidades sustentável**. Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 63-70, 2010.

PROCESSOS EROSIVOS COSTEIROS DA PRAIA DO SEIXAS LITORAL SUL DE JOÃO PESSOA/PB

Williams da Silva Guimarães de Lima[(1)] williams_guimaraes@hotmail.com, Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[(2)] giuseppecv@gmail.com, Marco Aurélio Rodrigues de Melo[(3)] marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com.
[(1)] Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, [(2)] Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, [(3)]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP.

RESUMO: O litoral paraibano apresenta crescimento populacional devido crescimento imobiliário, decorrente do turismo e abertura de novas estradas, para áreas, antes pouco habitadas. Na descrição dos resultados aponta-se que a área não tem fontes de sedimentos suficientes para manter suas praias protegidas da erosão local. Identificou-se que na abertura entre os recifes ocasiona a passagem das ondas definido como difração, gerando aporte lateral de energia oscilatória com a mesma frequência da onda incidente. Concluiu-se que a situação é agravada, pois a posição da falésia está recuada em relação ao nível do mar atual. Outra situação são as ocupações indevidas localizadas na zona de praia. Por fim, devem ser priorizadas as ações de educação ambiental, visando à conscientização, importância ecológica e paisagística da área, buscando priorizar sua valoração ambiental.

Palavras-Chave: geologia marinha; educação ambiental; zona costeira.

ABSTRAT: The coast of Paraiba shows a population growth due to real estate growth, due to tourism and opening of new roads, to previously unpopulated areas. In the description of the results it is pointed out that the area does not have sufficient sediment sources to keep its beaches protected from local erosion. It was identified that in the aperture between the reefs it causes the passage of the waves defined as diffraction, generating lateral contribution of oscillatory energy with the same frequency of the incident wave. It was concluded that the situation is aggravated, because the position of the cliff is set back from the current sea level. Another situation is the undue occupations located in the beach area. Finally, environmental education actions should be prioritized, aiming to raise awareness of the ecological and landscape importance of the area, seeking to prioritize its environmental valuation.

Keywords: marine geology; environmental education; coastal zone.

1. INTRODUÇÃO

As evidencias atuais da elevação do nível do mar e sua possível aceleração no século XXI, devido ao aquecimento global, se torna uma preocupação em escala planetária. Vale ressaltar que é importante mensurar o papel da elevação do nível relativo do mar, no que tange ao recuo da linha de costa, avaliando esse deslocamento em termos de suas futuras flutuações (LIMA 2002). Entre os problemas motivados pela influência dos agentes dinâmicos com a zona costeira, destaca-se a erosão das praias ocasionada pela ação dos escoamentos superficial, eólica, ondas e correntes marinhas, bem como, as ações antrópicas, colocando em riscos vários ecossistemas litorâneos e os patrimônios situados à retaguarda (MANSO *et. al*. 2015).

Estudos elaborados por pesquisadores de todo o mundo, voltado para a zona costeira, sugerem que a erosão neste ambiente, é um grave problema que afeta em média 50% das linhas de praia de praticamente todo o mundo, tornando quase impossível se prever uma proteção para cada praia (OLIVEIRA *et. al*.,2014). Por esta razão, a reação mais comum consiste, em não interferir neste processo natural, procurando aprender a conviver com a erosão. Precedendo a qualquer tipo de intervenção na zona costeira é necessário antes de tudo, conhecer o comportamento, em médio prazo, da linha de costa (em décadas), normalmente realizado pela comparação de fotografias aéreas ou imagens de satélites multi-temporais, para definir quais as zonas em recuo real ou que apresentem um quadro crítico de erosão nos últimos anos.

Todos estes fenômenos, anteriormente mencionados, ocorreram no tocante a dois aspectos importantes: O primeiro, diz respeito à situação morfológica correspondente ao ambiente marinho raso atual que é bastante atípico quando comparada com o passado geológico. No passado, durante o Devoniano, houve um grande predomínio de mares epicontinentais (áreas correspondentes às atuais bacias Platina e Amazônica), rasos no território brasileiro fato que não ocorre na geografia atual. O segundo aspecto refere-se ao fato das plataformas continentais atuais se encontrarem submersas devido a ultima transgressão marinha pós-glacial, iniciada por volta de 18.000 anos. Esta transgressão foi muito rápida e deslocou a linha de costa desde a borda da plataforma até aproximadamente sua posição atual, correspondendo a uma elevação do nível do mar superior a 100 metros (NEVES *et. al*., 2014).

A rapidez desta transgressão fez com que boa parte dos sedimentos que estão acomodados nas plataformas atuais, não estejam em equilíbrio com as condições ambientais que agora se encontram, pois foram depositadas em ambientes diferentes quando a plataforma se encontrava ainda exposta, ou seja, os cascalhos e areias fluviais encontradas em locais correspondentes ao que hoje é à borda da plataforma (PONZI, 2004). O avanço da linha de costa em direção ao continente desencadeou severos processos de erosão, através do solapamento hidrodinâmico do perfil praial e do substrato arenoso pré-holoceno de plataforma interna.

Partindo desse pressuposto, sugere-se que a linha de costa da região Nordeste, apresenta uma forte tendência ao processo erosivo, o que implica na presença de longos trechos de falésias ativas, particularmente nos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (COUTINHO, 1976). Tais feições constituem um elemento paisagístico dominante e característico do litoral do Nordeste, sendo o litoral paraibano, parte integrante desta tendência anteriormente mencionada, identificando na sua linha de costa vários pontos de erosão critica e, a Praia do Seixas em particular é exemplo típico de um destes pontos.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO DO PROJETO

O crescente desenvolvimento de atividades humanas em zonas costeiras tem aumentado a preocupação com os riscos da erosão. Algumas mudanças costeiras são em longo prazo, outras de curto prazo ou cíclicas. A identificação das áreas onde a erosão atual é crítica se torna importante, uma vez que a causa desta, nem sempre é óbvia e os processos costeiros atuantes são muito complexos, devido a sua rápida dinâmica. A análise e interpretação dos vários parâmetros ambientais da área que sofre este processo erosional, são fundamentais para a seleção da alternativa mais adequada buscando reduzir/conter este fenômeno erosivo.

A Praia do Seixas, Bairro com população de 774 habitantes (IBGE, 2010), corresponde ao um arco de praia, de aproximadamente 1.000 metros de extensão, resultante da difração provocada na passagem das ondas pela abertura dos recifes (Figura 01), algo similar ao problema enfrentado na Praça de Iemanjá, Praia do Cabo Branco. A área do empreendimento (Praia do Seixas) apresenta uma abertura entre os recifes controlando todas as alterações das ondas que se propagam em direção à praia, sendo responsável pela concavidade do arco da Praia do Seixas. Este fenômeno anteriormente mencionado é definido como difração (FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALES 2009).

As ondas antes de alcançarem a abertura encontrada pelos recifes apresentam um padrão de aproximação linear e, a partir desta abertura, na direção da praia, um padrão curvilíneo formando semicírculos com centro no ponto médio da abertura. Como produto deste fenômeno, aparece à distribuição dos raios das ondas na forma de um leque, gerando um fluxo bidirecional a partir do ponto central da abertura, que origina uma circulação e o transporte de sedimentos na direção das extremidades do arco de praia. As ondas difratadas alcançam à costa, moldando a Praia do Seixas em forma de arco. Nas condições de direção de aproximação de NE, E ou SE, as ondas convergem sempre para a Praia do Seixas, concentrando energia e criando o ponto crítico da erosão de praia.

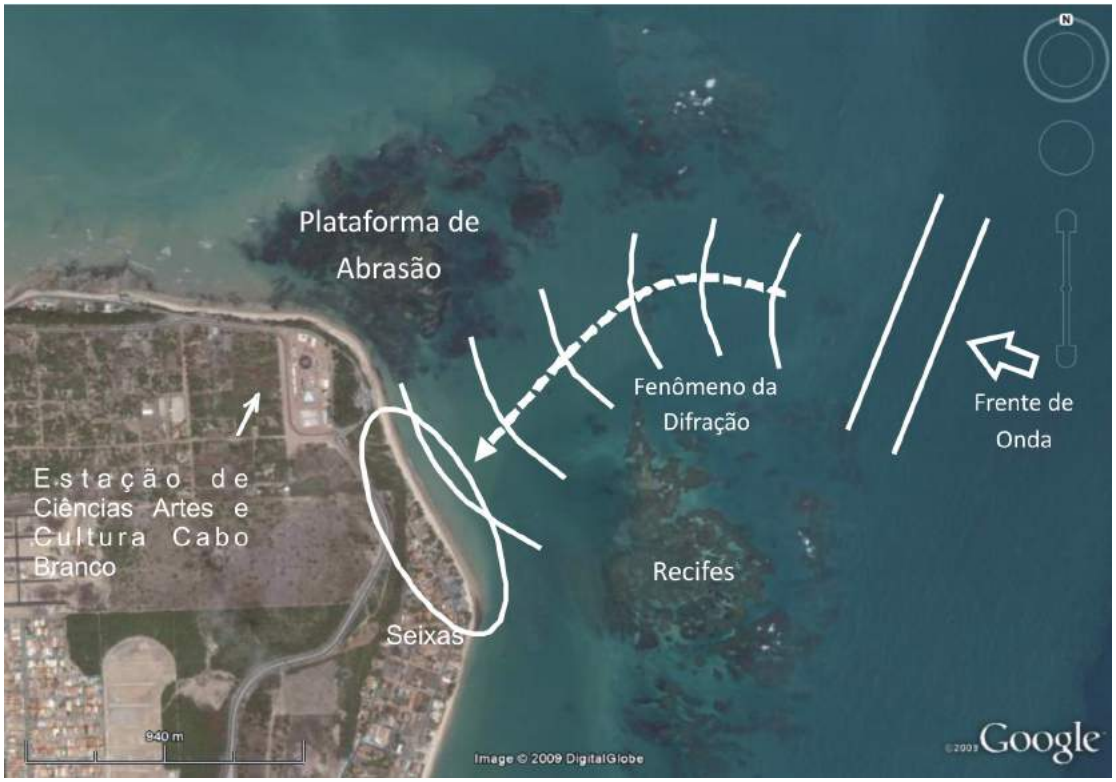


Figura 01. Fenômeno de difração de onda, ocasionado pela abertura dos recifes localizado em frente ao Seixas, deixando a Praia com uma configuração de arco e extensão aproximada de 900 metros.
Fonte: Google Earth 2009.

Na Praia do Seixas propriamente dita, existe uma ocupação de barracas de praias sobre a zona de berma e parte da zona de estirâncio superior (Planície de maré alta). Alguns donos de barracas, ao tentar limpar a faixa de praia coberta por "sargaços" (provavelmente trazidos por ondas tipo *swell*), acabam por remobilizar sedimentos da praia e modificar a morfologia do perfil desta praia (Figuras 02 e 03).

Figura 02 – Donos de barracas alterando as condições naturais do perfil de praia na Ponta do Seixas (Extremo Oriental das Américas).
Fonte: FADURPE 2009.

Figura 03 – Barracas instaladas irregularmente na zona de berma da Praia do Seixas e parte da zona de estirâncio superior.
Fonte: Acervo DIVA/SEMAM 2011.

Associados aos fenômenos naturais, bem como a este tipo de prática ocasionado por pelos donos das barracas, mostra que a área não tem fontes de sedimentos suficientes para manter suas

praias protegidas dos processos erosivos locais. Sugere-se que a dinâmica costeira local proporciona a progradação das praias para dentro do continente, ambiente que natural este fenômeno procura ocupar (ANEXO I).

Quando uma praia com perfil de verão é submetida a um aumento da altura da onda e diminuição do período das ondas de ressacas, a praia responde com erosão e transporte de areia costa afora. A erosão ocorre inicialmente com o material da praia sendo colocado em suspensão pelo forte movimento da arrebentação das ondas de ressacas. O aumento da altura das ondas de tempestades acelera a erosão das praias, o qual orienta o perfil de praia para um cenário de erosão critica, típico de inverno e com barras se movendo em direção ao mar, separada da praia por um amplo canal, caso muito comum que ocorre na Praia do Seixas, local da implantação do projeto da Praça do Sol Nascente (Figuras 04 e 05).

Figura 04 – Destruição de parte do piso do estacionamento localizado na Praia do Seixas, ocasionada pela erosão costeira.
Imagens acervo DIVA/SEMAM 2011.

Figura 05 – Remobilização de blocos, oriundos de aterros localizados na Praia do Seixas, ocasionadas pela erosão costeira.
Imagens acervo DIVA/SEMAM 2011.

3. RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

Como foi visto a abertura entre os recifes controla todas as alterações das ondas que se propagam em direção à praia, sendo responsável pela concavidade do arco da Praia do Seixas. O fenômeno observado pela passagem das ondas desta abertura é definido como difração. Esta aparece quando um conjunto de ondas intercepta algum tipo de obstáculo, submerso ou não, criando uma perturbação no movimento ondulatório e gerando um aporte lateral de energia oscilatória com a mesma frequência da onda incidente.

A situação encontrada no local onde deve ser construído o empreendimento é caracterizada da seguinte maneira: da zona de berma (onde atualmente encontra-se o estacionamento e os quiosques), até a Rua dos Pescadores, obedece a uma distancia aproximada de 26 metros, espaço este, disposto para a construção da Praça do Sol Nascente. Vale salientar que a taxa de recuo deste ponto crítico de erosão na Praia do Seixas, ocorre um deslocamento de blocos oriundos do próprio estacionamento, depostos na zona de estirâncio (maré de sizígia), que foi monitorado entre os dias dois (02) a quinze (15) de fevereiro do corrente ano, devido às oscilações das marés que teve uma variação neste período entre -0,1 metros a 2,7 metros, fenômeno muito comum em praticamente todo litoral paraibano.

A decisão mais racional é que os bares e quiosques localizados na zona de berma, da praia em epígrafe, sejam redirecionados para um local mais afastado deste ponto crítico de erosão. A área onde deverá ser instalada a Praça do Sol Nascente é um ponto crítico de erosão (Figura 06), caso similar ao da Praça de Iemanjá, localizada na Praia do Cabo Branco (Figura 07). Por todos estes fatores, o empreendimento da Praça do Sol Nascente, diante das condições atuais da dinâmica costeira local, anteriormente mencionada, carece de ajustes no momento de sua instalação, situação já prevista no projeto atual deste empreendimento.

Figura 06 - Local crítico de erosão no estacionamento da Praia do Seixas, onde deverá ser construída a Praça do Sol Nascente.
Imagens acervo DIVA/SEMAM 2011.

Figura 07 – Praça de Iemanjá (praia do Cabo Branco) parcialmente destruída pela ação das ondas.
Imagens acervo Williams Guimarães 2010.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo destes pressupostos, conclui-se que o projeto da Praça do Sol Nascente, diante da dinâmica costeira local sofra adequações (aditivos) no momento de sua instalação, buscando afastamento da zona de berma (ponto crítico de erosão), objetivando a viabilidade da instalação do empreendimento, para que o mesmo não sofra com este tipo de fenômeno tão acentuado e comum neste setor da praia. Contudo, diante das adversidades encontradas no local, ressalta-se que no local do empreendimento será executada as intervenções das obras de contenção da Falésia do Cabo Branco,

que também contempla a Praia do Seixas, conforme prevê os Estudos da Dinâmica Costeira para Redução/Contenção do Processo de Erosão da Praça de Iemanjá, Falésia do Cabo Branco e da Praia do Seixas, no litoral de João Pessoa/PB, contribuindo no equilíbrio da linha de costa local e assim, viabilizando o empreendimento.

Na praia do Seixas a situação é agravada, porém ainda restam sedimentos de praia, pois a posição da falésia está recuada em relação ao nível do mar atual, porém neste caso a ocupação se deu exatamente na zona de praia, onde se localizam residências, setor comercial e a infra-estrutura pública, todos sob riscos. Seja qual for à proposta contemplada para intervenção erosional da área em questão, estudos prevêem que quanto mais afastada a estrutura for implantada na zona de berma melhor resultados serão obtidos, no que diz respeito para a área supracitada.

As sugestões e recomendações oriundas do presente diagnóstico deverão ser consideradas quando da implantação das obras relativo a uma proposta de intervenção na área. Finalmente, devem ser priorizadas as ações de educação ambiental, visando à conscientização para a importância ecológica e paisagística da área e para a sua valoração ambiental.

REFERÊNCIAS

COUTINHO, P. da N. **Geologia Marinha da Plataforma Continental Alagoas–Sergipe**. Tese de Livre Docente ao Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 112 p. **1976**.

Fundação Apolônio Sales. Estudos da Dinâmica Costeira para Redução/Contenção do Processo de Erosão da Praça de Iemanjá, Falésia do Cabo Branco e da Praia do Seixas, no Litoral de João Pessoa/PB. Texto Técnico. Recife-PE. **2009**.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Perfil dos Municípios Brasileiro**. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Censo Demográfico **2010**.

LIMA, W. da S. G. de. **Geologia e Geomorfologia dos Recifes de Maracajaú–RN e Plataforma Rasa Adjacente**. Natal: Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 91 p. (Dissertação de Mestrado). **2002**.

MANSO, V. A. V. *et. al*. **Solubilização de potássio em misturas de verdete e calcário tratadas termoquimicamente**, e-ISSN 1983-4063 - www.agro.ufg.br/pat - Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 45, n. 1, p. 66-72, jan/mar. **2015**.

NEVES, B. B. de B. FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M. **The Brasiliano collage in South America: a review A colagem Brasiliana na América do Sul: uma revisão**. DOI: 10.5327/Z2317-4889201400030010 Brazilian Journal of Geology, 44(3): 493-518, **2014**.

OLIVEIRA, T. S. *et. al*. **Modern sedimentary processes and the distribution of organic matter in a tropical estuarine system,** Recife, PE, Brazil, DOI:10.5894/rgci470, Journal Integrated Coastal Zone Management, **2014**.

PONZI, V. R. A. **Sedimentologia Marinha**, p. 219-241. In **Introdução à Geologia Marinha** Org. **2004**.

Proposta de construção de um reator para produção de biogás e biofertilizante em propriedades rurais a partir de dejetos animais.

José Gomes Pereira Filho[1], Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos[2], Williams da Silva Guimarães de Lima[3], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[4]
[1]Engenheiro Ambiental, jgpf66@hotmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, giuseppecv@gmail.com; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, williams_guimaraes@hotmail.com; Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP , marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com

RESUMO

O descarte irregular de dejetos animais em propriedades rurais ainda é uma preocupação constante no contexto da degradação ambiental e requer por parte dos profissionais da área ambiental, uma atenção mais criteriosa. Uma das formas de destinação ambientalmente correta é acondicionar esses dejetos em reatores de biodigestão (biodigestores). A finalidade nesse processo é produzir através de reação anaeróbica, energia gasosa (CH_4 – gás metano) e biofertilizante. Por motivo de toda problemática gerada em torno da grande quantidade de dejetos gerados no sítio Ponta do Gramame, tornou-se indispensável encontrar uma maneira adequada de sua destinação. E é por isso que neste trabalho, destinou-se a utilização desta biomassa a produção de energia renovável na forma de obtenção. Para isso, utilizou-se de modelagens matemática na construção do reator, respeitando-se as necessidades de cada propriedade rural, bem como, o valor econômico final deste reator.

Palavras-chave: Degradação ambiental; Reação anaeróbica; Modelagem matemática**.**

ABSTRAT

The irregular disposal of animal waste on rural properties is still a constant concern in the context of environmental degradation and requires more attention from environmental professionals. One of the ways of environmentally correct disposal is to pack these wastes into biodigestion reactors (biodigesters). The purpose in this process is to produce through anaerobic reaction, gas energy (CH4 - methane gas) and biofertilizer. Because of all the problems generated by the large amount of manure generated at the Ponta do Gramame site, it has become indispensable to find an adequate way to dispose of it. And that is why in this work, the use of this biomass was the production of renewable energy in the form of obtaining. For this, mathematical modeling was used in the construction of the reactor, respecting the needs of each rural property, as well as the final economic value of this reactor.

Keywords: Environmental degradation; Anaerobic reaction; Mathematical modeling.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é composta de aproximadamente 14 milhões de pessoas, ou seja, mais de 60% do total de profissionais que trabalham com produção agrícola em nosso país. Mesmo com um percentual expressivo, raramente os efluentes provenientes destas atividades são coletados e tratados de forma adequada, seja pela vasta extensão territorial com uma baixa densidade populacional que inviabiliza a instalação de estações de tratamento e o abastecimento de água potável (PERMÍNIO, 2013).

A demanda crescente de consumo da matéria prima seja da agricultura, de materiais domésticos ou da sua própria subsistência exige cada vez mais produção em larga escala, contribuindo com graves consequências no meio ambiente. Um dos reflexos é a geração de resíduos sólidos remanescentes destes processos onde seu destino final nem sempre está adequado às normas legais vigentes, podendo ocasionar prejuízos ambientais. Resíduos, sólidos, líquidos, gasosos ou biomassa, quando são dispensados de maneira incorreta, podem acarretar poluição das águas superficiais e dos lençóis freáticos, contaminação do solo, odores desagradáveis, emissões de gases na atmosfera e até aumento de pragas urbanas, como: ratos, baratas, escorpiões dentre outros (COLDEBELLA, 2006).

Na agricultura familiar dentre as várias produção de resíduos se destaca também a criação de suínos e os órgãos de controle ambiental atesta essa atividade agropecuária, como sendo a que mais impacta o meio ambiente, e, encontrar um mecanismo de equilíbrio na cadeia de produção, reproduzindo a importância no uso dos dois recursos naturais com expectativa na manutenção da valorização ambiental (RIZZONI et al., 2012).

O esgotamento de dejetos provenientes da pecuária rural, aves, porcos, equinos, gados como humano vem ocasionando diversos problemas nos mananciais. Todavia a utilização desses descartes para a geração de energia gasosa se apresenta como uma ótima alternativa para a eficiência da propriedade (ANGONESE, 2006).

E assim, o uso continuado de combustíveis fósseis na agricultura como também a dependência de fornecimento de energia advindo de concercionárias tem favorecido uma reflexão para a diminuição intensa do uso desses out puts dentro da propriedade agrícola (ANGONESE, 2006).

Após a conferência Rio + 20, a economia dos recursos naturais ganhou destaque no movimento da economia verde. O bem estar e a equidade social decorrentes das emissões de carbono prioriza respeitar o grau de elasticidade dos ecossistemas – reduzindo lucros pela eliminação de desperdícios e, consequentemente desenvolvendo tecnologias limpas, baratas, fazendo uso de insumos recicláveis, proporcionando ganhos para a natureza (meio ambiente), como também, empresas e sociedade (ASSIS, 2014).

Fazer uso de uma energia renovável e limpa que minimize os impactos ao meio ambiente, requer técnicas de gestão de dejetos animais e ou vegetais, com a utilização do processo dos biodigestores (SOUZA, 2007).

A biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos tem nas últimas décadas proporcionado a utilização de estudos com finalidade em reaproveitar a matéria orgânica do confinamento dos animais, desintegrando-as para produção de biogás e biofertilizantes e, assim manter a cadeia agropecuária e a autossuficiência da propriedade rural em equilíbrio (MONTORO, 2012).

O biogás resulta do procedimento de transformação de uma energia de maior teor poluente numa de menor, energia essa renovável, proveniente da decomposição bacteriana de matéria orgânica na ausência do oxigênio (NOGUEIRA, 2006).

Existem vários tipos de equipamentos capazes de pelo processo de fermentação degradar compostos orgânicos de resíduos sólidos, os chamados biodigestores (NOGUEIRA, 2006).

O material orgânico acumulado na propriedade rural com a utilização deste processo sofre uma redução considerável porque transforma a matéria prima (orgânica) sem geração de poluentes no ar, na

produção de valiosos subprodutos como no caso do gás metano – CH4 (fonte de energia), o resíduo estável (fertilizante e condicionador do solo), e, o não uso da energia elétrica convencional para a movimentação mecânica (FRAZÃO, 2011).

Adaptar materiais recicláveis e contribuir para a diminuição da poluição e degradação ambiental, trará benefícios para a agricultura familiar e, mais ainda incentiva aos cientistas desenvolverem novas tecnologias com oferecimento de um destino de materiais que a natureza levaria muitas centenas de anos para degradar (ASSIS, 2014).

Um grande problema na propriedade rural advém do descaso dos dejetos animais, vegetais e humanos comprometendo a qualidade de vida das populações rurais e urbanas do país, bem como, a sobrevivência da fauna e flora próximas aos mananciais d'águas nas propriedades agricolas (GASPAR, 2003).

Na produção do biofertizante como adubo orgânico torna-se necessário que este resíduo seja de pobre capacidade poluidora e as criações de aves, porcos, equinos, gados seja uma maneira viável em minimizar essa poluição e, dessa forma mitigar consideravelmente tal problemática ambiental (GASPAR, 2003).

No Brasil os problemas decorrentes de questões ecológicas, surgiram das bruscas mudanças climáticas ocorridas nas últimas décadas ocasionadas por diversos fatores, dentre eles: emissão de gases poluentes na atmosfera, responsável pelo efeito estufa; o desmatamento; a queima de combustíveis fósseis – todos provocam um desequilíbrio ambiental na biodiversidade dos ecossistemas do planeta (FERREIRA; FERNANDES, 2011).

Considerada as energias renováveis uma fonte inesgotável, reduz em 38% o terceiro desperdício da energia consumida atualmente podendo ser produzidas por vários meios naturais, como o sol, com painéis solares que transforma raios solares em energias elétricas ou térmicas; o vento por meio de turbinas e moinhos; as águas pela ação da força cinética e turbina hidráulica e também, pelos resíduos vegetais e animais, pelo uso dos biodigestores (FERREIRA; FERNANDES, 2011).

Na constituição de sua composição o biogás que é uma mistura gasosa, obtido pela degradação da matéria orgânica, possui de 55 a 70% de metano (CH4) e 30 a 45% de dióxido de carbono (CO2) com resquícios de outros gases (PEREIRA, 2015).

O metano (gás pântano) é 20% mais leve que o ar, e, sendo incolor, inodoro (KIZILASLAN; KIZILASLAN 2007; TABATABAEI et al., 2010), queima com chama azul clara, parecido com o gás liquefeito de petróleo (KIZILASLAN; KIZILASLAN, 2007).

Para efeito de construção consideram-se três modelos de biodigestores mais conhecidos: o Indiano; o Chinês e o Canadense.

O modelo do biodigestor Indiano possui uma alimentação de biomassa cujo processo é considerado contínuo com uma produção de gás constante sobre a massa em digestão (EMBRATER, 1981). A caracterização neste tipo de reator anaeróbio deve-se em possuir uma campânula como gasômetro. Esta campânula pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. A função desta parede é definir a circulação do substrato de cada carga diária no interior do biodisgestor, bem como, garantir que a retirada dessa carga seja num período sempre igual (BENINCASA, 1991). Na maioria das vezes esses reatores são classificados como vertical e horizontal, e isto, entretanto, está relacionado a um balanço entre o diâmetro e a profundidade do biodigestor (BENINCASA, 1991).

O modelo acima ao qual se refere é formado basicamente de uma caixa de descarga para diluição dos dejetos que serão conduzidos para o interior do biodigestor através de um tubo de carga. A biomassa sofre fermentação anaeróbia na câmara de biodigestão com produção do biogás armazenado no gasômetro auxiliado pelo tubo-guia. Tanto o material fermentado sólido e líquido é conduzido para saída direcionado para caixa ou canaleta de descarga pelo tubo de descarga. A saída do biogás se dar por um dispositivo e, é encaminhado para os pontos de consumo (LUCAS JÚNIOR, 2009).

O modelo do reator Chinês segue os mesmos padrões do modelo indiano e sua alimentação também é contínua. Este biodigestor é constituído por uma câmara cilíndrica de alvenaria, na qual ocorre a fermentação e um teto em forma de abóbada, impermeável, para o armazenamento do biogás. Com o aumento da pressão hidráulica no interior deste reator ocorrem automaticamente deslocamentos da biomassa da câmara de fermentação para a caixa de saída e em sentido contrário quando há descompressão (BENINCASA, 1991). Por ser quase que totalmente construído em alvenaria (blocos ou tijolos), dispensando o uso de chapa de aço, consegue-se obter reduções de custos, mas em consequência podem ocorrer problemas de vazamento do biogás caso o reator não esteja hermeticamente fechado e impermeabilizado. A atmosfera absorve nesse tipo de biodigestor uma parte do biogás produzido na caixa de saída, reduzindo em parte a pressão interna do gás. Portanto, não sendo indicado este modelo para instalações de grande porte (PEREIRA, 2015).

O reator Canadense é o terceiro e último modelo de biodigestor e possui um fluxo tubular, no qual tem uma construção simplificada do tipo horizontal com câmara de biodigestão escavada no solo e com gasômetro do tipo inflável feito de material plástico ou similar, muito se utiliza a lona de PVC. É um modelo mais recente e apresenta uma tecnologia bem mais moderna e avançada, porém menos complexas. De acordo com Deublein, Steinhauser (2002), este biodigestor é do tipo horizontal, apresentando uma caixa de carga em alvenaria e com a largura maior que a profundidade, possuindo, portanto, uma área maior de exposição ao sol, o que possibilita grande produção de biogás, evitando o entupimento. Durante a produção quatro de biogás, a campânula do biodigestor infla porque é feita de material plástico maleável (PVC), podendo ser retirada.

Hoje o reator de fluxo tubular além de ser amplamente difundido em propriedades rurais, é a tecnologia mais utilizada dentre as demais, neste tipo de biodigestor, porque o gasômetro recebe o biogás separado, com isso consequentemente permite um maior controle. Apesar de presentar a vantagem em ser de fácil execução construtiva, a sua durabilidade é bem menor devido, na utilização da lona plástica perfurar e deixar escapar gás (LUCAS JÚNIOR, 2009).

Fora esses modelos de reatores, existem aqueles caseiros que vem sendo construído de formas distintas com o tempo o mais comum de se encontrar são os biodigestores feitos com tambor metálico, pois é acessível de ser encontrado, de fácil construção e montagem, garantindo o baixo custo final. Mas se encontram também de caixas d'águas, tambores de plásticos, entre outros. O intuito é sempre projetar biodigestores que possam ser construídos por pessoas de baixo poder aquisitivo, sempre com materiais mais simples.

É por este motivo e, diante de toda problemática gerada em torno de se gerar energia e possibilitar uma destinação adequada dos excrementos (fezes) dos animais que este trabalho teve como objetivo instalação de um biodigestor confeccionado com materiais visando à geração de biogás para uso domiciliar (gás de cozinha) bem como o de biofertilizante.

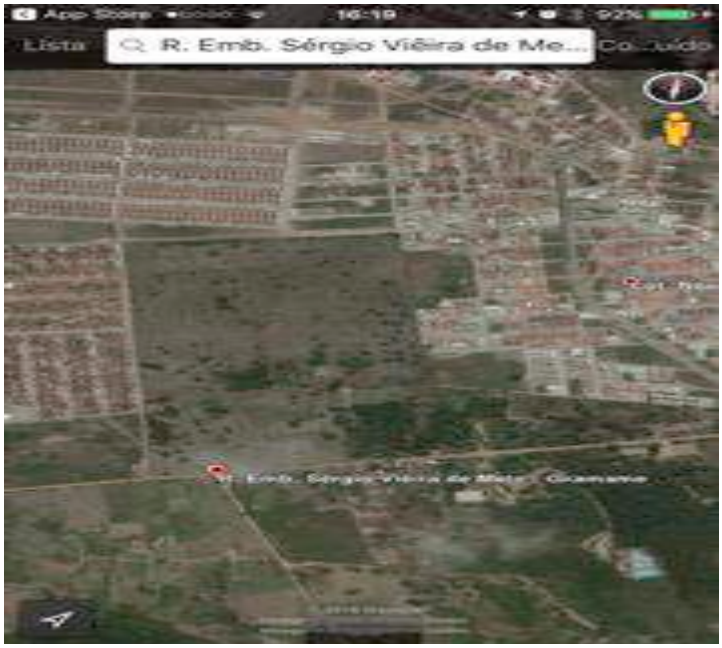
2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do local e quantitativos de dejetos dia gerados na propriedade

Neste trabalho apresentou-se uma análise quantitativa e qualitativa na produção de biogás e biofertilizante produzidos através de um biodigestor na qual sua confecção foi um modelo experimental no sítio Ponta de Gramame, localizado no bairro de Gramame, município de João Pessoa no estado da Paraíba segundo os quatro pontos de coordenadas cartesianas que delimita a área deste sítio na Figura 1.

1º Ponto – 7° 12' 26,4" S e 34° 51' 53,4" W
2º Ponto – 7° 12' 06,3" S e 34° 51' 58,9"W
3º Ponto – 7° 12' 09,4" S e 34° 52' 11,7" W
4° Ponto – 7° 12' 30,9" S e 34° 52' 06,5 W

Figura 1- Mapa do Sítio Ponta do Gramame



Fonte: Google Earth, 2017.

A prioridade foi direcionar dejetos animais bovinos, suínos (Fig. 3), equinos e de aves (galinhas) encontrados no sítio com o propósito na produção de adubo orgânico, bem como a produção de energia gasosa – o biogás (CH_4) por espécies existentes no local que são: 150 (cento e cinquenta aves/galinhas); 10 (dez) animais bovinos; 05 (cinco) animais equinos e 20 (vinte) animais suínos (Fig. 2).

Figura 2 – Pocilga do Sítio Ponta do Gramame.

Fonte: Autores, 2017.

Figura 3 – Contaminação do solo com dejetos suínos espalhados no lamaçal

Fonte: Autores, 2017.

Para ter-se um quantitativo em quilogramas diário de dejetos por espécie animal utilizaram-se segundo Lustosa (2014) os seguintes modelos:

• DAPd = NA . Pd (1)

• DEPd = NE . Pd (2)

• DSPd = NS . Pd (3)

• DBPd = NB . Pd (4)

Onde:

DAPd (dejetos de aves da produção diária);
DEPd (dejetos equinos da produção diária);
DSPd (dejetos suínos da produção diária);
DBPd (dejetos bovinos da produção diária);
NA (número de aves);
NE (número de equinos);
NS (número de suínos);
NB (número de bovinos).
Pd (produção diária esterco)

Segundo as recomendações de Pinto (2000), a partir do volume do esterco diário de RDA (resíduo de dejeto animal) da propriedade, calculou-se o VTD (volume total de dejetos), respeitando-se evidentemente o tipo de espécie animal, possibilitando determinar:

• Média de RDA/Nº de Animais;
• Média de RDA (7dias);
• RDA médio (7dias).

O RDA médio representa o valor médio diário em uma semana de coleta de RDA, que foi utilizado no dimensionamento do Biodigestor.

2.2 Dimensionamento e Caracterização do Biodigestor

No dimensionamento teórico do biodigestor, aplicou-se como base o valor de RDA médio. O Peso Total da Mistura diária que alimentou o Biodigestor (PTMd) foi representado pela soma do RDA médio, do inoculante, do $NaCO_3$ (tamponamento) e do teor de umidade da mistura. Para essa determinação o projeto seguiu as equações utilizadas pelo autor Pinto (2000) onde, apuraram-se os seguintes parâmetros para o cálculo:

• Inoculante (Si) – FI (fator de inoculação) = 0,2
• Tamponamneto - $NaCO_3$ = 0,06 kg/kg de inoculante
• Teor de Umidade (T.U) = 0,8 L/Kg de inoculante

Os valores dos constituintes da mistura foram determinados:

• Inoculante (esterco bovino)

Para o cálculo foi utilizado à equação abaixo:

$$I=STiSTi+STs \quad (5)$$

Onde,

Fi = fator de inoculação;
STi = Massa de inoculante (kg);
STs = Massa total de sólidos (kg).

• ($NaCO_3$ - carbonato de sódio)

Tamponamento = 0,06 kg/kg . STi (6)

Onde,

0,06 (kg/kg) = fator que relaciona o tamponamento com o inoculante;

STi = Inoculante (kg)

• H_2O (água)

H_2O = 0,8 L/kg . STi (7)

Onde,

0,8 L/kg = fator que relaciona o percentual de H_2O com o teor de umidade encontrado nos dejetos bovinos.

STi = Massa de inoculante (kg)

O cálculo do peso total da mistura dos dejetos diários (Fig. 4) (PTMd) foi obtido por:

PTMd = STs + STi + $NaCO_3$ + H_2O (8)

Figura 4 – Dejetos animais (mistura diária).

Fonte: Autores, 2017.

2.2.1 VOLUME TOTAL DO BIODIGESTOR

O cálculo do volume diário ocupado pelos dejetos foi determinado pela equação:

VD= PTMd/ρa (9)

Onde,

VD = Volume diário;

PTMd = Massa total dos dejetos diário (kg)

ρa = densidade da água.

2.2.2 TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICA – TDH

Para a determinação do tempo de detenção hidráulica e a eficiência do biodigestor, seguiram-se as recomendações de Barcelos (2009).

2.2.3 DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES PARA OS REATORES (TANQUES) 1 E 2 (ESTÁGIOS 1 E 2).

O período de 4 dias de alimentação para produção do volume do biogás nos respectivos reatores 1 e 2 terão um volume adicional destinado ao ocupado pelos outros gases produzidos nesses reatores.
Para isto será utilizada a equação:

$$Vt = (VD.\ Td)\ .\ Pva \quad (10)$$

Onde,

Vt = Volume total do reator (m^3);
VD = Volume diário (m^3);
Td = Tempo de detenção hidráulica;
Pva= Percentual para o volume adicional do reator.

2.2.4 DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES PARA O REATOR 3 (ESTÁGIOS 3)

O gás metano será efetivamente produzido no reator 3 (tanque), respeitando-se para isso a temperatura para a digestão das bactérias metanogênicas, termofílicas. O tempo de detenção hidráulica para este reator será de quatro dias e, o cálculo respectivo será o mesmo adotado nos reatores 1 e 2.

2.3 Produção do gás Metano

Para se determinar a quantidade do volume total do metano (CH_4) por mês em m^3, foi seguida as recomendações propostas por Ferrat (2010). Por ocasião utilizou-se a seguinte equação:
$VtCH_4$ = nº de dias . nº de animais . Produção diária. Produção de CH_4 (11)

2.4 Biofertilizante

Para a geração de biofertilizantes o percentual fica entre 4 a 9%. Adotou-se 8%, ficando determinado dessa forma o quantitativo de massa degradada (adubo orgânico) e, para isso fez-se uso do Peso Total da Mistura Diária (PTMd) e, realizou-se o seguinte modelo matemático:
Biof. = PTMd . 8% (12).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para destinação adequada da grande quantidade de dejetos animais produzidos diariamente tomou-se como base as médias de dejetos por animais proposto de Barrera (1993), Tabela 1.

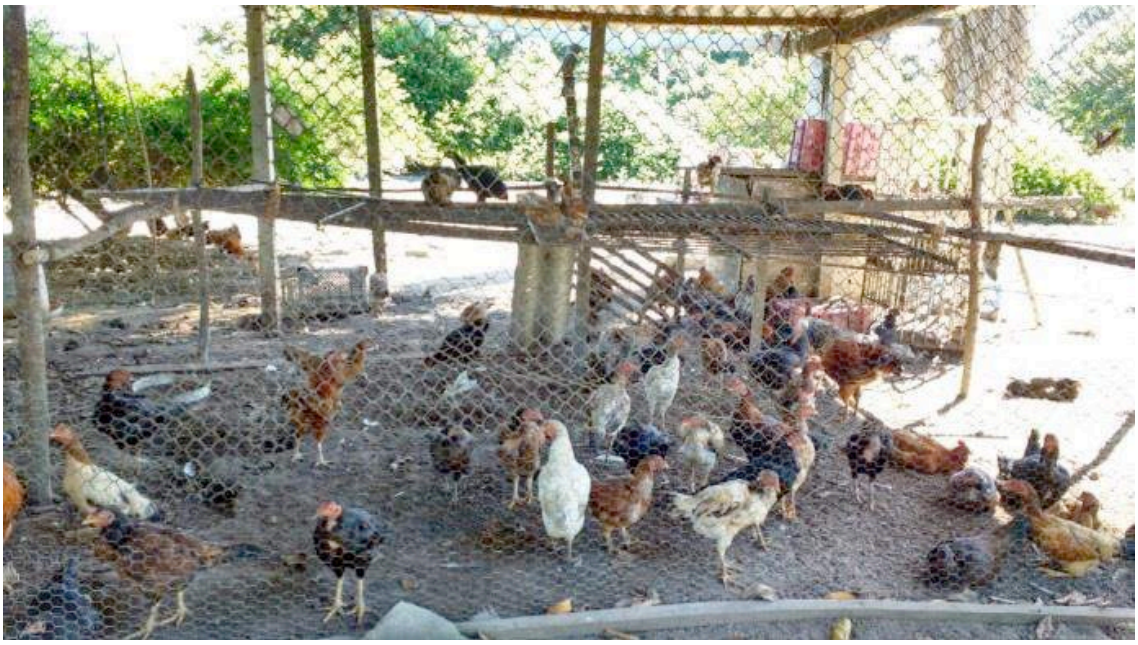
Tabela 1 – Média de Produção de dejetos por diferentes espécies de animais.

Dejetos	Produção Diária
Aves	0,18 Kg/galinha
Equinos	10 Kg/animal
Bovinos	10 Kg/animal
Suínos	2,25 Kg/animal

(25 a 100 Kg)

Fonte: Adaptado de Barrera, 1993.

Figura 5 – Galinheiro do Sítio Ponta do Gramame



Fonte: Autores, 2017.

Por ocasião da produção diária de dejetos na propriedade obtiveram-se os seguintes valores por espécie: Estercos das aves (Fig. 5):

$$DAPd = NA \cdot Pd \ (1)$$

$$DAPd = 150 \cdot 0{,}18 = 27 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}.$$

Estercos dos Equinos:

$$DEPd = NE \cdot Pd \ (2)$$

$$DEPd = 05 \cdot 10 = 50 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Estercos suínos:

$$DSPd = NS \cdot Pd \ (3)$$

$$DSPd = 20 \cdot 2{,}25 = 45 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Estercos suínos;

$$DBPd = NB \cdot Pd \ (4)$$

$$DBPd = 10 \cdot 10 = 100 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$$

O volume total de dejetos (VTD) produzidos diariamente no sítio Ponta do Gramame foi:

$$VTD = \Sigma \ (DAPd+DEPd+DSPd+DBPd)$$

$$VTD = 27 + 10 + 45 + 100 = 222 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}.$$

Conforme pode ser observado ficou constatado o grande volume de dejetos na propriedade Sítio Ponta do Gramame e, um alto teor de resíduos sólidos poluidores do ambiente desta propriedade, bem como, um desperdício de matéria prima potencial para geração de fonte de energia gasosa (CH_4).

Para a realização do modelo matemático necessário para obtenção do peso total da mistura de dejetos, foi necessário ser calculado o resíduo médio de dejetos dos animais:

RDA médio = 222 Kg . dia-1/185 animais.

RDA médio = 1,20 Kg por animais.

Para um RDA médio = 222 Kg de massa diária e com os parâmetros anteriormente citados foi obtido os seguintes valores dos elementos constituintes dessa mistura.

• Inoculante(esterco bovino)

(Si) = 222 . 0,2/0,8 = 55,50Kg

FI=55,555,5+222 = 0,2 (5)

(6)

• Tamponamento = 0,06 Kg/Kg .55,50

Tamponamento = 3,33 Kg/Kg

(7)

• H_2O (água)

H_2O = 0,8 L/kg . 55,50 Kg

H_2O = 44,40 L

O cálculo do Peso Total da Mistura (PTMd) foi feito seguindo a fórmula (8) dada anteriormente:

(8)

PTMd = STs + STi + $NaCO_3$ + H_2O

PTMd = 122 + 55,50 + 3,33 + 44,40

PTMd = 225,23 Kg . dia^{-1}

Com base nos resultados PTMd foi calculado o volume de dejetos diário ocupado pela mistura em cada m³, seguindo a expressão matemática:

Considera-se a densidade da água como sendo 1 g/mL.

VD = PTMd/ρa (9)

VD = 225,23 Kg . dia^{-1}/1000 Kg / m³

VD = 0,225 m³. dia^{-1}

VD = 225 L . dia^{-1}

O resultado obtido aponta um volume diário de 225 litros de dejetos sem a adição do inoculante bovino, 100 Kg que constitui aproximadamente um total de 325 litros diário de matéria prima para produção de CH_4 e biofertilizante.

Segundo Barcelos (2009), o tempo de detenção hidráulico do esterco bovino equivale a quatro dias (inoculante natural), favorecendo uma eficiência para produção de CH_4 que pode chegar a 68% (Fig. 6). Logo, a utilização do inoculante esterco bovino na modelagem descrita tende favorecer arranque de 43% de eficiência do reator nas fases iniciais de operação, tendo como base as referências disponibilizadas pelo referido autor.

Figura 6- Biodigestor.

Fonte: Google imagens, 2017.

Figura 7- Dejetos bovinos (inoculante).

Fonte: Autores, 2017.

A capacidade volumétrica de acondicionar o gás metano (Fig. 7) produzido dentro dos reatores (tanques) 1, 2 e 3, respectivamente obedece a seguinte equação:

$$Vt= (VD. Td) . Pva \quad (10)$$

$$Vt= (0,325 . 4) . 0,325$$

$$Vt= 0,423 \ m^3$$

Logo, sua capacidade é aproximadamente nos reatores 1, 2 e 3 igual a 0,4 m^3.

Este volume de 0,4 m3 equivale a um reator com capacidade de 4.000 litros, com dimensões de uma caixa d'água, Figura 8:

Figura 8- Caixa d'água

Fonte: Adaptada Google, 2017.

O sistema de construção de biodisgestor, Figuras 9 e 10 respeitando respectivamente aos três reatores acima dimensionados.

Figura 9 – Sistema dos reatores em construção.

Fonte: Google imagens, 2017.

Figura 10 – Sistema dos reatores construído.

Fonte: Google imagens, 2017.

Conforme as citações apresentadas por Farret (2010) é possível formular os valores em metros cúbicos do montante específico de cada espécie animal existente no sítio Ponta do Gramame a partir da equação (11):

$$VtCH_4 = \text{nº de dias} \,.\, \text{nº de animais} \,.\, \text{Produção diária} \,.\, \text{Produção de } CH_4$$

No esterco de aves obteve-se o seguinte volume:

$$VtavCH_4 = 30 \,.\, 150 \,.\, 0.09 \text{ Kg} \,.\, 0{,}0049 \text{ m3} \,.\, \text{Kg}^{-1}$$

$$VtavCH_4 = 1{,}98 \text{ m}^3 .\, \text{mês}^{-1};$$

No esterco equino obteve-se o seguinte volume:

$$VteqCH_4 = 30 \,.\, 5 \,.\, 10 \text{ Kg} \,.\, 0{,}036 \text{ m3} \,.\, \text{Kg}^{-1}$$

$$VteqCH_4 = 54{,}00 \text{ m}^3 .\, \text{mês}^{-1};$$

No esterco bovino obteve-se o seguinte volume:

$$VtbovCH_4 = 30 \,.\, 10 \,.\, 10 \text{ Kg} \,.\, 0{,}4 \text{ m}^3 \,.\, \text{Kg}^{-1}$$

$$VtbovCH_4 = 1.200{,}00 \text{ m}^3 .\, \text{mês}^{-1};$$

No esterco suíno obteve-se o seguinte volume:

$$VtsuiCH_4 = 30 \,.\, 20 \,.\, 2{,}25 \text{ Kg} \,.\, 0{,}14 \text{ m}^3 \,.\, \text{Kg}^{-1}$$

$$VtsuiCH_4 = 189{,}00 \text{ m}^3 .\, \text{mês}^{-1};$$

Figura 11 – Fossa séptica de dejetos animais

Fonte: Autores, 2017.

Para saber o volume total de CH_4 dos dejetos animais da propriedade, realiza-se o somatório os valores totais de CH_4 dos dejetos em cada espécie de animal obedecendo a seguinte equação:

$$\Sigma\ VtCH_4 = VtavCH_4 + VteqCH_4 + VtbovCH_4 + VtsuiCH_4$$

$$\Sigma\ VtCH_4 = 1{,}98 + 54{,}00 + 1.200{,}00 + 189{,}00$$

$$\Sigma\ VtCH_4 = 1.444{,}98\ m^3.\ mês^{-1}$$

$$\Sigma\ VtCH_4 = 1.445{,}00\ m^3.\ mês^{-1}$$

Segundo Macedo (2008), 1 MWh (=1000KWh) equivalem a 94,962 metros cúbicos de CH_4, assim cada kWh vale 94,962/1000 = 0,094962 metros cúbicos de CH_4, ou seja, 1 metro cúbico de CH_4 é igual 1000 / 94,962 = 10,5305 kWh (MACEDO, 2008).

Por isto, o consumo de CH_4 mensal proveniente da produção por dejetos animais (Fig. 11) da propriedade rural Sítio Ponta do Gramame gerou um total de 1.445,00 m^3. $mês^{-1}$.

Assim, para calcular a energia produzida mensalmente faz-se uma regra de três simples:

$$1\ m^3 _____ 10{,}5305\ KWh$$

$$1445\ m^3 _____ X\ KWh$$

Logo, XKWh = 15.216,57 KWh . $mês^{-1}$ encontrado é aproximadamente igual a 15.217,00 KWh.

E essa produção de energia gasosa (CH_4) de 1.445,00 m^3. $mês^{-1}$ gerou mensalmente 15.217,00 kWh de energia, produção esta que contribui nos custos de consumo de energia nesta propriedade, além de também minimizar problemas ambientais no sítio.

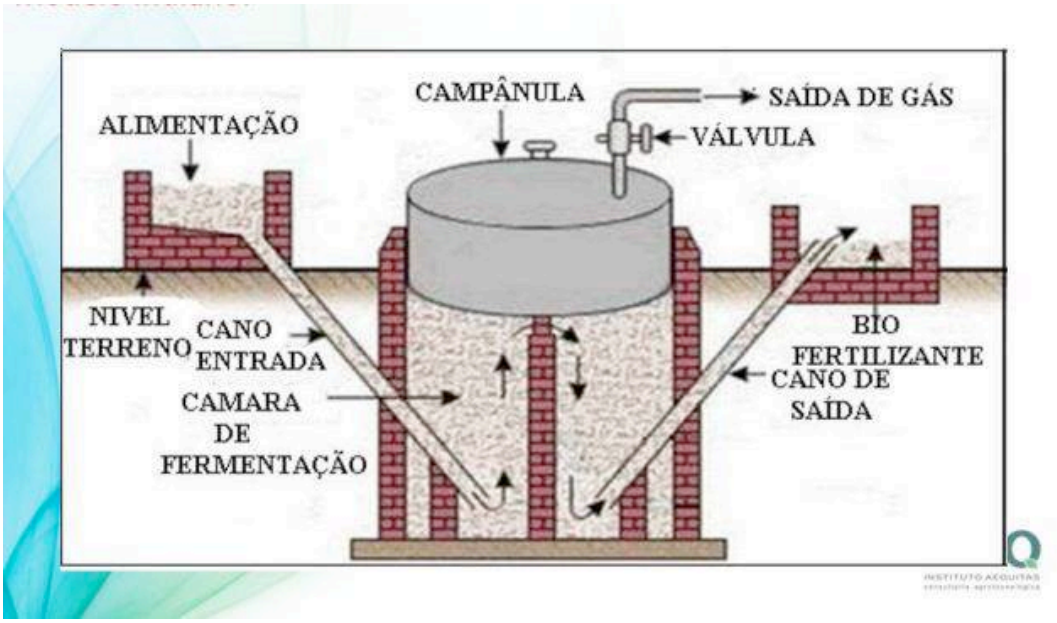
Conforme se contatou em média, uma residência familiar com apenas uma sala, cozinha, dois quartos, área de serviço e um banheiro consomem aproximadamente 100 a 150 kWh $mês^{-1}$. Nestas condições de moradia um consumo médio de energia elétrica é de 150 kWh, a produção de biogás, considerada acima, poderia suprir um total de aproximadamente 101 casas por mês.

O uso de biodigestores produz energia limpa e renovável, o que garante uma tecnologia benéfica, econômica e socioambiental sustentável.

Assim, torna-se indispensável o uso correto na distribuição do gás metano (CH_4), para que os efeitos na redução dos gastos de despesa na propriedade rural sejam satisfatórios.

Outro fator importante é a produção do biofertilizante que da biomassa inicial, 65% corresponde à produção do biogás, 35% a produção de outros gases e biofertilizantes (Fig. 13 e 14)

Figura 13- Modelo de Biodigestor Indiano



Fonte: Google, 2017.
Figura 14- Biofertilizante

Fonte: Google, 2017.

Como resultado da produção de biofertilizante chegou-se ao seguinte

$$Biof. = PTMd \cdot 8\%$$

$$Biof. = 225{,}23\ Kg \cdot dia^{-1} \cdot 0{,}08$$

$$Biof. = 18{,}02\ Kg \cdot dia^{-1}.$$

4 CONCLUSÃO

Avaliando os resultados obtidos na produção de biogás através dos modelos matemáticos utilizados, foi possível identificar a importância de se construir um biodigestor no Sítio Ponta do Gramame.

A propriedade rural possui uma enorme quantidade de biomassa gerada proveniente dos dejetos de seus animais e atualmente essa matéria prima não tem uma destinação correta, podendo acarretar para o meio ambiente um alto índice de degradação e à população vários problemas de saúde pública, bem como, contribuir de forma efetiva para a sustentabilidade daquele ecossistema.

Considerando que o trabalho apresentado não propõe a construção de um determinado tipo específico de reator, mas exemplifica de forma clara e precisa a necessidade desse equipamento funcionar de forma contínua para a produção do gás metano (CH_4), e consequentemente gere uma boa massa degradada a fim de ser utilizada nas plantações do sítio como biofertilizante, podendo pelo seu potencial econômico ser comercializado.

Assim, além de proporcionar uma renda extra para a propriedade, contribui diretamente com os gastos na manutenção do sistema, e também desta propriedade rural.

Concluímos que o ganho econômico e ambiental para a propriedade é indiscutível, devido ao percentual energético na qualidade do biogás produzido mensalmente.

Portanto o objetivo deste trabalho foi alcançado porque através da modelagem matemática empregada à produção do gás metano (CH4 – biogás), contribuiu satisfatoriamente na produção energética como fonte alternativa no uso dessa biomassa (dejetos animais) como também, propiciou a esta matéria prima final

(biofertilizante) um destino adequado ambientalmente correto e sustentável, economicamente viável e socialmente justo.

Para melhor aproveitamento da biomassa (dejetos animais) sem perdas, seja construído uma fossa séptica maior que a existente atualmente;

O local de criação dos animais seja mantido o mais higienizado possivel, evitando além de perdas de matéria prima, a contaminação do solo pela exposição irregular das fezes;

A produção da energia do biogás seja utilizada para alimentar os botijões de gás das cozinhas das casas do sítio, bem como, para geração de energia para aquecer o aviário, o funcionamento mecânico dos equipamentos da propriedade;

Escolher dentre os modelos de biodigestores existentes, aquele que mais se adeque ao Sítio Ponta do Gramame, para que seja construído dentro dos padões adotados priorizando o aquele mais eficiente e econômico;

Reduzir os indices de poluição na propriedade, e contribua sistematicamente como modelo pioneiro na região.

REFERÊNCIAS

ARGONESE, A.R. Eficiência energética de Sistema de produção de suinos com tratamento dos residuos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – AGRIAMBI.** Campina Grande, PB., DEAg / UFCG, **2006**.

ASSIS, S. M. de. Produção de biofertilizaqnte, adubo orgânico e biogás para agricultura familiar. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Artigo Científico UFCG/PB, **2014**.

BARCELOS, B. R. de, Avaliação de diferentes inóculos na digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos orgânicos. Brasília DF., fevereiro **2009**.

BENINCASA, M.; ORTOLANI, A.F.; LUCAS JUNIOR, J. **Biodigestores convencionais.** Jaboticabal, FUNEP, **1991**. 25p.

COLBEDELLA, A. **Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia eletrica e irrigação em propriedades rurais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel – PR, **2006**.

DEGANUTTI, Roberto. PALHACI, Maria do Carmo Plácido Palhaci. ROSSI, Marco. TAVARES, Roberto. SANTOS Claudemilson dos. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., **2002**, Campinas. Disponívelem:http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC00000 00022002000100031&lng=en& nrm=abn>. Acesso em: 08 mar. 2013.

EMBRATER. **Manual Técnico:** construção e operação de um biodigestor modelo Indiano, Chinês e Canadense, **1981**.

FARRET, Felix A. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica.** 2ª edição. Santa Maria - RS. Editora UFSM, **2010**.

FERREIRA, C.M.; FERNANDES, C.B. **Biodigestor para o gás do lixo orgânico.** Artigo de Graduação – Belo Horizonte/MG, **2011**. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exacta/. Acesso em: 27 Mai. 2017.

FRAZÃO, A. M.. **Produção de biogás em biodigestores suinícolas com aplicação de kòpros®bio**. Goiás Brasil, **2011**.

GASPAR, R. M. B. L.. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor:** um estudo de caso na região Toledo – PR.. Dissertação de Mestrado e no Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção, **2003**.

KIZILASLAN, N.; KIZILASLAN, H., Turkey's biogas energy potencial: part B. **Energy Sources,** New York, v.2, n.3, p.277 – 286, **2007**.

LUCAS JÚNIOR, J.; SOUZA, C. de F. Construção e operação de biodigestores. Viçosa-MG, CTP, **2009**.
LUSTOSA, G. N., Proposta de um biodigestor anaeróbio modificado para produção de biogás e biofertilizante a partir de resíduos sólidos e orgânicos. Brasília DF, dezembro **2014**.

MACEDO, M. J. M. Erros de números (**2008**). Disponível em: Acesso em: 24 fev. 2013. **13**

MONTORO S. B. A. Análise econômica de investimentos que visam a produção de biogás e biofertilizante por meio de biodigestão anaeróbia na bovinocultura de corte. **Pesquisa do XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENERGEP.** Bento Gonçalves – RS, 2012.

NOGUEIRA, R.G.S.. Caracterização qualitativa e potencial de produção de metano do biogás de dejetos de bovinos confinados em biodigestores. **III Simpósio de Sustentabilidade & Ciência Animal**, 2006.

PEREIRA, M.S.. Energias Renováveis: biogás e energia elétrica provenientes de residuos de suinocultura e bovinocultura na UFSM. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 2015.

PERMÍNIO, G.B., **Viabilidade do uso de biodigestor como tratamento de efluentes domésticos descentralizados.**Monografia da Universidade Federal de Lavras para Obtenção do Título de Especialista e Pós - Graduação em Latu Sensu em Formas Alternativas de Energia, 2013.

PINTO, D. M. C. L. .**Avaliação da partida da digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domésticos inoculados com percolado.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2000. 175 p.

RIZZONI, L.B. et al..**Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos.** 2012.

SOUZA, C.de F.. Avaliação do tempo de retenção hidráulica, agiatação e temperatura em biodigestores operando com dejetos suínos. **Revista Brasileira Agroecologia**. v.2,n.1, fev. 2007.

TABETABEI, M. et al. Importance of the methanogenic archaea populations in anaerobic wastewater treatments. **Process Biochernistry, Oxford**. v.45, n.8 p. 1214 – 1225, 2010.

Riscos naturais e antrópicos da falésia ativa na praia de Carapibus, município de Conde, litoral sul da Paraíba

Cláudia Valéria de Araújo Pereira[1], Williams da Silva Guimarães de Lima[2], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[3]
[1]E-mail: clauvaleria09@gmail.com, [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: williams.guimaraes@hotmail.com, [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: marcoaureliorodriguesdemelo @gmail.com

RESUMO

O litoral sul do município de Conde da Paraíba é caracterizado pela presença de um conjunto singular de falésias formadas por feições abruptas, com declividades muito acentuadas e de alturas variáveis. A constituição geológica dessas falésias é de materiais da Formação Barreiras, são altamente suscetíveis à erosão por processos marinhos ou eólicos. Esses processos provocam desmoronamentos e formação de sedimentos em bloco na faixa de praia, principalmente durante períodos chuvosos. O presente trabalho teve por objetivo analisar essas feições especificamente na praia de Carapibus, litoral sul do estado da Paraíba. Para a realização desta pesquisa utilizou-se uma abordagem sistêmica através da revisão da literatura e buscou documentar a probabilidade de ocorrência de riscos naturais e antrópicos através de fotografias digitais. Destaca-se que a ação climática, oceanográfica e antrópica são consideradas como um dos principais agentes modeladores da paisagem, causando alterações na dinâmica local e na feição morfológica. A área de estudo apresenta ocupações desordenadas em bordas de falésias. Evidencia-se assim, a necessidade de maior planejamento e zoneamento urbano, políticas públicas mais eficazes, voltadas à preservação das áreas costeiras e conscientização por parte dos usuários.

Palavras-chave: Falésia, Formação Barreiras, Praia de Carapibus.

ABSTRACT

The south coast of Paraiba Conde municipality is characterized by the presence of a unique set of cliffs formed by sharp features, with very steep slopes and variable heights. The geological formation of these cliffs is the Barreiras Formation materials, are highly susceptible to erosion by wind or marine processes. These processes lead to landslides and training block in sediments on the beach strip, especially during rainy periods. This study aimed to analyze these features specifically in the beach Carapibus, southern coast of the state of Paraíba. For this research we used a systems approach through literature review and sought to document the possible natural and man-made risks through digital photographs. It is noteworthy that climate action, oceanographic and anthropogenic are considered as a major modeling agents of the landscape, causing changes in local dynamics and morphological feature. The study area presents disorderly occupation of cliffs edges. It is evident therefore, the need for greater planning and zoning, more effective public policies aimed at preserving the coastal areas and awareness by users, as these areas are vulnerable to any natural and man change.

Keywords: Cliff, training Barriers, Carapibus beach

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o estudo voltado para os ambientes costeiros tem evoluído por se tratar de áreas atrativas no ponto de vista turístico, cultural, étnico, histórico, patrimônio natural, paisagístico, pesca, lazer, clima favorável, comércio e especulação imobiliárias. Boa parte da população mundial habita áreas com estas características muitas vezes de maneira desordenada. Os ecossistemas típicos nesta área são: praias, maceiós, falésias, piscinas naturais, recifes de corais, restingas e estuário. Contudo é um ambiente frágil, que pode ser sensivelmente perturbado. Exemplo disso é o adensamento urbano ocasionado por forte especulação imobiliária gerando neste espaço, conflitos socioambientais.

Em se tratando de uso e ocupação do solo, as planícies litorâneas são um dos ecossistemas mais frágeis conhecidos, que, no entanto, apresentam o maior índice de urbanização e adensamento urbano em todo o mundo (MOURA, 2012). De acordo a UNESCO (1997), 2/3 da população mundial vive, atualmente, a menos de 50 km do mar. De toda a forma, a atenção com o mar e com as áreas litorâneas, em todo o mundo, tem sido ressaltada. O efeito das mudanças climáticas, devido ao aquecimento global, afeta principalmente a zona costeira de todos os países (GRANZIERA E GONÇALVES, 2012).

Segundo Prost (2010), este local aparece como uma área específica, por se tratar da interface entre continentes e mares ou oceanos. É uma área com uma faixa complexa, dinâmica, mutável e, sensível às variações do nível do mar, a ação do vento e às precipitações pluviométricas. A atuação das ações mecânicas das ondas, das correntes e das marés são fatores modeladores, resultando formas de erosão ou deposição. (ABRANTES, 2012)

Andrade (2008), afirma que independente da interferência da sociedade, é importante considerar a dinâmica natural impulsionada pelas ações dos agentes de transporte, erosão e deposição, que modelam o relevo, construindo-o ou destruindo-o.

No que concerne ao processo erosivo, este pode ser resultado da combinação de várias causas, de origem humana e natural (OLIVEIRA, 2006). Segundo Targino & Chaves (2003), a região costeira é um dos mais diversos ambientes que mais sofre transformações, envolvendo um grande número de problemas, sendo eles ambientais, socioeconômicos e geomorfológicos.

Os processos de uso e ocupação das áreas costeiras são impulsionados pela urbanização ou pelo desenvolvimento turístico, são responsáveis por uma série modificações significativas e muitas vezes de caráter irreversíveis neste ambiente (AQUINO, MOTA E PITOMBEIRA, 2003).

A fixação de empreendimentos nas bordas de falésias altera a topografia da região, o desmatamento acelera o processo de erosão pluvial, e interfere na trajetória do recuo natural da linha de costa (SCUDELARI & FREIRE, 2005).

As intervenções antrópicas aumentam a incidência de desmoronamentos e de escorregamentos, principalmente em períodos com precipitações pluviométricas intensas e prolongadas (TOMINANGA, SANTORO E AMARAL, 2009). Quando se trata de construções em bordas de falésias sedimentares, observa-se um aumento no risco de destruição de tais empreendimentos devido ao processo de recuo.

O turismo, grande responsável por alterações na maioria regiões litorâneas, desenvolveu-se de forma rápida e desordenada causando impactos ambientais, advindos da utilização de áreas frágeis, sem respeitar limitações impostas pelas autoridades (SCUDELARI & FREIRE, 2005).

As especulações imobiliárias comprometem a zona costeira causando sérios danos a essa paisagem tão diversificada de ecossistemas e, que levou milhões de anos para se formar.

Antes de se colocar em prática um projeto, seja ele público ou privado, se faz necessário conhecer mais a respeito do local onde tal projeto será implementado, apontando o que cada área possui de ambiente natural (atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera) e ambiente social (infraestrutura material constituída pelo homem e sistemas sociais criados) (KRAEMER, 2004).

Entretanto, de acordo com Kalandi, Pilo e Farrenberg (2003), a degradação ambiental ocasionada pela destruição da vegetação e construção de edificações pode intervir no processo de transporte sedimentar e seu consequentemente desequilíbrio.

O equilíbrio de uma praia depende da relação entre o aporte de sedimentos e a capacidade de transporte litorâneo. Se uma quantidade de areia maior que aquela que pode ser transportada pelas ondas é levada até a costa, a praia tenderá a acumular areia (por exemplo, nas proximidades de desembocaduras de rios). Se o aporte de sedimentos for menor, a praia será erodida.

É importante salientar que qualquer ocupação que venha a interromper o fluxo natural de sedimentos ou, que afete o balanço sedimentar costeiro, deve ser inibida ou realizada de acordo com as implicações legais (ARANHA et al., 2013).

Devido à interdependência existente entre os elementos que compõem a planície litorânea e que causam intervenções sociais não planejadas, irão certamente afetar todo o conjunto de unidades e modificar os fluxos de matéria e energia (LANDIM NETO, RABELO E SILVA, 2010). Desta forma, a definição e delimitação do potencial de suporte, áreas de riscos e vulnerabilidades das unidades ambientais, representa uma importante ferramenta de gestão e planejamento [...] (MEIRELES, 2008).

Em escala mundial, alguns autores estimam que cerca de 70% das linhas de costa do mundo passam por processos erosivos. Isto tem despertado a atenção aos estudiosos em todo o mundo para este fato, a compreensão de suas causas e o que fazer para reduzir os prejuízos materiais decorrentes do mesmo. Para Langa (2003), erosão costeira é um problema grave e concorrente, para a maior parte dos países costeiros, independente da sua localização geográfica, da sua dimensão ou do seu nível de desenvolvimento sócio – econômico. "[...] sob as atuais condições de evolução, as zonas costeiras das próximas décadas serão consideravelmente alteradas (inclusive por obras humanas de oposição as adaptações naturais imprescindíveis) justificando a abordagem integrada da caracterização ambiental costeira" (RIBEIRO, 2001).

O presente estudo realizado no litoral sul Paraibano, no município de Conde, mais especificamente na praia de Carapibus, objetiva analisar os riscos naturais e antrópicos que comprometem não somente a qualidade ambiental desta área, mas também a integridade física dos usuários.

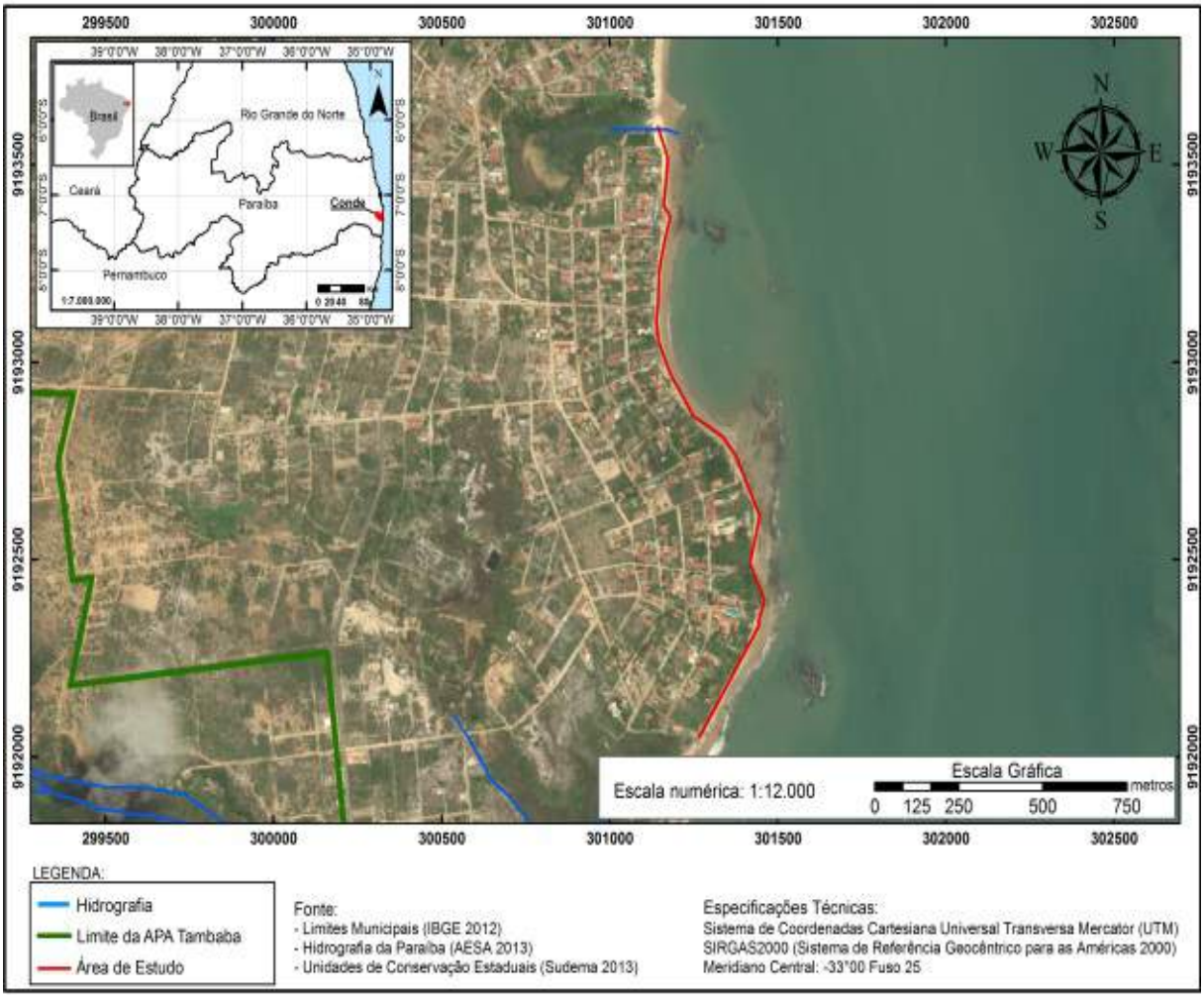
2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Conde limita-se fisicamente com os municípios de João Pessoa, ao Norte, Alhandra e Pitimbu, ao Sul, Santa Rita, a Oeste e com o Oceano Atlântico a Leste, localizado nas coordenadas UTM 9.196.283,723N e 296.912,496E.

A área estudada no presente trabalho está situada no município de Conde, no litoral sul do Estado da Paraíba, região metropolitana de João Pessoa. Trata-se das falésias ativas da praia de Carapibus delimitadas num trecho único com linha de costa de 1,59Km (Fig.1).

Figura 1 – Mapa de área de estudo – Trecho – único - Falésia da praia de Carapibus delimitadas após o Maceió.



Fonte: Santos (2015).

2.2 Caracterização geral da área de estudo

O litoral sul do município de Conde da Paraíba é caracterizado pela presença de um conjunto singular de falésias formadas por feições abruptas, com declividades muito acentuadas e de alturas variáveis.

A praia de Carapibus compreende áreas de orla aberta, falésias, macéios, manguezais, mata atlântica e recife de arenitos, formando "piscinas naturais" durante as marés baixa e morta. Na alta temporada recebe muitos turistas que preferem a tranquilidade do lugar. Esta área encontra-se submetida à intensa especulação imobiliária, as atividades turísticas e o comércio. A maioria das pousadas do litoral sul paraibano se concentra nesta região.

2.3 Etapas metodológicas

Para concretizar este trabalho adotou-se a pesquisa técnica. Realizou-se levantamento detalhado e criterioso de bibliografia sobre a temática proposta e também sobre a área de estudo. A pesquisa direcionou-se a artigos científicos, teses, dissertação de mestrado e doutorado, livros e legislações ambientais.

Utilizaram-se fotografias digitais, que foram tiradas no topo da falésia e também na faixa de praia como forma de documentar os possíveis riscos naturais e antrópicos.

Imagens de satélite também foram ferramentas importantes na visualização da área de estudo e possibilitando melhor identificação da linha de costa

Para a mensuração da altura da falésia, utilizou-se uma trena fechada com fita de fibra de vidro com 30 metros da marca Disma

Realizou-se visita técnica para verificação e levantamento dos problemas ambientais, dos riscos a integridade física dos usuários e também o grau de urbanização e até onde vai à intervenção antrópica nesta área.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado deste estudo, procurou-se enfatizar os problemas ambientais mais significativos na falésia da praia de Carapibus (Fig.2).

Figura 2 – Falésias Ativas suscetíveis à erosão

Fonte: Autor (2015).

Observou-se que desmoronamentos e deslizamentos, apesar de poderem ser desencadeados pelo dinamismo natural, característico destes ambientes, tem uma incidência agravada pela ocupação e uso inapropriado da área, ou seja, ocupação inadequada dos humanos. Partindo desse pressuposto este estudo baseou-se na constante e forte alteração deste ambiente por fatores naturais e antrópicos. Por sua vez, identificaram-se estes fatores, como sendo: a ação dos ventos, das chuvas e do mar. Assim como, pelas edificações nas bordas das falésias.

3.1 Os efeitos da erosão costeira na praia de Carapibus

Observa-se que a erosão costeira é processo natural que atua modelando a forma paisagística. Mas, o que se ver na praia de Carapibus é um processo acelerado com poder destrutivo nas falésias ativas no tocante a, grande preocupação é que esta aceleração do processo erosivo e sedimentação é consequência da intervenção antrópica. De acordo com Pedrosa (2006), estes processos decorrem da ocupação, apropriação e transformação do espaço, além da utilização e exploração dos recursos naturais. Na borda da falésia, nota-se que as edificações construídas sobre ela estão com suas áreas de lazer, parcialmente, destruídas e podem levar a acidentes humanos, uma vez que, ocorre risco iminente de desmoronamento e deslizamento dessas áreas sobre os usuários da faixa de praia (Fig.3).

Figura 3 – Áreas de laser das edificações sobre as falésias estão sujeitas a risco de desmoronamento

Fonte: Autor (2015).

3.2 Susceptibilidade a erosão

Quanto às características das falésias considerou-se como sendo formadas por composição mineralógica (siltitos, argilitos, arenitos e folhelhos) que forma o grupo Barreira (Silva et al., 2001). Segundo o autor, são altamente suscetíveis à erosão por processos marinhos que provoca desmoronamentos e formação de sedimentos em blocos na faixa de praia, principalmente durante períodos chuvosos. As alturas são aproximadamente de 15 a 20 m conforme medição realizada em um dos trechos da falésia.

Corroborando para melhor explicação Martin et al. (2001, p. 335-336.), descreve detalhadamente:

> Os tabuleiros da Formação Barreiras constituem falésias vivas ao longo da maior parte do litoral, com alturas, em média, de 15 a 30 metros, com diversos vales suspensos. [...] Essa formação apresenta-se na forma de tabuleiros e é dominantemente composta por areias finas a grossas, argilas cinza-avermelhadas, arroxeadas e amareladas e arenitos grossos com matriz de caulinita, pobremente consolidados e selecionados, esbranquiçados, amarelados e avermelhados. Localmente, esses arenitos podem se apresentar consolidados.

De acordo com Assad (2010), essa unidade geológica é constituída de rochas pouco consolidadas, o que a torna susceptíveis à erosão pela ação das ondas (erosão marinha ou abrasão marinha), das chuvas (erosão pluvial) e do vento (erosão eólica). O processo erosivo atua em duas frentes: na base pela ação das ondas e correntes marinhas; e no topo, pela ação das chuvas (intemperismo) que torna-se mais intensa em solos expostos, sem vegetação. Na primeira, o processo de erosão marinha causa desagregação de blocos de rochas. Os blocos rochosos acumulam-se na base da falésia, quando em maré alta fica submerso e muitas vezes são arrastados pela força das ondas e passam pelo processo de degaste por ação química e mecânica. Quando a velocidade e a força das ondas diminuem os blocos rochosos ficam depositados e acumulados (Fig.4). Na segunda, de acordo com Silva et al. (2001, p.4.):

> [...] quando se desenvolve geralmente envolve uma quantidade de solo bem superior. Ele pode ser expresso na forma de ravinas, voçorocas, escoamentos, deslizamentos, tombamentos, quedas ou movimentos complexos. As ravinas e voçorocas desenvolvem-se perpendicularmente à borda das falésias e são decorrentes do escoamento concentrado e da infiltração das águas pluviais. Os

demais tipos de movimentos são gerados a partir de superfícies de instabilização que se originam no interior das falésias.

A erosão da costa rochosa, provocada principalmente pela ação abrasiva do mar, contribui para o recuo da linha de costa e consequentemente diminuição das praias, podendo ocorrer acidentes que lese a vida humana (MACHADO, 2000).

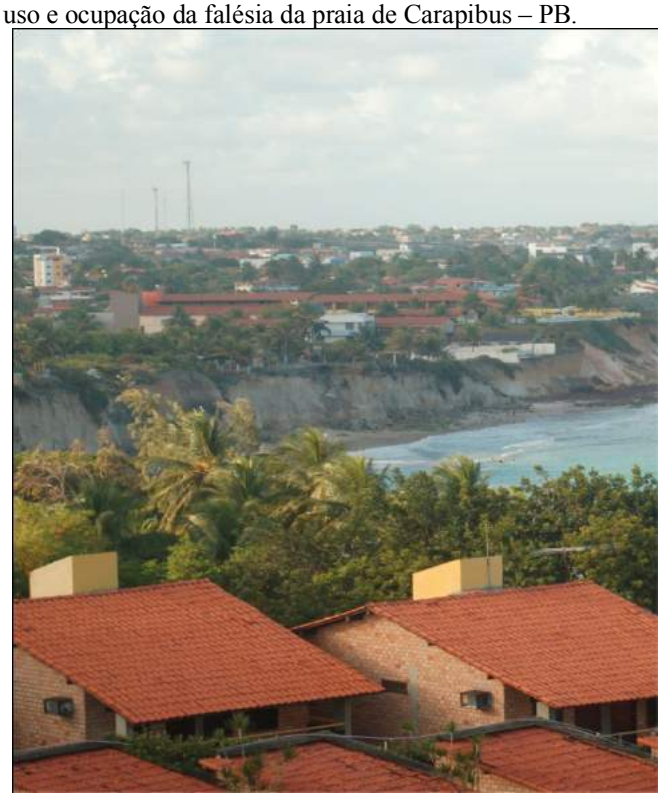
Figura 4 – Desgaste da base da falésia provocado pela força do embate das ondas do mar. (erosão marinha).

Fonte: Autor (2015).

3.3 Uso e ocupação da zona costeira

Percebe-se nos trechos da falésia de Carapibus, um adensamento populacional em atividades econômicas que exercem pressões sobre os ecossistemas (Fig.5).

Figura 5 – Vista de cima do uso e ocupação da falésia da praia de Carapibus – PB.



Fonte: Autor (2015).

Os espaços naturais na zona costeira são modelados pelo homem de forma que atendam as suas necessidades e que o mesmo possa explorar os diversificados ecossistemas deste ambiente tão frágil. Seja a construção de edificações, o lazer, o livre comércio, o turismo, as especulações imobiliárias.

Como consequências das atividades antrópicas, temos um ambiente com suas características intensamente modificadas, que deixa de ser "natural" passa a ser "artificial".

Outra questão na praia de Carapibus é o crescimento das pousadas como se percebe na imagem anterior. A atividade é atraída pela localização privilegiada, pela grande beleza cênica e vista panorâmica para o mar, além de das cores iluminadas das falésias, vegetação e recifes. Entretanto, as construções desses empreendimentos não respeitaram o que alega a resolução nº 303/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que proíbe qualquer tipo de ocupação numa faixa de cem metros, contados da sua borda.

Destaca-se nesse cenário mais especificamente a falta de um disciplinamento da ocupação humana. Deste modo, é possível perceber que há uma necessidade extrema das esferas estaduais e municipais em executar tais ações estabelecidas pela União, intensificando a fiscalização, monitoramento e preservação destes ambientes (VIANA, 2009).

O uso de ocupação das falésias avançam áreas de fragmentos florestais. Esta área protegida é constantemente alterada e motivada pela especulação imobiliária, pois o homem visa apenas seus interesses econômicos, não dando importância aos riscos eminentes e comprometendo a integridade física dos usuários, conforme detectada na (Fig.6).

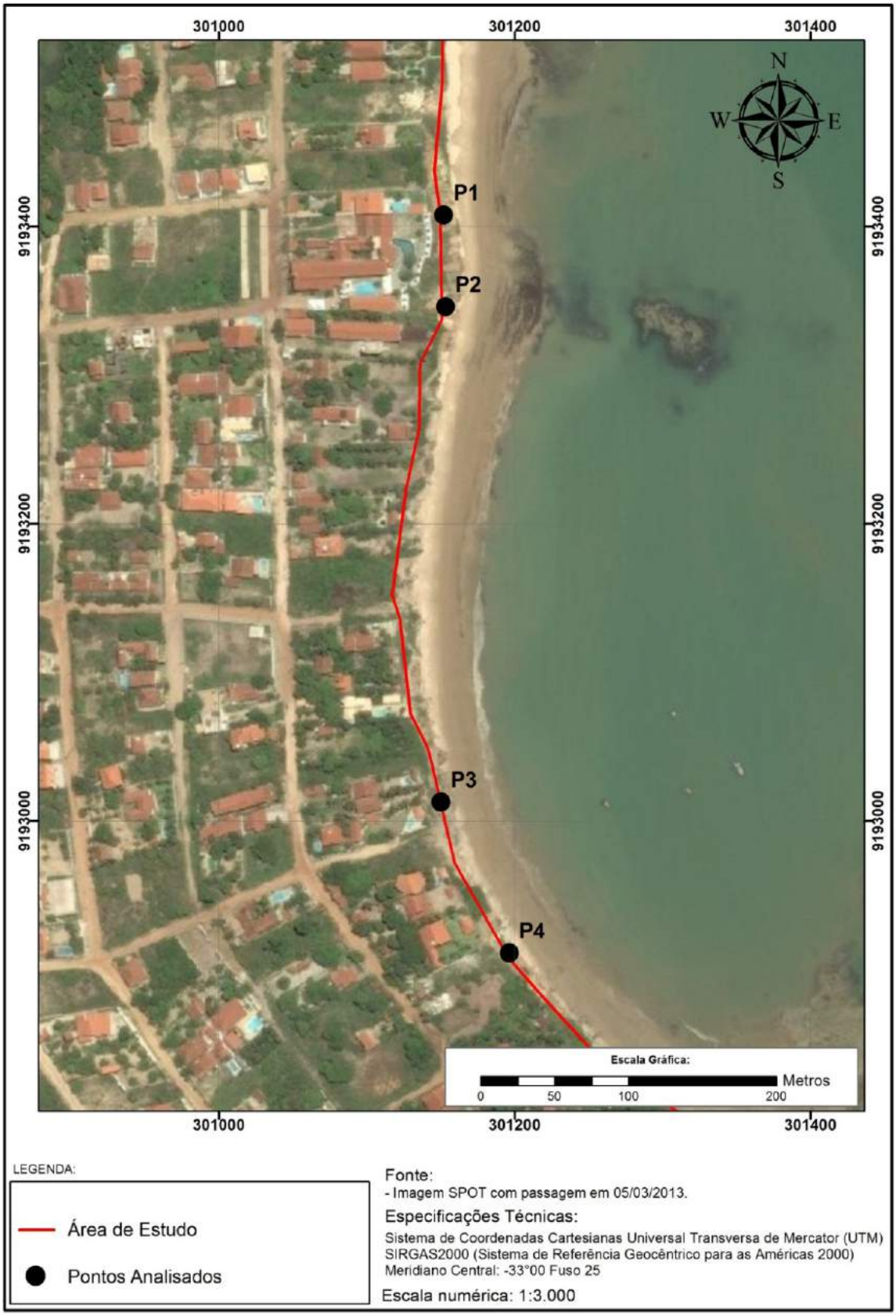
Figura 6 – Obra edificada nas intermediações de fragmentos florestais.

Fonte: Autor (2015).

3.4 Ciclo de evolução de uma falésia

Identificou-se *in loco* ao longo da área de estudo, diversas situações de modificações das características naturais das falésias. Destacou-se entre elas, quatro pontos para melhor diferenciação e identificação do ciclo de evolução delas. Levantou-se o estudo com base nas características, registros fotográficos e observações mais relevantes das falésias (Fig.7).

Figura 7 - Mapa com os 4 pontos que representam o ciclo de evolução das falésias.



Autor: Santos (2015)**.**

3.4.1– Ponto (1)

Situa-se nas coordenas X 301153 / Y 9193410

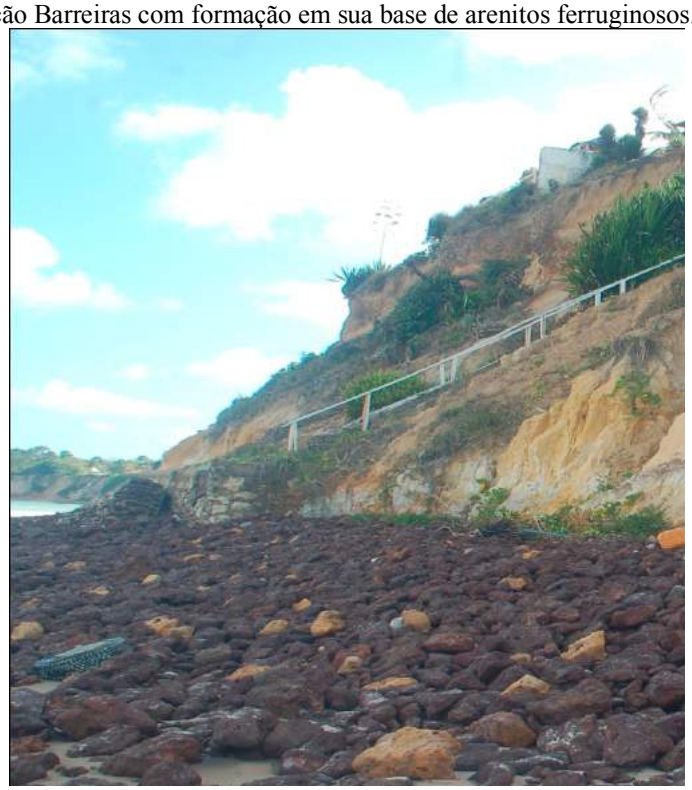
No topo da falésia a área apresenta um grau de urbanização acentuada, caracterizado por residências e pousada. Apresentam-se pequenas porções de vegetação, bem como processos de aviamentos (Fig.8).

Figura 8 – Pousada no topo da falésia.

Fonte: Autor (2015).

Observa-se na sua base deposições de concreções ferruginosas, que serve de proteção para seu sopé, dissipando as energias das ondas. (Fig.9)

Figura 9 – Falésias Formação Barreiras com formação em sua base de arenitos ferruginosos.



Fonte: Autor (2015).

3.4.3 – Ponto (2)

Esse ponto localiza-se nas coordenadas X 301154 / Y 9193348.

Considera-se esta área da falésia com riscos graves e iminentes. Evidencia-se colapso de estrutura (casa) e ocorrência de movimento de massa de vertente (escorregamento). As residências estão em risco interferindo na qualidade do ambiente e comprometem a integridade física dos usuários. A mesma sofre intensa pressão pela urbanização (Fig.10).

Figura 10 – Falésia com ocorrência de risco grave e iminente da queda de pilares de concreto que comprometem a vida dos usuários.

Fonte: Autor (2015).

Evidenciam-se na faixa de praia resíduos das estruturas das edificações (piso, pilar e alvenaria) podendo ocasionar acidentes com durante o acesso (Fig.11).

Figura 11 – Pilar da alvenaria na faixa de praia com ponta de vergalhão.

Fonte: Autor (2015).

3.4.2 – Ponto (3)

Trecho situado nas coordenadas X 301154 / Y 9193348

Na estrutura da falésia observa-se processo erosivo intensificado. Esta unidade geológica sofre pressões pela urbanização acentuada no topo e pelos processos naturais na sua base, como as ações mecânicas das ondas que causam abrasão marinha. Os sedimentos localizados na faixa de praia são indicadores da erosão. Em alta maré não é possível caminhar pela praia. (Fig.12).

Figura 12 – Falésia em processo erosivo.

Fonte: Autor (2015).

Ainda no topo identifica-se a impermeabilização do solo por resíduos de construção civil isso comprova o intenso processo de uso e ocupação gerando inúmeros conflitos. Não apresenta vegetação. (Fig.11)

Figura 13 – Impermeabilização do solo por resíduos de construção civil.

Fonte: Autor (2015).

3.4.4 – Ponto (4)

Esse trecho localiza-se nas coordenadas X 301197 / Y 9192913**.**

A área da falésia apresenta-se com ocupação intensificada, os usuários se apropriam desta área, "privatizando". Observa-se formação de vegetação no topo. A mesma sofre pressão pela urbanização. Sua paisagem natural encontra-se modificada por obras de acesso ou escada e contenção (Fig. 14).

Figura 14 – Falésia com formação de estrutura de contenção em sua base.

Fonte: AgendaParaíba.com.

3.5 Uso e ocupação do solo na área de estudo.

O uso e ocupação do solo na área de estudo ocasionam vários riscos, tanto para a população, quanto as estruturas das edificações ali localizadas.

Segundo Langa (2003), essas alterações traduzem-se na deterioração da qualidade ambiental, do solo, na alteração da morfologia e da dinâmica costeira e na crescente exposição das populações e bens a riscos naturais e induzidos (desabamentos de encosta).

Quando se trata na deterioração da qualidade do solo, registra-se na borda da falésia a devastação de vegetação, um dos ecossistemas tão fundamental para evitar exposição do solo ao processo erosivo (Fig. 15).

Figura 15 – Devastação da vegetação pioneira da falésia através da queima.

Fonte: Autor (2015).

Segundo este autor, os processos naturais das zonas costeiras são intensificados pela ação humana através de sua intervenção a diferentes níveis (obra, turismo, habitação).

Partindo desse pressuposto, observa-se na área de estudo edificações localizadas em áreas indevidas, em se tratando de ambiente costeiro. Conforme (Fig. 16).

Figura 16 – Degradação da estrutura da falésia é associado a larga urbanização.

Fonte: Autor (2015).

Toda essa trajetória de ocupação só acentua a ideia de que o homem, quase sempre, busca bem-estar e despreza a importância do meio ambiente, como também, desconhece o valor natural dos ecossistemas, causando um desequilíbrio, muitas vezes, irreversível, que chega a afetar seu próprio patrimônio financeiro, a exemplo disto são as construções realizadas em locais inadequados, onde não se considera uma distância segura para efeitos de dinâmica marinha (VIANA, 2009, p. 26.).

Para isso, se têm a necessidade de um estudo mais abrangente das porções costeiras, inclusive na Praia de Carapibus, para um maior ordenamento e planejamento territorial da costa.

4 CONCLUSÃO

1. Tendo em vista os aspectos observados na área de estudo. Evidencia-se assim, a necessidade de maior planejamento e zoneamento urbano, políticas públicas mais eficazes, voltadas à preservação das áreas costeiras.
2. Em virtude dos fatos mencionados, faz-se necessário propor medidas mitigadoras por meio de preservação, conservação, conscientização e controle das situações de probabilidade de ocorrência de acidentes.
3. Sugere-se a sinalização de locais de graves e eminentes riscos informando e alertando os usuários as situações inerentes ao fato.
4. Outra medida viável refere-se às pousadas de Carapibus. A importância de disponibilizarem informativos através de folders orientando os visitantes a evitarem permanecer ou acessar as áreas de perigo.
5. Dado o exposto recomenda-se delimitação de zonas de risco e proibição de estacionamento de veículos em áreas próximas.
6. Destaca-se a necessidade de manutenções constantes de caminhos para pedestres de forma a evitar abertura de novos caminhos inseguros.
7. É importante determinar o recuo das áreas de lazer das casas e pousadas em zona de risco, com o intuito de evitar uma fatalidade.
8. Outra recomendação seria a implantação de um programa de proteção à praia de Carapibus com o objetivo de levar aos usuários informações sobre a importância do turismo e um desenvolvimento sustentável.
9. Levando-se em consideração a necessidade de valorização da grande beleza cênica. Recomenda-se ao poder público municipal a inserção da praia de Carapibus na Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba do Decreto Estadual nº 22.882 de 26 de março 2002.

REFERENCIAS

ABRANTES, Roosevelt Ferreira. **Analise dos processos de erosão costeira e dos impactos sócio–ambientais ocorridos na praia da Ponta d'Areia na cidade de São Luis do Maranhão.** São Luís, 2012. Disponivel em:<http://pt.slideshare.net/rusgat/artigoponta-da-areia>. Acesso em 06 nov. 2012.

ANDRADE, R. I. L. de. **Dinâmicas e conflitos na zona costeira de Aquiraz: Porto das Dunas e Prainha em análise**. Fortaleza, 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, 2008. Disponível em:< http://www.uece.br/mag/dmdocuments/rony_iglecio_dissertacao.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2015'

AQUINO, M. D.; MOTA, S.; PITOMBEIRA, E. S. **Impactos ambientais da ocupação desordenada da praia da Caponga-Ce**. In: Congresso sobre planejamento e gestão da zona costeira dos países de expressão portuguesa, 2., 2003, Recife. Anais... Recife: [s.n.], 2003. p. 1-4.Disponivel em:< http://www.abequa.org.br/trabalhos/dinamica_costeira_281.pdf>. Acesso em 22 out. 2015

ARANHA, T. R. B. T; SILVEIRA, T. A.; DINIZ, J. M. T.; SOUZA, E. P de. ; WANDERLEY, J. A. C. **Adoção á brasileira: uma análise sócio-jurídica. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**,

Rio Grande do Norte, v.8, n. 1, Jan-Mar. 2013. Disponível em:<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/2043/pdf_677 > . Acesso em: 1 jun. 2015.

ASSAD, L. **Adoção as belas e perigosas construções da natureza.** Ciência e Cultura online, São Paulo, ano 2, n. 2. 2010. Disponível em:<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000200003>. Acesso em: 01 Jun. 15.

CONAMA, Resolução nº 303/ 2002. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Brasilia, 2002.

GRANZIERA, M.L.M.; GONÇALVES, A**. Zona costeira no Brasil e no Mundo.** Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2012. 136p. Disponível em: <https://www.unisantos.br/edul/public/pdf/zonacosteira.pdf>. Acesso em 10 set.2015.

KALINDI, D.; PILO, G. S.; FARRENBERG, C. C. A. Dept. **Erosão costeira por ação antrópica e suas implicações para o desenvolvimento sustentável: uma revisão bibliográfica.** In**:** Simposio Brasileiro de Oceanografia, 5, 2003, Santos. Disponível em: < http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:sJkfv28zqNQJ:www.uern.br/professor/arquivo_baixar.asp%3Farq_id%3D9050+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br >. Acesso em: 06 nov. 2015.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Gestão ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável.** Itajaí**,** 2004. Disponivel em:< http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Bldy4AsRcLQJ:www.ambientebrasil.com.br/gestao/des_sustentavel.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em 06 nov. 2015.

LANDIM NETO, F. O.; RABELO, F.D.B.; SILVA, E.V. **Análise Geoecológica da Bacia Hidrográfica do Rio Trairussu, Aquiraz/Ceará – Brasil.** In: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, 6, 2010, Ceará. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/francisco >. Acesso em 06 nov.2015.

LANGA, L. **Erosão costeira na cidade de Maputo. Causas. Considerações sobre intervenções de defesa**, Porto, 2003. 212 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Engenharia do Porto, 2003. Disponível em:<http://repositorio-aberto.up.pt/>. Acesso em: 23 out. 2015

MACHADO, **E. A Dinâmica litoral.** Disponivel em: <http://www.prof2000.pt/users/ildamac/geo/litora.htm >. Acesso em: 06 nov. 2015

MEIRELES**,** Antonio Jeovah de Andrade. **Impactos ambientais decorrentes da ocupação de áreas reguladoras do aporte de areia: a planície Costeira da Caponga, município de Cascavel, litoral leste cearense**. 2008. Disponível em: <http://confins.revues.org/2423>. Acesso em 06 nov. 2015.

MOURA, M. R. **Dinâmica costeira e vunerabilidade à erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aricaz**, Ceará. 2012. 193 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências e Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará. , 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/Adm/Downloads/2012_tese_mrmoura.pdf >. Acesso em: 11 set. 2015.

OLIVEIRA, C. R. P. de**. Impactos causados pela ocupação desordenada na zona costeira de Marinha Farinha - PE**, Pernambuco, 2006. Disponível em: <http://www.ivt-rj.net/sapis/2006/pdf/CinthiaOliveira.pdf >. Acesso em: 08 mai. 2015.

PARAÍBA. Decreto Estadual Nº. 22.882 de 26 de março de 2002. Institui a Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba. João Pessoa, PB, 2002.

PEDROSA, A.S. **A integração da prevenção dos riscos no ordenamento territorial.** In: Colóquio sobre "Paisagem, Património e Riscos Naturais: perspectivas de planeamento comparado" organizado pela CCDR Norte, no âmbito do programa NOÉ – Interreg IIIC (sud) co-financiado pela União Europeia, 2006, Porto. Disponível em:< http://web.letras.up.pt/aspedros/A%20integra%C3%A7%C3%A3o%20da%20preven%C3%A7%C3%A3o%20dos%20riscos%20no%20ordenamento%20territorial.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2015.

PROST, C., **Resex Marinha versus Pólo Naval na Baía do Iguape.** Novos Cadernos NAEA, Bahia, v. 13, n. 1, p. 47-70, jul. 2010. Disponível em: < http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/391/694>. Acesso em: 11 set. 2015.

RIBEIRO, José Luis. **Zonas húmidas costeiras e ordenamento territorial: o caso do estuário do Mondego.** 1.ed, Portugal, Editora: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2001. 326p. Disponivel em: <https://books.google.com.br/books?id=gMgbACnOul8C&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 22 out. 2015.

SANTOS, Marcos Leonardo Ferreira, João Pessoa. 2015.

SCUDELARI, A.C & FREIRE, L.C.S. **Determinação dos impactos ambientais na construção de um sistema hoteleiro nas falésias em Tibau do Sul – RN**. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2005, 9(1):39-43. Disponível em: <http://www6.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/573/485>. Acesso em: 1 junh. 2015.

SILVA, Willian de Souza et al**. Erosão costeira na falésia de Tibau do Sul – Litoral Leste do Rio Grande do Sul.** In: Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 2, 2001, Rio Grande do Norte. Disponivel em:< http://www.abequa.org.br/trabalhos/dinamica_costeira_319.pdf> . Acesso em: 06 nov. 2015.

TARGINO, D. F.; CHAVES, M. S. Caracterização Geo-Ambiental: **O Caso da praia de Jacumã - Conde/pb**. In: Encontro de Iniciação da Docência Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 6, 2003, João Pessoa. Disponível em: < http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/monitoriapet/ANAIS/Area5/5CCENDGEOCMT01.pdf >. Acesso em: 01 Jun. 2015.

TOMINANGA, K. L.; SANTORO, J. E AMARAL, R. **Desastres aturais: conhecer para prevenir.**, 1 ed., São Paulo, instituto geológico, 2009. 196 p. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>. Acesso em 22 nov. 2015.

UNESCO. **Methodological Guide to integrated coastal managenament**. 1997. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001212/121249eo.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2015.

VIANA, Alyson Rodrigo Silva**. Zona de proteção costeira no município de João Pessoa –PB,** João Pessoa, 2008. Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/~paulorosa/tcc/alyson.pdf>. A cesso em 27 nov.2015.

AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE E DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO, RELACIONANDO COM A QUALIDADE DE VIDA DE MOTORISTAS DE ÔNIBUS EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO DA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB

Verílton Nunes da Silva [1], verilton@yahoo.com.br, Renilson Ferraz Viana Júnior [1], renilsonferraz@hotmail.com, Fabiana Kelly de Medeiros[2], fabiana_medeiros2@hotmail.com, Williams da Silva Guimarães de Lima[3], williams_guimaraes@hotmail.com
[1]Instituto Federal da Paraíba –I FPB, João Pessoa, PB, Brasi, [2]Instituição de Ensino Superior da Paraíba – IESP, João Pessoa, PB, Brasil, [3] Instituição de Ensino Superior da Paraíba – IESP, João Pessoa, PB, Brasil.

Resumo

O ruído é o agente físico nocivo mais comum encontrado no ambiente de trabalho, ocasionando não só a perda auditiva ao longo dos anos, como também danos a todo o organismo. A perda auditiva por ruído (PAIR) é uma doença relacionada à perda permanente da audição quando o trabalhador encontra-se exposto ao ruído do ambiente do trabalho. Este trabalho tem como objetivo avaliar o nível de ruído no posto de trabalho de motoristas de ônibus em uma empresa de transporte urbano na cidade de João Pessoa – PB. A avaliação do ruído foi realizada em uma amostra de 03 ônibus, onde pode ser avaliado os resultados com diferentes fabricantes do motor, como também para diferentes idades de fabricação do mesmo, durante o trajeto percorrido pela linha de ônibus, observando a dosimetria e o nível equivalente de ruído durante sua jornada, onde neste último critério foram comparados os valores obtidos através de um audiodosímetro com os valores estabelecidos pela norma NR-15, que trata de agentes físicos no trabalho. Os resultados obtidos apontam valores dentro do que está estabelecido pela norma no tempo de exposição avaliado, porém, para uma jornada de trabalho de 8 horas diário, apontam uma tendência ao aumento do nível equivalente do ruído, onde a falta de manutenção dos veículos, com relação ao controle de ruído na fonte, apresenta ser o principal fator de contribuição para o aumento deste parâmetro.

Palavras-chave: Nível equivalente de ruído, Controle de ruído na fonte, Motoristas de ônibus.

Abstrat

Noise is the most common harmful physical agent found in the workplace, causing not only hearing loss over the years, but also damage to the whole organism. Noise-related hearing loss (NIHL) is a condition related to permanent hearing loss when the worker is exposed to noise from the work environment. This study aims to evaluate the noise level in the workstation of bus drivers in an urban transport company in the city of João Pessoa - PB. The noise evaluation was performed in a sample of 03 buses, where the results can be evaluated with different engine manufacturers, as well as for different ages of manufacture of the same, during the route traveled by the bus line, observing the dosimetry and the level noise equivalent during their journey, where in this last criterion the values obtained through an audiodosimeter were compared with the values established by the NR-15 standard, which deals with physical agents at work. The results show values within what is established by the norm in the time of exposure evaluated, but for a daily working day of 8 hours, indicate a tendency to increase the equivalent level of noise, where the lack of maintenance of the vehicles, with relation to noise control at source, is the main factor contributing to the increase of this parameter.

Keywords: Equivalent noise level, Noise control at source, Bus drivers.

1. Introdução

Quando se trata de agente físico nocivo, o ruído é o mais comum encontrado no ambiente de trabalho (DIAS *et al.*, 2006). O ruído ocasiona diversas consequências no organismo dos seres humanos, dentre elas: cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição, aumento da pressão arterial, problemas no aparelho digestivo, taquicardia e perigo de infarto. Os sintomas supracitados denominam uma doença conhecida popularmente como PAIR (perda auditiva induzida pelo ruído), e se esse ruído é sabidamente ocupacional, tem recebido o nome de PAIRO (perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional), Surdez profissional, Disacusia Ocupacional, etc. Porém todas constituem uma doença profissional, caracterizada pela diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis intensos de pressão sonora.

Neste trabalho de pesquisa, será abordada a exposição ao ruído ocupacional, quantificando a intensidade e tempos de exposição por meio de análise de dosimetria, e avaliando através de parâmetros indicados nas respectivas normas regulamentadoras a intensidade e o tempo de exposição que estão submetidos os profissionais do setor de transporte rodoviário em ônibus urbanos da cidade de João Pessoa/Paraíba, relacionando com a qualidade de vida dos mesmos, sendo esta pesquisa de fundamental importância, visto que, atualmente, o ruído é o agente físico nocivo mais comum encontrado no ambiente de trabalho.

2. Materiais e Métodos

O presente estudo foi aplicado em três motoristas de uma empresa de transporte coletivo urbano, de uma determinada empresa concessionária de transporte público da cidade de João Pessoa – PB, realizado em um único dia em horários distintos. Foram observados ônibus com idades de fabricação diferentes, todos com o motor localizado na parte dianteira do veículo, onde os motores dos veículos são de dois fabricantes diferentes, designados por motor tipo “A” e “B”, onde levou-se em conta a predominância dos ônibus com esta configuração que circulam em toda a cidade.

O instrumento de coleta de dados utilizado para esta pesquisa engloba o uso de um aparelho audiodosímetro, da marca INSTRUTHERM, e modelo DOS-500, devidamente calibrado, conforme especificações, para mensurar a dose de ruído que o motorista recebeu ao longo de sua jornada. Este instrumento foi devidamente aferido com o calibrador acústico marca INSTRUTHERM, modelo CAL-3000. O medidor e o calibrador são certificados em laboratórios credenciados pelo INMETRO. As medições foram realizadas instalando o microfone do dosímetro ao nível auditivo do trabalhador, com o aparelho operando na curva de compensação “A”.

A análise quantitativa consistirá na mensuração dos valores de ruído ao qual o trabalhador encontra-se exposto com uso do aparelho de medição. Após a coleta dos dados, serão apresentados como resultados o levantamento dos gráficos com os valores do nível de ruído obtido em relação ao histórico

de tempo, bem como da dose de ruído, através do uso do software para análise e impressão de dados, elaborado pelo próprio fabricante do aparelho audiodosímetro.

3. Resultados obtidos

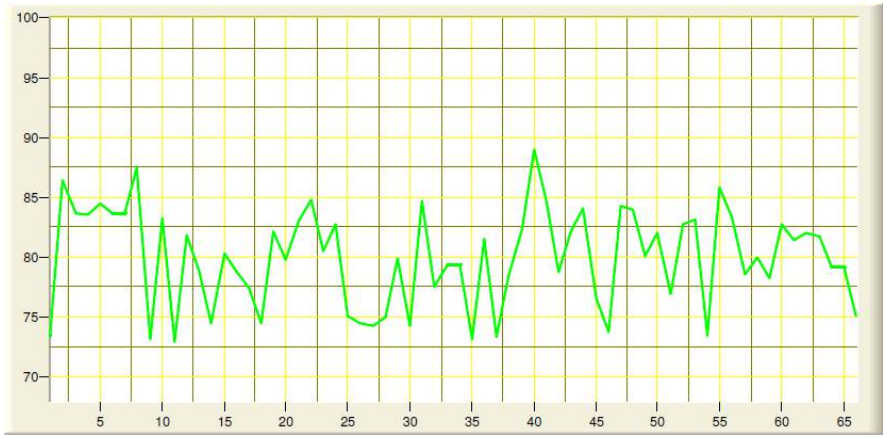
Vale ressaltar que toda esta análise foi realizada sem qualquer intervenção no equipamento ou no motorista e que toda análise qualitativa foi realizada através de observação.

Caso 1:

Neste primeiro caso foi realizada a dosimetria em um motorista que conduz um veículo de motorização do fabricante "A" e ano de fabricação 2007. O início da viagem deu-se às 09 h e 47 min, e o horário de retorno às 10 h e 52 min, totalizando um tempo de exposição de 01 h e 05 min.

Na Figura 2 temos o gráfico da dosimetria para este primeiro caso.

Figura 2: Gráfico de dosimetria para o caso 1



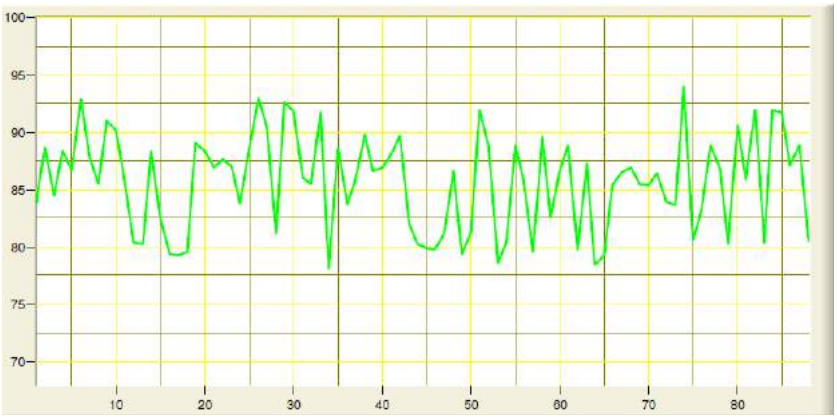
Número de Registros

Fonte: Dados da pesquisa

Caso 2:

Neste segundo caso a dosimetria foi realizada em um veículo de motor de fabricante "B", ano 2010. O início da viagem foi realizada às 11 h e 10 min, e o horário de retorno às 12 h e 37 min, totalizando num tempo de exposição de 01 h e 27 min. Na Figura 3 abaixo temos o gráfico da dosimetria para o segundo caso.

Figura 3: Gráfico de dosimetria para o caso 2



Número de Registros

Fonte: Dados da pesquisa

Caso 3:

Neste último caso foi realizada a dosimetria em um motorista que conduz um veículo de motorização do fabricante "A", ano de fabricação 2009. O início da viagem foi às 13 h e 49 min, e o horário de retorno às 15 h e 12 min, totalizando num tempo de exposição de 01 h e 23 min. Nesta viagem, o motorista alertou da existência de um furo na tubulação de escapamento do motor, o que poderia ocorrer ruídos acima do normal na região da cabina. Na Figura 4 abaixo temos o gráfico da dosimetria do terceiro caso.

Figura 4: Gráfico de dosimetria para o caso 3

Número de Registros

Fonte: Dados da pesquisa

4. Conclusões

Nesta pesquisa buscou-se avaliar a condição do posto de trabalho dos motoristas de ônibus que circulam na cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, através de medição da dose de ruído e do nível equivalente de ruído aos quais os motoristas estão expostos.

Embora a frota de ônibus da cidade possua uma média de idade relativamente nova, foi constatado que o nível equivalente de ruído projetado, para um tempo de exposição de 8 horas, apresentou uma tendência a ultrapassar o limite máximo estabelecido de 85 dB(A), de acordo com a norma NR 15, no segundo caso estudado. Embora nenhuma intervenção no veículo tenha sido realizada, podemos indicar que por se tratar de uma viagem realizada em um horário onde ocorre um aumento de movimento dos veículos em trânsito, apresenta como uma contribuição externa para o elevado nível de ruído, por se tratar do veículo mais novo da amostra.

Diante do que foi apresentado neste trabalho, podemos concluir que o ruído é um fator de contribuição para o desequilíbrio do bem estar da saúde do trabalhador que fica exposto a este agente físico. Este agente predomina durante a jornada de trabalho destes profissionais, além de outros agentes físicos também consideráveis, como o calor e a vibração, que não foram abordados neste trabalho de pesquisa. Então, cabe aos profissionais de saúde e segurança no trabalho realizar estudos buscarem medidas que possam contribuir na redução ao máximo da exposição do trabalhador a esses agentes nocivos à saúde.

Referências

DIAS, A.; CORDEIRO, R.; CORRENTE, J. E.; GONÇALVES, C. G. O. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 1, p. 63-68. 2006.

DIDONÉ, J. A. **Perda auditiva dos motoristas de ônibus por exposição ao ruído: Medição, Análise e Proposta de Prevenção**. 2004. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

FERNANDES, J, C. VENTURA, L.M.P. KASAMA, 5. 1. NARECE, I.L. BOSSO, J.R. **Avaliação dos níveis de ruído em ônibus urbanos e análise do risco auditivo dos motoristas e cobradores**. 2001. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br> Acesso em: 20 nov 2013.

GIULIANI, A. O nível de ruído próximo aos motoristas de ônibus urbano na cidade de Porto Alegre, **RS. Revista Liberato**, v. 12, n. 17, p. 01-06. 2011.

MENDES, L. R. **Serviço essencial X Trabalho penoso: Análise das condições de trabalho dos motoristas de ônibus coletivo urbano na cidade de Belo Horizonte**. 1987. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

NHO 01 – Norma de Higiene Ocupacional: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**.** **FUNDACENTRO – Ministério do Trabalho.** 2001.

NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. **Ministério do Trabalho e Emprego**. 2011.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído – PPRA.** 6 ed, São Paulo, LTr, 2011.

SILVA, L. F.; MENDES, R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. **Rev. Saúde Pública**, v. 39, n. 1, p. 9-17. 2005.

Um breve recorte sobre a História do Cálculo Diferencial e Integral

Tuanny da Silva Maciel[1], [2]José Martinho de Albuquerque Silva
[1]Instituto Superior de Educação da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: tuannydsm@gmail.com,
[2]Instituto Superior de Educação da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail:matinho1909@hotmail.com

No estudo da origem de um conceito ou campo de conhecimento matemático, podemos perceber a construção e a evolução das teorias, o que nos leva à reflexão acerca da complexidade do desenvolvimento do conhecimento, fazendo com que nós tenhamos um novo posicionamento acerca daquilo que aprendemos, além de contribuir para a melhoria da nossa prática pedagógica em sala de aula.

Com base nesse novo posicionamento, o professor pode planejar sua prática de modo a estimular o interesse dos alunos pelo conteúdo abordado, tornando a disciplina interessante o suficiente para que os alunos a estudem com prazer e construam conhecimento de modo significativo, ou seja, de modo a entender seu papel no corpo teórico e como aplicá-lo de modo pertinente.

Muitos são os caminhos metodológicos propostos com esse objetivo e, em nosso caso, na busca de estratégias que possam estimular o interesse do aluno pela apreensão de conceitos matemáticos, optamos por analisar o papel da História da Matemática (HM).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (PCN) (BRASIL, 1998, p.42), a História da Matemática pode dar uma grande contribuição ao ensino da disciplina,

> Ao revelar a Matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor cria condições para que o aluno atitudes e valores mais favoráveis diante desse conhecimento.

Com o destaque dado nos PCN à História da Matemática como recurso metodológico, a própria História da Matemática passou a assumir uma importância cada vez maior no processo de ensino-aprendizagem, apesar ainda de contar com limitações, seja ela usada como fonte de pesquisa científica ou como um facilitador do ensino de conteúdos nas aulas da disciplina.

As limitações identificadas dizem respeito à lacunas na formação docente inicial ou à falta de recursos didáticos com essa orientação e que possam servir como fonte de pesquisa para a prática de professores da Educação Básica.

Em especial na Matemática, o professor deveria se apropriar da história do desenvolvimento dessa ciência, em razão do quanto pode aprender acerca dos aspectos culturais e sociais desse campo de conhecimento, levando-o a enxergá-lo como uma área em permanente processo de transformação e fruto de uma construção social, cultural e temporal.

O uso de elementos da História da Matemática pode fazer com que o aluno atribua significado à disciplina e, consequentemente, seja um ser pensante e criativo, além de estabelecer uma ligação dos conteúdos matemáticos com demandas vivenciadas em seu cotidiano. De acordo com Viana & Silva (2007),

> [...] O conhecimento da HM possibilita perceber que as teorias que hoje aparecem acabadas e elegantes resultaram de desafios que os matemáticos enfrentaram e que foram desenvolvidas com grande esforço, quase sempre, numa ordem bem diferente daquela em que são apresentadas após o processo de formalização. […] (VIANA & SILVA, 2007, p.6)

Dentre tantas outras contribuições que podem ser dadas para o ensino da Matemática por meio do uso da História da Matemática, podemos destacar as seguintes:

- Estimula a curiosidade do aluno e o motiva;
- Ajuda a mudar concepções a respeito da natureza da Matemática;
- Auxilia na compreensão da noção de rigor matemático e da dimensão estética da Matemática;
- Ajuda a compreender como o conhecimento escolar está organizado.

Considerando esses possíveis benefícios, não podemos deixar de refletir sobre as vantagens que o uso da História da Matemática poderá trazer para a melhoria do ensino-aprendizagem da Matemática.

Perceber a Matemática como um espaço de criação e reflexão, atribuindo aos conteúdos dessa área de conhecimento um maior significado e proporcionar o estabelecimento de ligação da Matemática com outras áreas de conhecimento, como a computação, a engenharia e medicina, por exemplo. E tal significação pode ser buscada e encontrada na História de Matemática.

Assim sendo, tentaremos apresentar aqui uma visão da importância que deve ser dada ao ensino de Cálculo.

Nos cursos de Cálculo Diferencial e Integral, é notável a grande evasão e o abandono da disciplina e, reconhecendo esse problema, buscamos em nosso trabalho refletir sobre possibilidades de contribuição para sua minimização, e acreditamos que a História da Matemática pode ser um recurso para tornar o ensino do Cálculo mais significativo. E para isto, faremos uma breve retrospectiva da construção histórica do Cálculo.

A HISTÓRIA DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Para o desenvolvimento desta seção buscamos como fonte teórica os textos do Professor Luiz Adauto Medeiros, intitulados "Aspectos do Teorema Fundamental do Cálculo", publicado no ano de 2008, e "Centenário da Integral de Lebesgue", publicado em 2002. Utilizamos também um artigo disponível no site da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, que tem como autores GUEDIN, Juliana; UGGIONI, Edison, intitulado "Cálculo diferencial e integral: o ensino como uma abordagem histórica e suas contextualizações", publicado em 2004.

Inicialmente, devemos nos situar em um contexto histórico do surgimento do Cálculo Diferencial e Integral, analisando as ideias dos principais teóricos que contribuíram para o seu desenvolvimento e os contextos em que eles estavam inseridos, estabelecendo um elo entre o desenvolvimento da teoria do Cálculo e as necessidades da época.

O Cálculo Diferencial e Integral, também conhecido como cálculo infinitesimal, é um ramo importante da Matemática, desenvolvido a partir da Álgebra e da Geometria. Trata da variação de grandezas, como a inclinação de uma reta, e de quantidades que mudam, tendendo a outras quantidades.

Ao falarmos na origem do Cálculo Diferencial e Integral, os primeiros nomes que surgem são Newton (1642-1727) e Leibniz (1646-1716), os quais desenvolveram as ideias do cálculo há cerca de 300 anos. Como contribuições desses dois nomes citados, temos a derivada e a integral, que são duas noções básicas do Cálculo.

A ideia geométrica da derivada está ligada ao problema de traçar a tangente a uma dada curva e a ideia de integral relacionada com o problema de encontrar a área de figuras planas. Vale ressaltar que tanto em relação à derivada quanto à integral, existem outras ideias possíveis de serem associadas.

Um dos primeiros problemas que aparecem na história, relacionados com a ideia de integral, são os problemas de quadratura. Esses problemas consistiam em encontrar a área de determinadas figuras através da medição de superfícies como, por exemplo, tomar o quadrado, por ser uma figura simples, e tentar igualar sua área à área de uma outra figura diferente.

As quadraturas que mais fascinavam os geômetras da antiguidade eram as que possuíam formato curvilíneo, a exemplo do círculo. As primeiras quadraturas da história foram realizadas por Hipócrates (440 a. C.), que estudou as lúnulas, figuras também conhecidas como meia-lua.

Desse método, surgiu a questão, posta por um matemático da época, de encontrar a quadratura de um círculo através de uma sequência infinita de polígonos regulares inscritos. Contudo, surgiu um problema, pois esta sequência nunca chegaria a um fim e, desse procedimento surgiu o Método de Exaustão. Esse método, apesar de já ser usado na Grécia Antiga e ser atribuído a Eudoxo (406-355 a.C.),

teve seu desenvolvimento e aperfeiçoamento dado pelo considerado maior matemático da antiguidade e um dos três maiores de todos os tempos: Arquimedes.

O MÉTODO DE EXAUSTÃO E A QUADRATURA DO CÍRCULO E DA PARÁBOLA

O método de Exaustão consiste em "exaurir" uma figura dada por meio de áreas e volumes já conhecidos. Um exemplo, o mais conhecido em relação a esse método, é o problema da quadratura do círculo, que pode ser resumido na seguinte questão: *como obter um quadrado com a mesma área de um círculo dado de raio r?*

O método de exaustão proposto por Arquimedes possuía uma característica que não era conveniente, pois para cada caso teríamos que adotar um tipo particular de aproximação. Arquimedes deu outras e importantes contribuições ao desenvolvimento do Cálculo, ao determinar a área da região limitada por uma parábola e uma reta através da soma das áreas de infinitos triângulos, e com o fato de ter conseguido provar rigorosamente o resultado da soma com infinitos termos, marcou na história a primeira vez que se realizavam cálculos dessa natureza.

A palavra quadratura é um termo antigo que se tornou sinônimo do processo de determinar áreas, lembrando que a intenção à época não era encontrar um valor numérico para essa grandeza, mas determinar uma figura conhecida com o mesmo comprimento, área ou volume de uma figura dada inicialmente.

Os antigos geômetras gregos tentavam medir a área de determinadas superfícies planas, tentando relacioná-la com a área do quadrado, por esta ser a figura plana mais simples. Assim, buscavam encontrar um quadrado que tivesse a área igual a da figura em questão. As quadraturas que fascinavam os geômetras eram as de figuras curvilíneas, como o círculo, e as figuras limitadas por arcos de outras curvas. Iremos agora detalhar um pouco mais esse método.

O percussor de tal ideia foi Hipócrates de Chios, que estudou as lúnulas. Nas tentativas de quadrar o círculo, Hipócrates pôde achar as áreas de certas lúnulas, figuras que são compostas pela intersecção de duas circunferências, usando o seu teorema que a relação das áreas de dois círculos está igual à relação dos quadrados de seus diâmetros. Na figura 1, as lúnulas compreendem as duas regiões em vermelho.

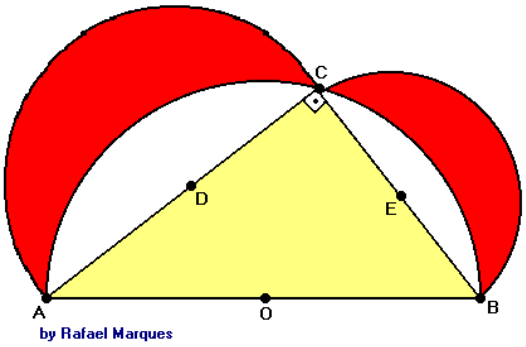


Figura 1: lúnulas de Hipócrates
Fonte: http://www.paulomarques.com.br/arq13-13.htm

Hipócrates mostrou que um cubo pode ter seu volume dobrado se puderem ser definidas duas proporções entre o número que representa as medidas de suas arestas e seu dobro, o que exerceu grande influência nas tentativas de duplicação do volume do cubo.

Antifon, por volta de 430 a.C., tentou encontrar a quadratura do círculo através de uma sequência infinita de polígonos regulares nele inscritos. Primeiro inscreveu no círculo um quadrado; depois inscreveu um octógono; em seguida um hexadecágono, e assim por diante. No entanto, havia um problema: tal sequência nunca teria fim, pois é possível construir um polígono com qualquer número de lados que se queira. Apesar disso, esta ideia brilhante deu origem ao *Método de Exaustão* que, como já citamos antes, consiste em esgotar a área ou volume de uma figura dada, por meio de outras áreas e volumes conhecidos.

Esse método é atribuído a Eudoxo (406 – 355 a.C), embora deva grande parte do seu desenvolvimento a Arquimedes, que determinou que uma primeira aproximação para a área do círculo era dada pela área do quadrado nele inscrito. Se acrescentarmos ao quadrado quatro triângulos isósceles convenientes, obtemos um octógono regular inscrito no círculo, cuja área fornece uma aproximação melhor para a área do círculo do que a aproximação obtida com a inscrição do quadrado. Se prosseguirmos com esse procedimento, a relação entre as áreas das duas figuras, ou seja, do círculo e da figura nele inscrita, será cada vez mais próxima. (Figura 2).

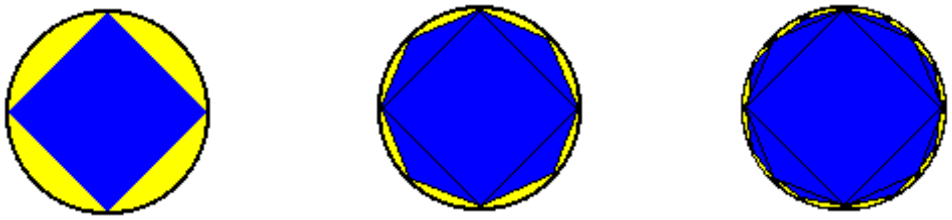


Figura 2: *Aproximações para a área do círculo.*
Fonte: http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000026/00002603.pdf

Repetindo indefinidamente esse processo, é possível observar que do ponto de vista geométrico teremos a impressão de termos esgotado a área do círculo, ou seja, de tê-la preenchido totalmente, embora tenhamos certeza que ainda existem regiões do círculo que não foram cobertas, mesmo que muito pequenas e quase imperceptíveis ao olho humano. Mas continuando o processo, conseguimos aproximar cada vez mais a área do círculo à área de polígonos inscritos com 2^n lados.

As quadraturas mais famosas são a *quadratura do círculo e da Parábola,* ambas tendo como elaborador fundamental o matemático Arquimedes. Para descrever a prova dessas quadraturas utilizamos como referências o livro do Paulo Roberto Martins Contador- Matemática, uma breve história, e o texto do Mauro Lopes Alvarenga, com o título "O método de exaustão e sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento matemático".

Inicialmente, iremos descrever a quadratura do círculo. Este é um problema no qual se busca encontrar um quadrado que tenha a área igual a de um círculo dado. Tal problema fascinou por muito tempo o homem e em 1.800 a.C. os egípcios acreditaram em ter encontrado a solução do problema, considerando a medida do lado do quadrado igual a $\frac{8}{9}$ da medida do diâmetro do círculo dado.

Esse resultado encontra-se no *Papiro de Rhind* e trataremos dele com mais detalhes no próximo Capítulo. Diversos matemáticos encantaram-se pelo problema, mas iremos direcionar, nesse momento, nossos olhares para a proposta exposta pelo matemático Arquimedes. Ele argumentava sobre a possibilidade de existir um triângulo retângulo cuja área fosse igual à de um círculo dado.

Para Arquimedes, a área de um círculo qualquer poderia ser dada pela área de um triângulo retângulo de lados a, b e c*,* onde *r* é o raio do círculo e P_c é seu perímetro. Como sabemos, a área S_t do triângulo retângulo, é igual à metade do produto dos catetos a e b, ou seja, $S_t = \frac{ab}{2}$. Para os Gregos, esse problema não poderia ser resolvido, pois a relação entre perímetro e área resultava em um número irracional. Sendo assim, Arquimedes usou os seguintes fatos para convencê-los de que sua proposição estava correta: considere a área S_t do triângulo retângulo como sendo $S_t = \frac{p_c \cdot r}{2}$ e a área do círculo como sendo S_c. Por hipótese, suponhamos que a área do triangulo retângulo seja menor do que a área do círculo, ou seja, $S_c > S_t$.

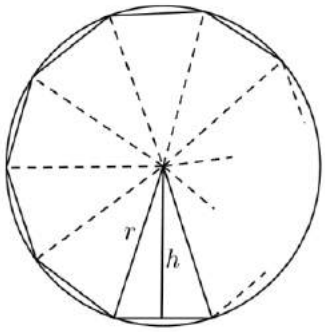
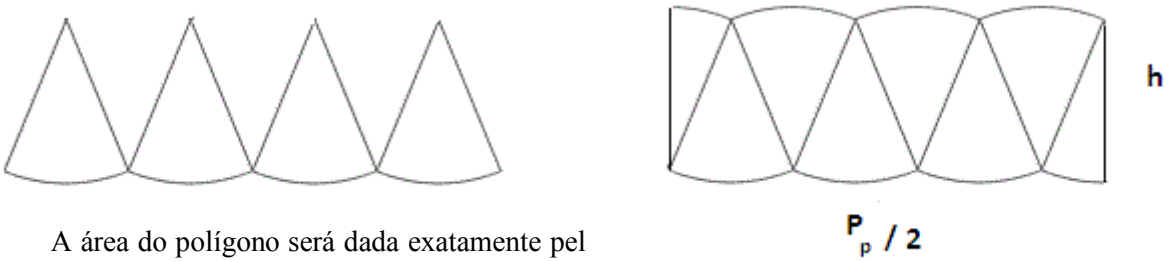


Figura 3: Divisão do círculo em setores

No círculo de raio r inscrevemos um polígono de n lados. Percebe-se então que, na medida em que o numero de lados do polígono aumenta, mais a sua área S_p aproxima-se da área do círculo, S_c, mas esta continuará sendo maior, ou seja, $S_c > S_p$. Em razão do grande número de lados do polígono inscrito,

podemos dizer que sua área é praticamente igual à área do círculo, de onde podemos dizer que a área do polígono é maior do que a área do triângulo, $S_c < S_p$.

Vale notar que partimos da hipótese de que $S_c > S_t$ e daí, temos: $S_c > S_p > S_t$ e $S_c - S_p = K$, onde $K_1 < K$. A área S_p do polígono de perímetro P_n é a soma das áreas de n triângulos retângulos de altura h e hipotenusa r. Se fizermos um corte do polígono, como se fosse uma laranja, cortando bem ao meio esta série de triângulos, e encaixando as duas metades, conseguimos o retângulo de lados h e $\frac{P_p}{2}$ **(Figura 4).**



A área do polígono será dada exatamente pel

partimos da hipótese de que $S_c > S_t$ e daí, temos: $S_c > S_p > S_t$ e $S_c - S_p = K$, onde $K_1 < K$. A area S_p do polígono de perímetro P_n é a soma das áreas de n triângulos retângulos de altura h e hipotenusa r. Se fizermos um corte do polígono, como se fosse uma laranja, cortando bem ao meio esta série de triângulos, e encaixando as duas metades, conseguimos o retângulo de lados h e $\frac{P_p}{2}$ **(Figura 4).**

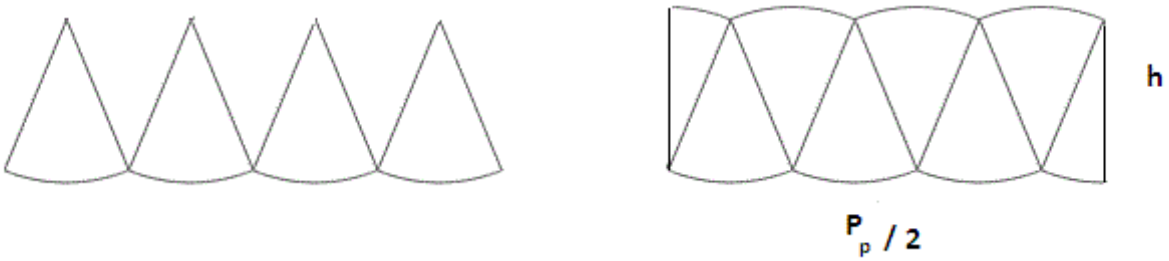


Figura 4: *Recorte dos setores*

A área do polígono será dada exatamente pela área do retângulo acima, $S_p = \frac{P_p.h}{2}$. Comparando r e h, vemos que r sempre atinge a circunferência do círculo e h atinge apenas o lado do polígono, portanto, r > h. Temos também que o perímetro do círculo é maior que o perímetro do polígono, ou seja, $P_c > P_p$. Temos ainda que a área do polígono é menor que a área do triângulo, $S_p < S_t$.

Vale ressaltar que antes havíamos concluído que $S_p > S_t$, ou seja, chegamos a uma contradição. Assim sendo, concluímos que nossa hipótese não é verdadeira, ou seja, a área do triangulo de Arquimedes não pode ser menor que a área do círculo.

Comparando r e h, vemos que r sempre atinge a circunferência do círculo e h atinge apenas o lado do polígono, portanto, r > h. Temos também que o perímetro do círculo é maior que o perímetro do

polígono, ou seja, $P_c > P_p$. Temos ainda que a área do polígono é menor que a área do triângulo, $S_p < S_t$.

Vale ressaltar que antes havíamos concluído que $S_p > S_t$, ou seja, chegamos a uma contradição. Assim sendo, concluímos que nossa hipótese não é verdadeira, ou seja, a área do triangulo de Arquimedes não pode ser menor que a área do círculo.

Vale ressaltar que antes havíamos concluído que $S_p > S_t$, ou seja, chegamos a uma contradição. Assim sendo, concluímos que nossa hipótese não é verdadeira, ou seja, a área do triangulo de Arquimedes não pode ser menor que a área do círculo.

Por outro lado, se consideramos um polígono de n lados, circunscrito, e partimos da ideia de que a área do círculo é menor que a área do polígono, e procedendo de forma análoga ao caso anterior, vemos que chegamos novamente a uma contradição. Ou seja, concluímos que a área do polígono não pode ser nem maior, nem menor do que a área do círculo. Portanto, elas só podem ser iguais.

Como afirmamos anteriormente, outro problema bem conhecido é o problema da quadratura da Parábola. Arquimedes conseguiu fazer uma demonstração matemática formal de que a área A de um segmento parabólico é dada por $\frac{4}{3}$ da área T de um triângulo, tendo este triângulo a mesma base e a mesma altura do segmento parabólico considerado.

Para demonstrar seu resultado, Arquimedes utilizou o método da exaustão. Para começar, ele inscreveu no segmento parabólico considerado, um triângulo com base e altura de mesmas medidas que as do segmento parabólico. Depois inscreveu um novo triângulo em cada um dos segmentos parabólicos resultantes, repetindo o processo de inscrição de triângulos nos segmentos parabólicos resultantes da etapa anterior.

Em seguida provou que para cada triângulo dado, os dois triângulos construídos sobre seus lados têm uma área total igual a $\frac{1}{4}$ da área do triângulo dado. Dessa forma, ele exauriu o segmento parabólico, removendo sucessivamente esses triângulos inscritos.

A área total pode ser, então, aproximada por uma soma de áreas que, organizadas juntas de modo adequado, geram uma progressão geométrica em que cada termo, com exceção do primeiro, que é igual a $\frac{1}{4}$ do termo anterior. A soma de tal progressão geométrica é igual a $\frac{4}{3}$ do primeiro termo.

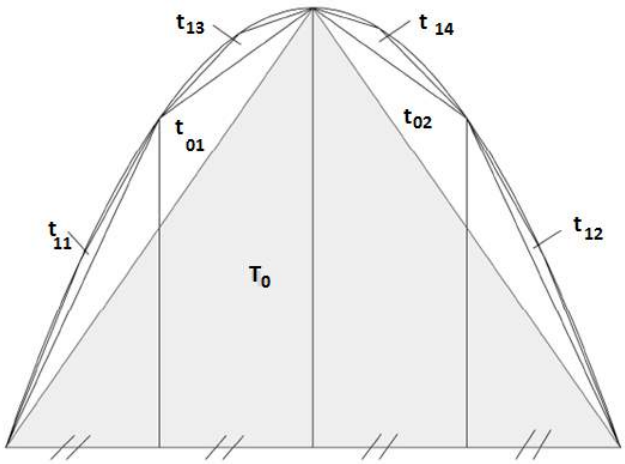
Arquimedes provou que a área do segmento parabólico não pode ser maior que $\frac{4}{3}$ da área do primeiro triângulo inscrito e, da mesma forma, que não pode ser menor que esse mesmo valor.

Em outras palavras, podemos dizer que Arquimedes inscreve sucessivos triângulos no segmento de parábola; calcula a área desses triângulos e vai obtendo valores cada vez mais próximos do pretendido, somando as áreas dos sucessivos triângulos. Assim, demonstra que a área do segmento de parábola é igual a $\frac{4}{3}$ da área do triângulo com a mesma base e altura do segmento.

No entanto, Arquimedes não prolonga as somas até o infinito. Ele deduz o seu valor demonstrando que não pode ser nem maior, nem menor que $\frac{4}{3}$. Ou seja, nomeando as partes resultantes

do processo de quadratura da parábola temos: seja P o segmento de parábola e T_0 o triângulo inscrito (ver figura 5); nos dois segmentos restantes são escritos outros dois triângulos, t_{01} e t_{02}, de mesma base e altura. Seja a soma destes T_1. Nos quatro segmentos de parábola formados são inscritos os triângulos t_{11}, t_{12}, t_{13}, e t_{14} , cuja soma é T_2 .

Precisamos mostrar que a relação $T_1 = \frac{T_0}{4}$, $T_2 = \frac{T_1}{4}$ é satisfeita, com base nas propriedades da parábola, e assim por diante, isto é, os "pedaços" que são acrescidos ao triângulo não só se tornam cada vez menores, mas cada um é igual a $\frac{1}{4}$ do anterior.



Fonte: O método de exaustão e a sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

Se fizermos algumas rotações e translações adequadas, podemos supor que qualquer parábola assume a forma $y = ax^2$, com $a > 0$. Suponhamos que a reta $y = b$, $b > 0$ limita o segmento parabólico. Nossa pretensão é mostrar que $T_1 = \frac{T_0}{4}$ (de forma análoga é feita para os outros triângulos). Da figura 6 segue que a área do triângulo é dada por $T_0 = \frac{2b\sqrt{\frac{b}{a}}}{2} = b\sqrt{\frac{b}{a}}$. Em D, temos $x = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{a}}$ e $y = (\frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{a}})^2$, ou $y = \frac{b}{4}$. Daí, $D = (\frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{a}}, \frac{b}{4})$. A reta r que passa pelos pontos A(origem) e C é da forma r : $y = mx$, onde $m = \frac{b}{\sqrt{\frac{b}{a}}} = \frac{b}{\sqrt{b}}\sqrt{a} = \sqrt{ab}$. Assim, $r: y = \sqrt{ab}\,x$.

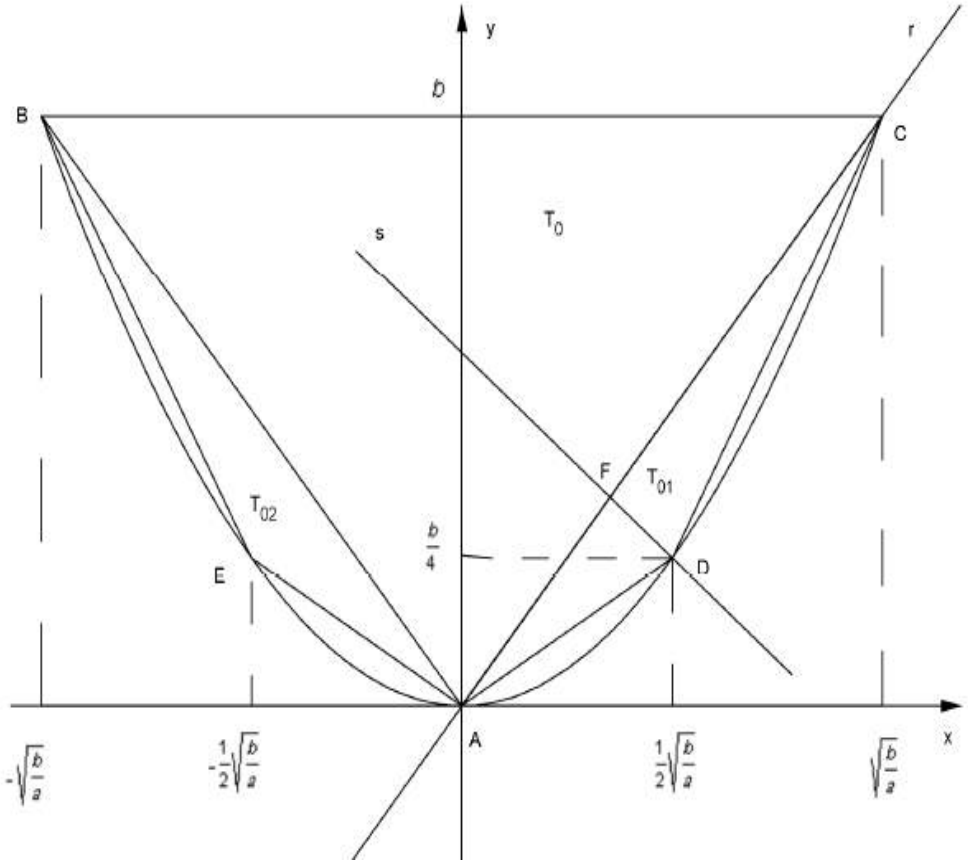


Figura 6

Fonte: O método de exaustão e a sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

Consideremos a reta *s* perpendicular a reta *r* passando por *D*. Temos que $s: y = -\frac{1}{m}x + k$, ou seja, $s: y = -\frac{x}{\sqrt{ab}} + k$. Como *D* é ponto da reta, segue que $\frac{b}{4} = \frac{-\frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{a}}}{\sqrt{ab}} + k$, donde segue que $k = \frac{2+ab}{4a}$. Assim, $s: y = -\frac{x}{\sqrt{ab}} + \frac{2+ab}{4a}$. O ponto *F* é a interseção das retas *r* e *s*. Isto significa que , $\sqrt{ab} = -\frac{x}{\sqrt{ab}} + \frac{2+ab}{4a}$. Agora, $y = \sqrt{ab}x = \sqrt{ab}\left[\frac{(2+ab).\sqrt{ab}}{4a(1+ab)}\right]$. Daí temos, $F = \left(\frac{(2+ab).\sqrt{ab}}{4a(1+ab)}, \frac{b(2+ab)}{4(1+ab)}\right)$.

Para calcular a área do triângulo t_{01} temos que achar a sua altura *h* , que é a distância do ponto *D* a *F* . Tomando *h= d(D, F)* chegamos através de cálculos simples que $h = \frac{b}{4.\sqrt{1+ab}}$. A base do mesmo triângulo é dada pela distância de *A* até *C*, ou seja , $d(A, C) = \sqrt{\frac{b+ab^2}{a}}$. Assim, a área do triângulo t_{01} é: $A_{t_{01}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{b+ab^2}{a}} . \frac{b}{4\sqrt{1+ab}}$. Daí, a área dos triângulos t_{01} e t_{02} somadas é T_1, onde $T_1 = \sqrt{\frac{b+ab^2}{a}} . \frac{b}{4\sqrt{1+ab}} = \frac{b}{4}\sqrt{\frac{b}{a}} = \frac{T_0}{4}$. O processo é análogo para provar os demais casos.

Voltando ao cálculo da área do segmento parabólico, perceba que o polígono construído (ver figura 5) aproxima-se efetivamente do segmento da parábola e que $T_0 + T_1 + T_2 + \cdots + T_n + \cdots = \frac{4}{3}\, T_0$, ou ainda, $T_0 + \frac{T_0}{4} + \frac{T_0}{4^2} + \cdots + \frac{T_0}{4^n} + \cdots \rightarrow \frac{4}{3}\, \mathrm{T}_0$.

No formalismo atual, pensando em repetir o processo infinitamente, teríamos $T_0 \left[1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \ldots + \frac{1}{4^n} + \cdots\right] = T_0 \sum_1^\infty \frac{1}{4^n} = T_0 \frac{4}{3}$, pois a série geométrica $\sum_1^\infty \frac{1}{4^n}$ de razão $\frac{1}{4}$ converge para $\frac{4}{3}$. Note que mesmo não pensando no infinito, Arquimedes encontrou a soma exata da série. Foi a primeira vez que se calculou soma com infinitos termos.

O que permitiu a passagem do método de exaustão para o conceito de integral foi a percepção que em certos casos, a área da região pode ser calculada sempre com o mesmo tipo de aproximação por retângulos (Figura 7), o que não se tinha com as aproximações que eram feitas por Arquimedes, onde para cada caso teríamos uma aproximação adequada, tornando o método inconveniente.

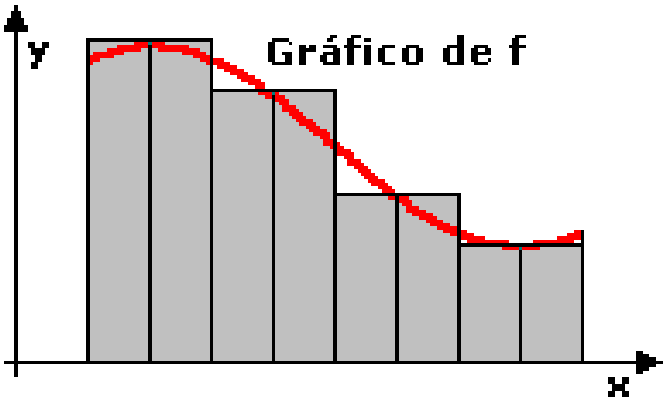


Figura 7

Fonte: http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000026/00002603.pdf

Apesar de esta descoberta ter sido de fundamental importância, a criação mais importante, na prática, foi a possibilidade de conseguir expressar as integrais através de uma função denominada de primitiva, o que facilitava o trabalho dos matemáticos, já que o cálculo das integrais pela definição, por ser esta muito abstrata, era muito complicado.

Tal associação, entre a integral e sua primitiva, é estabelecida pelo Teorema Fundamental do Cálculo, que teve como seus maiores contribuidores Newton e Leibniz. Como já afirmamos, a criação do Cálculo Diferencial e Integral deve-se a Newton e a Leibniz, trabalhando os dois separadamente, mas chegando a resultados semelhantes.

Eles sistematizaram as ideias e métodos surgidos, principalmente, ao longo dos séculos XVI e XVII, tendo como base a percepção de que a área de uma região, em certos casos, pode ser encontrada fazendo o mesmo tipo de aproximação por retângulos, possibilitando a passagem da ideia presente no método de exaustão ao conceito de integral.

O Teorema Fundamental do Cálculo tem a seguinte estrutura:

Teorema: *Seja f:[a,b] → R, contínua, derivável, com derivada f': [a,b]→R, contínua. Então vale:*

$$\int_a^b f'(x)dx = f(b) - f(a)$$

Esse teorema foi um facilitador para o cálculo de integrais, além de possibilitar uma ligação a integral com a função derivada. Na mesma época que o teorema destacado, muitos outros métodos também foram desenvolvidos, a exemplo deles podemos citar o procedimento matemático para a integração de todas as funções racionais, também chamado hoje de método das frações parciais, o qual foi desenvolvido por Johann Bernoulli.

Contudo, poucos desses métodos desenvolvidos possuíam um rigor matemático. Foi apenas por volta de 1820 que o matemático Augustin Louis Cauchy (1789-1857) tentou fazer uma conceituação formal das ideias postas por Leibniz e Newton relativas à ideia de integral, formalizando a definição de limite. Infelizmente, Cauchy não obteve êxito em todas as suas tentativas, o que não comprometeu seu importante papel no desenvolvimento da Matemática.

Tempos depois, fazendo uma extensão do método de Cauchy, o alemão Bernhard Riemann (1826- 1866) realizou estudos mais aprofundados sobre a integral. Eis o motivo da integral estudada por ele ser chamada Integral de Riemann. Outros matemáticos também contribuíram para o desenvolvimento das Integrais, como podemos citar nomes como Darboux, Lebesgue e Heinstock, os quais partiram da integral de Riemann e chegaram a conceitos ainda mais abstratos da Integral, contribuindo ainda mais para o cálculo.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. L. ***O método de exaustão e sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento matemático***. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Católica de Brasília, **2006**.

BOYER, Carl Benjamin. ***Tópicos de história da matemática para o uso em sala de aula***. São Paulo: Atual, **1992**

KNIJNIK, G. ***Exclusão e Resistência: Educação Matemática e Legitimidade Cultural***. Porto Alegre: Artes Médicas, **1996**

GUEDIN, J; UGGIONI, E. ***Cálculo Diferencial e Integral: o ensino como uma abordagem histórica e sua contextualização***. *46 f. Monogr*afia (Especialização em Educação Matemática) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, **2004**.

MEDEIROS, Luiz Adauto. ***Aspectos do Teorema Fundamental do Cálculo***. Conferência proferida na faculdade de Matemática- UFPA. Belém. **2008**.

MENDES, Iran Abreu. ***Investigação no Ensino da Matemática.*** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., **2009**.

UM ESTUDO DE CASO DA AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM BENÍCIO DO AMARAL – PB

José Joebson Silva de Lima, Marco Aurélio Rodrigues de Melo[2], Lucivânia Rangel de Araújo Medeiros[3], Edivaldo Galdino Ferreira[4], Giuseppe Cavalcanti Vasconcelos[5]

[1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, limajoebson@gmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com; [3]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, lucivaniarangel@gmail.com, Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP, [1]Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária – EMEPA, edivaldogaldino@gmail.com, Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, Campus IESP giuseppecv@gmail.com

RESUMO

Localizada na microrregião de Guarabira, a cidade de Logradouro foi escolhida pelo Governo do Estado da Paraíba para receber um barramento de terra, construído na década de 1990, com vistas na contenção das águas do Riacho do Luiz, que nasce no município de Serra da Raiz-PB, a fim de minimizar dois problemas: conter as enchentes do riacho, principal afluente local do Rio Curimataú e reservar água para abastecer a indústria têxtil Tecelagem Santo André-TSA. Diante da escassez dos recursos hídricos com bons índices de potabilidade, observam-se informações a cerca do potencial do reservatório hídrico Benício do Amaral para completar vazão e/ou reparar por completo o problema de abastecimento d'água dos municípios de Serra da Raiz, Logradouro e Caiçara, aproximadamente 10.000 pessoas.

PALAVRAS-CHAVE: infraestrutura hídrica; planejamento e gestão; barragens.

ABSTRAT

Located in the micro-region of Guarabira, the city of Logradouro was chosen by the State Government of Paraíba to receive an earth bus, built in the 1990s, with a view to contain the waters of Riacho do Luiz, which is born in the municipality of Serra da Raíz -PB, in order to remedy two problems: to contain the floods (flood) of the creek, main local tributary of the Curimataú River and reserve water to supply the textile industry Santo André-TSA. Today, due to the scarcity of water resources with good potability, it is resolved to work on the potential of the Benicio do Amaral reservoir to complete the flow and/or to

completely cure the water supply problem in the municipalities of Serra da Raíz, Logradouro and Caiçara, approximately 10,000 (ten thousand) people.

KEY WORDS: water infrastructure; Planning and management; dams.

1. INTRODUÇÃO

A Paraíba é um Estado brasileiro que congrega 23 microrregiões, contando com uma média pluviométrica em anos normais de 849 mm/ano e em anos de seca, 412 mm/ano, (SEMARH, 2006).

O Brejo Paraibano é uma das microrregiões do estado da Paraíba pertencente à Mesorregião do Agreste Paraibano. Sua população estimada para o ano de 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE é de 115.853 habitantes e está dividida em oito municípios. Possui uma área total de 1.202,1 km². São compostos pelos municípios de Alagoa Nova, Alagoa Grande, Areia, Bananeiras, Borborema, Matinhas, Pilões e Serraria, sendo estes por sua topografia e deflúvios favoráveis locais onde se situam as barragens que abastecem inúmeras cidades no Brejo e em regiões e municípios tangentes (IBGE, 2017). Porém, observando dados da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba – AESA, notadamente, a pluviometria da bacia do Curimataú neste setor sofreu alterações salutar. E esse fato, nos leva a compreensão de que precisamos de novos modelos de gestão dos recursos hídricos a fim de suprir as necessidades das cidades inseridas no circuito antes abastecido pelos barramentos do Brejo, onde se concentravam pluviometrias de aproximadamente 1.200 mm/ano e hoje

(2018), concentram apenas 707,07 mm/ano em média. A Figura 1 monitorou-se as chuvas entre 2007 (ano 1) a 2017 (ano 11) (LIMA, 2017).

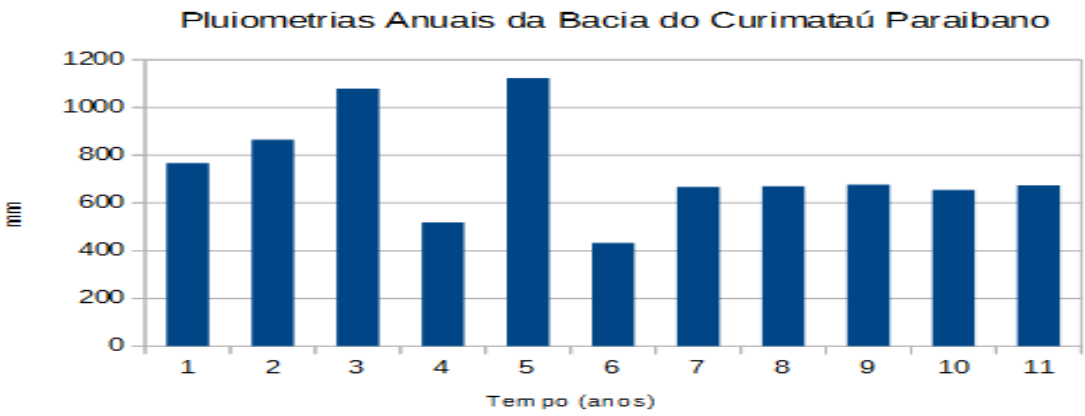


Figura 1 – Pluviometria da Bacia do Curimataú

Fonte: AESA-PB/LIMA (2017)

A Barragem Estadual Benício do Amaral, regida pela Lei nº 8.834/2009, como potencial reservatório para, modernizada e readequada, abastecer as cidades de Serra da Raíz, Logradouro e Caiçara, ambas na Paraíba, irá promover um melhor aproveitamento das águas do Riacho do Luiz, o qual a barragem represa e gera um lago com bacia hidráulica de 8 hectares (LIMA, 2017). Esse fato traz o olhar da perspectiva analisada em trabalhos anteriores que estudaram os barramentos contidos na Bacia do Curimataú, em especial a barragem Lagoa do Matias, situada no município de Bananeiras-PB, que abastece Logradouro, Caiçara, Belém e Tacima, com capacidade de projeto de 1.239.883 m³, segundo a Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba, que foi quem a projetou e executou sua obra, porém está, com as conclusões de queda das médias pluviométricas no Brejo, conta apenas com 22,6% de sua capacidade, o que impossibilita de comportar tais abastecimentos, necessitando de projetos como a Barragem Benício do Amaral, que demonstra potencial para tal finalidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS.

A infraestrutura hídrica do Brejo do Estado da Paraíba por meio de dados bibliográficos extraídos de fontes secundárias contidas nos bancos de dados de Google Acadêmico, Scielo, e fontes primárias de monitoramento e construção de obras de engenharia no âmbito do serviço público, tais como Agência Executiva de Gestão das Águas – AESA/PB, Departamento Nacional de Obras Contras as Secas – DNOCS/PB, na perspectiva de concluir sobre uma infraestrutura que supriu durante muitas décadas as necessidades das cidades abastecidas pelos reservatórios construídos e em operação no Brejo, porém hoje não ~~são~~ mais suficientes, ~~sozinhos~~ necessitando em alguns casos de construção de novas

barragens com vazões suficientes, em outros de uma nova visão de gestão de recursos hídricos disponíveis (LIMA, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Existem muitas evidências que os recursos hídricos do Brejo Paraibano são extremamente positivos para o abastecimento urbano, irrigação e até mesmo geração de energia elétrica (o caso da Hidrelétrica de Canafístula, em Borborema-PB), tudo por meio do uso da água (LIMA, 2016). Porém, é necessário investigar e compreender melhor a dinâmica para os anos atuais e futuros, pois é impossível alcançar sucesso econômico sem o uso de fontes abastecíeis que garantam a sustentabilidade hídrica para cidades (RIBEIRO, 2011).

Segundo moradores antigos do município de Logradouro, entre os anos de 1991 e 1994, em algum momento, entre os meses de novembro e abril o Riacho do Luiz vertia quantidade de água considerável.

Motivados pela quantidade de água que cortava os vales da Serra da Raiz, na cota 330 m, e chegava até cotas de 112 m no município de Logradouro, começaram a se mobilizar, com vistas no risco que corriam, pois o então distrito de Caiçara estava se erguendo à direita do Rio Curimataú e com o risco de ter sua rua principal cortada pelo Riacho. Representantes políticos solicitaram, e o Governo do Estado da Paraíba construiu um barramento de terra homogêneo (entre 1991 – 1994). Em 2007, no mês de janeiro, o barramento de terra então sem nome rompeu parcialmente, colocando em risco a população do município que teria perdas humanas e materiais, caso o maciço não suportasse as pressões causadas pela enchente do riacho do Luiz, que nasce na Serra da Raiz, fazendo parte da Sub-bacia Riacho do Luiz, tributário do Rio Curimataú. O barramento atualmente conta com 150 m de comprimento horizontal,

acrescidos de 25 m de sangradouro, com altura de aproximadamente 1 m. A altura do maciço é da ordem de 10 m de altura em relação ao solo.

3.1. O Riacho do Luiz

Nasce no município de Serra da Raiz-PB, na cota 330 m e é barrado na cota 116 m, já no município de Logradouro-PB, com extensão de 16,5 km², segundo LIMA (2017), Figura 2.

Figura 2 – Delimitação da Sub-bacia Riacho do Luiz
Fonte: LIMA (2017)

Todas as águas que são drenadas pelos divisores topográficos da Sub-bacia Riacho do Luiz são barrados pela barragem de terra denominada por lei estadual de Benício do Amaral, armazenando com suas características físicas atuais cerca de 282.000 m³ de água, entendendo que sua bacia hidráulica atual alaga apenas 8,07 hectares de terra e estimando um profundidade média entre 3,0 a 3,5 m.

A partir da precipitação da chuva na sub-bacia, equivalente a uma média de 785 $mm.ano^{-1}$, ou seja, $785x10^{-3}$ $m.ano^{1}$, multiplicando-se pela área de captação pluviométrica da sub-bacia estudada de 16,5 km² ($16,5x10^{6}$ $.m^{2}$), resultou-se em um volume de 12.952.500 $m^{3}.ano^{-1}$, que represados no

reservatório da barragem Benício do Amaral no município de Logradouro, favorecem o abastecimento humano, sempre que ocorrerem redução do fornecimento regular de água na cidade.

3.2. Recomendações sobre a infraestrutura da Barragem

O reservatório, com as condições atuais abasteceria cerca de 2.100 pessoas por cerca de dois anos, considerando a intermitência das chuvas e da vazão do riacho, assim como a evaporação de 2.000 mm/ano. Porém, há de se considerar o potencial do riacho barrado que é salutar em termos de aproveitamento para o abastecimento urbano de água. Modelou-se a estrutura construtiva da barragem Benício do Amaral, alagando cerca de 32 hectares, consistindo essa alteração substancial no abastecimento de mais de 8.000 pessoas nos municípios de Serra da Raíz, Logradouro e Caiçara (população urbana), fazendo com que o manancial comporte 1.131.000 m³ de água, abastecendo as

comunidades por um ano e meio. Considerando todos os fatores de risco, e calculando para esse tempo sem ocorrência nenhuma de chuvas, Figuras 3, 4 e 5.

Figura 3 – Condições atuais (2018) do reservatório

Fonte: Google Earth, Elaboração Própria (2018)

Figura 4 – Readequação com inversão dos eixos da barragem

Fonte: Google Earth, Elaboração Própria (2018)

Figura 5 – Área Alagável (Bacia Hidráulica)
Fonte: Google Earth, Elaboração Própria (2018)

A Figura 3 têm as condições do maciço sem alteração (condição atual). A Figura 4, tem~~os~~ uma nova ordem dos eixos da barragem Benício do Amaral, com uma parede de terra com extensão de 350,00 m. Duplicando o tomando (em comprimento) da parede que represa a água, teremos um novo espelho d'água, e seria estimativamente de cerca de 30 hectares, Figura 5. Nisto, conseguiremos as condições

ideais para represar de forma segura água para abastecer mais cerca de 10.000 habitantes de três municípios circunvizinhos.

Para justificar as mudanças pertinentes a ampliação e modificação da geometria do maciço, a Figura 6 sugere a necessidade, com o aumento da parede de terra barrável, de construção de um dique de contenção na cota 117 m, visando coibir o avanço da água que irá escoar da cota 144 m para a 117m.

Figura 6 – Perfis de Elevação da Bacia Hidráulica

Fonte: Elaboração Própria, Google Earth 2017

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estima-se um estudo a cerca de potenciais reservatórios, com vazões de oferta superior às de demanda, sobretudo, que estejam mais próximos das cidades, diminuindo o trecho captação-adução, consequentemente as perdas de carga distribuídas ao longo do percurso, visando seu aproveitamento, facilitando a fiscalização em casos de rompimentos, danos e furtos d'água por meio das tubulações, preservando a infraestrutura da adutora e otimizando todo o processo desde a captação nos mananciais até a recepção da água pela rede de abastecimento das cidades.

Se tratando da intermitência hídrica vigente na Paraíba como um todo, é necessário para ~~o~~ um planejamento e gestão da infraestrutura e distribuição hídrica, identificar potenciais reservatórios que

venham desafogar açudes maiores. Para isso, distinguir as bacias e sub-bacias dos rios é essencial, assim como seu potencial hidrológico e sua viabilidade ambiental, econômica e social.

REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba, **Gestão de Recursos Hídricos**, **2017**.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –. **Populações estimadas: Brejo da Paraíba, 2017**.

LIMA, C. A. **Tese de Conclusão de Curso: Barragem de Canafistula II e o abastecimento hídrico em Araruna – PB**, **2016**. Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campus III – Guarabira.

LIMA, J.J.S. **SUB-BACIA RIACHO DO LUIZ: POTENCIAL HIDROLÓGICO PARA A BARRAGEM BENÍCIO DO AMARAL, EM LOGRRADOURO-PB**. Apresentado no 17º ENIC-IESP/**2017**, JOÃO PESSOA-PB.

PARAÍBA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais – SEMARH. **Aspectos Físicos: Brasil, Nordeste e Paraíba**, **2006**.

RIBEIRO, C. R.; PIZZO, H. DA S. **Avaliação da sustentabilidade hídrica de Juiz de Fora/MG**. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, DOI: 10.4215/RM2011.1021.0012, **2011**.

Uma metodologia de referência para a implantação da produção enxuta em operações hospitalares

Tatyana karla oliveira régis[12] José Martinho de Albuquerque Silva
[1]Instituto Superior de Educação da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: tatyana_regis@yahoo.com.br , [2]Instituto Superior de Educação da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail:matinho1909@hotmail.com
[1]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP. [1]

Introdução:

A produção enxuta (PE) nasceu na indústria japonesa e ficou conhecida anteriormente como Sistema Toyota de Produção pelo seu desenvolvimento e sucesso na *Toyota Motor Corporation*. A PE é um sistema de produção focado na eliminação de desperdícios e na criação de valor para todos os *stakeholders* da empresa.

Shingo (1996) define a PE como um sistema de produção que visa à eliminação total das perdas. Womack *et al.* (2005) argumentam que a PE é uma estratégia de gestão aplicável não apenas à manufatura, mas estende-se às operações de serviços, uma vez que seus princípios são genéricos o bastante para resultar na melhoria dos processos em qualquer organização. Encontram-se aplicações da PE aos serviços públicos, de varejo, saúde, *call center*, hotéis, aeroportos etc. (YASIN; WAFA; SMALL, 2001; BARLOW, 2002; KOLLBERG; DAHLGAARD; BREHMER, 2007; PIERCY; RICH, 2009; PHENG; ARAIN; FANG, 2011).

Dentre as operações de serviços que têm implementado a PE destaca-se o setor de saúde, no qual a PE é conhecida pela denominação *Lean Healtchcare.* Neste contexto, este capítulo tem como principal objetivo apresentar uma metodologia para implementação da produção enxuta em operações hospitalares, a qual foi resultado de uma dissertação. Para tanto, inicialmente foi realizada a análise da literatura relevante nos temas: produção enxuta, operações hospitalares e produção enxuta em operações de serviços (com foco nos serviços de assistência à saúde).

Com base na revisão da literatura foram identificadas algumas categorias de análise da produção enxuta em operações hospitalares e foi realizado um estudo empírico por meio de estudos de casos múltiplos em três operações hospitalares do estado de São Paulo. Os casos não são detalhados no capítulo.

Fundamentando-se na literatura e nos estudos de casos foi possível sugerir diretrizes para aplicação das técnicas enxutas, organizando-as de forma a compor a metodologia proposta para implementação da produção enxuta em operações hospitalares. A proposta inicial da metodologia consistia em duas fases: inciativas para a implementação da produção enxuta; implementação das técnicas enxutas e desenvolvimento da cultura *lean.*

Após a elaboração final, esta foi submetida a análise de especialistas no tema (pesquisadores, consultores e gestoras hospitalares) com dois objetivos: ser refinada, ou seja, aprimorada com base nas sugestões de melhoria dos especialistas; ser avaliada tomando como base os critérios sugeridos por Platts (1993): utilização prática, facilidade de uso e utilidade. Após o refinamento e avaliação dos especialistas, a proposta final permaneceu com as duas fases, entretanto foram feitas algumas sugestões, as quais foram consideradas para o aprimoramento da metodologia.

Metodologia:

A proposta de metodologia para implementação da PE em operações hospitalares é composta de duas fases conforme são ilustradas nas Figuras 1 e 2. A seguir, cada uma das fases será descrita.

Fase 1: Iniciativas para implementação da produção enxuta

Conforme é possível observar na Figura 1, a Fase 1 é composta por quatro etapas: iniciação, capacitação da equipe *lean*, definição do projeto piloto e capacitação da equipe de melhoria. Essas etapas são detalhadas a seguir.

a) Iniciação

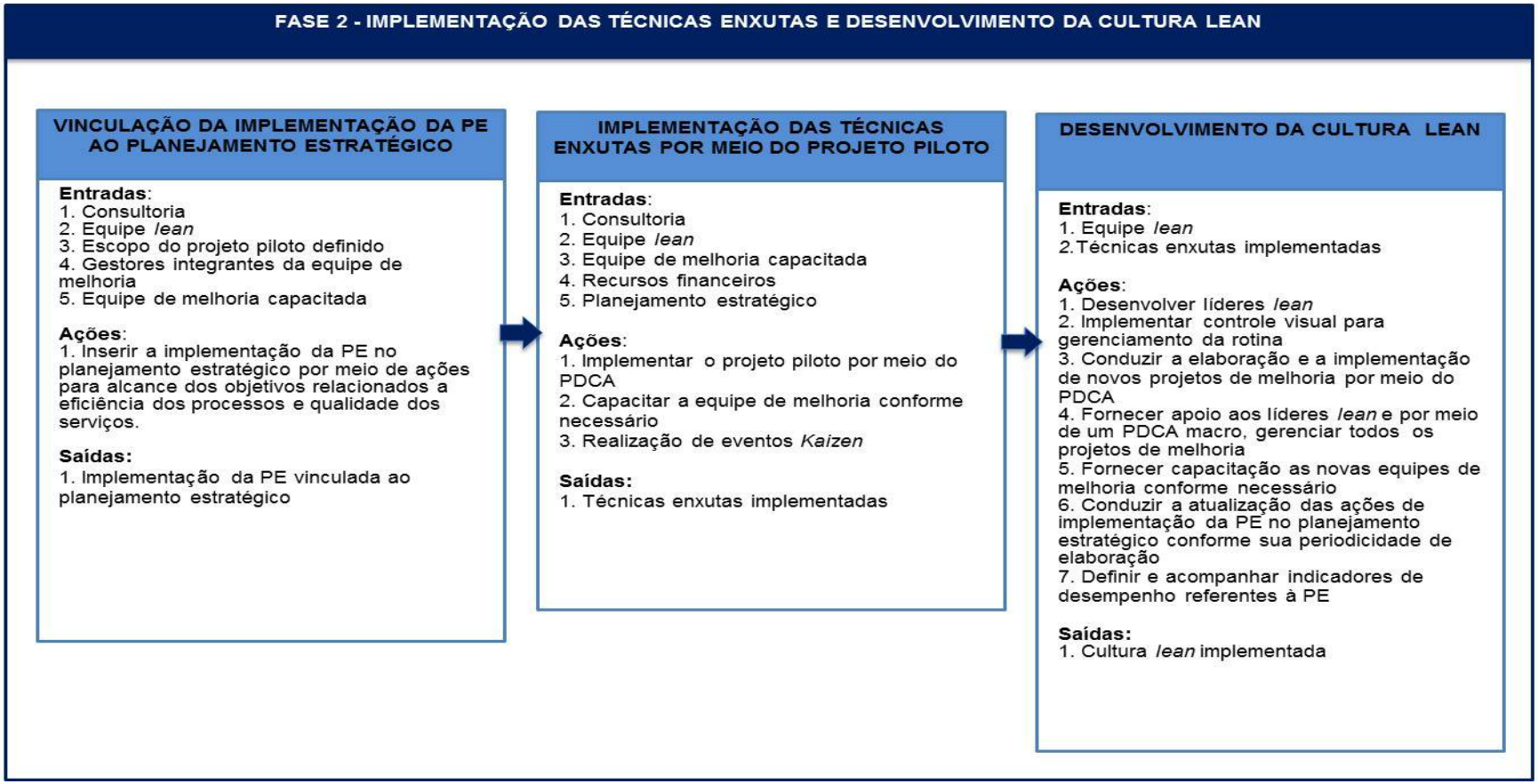
Na Fase 1 a metodologia sugere que o hospital deve formar e capacitar a equipe *lean*, esta irá conduzir o processo de implementação da PE, definir o projeto piloto, assim como, formar e capacitar a equipe de melhoria que irá conduzi-lo.

Conforme Bertani (2012) e Ben-Tovim *et al*. (2008) em alguns casos o processo de implementação da PE é gerenciado por uma equipe interna fixa, a qual pode ser composta por gestores executivos e médicos e ter um membro da alta gestão. Nos três casos estudados as operações hospitalares conduziram o desenvolvimento da cultura enxuta por meio de uma equipe formada pelo diretor executivo ou administrativo e pelo gestor responsável pela qualidade.

Figura 1 -Fase 1: Iniciativas para implementação da produção enxuta.

Fonte: Desenvolvida pela autora.

Figura 2 -Fase II - Implementação das técnicas enxutas e desenvolvimento da cultura *lean.*



Fonte: Desenvolvido pela autora.

Assim, tomando como subsídios a literatura e os casos estudados sugere-se a formação da equipe *lean*.

Para formação da equipe *lean* é necessário que a alta gestão do hospital verifique se dispõe de recursos humanos capacitados em PE, de forma que possam ser inseridos na equipe que irá conduzir a implementação da cultura enxuta. Caso o hospital não disponha de funcionários capacitados, será necessária a contratação de consultoria especializada, de um programa de capacitação ou mesmo de funcionários experientes em PE. Tomando como exemplo o caso A, sugere-se que a consultoria ou programa de capacitação sejam contratados por um período de, no mínimo, um ano.

Cabe ressaltar que o período de um ano para atuação da consultoria ou do programa de capacitação não corresponde ao tempo total de implementação da filosofia *lean,* pois, para este fim, muitas vezes são necessários anos, enquanto que a implantação de melhorias incrementais e pontuais é concretizada em semanas ou meses. Assim, sugere-se que a consultoria conduza apenas as fases iniciais do desenvolvimento da cultura *lean.*

A equipe *lean* deve ser composta por funcionários da alta gestão e administração da operação hospitalar: diretor executivo, gestor administrativo, gestor de qualidade, gestor de recursos humanos e especialistas em *lean.*

b) Capacitação da equipe *lean*

Conforme Bertani (2012) é imprescindível o treinamento dos profissionais envolvidos nos processos de melhoria enxuta por profissionais já experientes. A exemplo do caso A, sugere-se que a equipe *lean* seja capacitada pela consultoria por um período de, no mínimo, três meses (48 horas dividas em 4 horas por semana), por meio de treinamentos teóricos e práticos. Os treinamentos devem abranger os seguintes conteúdos: conceitos e objetivos da PE, perdas dos processos, princípios enxutos, técnicas enxutas. A metodologia propõe um treinamento denominado "Assimilando a cultura *lean*", o qual é ilustrado no Quadro 1. Cabe ressaltar que este treinamento consiste numa capacitação inicial mas a capacitação deve ser contínua.

A exemplo do caso C, além da capacitação fornecida pela consultoria, o hospital pode viabilizar a participação dos seus funcionários em palestras e cursos em PE ofertados por outras consultorias, ou instituições, assim como participar de *benchmarking* com outras operações hospitalares ou manufaturas.

c) Definição do projeto piloto

Após a formação e a capacitação da equipe *lean*, esta deve definir o fluxo no qual iniciará a aplicação das técnicas enxutas, ou seja, deve determinar qual será o escopo do primeiro projeto piloto. Assim, nesta etapa, o cliente deve ser definido, pois, de acordo com Bertani (2012) em uma operação hospitalar, o valor do serviço é definido pelo paciente, pois este é o cliente principal, embora mantenedores, profissionais e processos também podem ser considerados clientes. Assim, a metodologia propõe que primeiramente sejam escolhidos os fluxos que processam os pacientes.

Quadro 11 - Treinamento "Assimilando a cultura *Lean"*

Temas	Carga horária	Temas	Carga horária
Conceitos e objetivos da PE	2h	**Técnicas enxutas** Autonomação (*Jidoka*) Padronização Controle de qualidade zero defeitos	4h
Perdas dos processos	2h	**Técnicas enxutas** Nivelação da carga de trabalho (*heijunka*) Tecnologia de grupo e layout celular Trabalhar de acordo com o *takt time*	4h
Princípios enxutos Determinar o valor para o cliente, definir o fluxo de valor e fluxo contínuo, único e simples	4h	**Técnicas enxutas** Troca rápida de ferramentas, manutenção produtiva total	4h
Princípios enxutos Produção puxada, integração da cadeia de fornecedores e foco na qualidade	4h	**Técnicas enxutas** Controle visual, trabalho em equipe e trabalhadores multifuncionais, *empowerment* (autonomia)	4h
Princípios enxutos Gerenciamento visual, uso de tecnologia que atenda a funcionários e processos, desenvolvimento dos recursos humanos, busca da perfeição	4h	**Metodologias para implementação da PE**	8h
Técnicas enxutas Mapeamento do fluxo de valor, *kaizen* e 5S	4h		
Técnicas enxutas JIT *Kanban*	4h		

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Conforme Vliet *et al*. (2011) e Holden (2011) os processos com alto volume, baixa complexidade e demanda estável facilitam a aplicação da PE, assim, é importante analisar as características dos processos antes de definir o escopo do projeto piloto. Para tanto, a equipe *lean* junto à consultoria deve analisar os processos de serviços do hospital tomando como subsídio os seguintes aspectos: objeto de transformação, repetitividade, volume de produção, foco na qualidade, comprometimento da gestão, desempenho, rentabilidade, dificuldades operacionais e com implantações de melhorias anteriores; e outros, de forma a definir um problema a ser solucionado.

Dessa forma, o fluxo que aborda o problema deve ser escolhido para realização do projeto piloto (primeiro projeto de melhoria). Cabe ressaltar que o fluxo escolhido como o escopo inicial da implementação da PE é um dos caminhos percorridos pelo paciente desde a sua admissão até a sua alta médica. Assim, o fluxo é composto por vários processos, que transformam pacientes, materiais e informações. Por exemplo, o fluxo de um paciente cirúrgico envolve os processos de recepção, prontuário, ambulatório, central de guias, internação, cirurgia, farmácia, UTI, etc. Neste sentido, um projeto piloto pode ser dividido em vários subprojetos (projetos menores e mais específicos) que correspondam a cada um dos processos do fluxo.

Posteriormente, com base no caso B e em Papadopoulos, Radnor e Merali (2011), a metodologia propõe que a equipe *lean* realize reuniões de conscientização (focando conceitos, objetivos da PE e perdas dos processos) com os gestores de todas as áreas do hospital com a finalidade de que estes compreendam a importância da implementação da PE, se motivem e se comprometam a realizar as melhorias necessárias.

d) Capacitação da equipe de melhoria

A equipe *lean* com o auxílio dos consultores deve determinar os funcionários que irão compor a equipe de melhoria para execução do projeto piloto. Devem ser selecionados funcionários dos vários níveis hierárquicos, inclusive do nível operacional e dos diferentes processos que fazem parte do fluxo em questão. Segundo Dickson *et al*. (2009) os funcionários da linha de frente são os mais aptos a projetarem as melhorias, entretanto devem ser apoiados pelo compromisso da alta gestão.

Por fim, a equipe *lean* deve capacitar a equipe de melhoria. Sugere-se com base nos três casos estudados, que os treinamentos sejam teóricos e práticos, abrangendo as técnicas enxutas (iniciando com MFV e *kaizen*) necessárias às melhorias planejadas, uma vez que na PE, a técnica *kaizen* é utilizada para promover a melhoria contínua dos processos. Ao realizar projetos de melhoria, já se está realizando o *kaizen*, pois os trabalhadores são organizados para analisar o fluxo, discutir problemas e propor melhorias (DICKSON *et al*. 2009; BERTANI, 2012).

Fase 2: Implementação das técnicas enxutas e desenvolvimento da cultura *lean*

A Fase 2 da metodologia se refere a aplicação das técnicas enxutas e ao desenvolvimento da cultura *lean*, e esta é dividida nas seguintes etapas: vinculação da implementação da PE ao planejamento estratégico, implementação das técnicas enxutas por meio do projeto piloto (desenvolvido na Fase I) e desenvolvimento da cultura *lean.* A seguir, maiores detalhes.

a) Vinculação da implementação da produção enxuta ao planejamento estratégico

Conforme Radnor, Holweg e Waring (2012) e Burgess e Radnor (2013) é importande vincular a adoção dos princípios enxutos a estratégia de operações. Assim, os projetos de melhoria estarão conectados e direcionados ao alcance dos objetivos de desempenho e ao desenvolvimento da melhoria contínua dos processos. La Ganga (2011) ao pesquisar a implementação da PE em uma operação de saúde mental, verificou que esta atualizou o seu planejamento estratégico após o primeiro projeto de melhoria.

Fundamentando-se nestes pesquisadores, nos três casos estudados, nos quais a implementação da PE ocorreu por meio do planejamento estratégico, baseando-se principalmente no caso B, no qual a PE está explícita no planejamento estratégico, como uma ação para alcance do objetivo: aumentar a produtividade de todos os processos otimizando custos, a metodologia proposta vincula a implementação da PE ao planejamento estratégico. Cabe ressaltar que as ações da PE têm o objetivo de alavancar os resultados do planejamento estratégico.

A equipe *lean*, os consultores e os gestores integrantes da equipe de melhoria (projeto piloto) devem participar da elaboração do planejamento estratégico e definir como as ações enxutas devem ser inseridas de forma a contribuir para o alcance dos objetivos de desempenho, qualidade, custos, flexibilidade, rapidez, confiabilidade ou mesmo para o alcance de objetivos estratégicos específicos como, por exemplo: aumentar a eficiência do processo de emergência, aumentar a taxa de ocupação do centro cirúrgico.

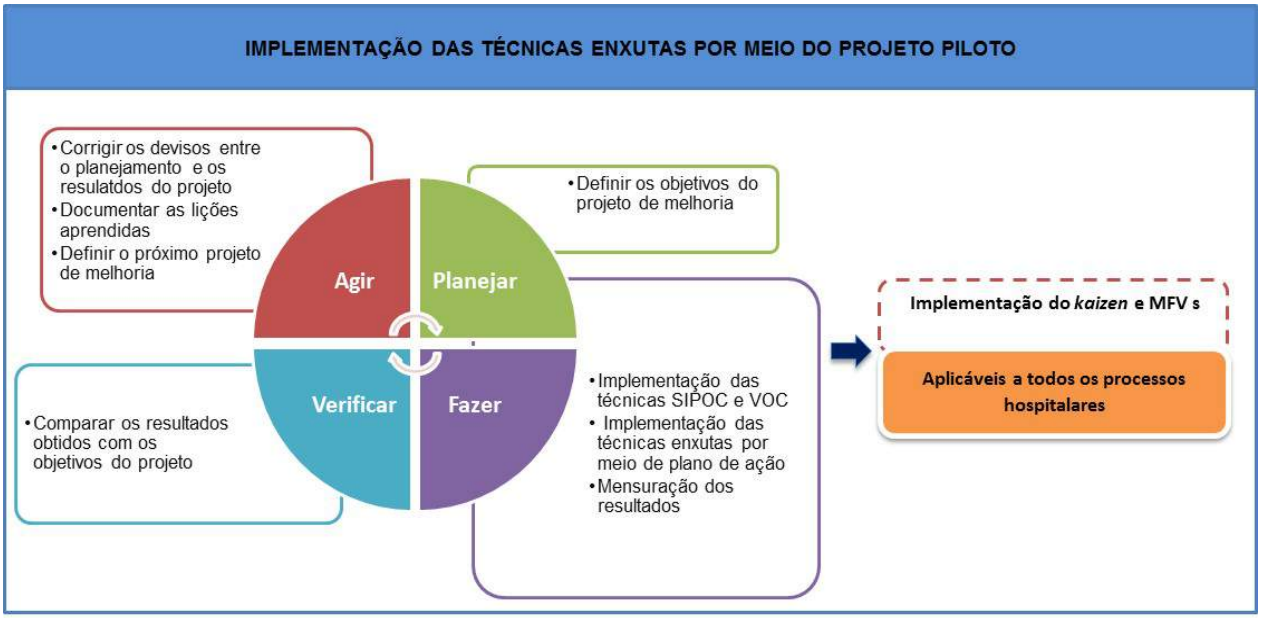
A semelhança do caso B, a metodologia proposta julga importante que gestores dos processos que constituem o escopo inicial da PE, embora sejam funcionários do nível operacional, participem do planejamento estratégico, pois eles possuem grande conhecimento do processo, estão capacitados em PE e, ao participarem das decisões a respeito dos objetivos, metas e prazos, estarão mais comprometidos com a implementação da cultura *lean.*

b) Implementação das técnicas enxutas por meio do projeto piloto

Os casos A e B estudados utilizaram o método DMAIC *(Define, Measure, Analyze, Improve, Control,* utilizada em projetos de melhoria 6 sigmas*)* para implantação da PE enquanto que o caso C utilizou o PDCA, embora a operacionalização dos métodos seja análoga. Assim, sugere-se que a equipe *lean*, os consultores e a equipe de melhoria executem o projeto piloto e posteriores projetos de melhoria por meio do método PDCA.

O método PDCA proposto na metodologia é composto de quatro etapas, descritas a seguir, conforme pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Método PDCA aplicado a implementação da produção enxuta



Fonte: Desenvolvido pela autora.

- **Planejar**: segundo Bertani (2012) e os casos estudados devem ser definidos objetivos claros na fase inicial de implementação da PE. Neste sentido, nesta etapa precisam ser definidos os objetivos do projeto de melhoria, como por exemplo: redução do *lead time*, redução dos tempos de espera do paciente, aumento da rentabilidade, etc. Cabe ressaltar que os objetivos dos projetos de melhoria devem estar atrelados aos objetivos estratégicos. Por exemplo, se a empresa tiver como objetivos estratégicos: aumentar a eficiência do processo de emergência e aumentar a taxa de ocupação do centro cirúrgico, logo, poderia ser desenvolvido um projeto de melhoria em cada um dos respectivos processos com os seguintes objetivos: tempo de espera de no máximo X minutos e tempo de giro de leito (*setup*) de X minutos. Devem ainda ser definidos os prazos para conclusão de cada objetivo e a forma de mensuração dos resultados. O resultado desta etapa é o plano para implementação da PE por meio do projeto piloto, fazendo parte deste plano: o escopo, a equipe responsável, os prazos, o orçamento, os objetivos e as medidas de controle.

- **Fazer:** esta etapa inicia com a implementação das técnicas SIPOC e VOC. A técnica SIPOC consiste em definir o processo por meio de um formulário, ou seja, em descrever os fornecedores, entradas, processos, saídas e clientes, proporcionando um entendimento macro do processo, enquanto que a técnica VOC consiste em conversar com os principais clientes sobre a qualidade dos bens ou serviços fornecidos. A metodologia sugere a utilização das técnicas SIPOC e VOC fundamentando-se principalmente no caso B. Posteriormente sugere-se que seja implementada a técnica enxuta MFV, a qual é aplicável a todos os processos hospitalares. Conforme Dickson *et al*. (2009), Holden (2011), Carter *et al*. (2012), La ganga (2011), Papadopoulos, Radnor e Merali (2011), Bertani (2012) e Teichgräber e Bucourt (2012), as primeiras técnicas enxutas a serem aplicadas é o MFV e o *Kaizen* simultaneamente. A partir da aplicação do MFV são identificadas as perdas do fluxo, posteriormente sugere-se a implementação da técnica controle de qualidade zero defeitos por meio do diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*) para determinar as causas raiz das perdas. Em seguida deve-se desenvolver o MFV do estado futuro, o qual irá direcionar as ações para eliminação ou redução das perdas e, consequentemente, a aplicação de outras técnicas enxutas. As técnicas enxutas são implementadas por meio do desenvolvimento de um plano de ação, assim, a metodologia sugere que seja utilizado o modelo 5W2H. Fundamentando-se nos três casos empíricos, a equipe *lean* deve realizar os treinamentos teóricos e práticos nas diversas técnicas enxutas, conforme a necessidade de aplicação destas. É importante realizar também EK, os quais consistem na formação de uma equipe para implementação de pequenas melhorias, de forma rápida, normalmente no período de cinco a sete dias. O evento *kaizen* consiste em um meio de motivar os funcionários uma vez que proporciona resultados rápidos.

- **Verificar:** os resultados obtidos com a aplicação das técnicas enxutas devem ser comparados com os objetivos do projeto piloto, identificando os desvios e as possibilidades de ajustes. A etapa de verificação deve ocorrer concomitantemente a etapa fazer.

- **Agir:** devem ser planejados ajustes e melhorias para o projeto. É possível modificar objetivos do projeto ou estabelecer novos objetivos, prazos e orçamentos. Nesta etapa também são documentadas as lições aprendidas e determinados novos escopos para implementação das técnicas enxutas, ou seja, são decididos novos projetos de melhorias.

c) Desenvolvimento da cultura *lean*

Segundo Bertani (2012) a sustentabilidade das melhorias é alcançada por meio do controle dos indicadores de desempenho, da realização de auditorias, da padronização e do desenvolvimento de proprietários para cada fluxo, que têm a responsabilidade de manter e revisar o trabalho. Assim, fundamentando-se em Bertani (2012) e no caso C, o qual desenvolveu coordenadores de fluxo, a metodologia sugere que sejam desenvolvidos líderes em *lean* visando à consolidação da cultura enxuta.

A equipe *lean* deve identificar os funcionários com potencial para exercer a função de líder *lean*. Esse líder será responsável por conduzir a implementação da PE junto à equipe *lean*, sendo um multiplicador da cultura de melhoria. A quantidade de líderes em *lean*, os processos pelos quais cada um será responsável e o período de capacitação são decisões específicas de cada operação hospitalar, entretanto, esta metodologia sugere que a equipe *lean* forneça o treinamento "Assimilando a cultura *Lean*" aos futuros líderes". A semelhança do caso C, além destes treinamentos, a capacitação dos candidatos a líderes *lean* pode ser complementada por meio da participação destes em palestras e cursos em PE ofertados por outras organizações, assim como o desenvolvimento de *benchmarking* com outras operações hospitalares ou manufaturas.

Os líderes *lean* serão responsáveis pelo acompanhamento dos quadros de controle visual, titulados "gerenciamento da rotina". Tomando como base caso C, esta metodologia sugere que todos os processos do hospital devem dispor de um quadro de gerenciamento da rotina, nestes devem ser inseridos os alertas de segurança (pequenos relatórios preenchidos quando ocorre algum erro no processo) e as ideias de melhorias. Semanalmente, os líderes *lean* devem analisar junto aos colaboradores envolvidos no processo os problemas e as ideias relatados no quadro, podendo ser estabelecidos novos projetos de melhoria. Os líderes *lean* devem ser capazes de conduzir a execução dos projetos *lean* sem necessitar do forte auxílio da equipe *lean*, de forma que esta participe apenas apoiando e esteja disponível para executar projetos de melhoria nos processos que ainda não disponham de líderes *lean.* A equipe *lean* é formada por funcionários da alta administração, sendo imprescindível o seu forte compromisso e apoio às equipes de melhoria em todas as etapas do desenvolvimento da cultura *lean*.

Conforme Bertani (2012) a melhoria contínua ocorre em ciclos, ou seja, quando uma situação futura é implementada, ela se torna a situação atual, posteriormente é analisada e melhorada. Neste sentido, a metodologia propõe que todos os projetos de melhoria ocorram por meio do método PDCA. Cabe ressaltar que a equipe *lean* é responsável pela gestão da PE por meio de um PDCA macro, o qual é apresentado na Figura 4, assim como é responsável por oferecer apoio aos líderes *lean*, e por conduzir a atualização das ações de implementação da PE no planejamento estratégico, conforme sua periodicidade de elaboração.

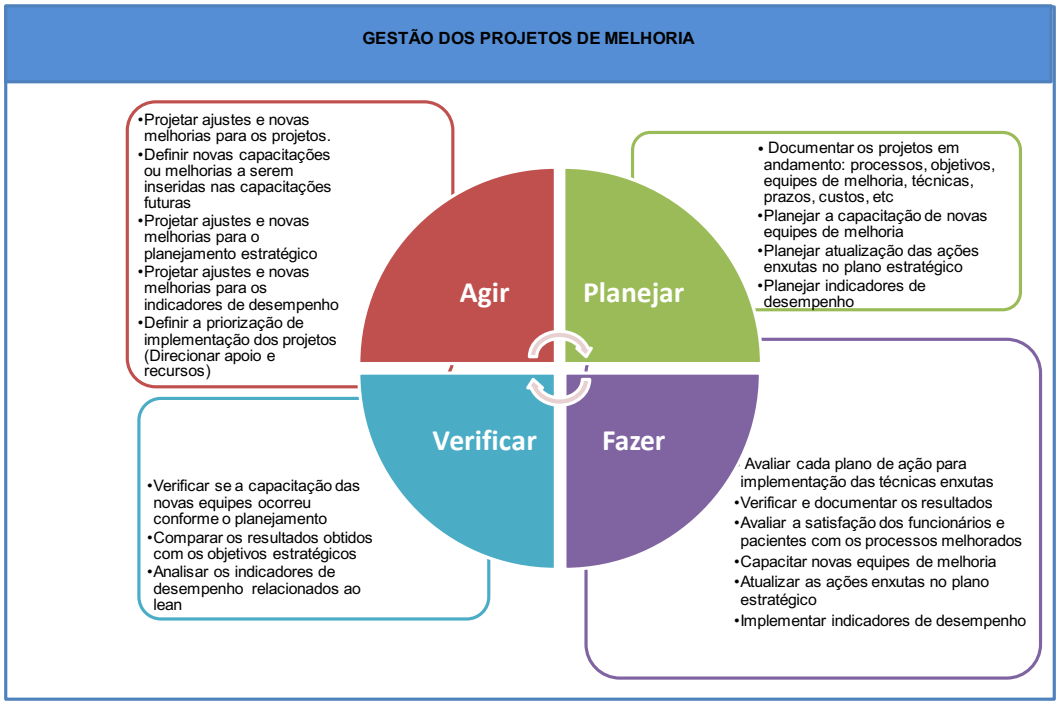


Figura 4 - Método PDCA aplicado a gestão dos projetos de melhoria
Fonte: Desenvolvida pela autora.

A metodologia sugere que a operação hospitalar determine e monitore indicadores de desempenho relacionados a PE, como um mecanismo de sustentação para assegurar o desenvolvimento da cultura enxuta. Por meio dos indicadores de desempenho e das políticas de recompensa, os funcionários são motivados a executar os projetos de melhoria e incentivados a assimilar a mudança cultural.

A Figura 5 apresentada a seguir ilustra as técnicas enxutas que podem ser aplicadas às operações hospitalares, conforme recomenda a literatura e o estudo empírico. Convém destacar

que as técnicas em amarelo apresentadas na Figura 5 referem-se as possíveis aplicações fundamentadas apenas na literatura sobre a PE.

Uma vez que uma operação hospitalar abrange um universo de processos, embora alguns sejam comuns aos vários tipos de hospitais (ambulatório, internação, emergência, cirurgia, laboratório, farmácia), estes apresentam mudanças significativas, e que cada organização possui uma cultura diferente, consequentemente as configurações de aplicação das técnicas enxutas são distintas. Logo, a metodologia propõe que no primeiro momento as técnicas MFV, *Kaizen e* controle de qualidade zero defeitos (Ishikawa) sejam aplicadas para identificação das perdas e elaboração do MFV futuro. Entretanto, posteriormente, a sequência das técnicas enxutas a serem implantadas em cada processo fica a critério de cada operação hospitalar.

Ressalta-se que a implementação das técnicas seja analisada sob a ótica da qualidade-produtividade, de forma que a segurança dos processos e dos pacientes seja priorizada, ou seja, o aumento da produtividade só é permitido desde que não cause impacto negativo na qualidade.

Resultados e discussão:

Nesta seção serão discutidas as alterações realizadas na primeira versão da metodologia proposta para implementação da PE em operações hospitalares. As modificações originaram-se das indicações de aprimoramento feitas por seis especialistas no tema (consultores, pesquisadores e gestores de operações hospitalares).

Fase 1

Na etapa "**iniciação**" desta fase, a princípio a metodologia sugeria a contratação de uma consultoria, caso a operação hospitalar não dispusesse de funcionários capacitados em PE, entretanto com base nas sugestões dos especialistas foi inserida a possibilidade de contratação de um programa de capacitação ou de funcionários capacitados.

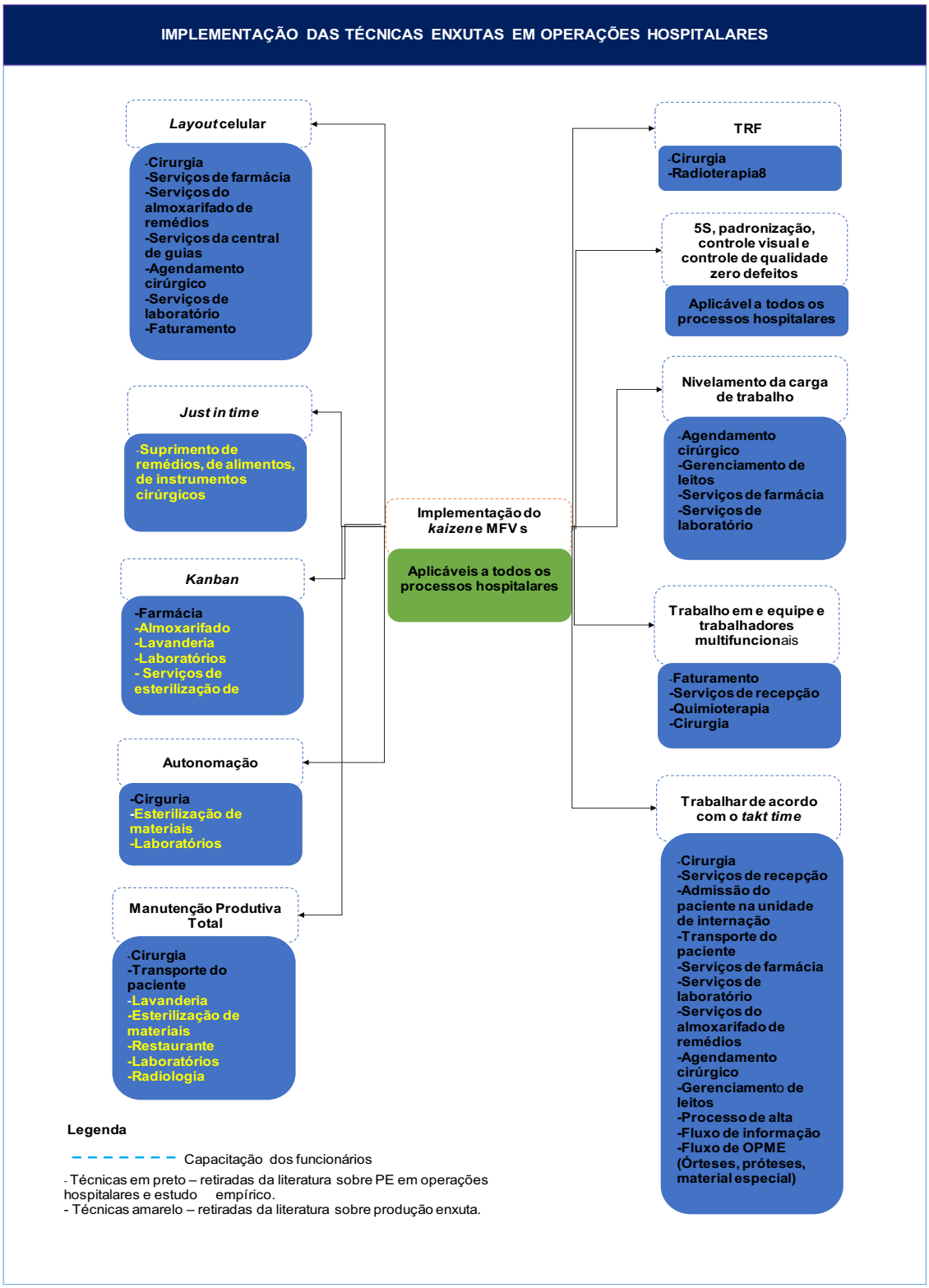


Figura 5 - Técnicas enxutas em operações hospitalares.
Fonte: Desenvolvida pela autora.

Ainda na etapa "**iniciação**", não havia um detalhamento em relação ao período de atuação da consultoria e ao tempo de implementação da PE. Dessa forma, após o refinamento, foi destacado que o período de um ano para atuação da consultoria ou do programa de capacitação não correspondia ao tempo total de implementação da cultura *lean.*

Por fim, na etapa "**capacitação da equipe *lean",*** fundamentando-se nas sugestões dos especialistas, foi elaborado e proposto um plano de treinamento denominado "Assimilando a cultura *lean*", o qual deve ser ministrado como meio de capacitar a equipe *lean* e os líderes *lean* (Quadro 28).

Fase 2

Após o refinamento, na etapa "**vinculação da implementação da PE ao planejamento estratégico**" foi detalhado na metodologia como seria a vinculação da PE ao planejamento estratégico, explicando como esta pode ser um dos meios que contribuem para o alcance dos objetivos de desempenho e estratégicos.

Na Etapa **"implementação das técnicas enxutas por meio do projeto piloto"** desta fase 2, a metodologia proposta inicialmente sugeria que os projetos piloto, assim como todos os projetos de melhoria para implementação das técnicas enxutas, fossem executados por meio do PDCA. Com base no *feedback* dos especialistas, o "planejar" do PDCA foi explicitado de forma mais detalhada na descrição da metodologia, considerando os seguintes pontos: a importância de os objetivos dos projetos estarem atrelados aos objetivos estratégicos da operação hospitalar bem como a necessidade de reforçar que a saída desta etapa seja um plano para implementação do projeto o qual deve ter prazos, orçamento e medidas de controle definidas.

Na etapa "fazer" do método PDCA foi inserida a sugestão de aplicação da técnica controle de qualidade zero defeitos por meio do diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*) para determinar as causas raiz das perdas, exatamente após o desenvolvimento do MFV. Tal aspecto não estava contemplado na metodologia proposta inicialmente.

Fundamentando-se nas indicações dos especialistas quanto a importância de cronograma em todo o processo de implantação da PE, foi inserida na etapa "fazer" do método PDCA, a sugestão de que as técnicas enxutas sejam implementadas por meio do plano de ação 5W2H. Ainda dentro do contexto do PDCA, os especialistas sugeriram que na etapa "fazer", fossem realizados EK. Estes aspectos não estavam comtemplados na proposta inicial.

O Quadro 2 apresenta um resumo das principais modificações na metodologia após o refinamento.

Quadro 2- Refinamento da metodologia

Fases da metodologia	Após o refinamento
Fase 1	Passou a contemplar a sugestão de contratação de programa de capacitação ou de funcionários experientes em PE e um programa de treinamento em PE.
Fase 2	Passou a contemplar os EK, o PDCA macro para gestão dos projetos de melhoria, a utilização do diagrama de Ishikawa para identificar a causa raiz das perdas e a elaboração de indicadores de desempenho para sustentabilidade das melhorias.

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Avaliação da metodologia

A primeira versão da metodologia foi avaliada pelos especialistas por meio de um questionário elaborado fundamentado nos critérios sugeridos por Platts (1993): factibilidade, usabilidade e utilidade. Foram elaboradas três perguntas para avaliar cada critério, as quais foram respondidas mediante uma escala de *likert*, tendo *escores* de 1 a 5 (conforme detalhado no capítulo III). Esta seção, portanto, discute cada um dos critérios.

a) Factibilidade

Este critério avalia se a metodologia pode ser utilizada na prática. Assim, este critério buscou verificar a coerência de informação da metodologia; a concordância entre as fases e as etapas do processo de implementação da PE em operações hospitalares; clareza; ee necessidade de adaptações. Considerando as três perguntas elaboradas, cinco especialistas atribuíram *escore* entre 3 e 5 atestando que a metodologia é factível.

> A metodologia sugere ser exequível condicionada a fatores como: disponibilidade de recursos para contratar consultoria, existência de alto dirigente realmente motivado com a iniciativa de implementar a PE, cultura de RH e liderança que estimule o desenvolvimento dos colaboradores, sucesso na identificação de consultores competentes que possam apoiar efetivamente nas funções em que o hospital necessita de recursos externos, etc. Quanto a adaptações, qualquer proposta de metodologia, sempre estará sujeita às adaptações pois cada caso de implementação é um caso diferente (Dados da pesquisa, 2015).
>
> É exequível, mas precisaria a de ajustes para surtir mais efeito, ampliar chances de dar certo. Isso só é possível através de sucessivas rodadas de testes e correções (Dados da pesquisa, 2015).
>
> Na fase 2, é preciso distinguir a necessidade de rodar o PDCA para conduzir um projeto específico, e a necessidade da alta direção juntamente com a equipe *lean,* rodar o PDCA para gerenciar o andamento de um *portfólio* de diferentes projetos que podem estar avançando em paralelo (Dados da pesquisa, 2015).

A primeira observação de um dos especialistas revela que as dificuldades para implementação da metodologia consistem nas condições culturais e na situação financeira das

operações hospitalares, assim como reforça as distinções entre as operações hospitalares, as quais certamente acarretarão em adaptações da metodologia para cada caso.

Já a segunda observação revela que os ajustes necessários à metodologia seriam assimilados após a sua execução prática por meio de vários testes.

Na terceira observação sugere que gestão dos projetos de melhoria sejam realizados por meio de um PDCA, sendo necessário distinguir este do PDCA para implementação de um projeto específico. Esta lacuna foi sanada inserindo na metodologia um PDCA macro para gestão dos projetos.

b) Usabilidade

Este critério avalia se a metodologia é fácil de ser usada. Para tanto, os especialistas foram questionados quanto a facilidade de uso da metodologia, adequação da estrutura e compreensão do nível de detalhamento. Considerando as três perguntas elaboradas, cinco especialistas atribuíram *escore* entre 3 e 5 atestando que a metodologia é fácil de usar.

> De uma forma geral, ela é de fácil compreensão, sobretudo para aqueles que tiverem formação em áreas como administração e engenharia. Já os profissionais de outras áreas podem enfrentar alguma dificuldade. Uma restrição seria a capacidade de aplicar ferramentas específicas. Usar o SIPOC, por exemplo, é mais simples, já organizar uma sessão de MFV requer mais experiência e conhecimentos específicos. (Dados da pesquisa, 2015.
>
> A metodologia é simples, a execução depende muito da experiência das pessoas (Dados da pesquisa, 2015).
>
> Se as pessoas que estiverem desenvolvendo os projetos tiverem o conhecimento da metodologia, não é difícil a implementação. O que é mais complicado é a quebra de paradigmas das pessoas que estão viciadas em um processo (Dados da pesquisa, 2015).

As duas primeiras observações feitas pelos especialistas ressaltam a importância de treinar adequadamente os profissionais que serão os implementadores da cultura enxuta, principalmente aqueles que não possuem formação em Administração ou Engenharia. Reconhecendo a falta de afinidade dos profissionais da saúde com o sistema de PE, a metodologia sugere vários treinamentos teóricos e práticos, por meio do treinamento proposto "Assimilando a cultura *lean*" (Quadro 1) e outros, inclusive na fase de implementação das técnicas enxutas, conforme seja identificada a necessidade.

A terceira afirmação reforça que a implementação da PE vai além da aplicação de um conjunto de técnicas, mas consiste na mudança da cultura organizacional. Tal aspecto também foi reforçado na terceira etapa da Fase II "Desenvolvendo a cultura *lean*", ou seja, por meio do desenvolvimento de líderes em *lean,* da gestão dos projetos de melhoria, da constante capacitação dos funcionários e de um sistema de indicadores de desempenho adequado é possível implementar a PE e sustentar as melhorias, e, consequentemente desenvolver a cultura *lean.*

c) Utilidade

Este critério avalia se a metodologia traz resultados relevantes. Dessa forma, foram avaliadas: a capacidade de contribuir com melhorias na eficiência e qualidade dos processos, a abrangência dos conhecimentos necessários e a possibilidade de aplicação em diferentes operações hospitalares. Considerando as três perguntas elaboradas, cinco especialistas atribuíram *escore* entre 3 e 5 atestando que a metodologia traz resultados relevantes.

> O sucesso de sua aplicação depende daqueles que se disporem a aplicá-la. Ela pode servir como um meio para aumento de eficiência desde que fatores como comprometimento e patrocínio da alta direção, mecanismos de motivação e reconhecimento, competência técnica e política da equipe *lean*, etc, sejam assegurados. Quanto à melhoria da qualidade, a aplicação de ferramentas da PE pode ajudar na busca desse resultado, mas não seria suficiente. Para alcançar tal tipo de melhoria faz-se necessário recorrer às ferramentas e conceitos de gestão da qualidade como TQC, CEP, Seis Sigma, ferramentas de análise estatística entre outras (Dados da pesquisa, 2015).
>
> A perspectiva da Figura 5: "Técnicas enxutas em operações hospitalares", pode apoiar a disseminação da prática da PE em diferentes processos hospitalares (Dados da pesquisa, 2015).
>
> Sim, pois avança em questões importantes de como fazer *lean* na saúde, traz coisas interessantes para discussão. O assunto é novo e ainda precisa amadurecer consideravelmente. Trabalhos como esse podem estabelecer as bases iniciais para algo que está somente começando (Dados da pesquisa, 2015).
>
> A metodologia *lean* aplicada de forma e sequência corretas poderá promover as melhorias nas operações. Sempre envolvendo todos os colaboradores, principalmente os de nível operacional (Dados da pesquisa, 2015).

A primeira afirmativa feita por um dos especialistas ressalta que o sucesso da aplicação da PE depende não apenas do método de implementação utilizado, mas também da competência técnica dos profissionais, cultura organizacional e do desenvolvimento de mecanismos de motivação e reconhecimento. Neste sentido, foi inserido na metodologia a elaboração de indicadores de desempenho relacionados a PE, visando a sustentabilidade das melhorias. A afirmativa destaca ainda que além do sistema de PE devem ser implementados outros sistemas de gestão e programas de qualidade.

A segunda e a terceira afirmações atestam que a metodologia consiste em um direcionamento para implementação da PE em diferentes operações hospitalares, embora, cabe reforçar, que a metodologia é passível de adaptações para cada caso específico.

A quarta observação confirma a preocupação dos especialistas em ressaltar que as decisões quanto a implementação do sistema de PE conte com a participação dos funcionários de todos os níveis operacionais. É necessário envolver o funcionário nas decisões para que assim, estejam comprometidos com os projetos de melhoria e mudança de cultura da operação.

O Quadro 3 apresenta os critérios, as perguntas elaboradas para avaliá-los, os *escores* e as respostas dos especialistas. A letra X em cada escore representa um especialista, cabe ressaltar

que seis especialistas participaram da pesquisa, entretanto alguns não responderam determinadas perguntas.

3.3 Considerações finais do capítulo

O objetivo deste capítulo foi apresentar a proposta de metodologia para implementação da PE em operações hospitalares, a qual foi desenvolvida tomando como fundamento a literatura, o estudo empírico e a opinião dos especialistas. Posteriormente, o capítulo discutiu o refinamento da metodologia, ou seja, as alterações na primeira versão da metodologia, com base nas indicações de aprimoramento dos especialistas em PE (consultores, pesquisadores e gestores de operações hospitalares).

A princípio a primeira fase da metodologia não contemplava a contratação de programa de capacitação ou de funcionários experientes em PE nem um programa de treinamento em PE, sendo estes inseridos durante a etapa de refinamento. Após o refinamento, a segunda fase na metodologia passou a contemplar os EK, o PDCA macro para gestão dos projetos de melhoria, a utilização do diagrama de Ishikawa para identificar a causa raiz das perdas e a elaboração de indicadores de desempenho para sustentabilidade das melhorias.

Quadro 3 - Critérios utilizados na avaliação da metodologia.

CRITÉRIO	ESCORES				
FACTIBILIDADE	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. A metodologia apresenta coerência de informação, concordância entre as fases e etapas do processo de implementação da PE em operações hospitalares?		X	X X X	X	X
2. A metodologia possui clareza suficiente?		X	X X	XX	X
3. A metodologia é exequível ou necessita de adaptações?			X X X	X	X
USABILIDADE					
4. A metodologia é fácil de ser usada?			X X X X X	X	
5. A estrutura (fases e etapas) de apresentação da metodologia é adequada?		X	X X X	X X	
6. O nível de detalhamento da metodologia (entradas, ações e saídas) é facilmente compreensível?		X	X X	X X X	
UTILIDADE					
7. A metodologia é capaz de contribuir com a melhoria da eficiência das operações hospitalares e da qualidade dos serviços?		X	X X	X X X	
8. A metodologia abrange os conhecimentos necessários para conduzir a implementação da PE nas operações hospitalares?		X	X X X X	X	
9. A metodologia contribui para a implementação da PE em diferentes operações hospitalares?			X X X	X X	

Fonte: Desenvolvido pela autora.

Conclusão:

Por fim, o capítulo apresentou a avaliação da metodologia feita pelos especialistas tomando como base os critérios sugeridos por Platts (1993): factibilidade (A metodologia pode ser utilizada na prática?), usabilidade (A metodologia é fácil de ser usada?), utilidade (A metodologia proporciona resultados relevantes?).

Referências:

ABDULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. **International Journal of Production Economics,** v. 1, n. 107, p. 223-236, 2006.

ALLWAY, M.; CORBETT, S. Shifting to lean service: stealing a page from manufacturers playbooks. **Journal of Organizational Excellence**, v.21, n. 2, p. 45-54, 2002.

ANDERSEN, H.; ROVIK, A. R.; INGEBRIGTSEN, T. Lean thinking in hospitals: is there a cure for the absence of evidence? A systematic review of reviews. **Bmj open,** v. 4, n.1, p.1-8, 2014.

ANTUNES, J. *et al*. **Sistemas de produção:** conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ARAÚJO, C. A. S. **Fatores a serem gerenciados para o alcance da qualidade para os clientes internos:** um estudo em um conjunto de hospitais brasileiros. 2005. 414 f. Tese (Pós-Graduação de Administração)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ARONSSON, H.; ABRAHAMSSON, M.; SPENS, K. Developing lean and agile health care supply chains. **Supply Chain Management: an International Journal,** v. 16, n. 3, p.176-183, 2011.

ATKINSON, P.; MUKAETOVA- LADINSKA, E. B**.** Nurse-led liaison mental health service for older adults: service development using lean thinking methodology. **Journal of Psychosomatic Research**, v.72, n. 4, p. 328-331, 2012.

BARLOW, G. L. Just-in-time: implementation within the hotel industry: a case study. **International Journal of Production Economics**, v. 80, n. 2, p. 155-167, 2002.

BATAGLIA, F. **Lean é sinônimo de facilidade em hospitais**. Disponível em: <http://www.lean.org.br>. Acesso em: 12 abr. 2013.

BRASIL GOV. **Setores da Economia**: comércio e serviços. Disponível em:<http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/setores-da economia/comercio-e-servicos>. Acesso em: 11 maio 2013.

BEN-TOVIM, D. I. *et al*. Lean thinking across a hospital: redesigning care at the Flinders Medical Centre. **Australian Health Review,** v. 31, n. 1, p.10-15, 2007.

BEN-TOVIM, D. I. *et al*. Redesigning care at the Flinders Medical Centre: clinical process redesign using "lean thinking". **Medical Journal of Australia,** v. 188, n. 6, p.27-31, 2008.

BERTANI, T.M. Lean healthcare: recomendações para implantações dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares. 2012. 166f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de Produção)- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2012.

BOWEN, D. E.; YOUNGDAHL, W. E. "Lean" service: in defense of a production-line approach. **International Journal of Service Industry Management,** v. 3, n. 9, p.207-225, 1998.

BURGESS, N.; RADNOR, Z. Evaluating lean in healthcare. **International Journal of Health Care, Quality Assurance**, v. 26, n. 3, p. 220-235, 2013.

BUSHELL, S.; SHELEST, B. Discovering lean thinking at progressive healthcare. **The Journal for Quality and Participation**, v. 25, n. 2, p. 20-5, 2002.

CANEL, C.; ROSEN, D.; ANDERSON, E. A. Just-in-time is not just for manufacturing: a service perspective. **Industrial Management & Data Systems**, v. 100, n. 1-2, p. 51-60, 2000.

CARLBORG, P.; KINDSTROM, D.; KOWALKOWSKI, C. A lean approach for service productivity improvements: synergy or oxymoron? **Managing Service Quality,** v. 23, n. 4, p. 291-304, 2013.

CARTER, P. M. *et al*. Optimizing clinical operations as part of a global emergency medicine initiative in Kumasi, Ghana: application of lean manufacturing principals to low-resource health systems. **Academic Emergency Medicine**, v. 19, n. 3, p. 338-347, 2012.

CAVALLINI, M. E.; BISSON, M. P. **Farmácia hospitalar:** Um enfoque em sistemas de saúde. 2. ed. Barueri: Manole, 2010.

CHEN, J. C.; COLLINS, J. T. Creation of a RFID based real time tracking (R-RTT) system for small healthcare clinics. **Journal of Medical Systems**, v. 36, n. 6, p. 3851-3860, 2012.

CIMA, R. R. *et al*. Use of lean and six sigma methodology to improve operating room efficiency in a high-volume tertiary-care academic medical center. **Journal of the American College of Surgeons**, v. 213, n. 1, p. 83-92, 2011.

CLARK, D. M.; SILVESTER, K.; KNOWLES, S. Lean management systems: creating a culture of continuous quality improvement. **Journal of Clinical Pathology**, v. 66, n. 8, p. 638-643, 2013.

DICKSON, E. W. *et al*. Use of lean in the emergency department: a case series of 4 hospitals. **Annals of Emergency Medicine,** v. 54, n. 4, p. 504-510, 2009.

FEINSTEIN, K. W.; GRUNDEN, N.; HARRISON, E. I. A region addresses patient safety. **American Journal of Infection Control**, v. 30, n. 4, p. 248-51, 2002.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. **Administração de serviços**: operações, estratégia e tecnologia de informação. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GRABAN, M. **Hospitais Lean**: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GRECO, A. *et al*. The nephro-geriatric unit in a lean-oriented in-hospital model of care. **Journal of Nephrology**, v. 25, n. SI, p. S16-S19, 2012.

GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração estratégica de serviços**: operações para a satisfação de clientes. São Paulo: Atlas, 2006.

GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados.** 2004. 286 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2004.

GUTHRIE, J *et al*. Using content analysis as a research method to inquire into intellectual capital reporting. **Journal of Intellectual Capital,** v. 5, n. 2, p. 282-293, 2004.

HINTZEN, B. L. *et al*. Effect of lean process improvement techniques on a university hospital inpatient pharmacy. **American Journal of Health-System Pharmacy,** v. 66, n .22, p. 2042-2047, 2009.

HOLDEN, R. J. Lean thinking in emergency departments: a critical review lean thinking in emergency departments: a critical review. **Annals of Emergency Medicine,** v. 57, n. 3, p. 265-278, 2011.

HOPP. W. J.; LOVEJOY W. S. **Hospital operations:** principles of high efficiency health care. Upper Saddle River, NJ: Pearson FT Press, 2013.

HYDES, T.; HANSI, N.; TREBBLE, T.M. Lean thinking transformation of the unsedated upper gastrointestinal endoscopy pathway improves efficiency and is associated with high levels of patient satisfaction. **BMJ Quality & Safety**, v. 21, n. 1, p. 63-69, 2012.

IANNETTONI, M. D. *et al*. Kaizen method for esophagectomy patients: improved quality control, outcomes, and decreased costs, **Annals of Thoracic Surgery**, v. 91, n. 4, p. 1011-1017, 2011.

JIMMERSON, C. **Value stream mapping for healthcare made easy**. New York: Productivity Press, 2010.

JOHNSTON, R; CLARK, G. **Service operations management**: improving service delivery. 2° ed. Pearson Education Limited: Inglaterra, 2005.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto**. São Paulo: Pioneira, 1997.

KIM, C. S. *et al*. Lean health care: what can hospitals learn from a world-class automaker? **Journal of Hospital Medicine**, v. 1, n. 3, p. 191-199, 2006.

KIM, C. S. *et al*. Teaching internal medicine residents quality improvement and patient safety: a lean thinking approach. **American Journal of Medical Quality**, v. 25, n. 3, p. 211-217, 2010.

KOLLBERG, B.; DAHLGAARD, J. J.; BREHMER, P. O. Measuring lean initiatives in health care services: issues and findings. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 56, n. 1, p.7-24, 2007.

KRUSKA, J. B. *et al*. Quality initiatives lean approach to improving performance and efficiency in a radiology department. **Radiographics**, v. 32, n. 2, p. 573-587, 2012.

LA FORGIA, G. M.; COUTTOLENC, B. F. **Desempenho hospitalar no brasil:** em busca da Excelência. São Paulo: Singular, 2009.

LAGANGA, L. R. Lean service operations: reflections and new directions for capacity expansion in outpatient clinics. **Journal of Operations Management,** v. 29, n. 5, p. 422-433, 2011.

LIKER, J. K. **O modelo toyota:** 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2008.

LIKER, J. K.; MORGAN, J. M. The Toyota way in services: the case of lean product development. **Academy of Management Perspectives,** v. 2, n. 20, p. 6-20, 2006.

LUONGO, J. **Gestão de qualidade em saúde.** São Paulo: Rideel, 2011.

MALAGÓN-LODOÑO, G.; MORERA, R. G.; LAVERDE, G. P. **Administração hospitalar.** 2.ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2000.

MALMBRANDT, M.; AHLSTROM, P. An instrument for assessing lean service adoption. **International Journal of Operations & Production Management, v. 33, n. 9**, p. 1131-1165, 2013.

MAZZOCATO, P. *et al*. Lean thinking in healthcare: a realist review of the literature. **Quality & Safety in Health Care,** v. 19, n. 5, p. 376-382, 2010.

MAZZOCATO, P. *et al*. How does lean work in emergency care? A case study of a lean-inspired intervention at the Astrid Lindgren Children's hospital, Stockholm, Sweden. **BMC Health Services Research,** v. 12, n. 28, p. 1-13, 2012.

MAZUR, L.; MCCREERY, P.; ROTHENBERG, L. Facilitating lean learning and behaviors in hospitals during the early stages of lean implementation. **Emj Engineering Management Journal**, v. 24, n. 1, p. 11-22, 2012.

MCDERMOTT, A. M. *et al*. Restructuring of the diabetes day centre: a pilot lean project in a tertiary referral centre in the West of Ireland. **BMJ Quality & Safety**, v. 22, n. 8, p. 681-688, 2013.

MEREDITH, J. O. *et al*. Are we operating effectively? A lean analysis of operating theatre changeovers. **Operations Management Research,** v. 4, n. 1, p. 89-98, 2011.

MIZUNO, Y. *et al*. Development of the workflow kine systems for support on KAIZEN. **Work: A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation**, v. 41, n. 1, p. 5491-5492, 2012.

NG. D. *et al*. Applying the lean principles of the Toyota production system to reduce wait times in the emergency department. **Canadian Journal of Emergency Medicine**, v. 12, n. 5, p. 50-57, 2010.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção:** Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAPADOPOULOS, T.; RADNOR, Z.; MERALI, Y. The role of actor associations in understanding the implementation of lean thinking in healthcare. **International Journal of Operations & Production Management,** v. 31, n. 1-2, p. 167-191, 2011.

PAPADOPOULOS, T. Continuous improvement and dynamic actor associations: a study of lean thinking implementation in the UK national health service. **Leadership in Health Services**, v. 24, n. 3, p. 207-227, 2011.

PAPWORTH, M. A.; MILNE, D.; BOAK, G. An exploratory content analysis of msituational leadership. **Journal of Management Development, v**. 28, n. 7, p.593-606, 2009.

PASSOS, V. C. S.; VOLPATO, A. C. B. **Técnicas básicas de enfermagem.** 2. ed. São Paulo: Martinari, 2007.

PHENG, L. S.; ARAIN, F. M.; FANG, J. W. Y. Applying just-in-time principles in the delivery and management of airport terminal buildings. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 1, n. 1, p. 104-121, 2011.

PIERCY, N.; RICH, N. Lean transformation in the pure service environment: the case of the call service centre. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 1, p. 54-76, 2009.

PLATTS, K. W. A process approach to researching manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management,** v.13, n.8, p.8-17, 1993.

PLYTIUK, C. F. **Lean in healthcare: a systematic literature review and social network analysis.** 2013. 184 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas)- Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2013.

RADNOR, Z. J.; HOLWEG, M.; WARING, J. Lean in healthcare: the unfilled promise? **Social Science & Medicine,** v. 74, n. 3, p. 364-371, 2012.

ROBINSON, S. *et al*. SimLean: utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. **European Journal of Operational Research,** v. 219, n. 1, p. 188-197, 2012.

RUTLEDGE, J.; XU, M.; SIMPSON, J. Application of the Toyota Production System improves core laboratory operations. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 133, n. 1, p. 24-31, 2010.

SALVI, K. **. O que é inovação em saúde?** Disponível em: <http://www.lean.org.br>. Acesso em: 12 abr. 2013.

SANKOFF, J.; TAUB, J.; MINTZER, D. Accomplishing much in a short time: use of a rapid improvement event to redesign the assessment and treatment of patients with Alcohol Withdrawal. **American Journal of Medical Quality**, v. 28, n. 2, p. 95-102, 2013.

SCOTT, I. A. *et al*. Impact of hospital-wide process redesign on clinical outcomes: a comparative study of internally versus externally led intervention. **BMJ Quality & Safety**, v. 20, n. 6, p. 536-548, 2011.

SELAU, L. P. R. *et al*. Produção enxuta no setor de serviços: caso do hospital de clínicas de Porto Alegre – HCPA. **Revista Gestão Industrial**, v. 5, n. 1, p. 122-140, 2009.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILBERSTEIN, A. C. L. **Um estudo de casos sobre a aplicação de princípios enxutos em serviços de saúde no Brasil.** 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SMITH. G. *et al*. Applying lean principles and kaizen rapid improvement events in public health practice. **Journal of Public Health Management and Practice**, v. 18, n. 1, p. 52-54, 2012.

SOUZA, L. B. Trends and approaches in lean healthcare. **Leadership in Health Services**, v. 22, n. 2, p. 121-139, 2009.

SOUZA, V. H. S.; MOZACHI, N. **O hospital:** manual do ambiente hospitalar. 3. ed. Curitiba: Manual Real, 2009.

STAATS, B. R.; BRUNNER, D. J.; UPTON, D. M. Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. **Journal of Operations Management,** v. 29, n. 5, p. 376-390, 2011.

SULLIVAN, P. *et al*. Using lean methodology to improve productivity in a hospital oncology pharmacy. **American Journal of Health-System**, v.71, n.17, p. 1491-1498, 2014.

SUÁREZ-BARRAZA, M. F.; SMITH, T.; DAHLGAARD-PARK, S. M. Lean service: a literature analysis and classification. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 23, n. 3-4, p. 359-380, 2012.

SUGIMORI, Y. *et al*. Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. **International Journal of Production Research,** v. 6, n. 15, p. 553-564, 1977.

SWANK, C. K. The lean service machine. **Harvard Business Review,** v. 81, n. 10, p. 1-9, 2003.

TEICHGRÄBER, U. K.; BUCOURT, M**. Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. European Journal of Radiology**, v. 81, n. 1, p. 47-52, 2012.

TEJEDOR-PANCHON, F. *et al*. Improvement in hospital emergency department processes with application of lean methods. **Emergencias**, v.26, n.2, p. 84-93, 2014.

THEDA CARE FOR HEALTHCARE VALUE. **Success stories.** Disponível em: <http://www.createvalue.org/delivery/success-stories/>. Acesso em: 01 maio 2013.

TOUSSAINT, J. Writing the new playbook for US Health care: lessons from Wisconsin. **Health Affairs**, v. 28, n. 5, p. 1343-1350, 2009.

VLACHOS, I; BOGDANOVIC, A. Lean thinking in the European hotel industry. **Tourism Management,** v. 36, n. 1, p. 354-363, 2013.

VLIET, V. E. J. *et al*. Exploring the relation between process design and efficiency in high-volume cataract pathways from a lean thinking perspective. **International Journal for Quality in Health Care,** v. 23, n. 1, p. 83-93, 2011.

ZARBO, R. J.; D'ANGELO, R. The henry ford production system - effective reduction of process defects and waste in surgical pathology. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 128, n. 6, p. 1015-1022, 2007.

WARING, J. J.; BISHOP, S. Lean healthcare: rhetoric, ritual and resistance. **Social Science & Medicine**, v. 71, n. 7, p. 1332-1340, 2010.

WINCH, S.; HENDERSON, A. J. Making cars and making health care: a critical review. **Medical Journal of Australia**, v. 192, n. 5, p. 296-296, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking**: banish waste and create wealth for your corporation. 2.ed. New York, NY: Free Press, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campos, 1992.

WOMACK, J. P. *et al*. **Going lean in health care. IHI Innovation Series white paper.** Cambridge, MA: Institute for Healthcare Improvement, 2005. Disponível em: <http://www.ihi.org>. Acesso em:23 abril 2013.

YASIN, M. M.; WAFA, M. A.; SMALL, M. H. Just-in-time implementation in the public sector. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 9, p. 1195-1204, 2001.

YEH, H. *et al*. Applying lean six sigma to improve healthcare: an empirical study. **African Journal of Business Management**, v. 5, n. 31, p. 12356-12370, 2011.

YOUNG, T. P.; MCCLEAN, S. I. A critical look at lean thinking in healthcare. **Quality & Safety in Health Care**, v. 17, n. 5, p. 382-386, 2008.

YOUSRI, T. A. *et al*. Lean thinking: can it improve the outcome of fracture neck of femur patients in a district general hospital? **Injury: International Journal of The Care of the Injured**, v. 42, n. 1, p. 1234-1237, 2011.

USO E AVALIAÇÃO DO QUIZUP COMO FERRAMENTA DE APOIO ÀS AULAS DE QUÍMICA

Kelvin Costa de Araújo[1], Marco Aurélio Rodrigues de Melo[2], Manoel Barbosa Dantas[3].
[1]Universidade Federal da Paraíba - UFPB, kelvincosta1@gmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP, marcoaureliorodriguesdemelo@gmail.com; [3]Instituto Federal da Paraíba, manoel.dantas@ifpb.edu.br

RESUMO

A inserção da tecnologia no cotidiano das pessoas está cada vez mais constante. Dentre as mesmas, encontram-se grande parte dos jovens que têm com facilidade acesso ao celular e ao computador. Atualmente, os docentes encontram diversos desafios nas escolas, entre eles, está a utilização de celulares em sala de aula por parte dos discentes, os docentes se veem sem ou com pouca alternativa de utilizar essa tecnologia em sala de aula como ferramenta pedagógica. Inserido nesse contexto, esse projeto teve como objetivo utilizar o aplicativo QuizUP como uma ferramenta para ensinar química sob uma nova perspectiva, por meio da aplicação de um jogo em sala de aula, aliando o uso da tecnologia com o ensino aprendizagem. O projeto foi desenvolvido nas instalações do Instituto Federal da Paraíba / Campus Sousa, situado na cidade Sousa-PB, com os discentes do curso técnico integrado de agroindústria. O aplicativo foi apresentado aos discentes, que em seguida utilizaram o mesmo para responder um quiz com perguntas sobre o tema ligações químicas. Os discentes avaliaram o uso do aplicativo, bem como sua interface e usabilidade, através da resolução de um questionário composto por perguntas objetivas e subjetivas. Os resultados mostraram que o QuizUP tem grande potencial para ser utilizado como uma ferramenta para o ensino aprendizagem. Concluiu-se, portanto, que os discentes anseiam por novas ferramentas para o ensino de química, sendo necessário que o docente acompanhe a evolução de como as informações estão sendo propagadas ao lado dos discentes e se aproxime da realidade dos mesmos, que passam horas em frente à tela do celular.

Palavras-chave: Aplicativo; Ensino de química; Tecnologia.

ABSTRACT

Nowadays the technology is inserted daily in the lifestyle of the people. As example, the use of cellphone and computer by young people can be cited. But the use of cellphone during class by students is a challenge for professors and there is no alternative for a productive use of the referred device. On the exposed this project aims the development and using of a mobile app as allied to the chemistry teaching: QuizUP. The app connects the technology with the chemistry learning through games in classroom. The present project was developed in the Federal Institute of Paraíba, Campus Sousa, located in Sousa city. The mobile app was exposed to the students who answer a quiz about chemic bonds. The students evaluated the using of the app in the teaching of the theme, the interface and relevance of the app through questionnaire with objective and subjective questions. The results suggest the QuizUP has great potential as tool in the chemistry teaching. It was observed the wish of the students about new technology tools which help in the learning. So, it is necessary the professors will be connected with this reality and make the use of cellphone more productive by the students.

Keywords: App, Chemistry Teaching, Technology.

1 INTRODUÇÃO

O processo educativo aplica métodos próprios para assegurar a formação e o desenvolvimento do ser humano – fisicamente, intelectualmente e moralmente. Portanto, essa aplicação pode ser passada de diversas formas, desde as mais arcaicas até as mais tecnológicas.

Marins *et al*. (2008), afirma que:

> As oportunidades de aprendizagem oferecidas pelos museus podem ser mediadas ou não pelas tecnologias digitais, porém, observa-se uma tendência crescente para a utilização de recursos interativos em contextos educativos, pois, uma metodologia de ensino-aprendizagem baseada nas tecnologias digitais, estimula uma maior autonomia de aprendizagem (*apud* SOUSA et al., 2015, p.4).

Seguindo esse pensamento, percebemos que cada vez mais, temos uma educação tecnológica, estimulando o ensino e a aprendizagem por parte de todos os sujeitos envolvidos. Os docentes precisam migrar para a realidade de seus discentes, visando de forma prática como expor o conteúdo que, geralmente, os discentes não demonstram tanto interesse quando passados tradicionalmente.

Segundo Valente (1998, *apud* SILVA *et al*., 2010), para a implantação do computador na educação são necessários quatro ingredientes básicos: o computador, o aluno, o professor capacitado para usar o computador como meio educacional e o software educativo, tendo todos igual importância.

Jenkins (2013) formula o perfil de 11 (onze) habilidades socioculturais que julga serem necessárias para uma nova cultura de aprendizagem. Destas 11 (onze), 4 (quatro) nos chamaram bastante atenção:

- Jogo: conhecer diversas formas de resolver problemas sobre o conteúdo disponível;
- Simulação: interpretar e construir exemplos de dinâmicas de procedimentos do mundo real;
- Cognição distribuída: interagir, significativamente, com ferramentas que expandem a capacidade intelectual;
- Inteligência coletiva: agrupar conhecimento e comparar notas com outros de acordo com o material em comum.

Tais habilidades abrangem alguns dos fundamentos necessários para desenvolver um melhor método de ensino aprendizagem. Diante de tal situação, buscou-se meios tecnológicos que possam, criativamente, despertar o interesse de aprender e ensinar havendo uma interação entre todos os envolvidos. Com isso, é despertada a ideia de gamificação, que segundo Deterding *et al*. (2011, *apud* Fardo, 2013) gamificação se refere à aplicação de elementos de games fora do contexto dos games.

Nessa perspectiva, essa pesquisa se propõe a utilizar o aplicativo QuizUp, já que o mesmo possui todas quatro habilidades socioculturais e pensamentos citados anteriormente, oferecendo a possibilidade de demonstrar na prática a inserção das tecnologias, utilizando-se da gamificação, para obter melhores resultados nas avaliações e por consequência no processo de ensino aprendizagem. O docente de química encontra diversos desafios nas escolas, entre eles a ausência de um laboratório didático e a falta de interesse de alguns discentes sobre o assunto que está sendo exposto, aliado a isso, tem-se ainda o uso excessivo de celulares por parte dos discentes com mídias sociais que não são atreladas ao tema exposto pelo docente, retirando assim o foco dos mesmos durante a aula. Diante dessa realidade, por que não usar o celular a favor do ensino? Tem-se, portanto uma grande oportunidade de utilizar a tecnologia a favor do ensino de química, como mais uma ferramenta para aquisição de conhecimentos.

Essa pesquisa teve como objetivo utilizar o aplicativo QuizUP como uma ferramenta para ensinar química sobre uma nova perspectiva, por meio da aplicação de um jogo em sala de aula, aliando o uso da tecnologia com o ensino aprendizagem.

2 METODOLOGIA

Essa pesquisa qualitativa/quantitativa foi desenvolvida no Instituto Federal da Paraíba (IFPB) - Campus Sousa, situado na cidade Sousa-PB, em março de 2017. Foram participantes da pesquisa os discentes do curso técnico de meio ambiente integrado ao ensino médio da referida instituição. A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa do IFPB (CEP), obtendo o seguinte Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 64646117.3.0000.5185 e parecer favorável nº 1.950.743 (Anexo 3), respeitando todos os aspectos éticos: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os pais/responsáveis pelos menores participantes (Anexo 1), bem como o termo de assentimento do menor (Anexo 2).

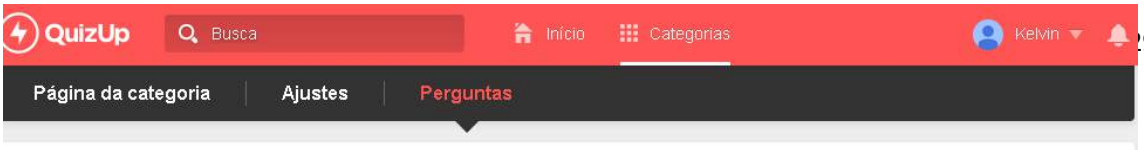
A respeito da pesquisa qualitativa e quantitativa, Richardons (1989) afirma que:

> O método quantitativo caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento dessas através de técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas. Já o método qualitativo difere, em princípio, do quantitativo, à medida que não emprega um instrumental estatístico como base na análise de um problema, não pretendendo medir ou numerar categorias (*apud* DALFOVO *et al*., 2008).

2.1 Exposição e utilização do aplicativo para os discentes

Inicialmente, o aplicativo foi apresentado aos discentes, através de uma miniaula, havendo uma demonstração de seu uso e funcionalidade. O aplicativo foi utilizado como uma ferramenta complementar para o ensino da temática ligação química. A aplicação foi realizada enquanto o referido conteúdo estava sendo abordado pelo docente responsável da turma. As questões respondidas pelos discentes podem ser observadas na Figura 4.

Figura 4 - Questões sobre o tema ligação química.



Fonte: Arquivo Pessoal (2017).

2.2 Questionário

A pesquisa foi realizada através da aplicação de um questionário que é uma técnica de pesquisa do tipo observação direta extensiva, composta por perguntas que devem ser respondidas na ausência do pesquisador (MARCONI *et al*., 2010).

O questionário foi composto por 6 perguntas, sendo 4 objetivas e 2 subjetivas, sendo estas adequadas ao público alvo da pesquisa, conforme estabelecido pelo CEP, (apêndice A). Os resultados qualitativos foram analisados e discutidos a partir das respostas subjetivas dos discentes participantes da pesquisa. Os dados quantitativos foram tratados segundo a estatística descritiva, utilizando o *Software Excel* (2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSOES

Inicialmente, foi observado o interesse dos discentes em participar da pesquisa, isto é, de extrema importância, pois um discente motivado é aquele que demonstra afinidade com o que está sendo estudado e com o assunto está sendo abordado (ALARCAO 2010, *apud* LEITE 2015).

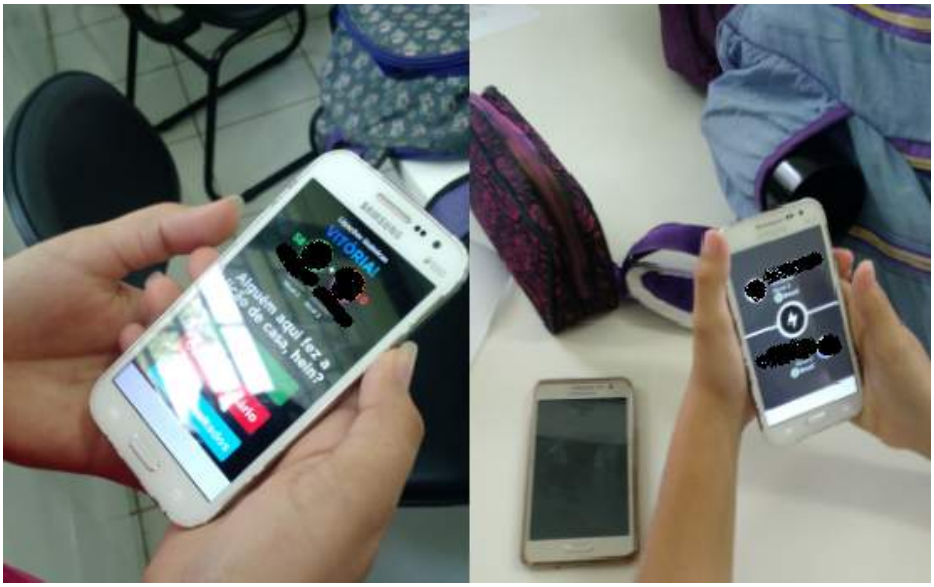
Os discentes se mostraram adeptos à tecnologia, visto que todos já possuíam seu próprio celular com variados aplicativos instalados. A utilização do QuizUP como uma ferramenta para o ensino aproximou o tema ligação química à realidade do discente, proporcionando ao mesmo a capacidade de criticar e utilizar o conhecimento adquirido nas aulas expositivas no quiz. A formação de um cidadão crítico se refere à capacidade do discente de analisar, compreender e utilizar o conhecimento adquirido na sala de aula no seu cotidiano (PONTES, 2008).

As Figuras 5 e 6 mostram os discentes envolvidos na execução da pesquisa.

Figuras 5 - Discentes durante a aplicação da pesquisa.

Fonte: Arquivo Pessoal (2017).

Figura 6 - Discentes visualizando a interface do QuizUP.

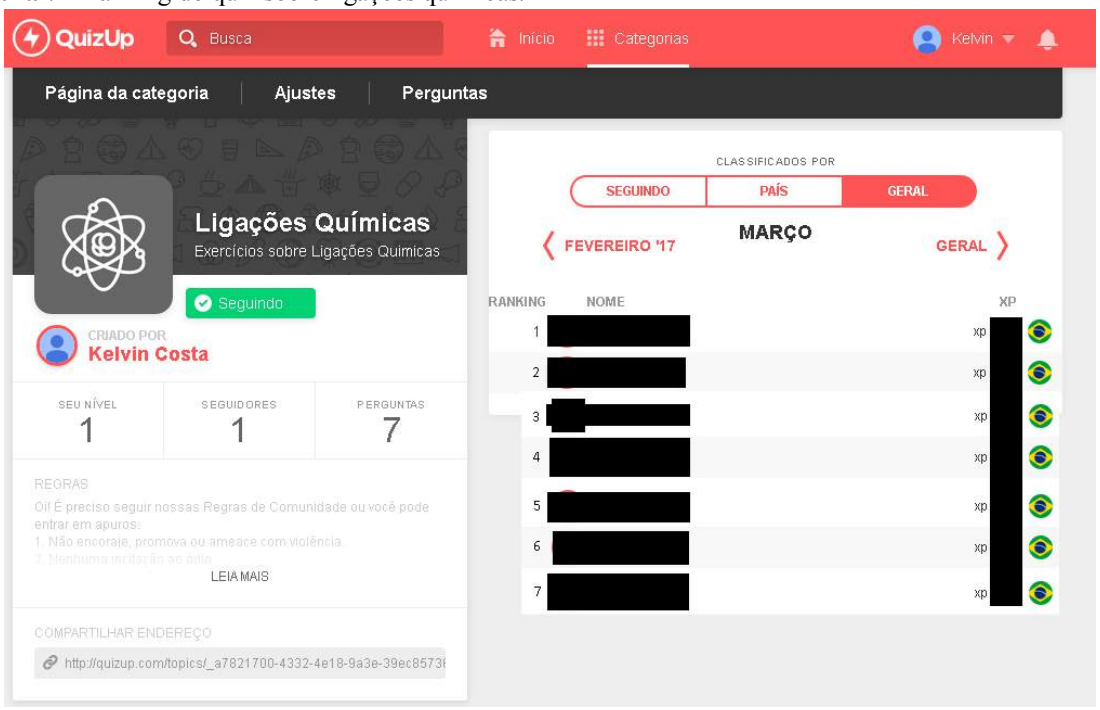


Fonte: Arquivo Pessoal (2017).

Como o intuito da avaliação é compreender como o discente está absorvendo o conteúdo exposto (ANTUNES, 2002), após a participação dos discentes, o quiz formula um ranking, onde se pode notar

o desempenho do discente a respeito do conteúdo exposto, quais as suas maiores dificuldades e dessa forma procurar um meio de reduzi-las. A Figura 7 mostra o ranking obtido.

Figura 7 - Ranking do quiz sobre ligações químicas.



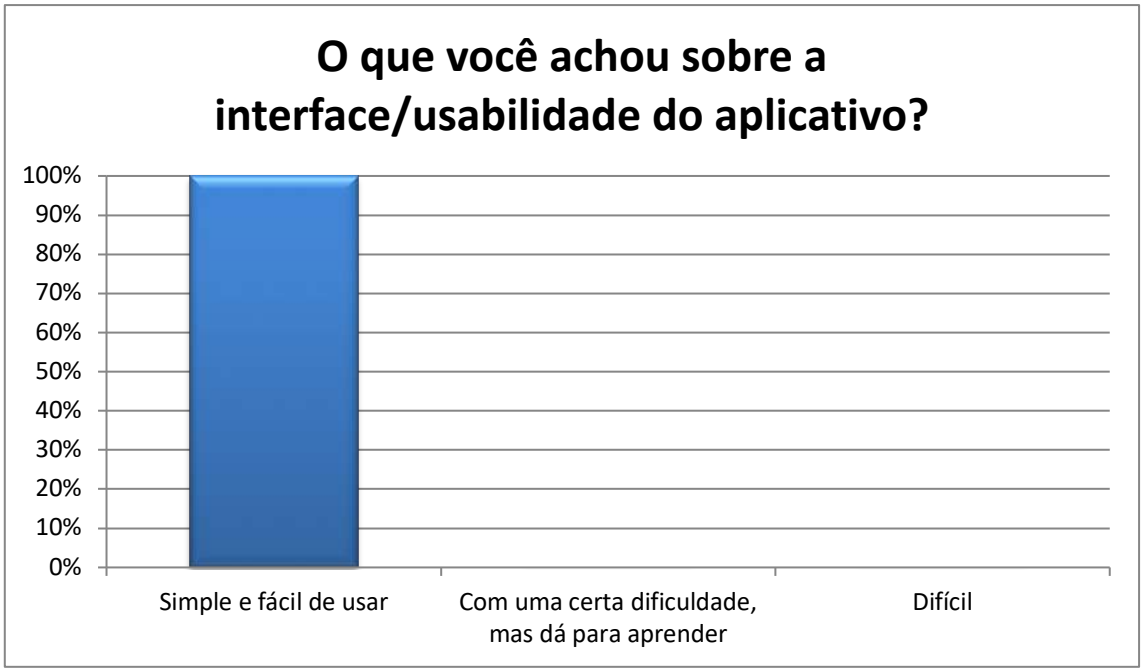
Fonte: Arquivo Pessoal (2017).

Os dados a seguir, são referentes as respostas do questionário que fora aplicado aos 7 (sete) discentes da mesma turma.

3.1 O que você achou sobre a interface/usabilidade do aplicativo?

A interface e a usabilidade são de suma importância para qualquer aplicativo, mais importante ainda para um aplicativo que será utilizado como uma ferramenta para o ensino, onde dentro da pluralidade da sala é necessário que ele inclua todos os discentes. O Gráfico 1 mostra os resultados obtidos através da opinião dos discentes acerca disto.

Gráfico 1 - Interface e usabilidade do QuizUP.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Os resultados mostram que a interface e a usabilidade do QuizUP é simples de usar, sabendo que a autonomia do discente sobre o seu próprio conhecimento é imprescindível, não faz sentido à utilização de um aplicativo de usabilidade difícil, que faça com que o discente procure o docente em todas as etapas do processo e não faça o quiz sozinho. Sem contar é claro que a interface sendo de difícil compreensão poderia acabar resultando na desmotivação do discente participante.

Alcará (2005, *apud* VEIGA et al., 2011), afirma que um discente motivado satisfaz três necessidades da teoria da Autodeterminação, entre elas está a de possuir autonomia onde o mesmo é capaz realizar uma atividade por inciativa própria.

3.2 Você acha que este aplicativo contribuiu de alguma forma na compreensão do conteúdo?

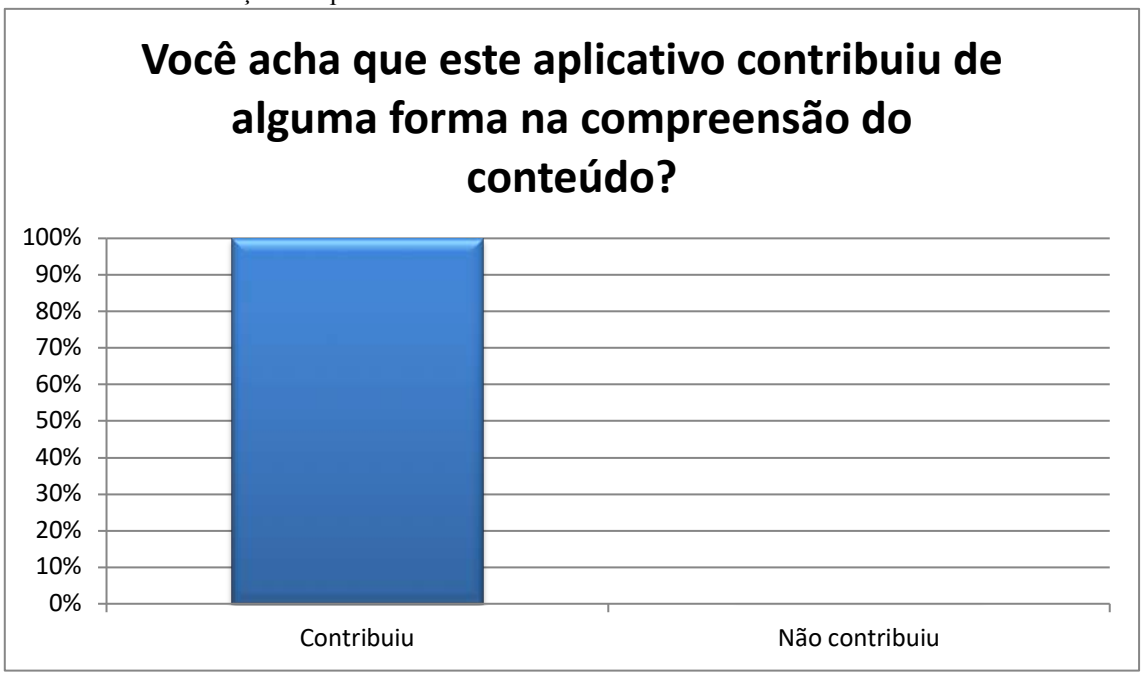
O QuizUP, como uma ferramenta para o ensino de química não visa substituir diretamente nenhuma outra já utilizada pelo docente em sala de aula, o aplicativo não é rival de nenhuma dessas ferramentas já utilizadas, mas sim, se tornar uma opção complementar para o docente.

Sabendo que o docente não deve ser o único detentor do conhecimento em uma sociedade que está em mudança constante, na qual a tecnologia tem atingido todas as camadas da sociedade, onde não cabe ao discente o papel de passividade, já que há outros meios de acesso à informação (BEHRENS 2005, *apud* SILVA 2009).

Cabe, portanto, ao discente, que é o centro de todo o processo de ensino aprendizagem, com a sua capacidade crítica e autonomia, analisar se a utilização do aplicativo contribui ou não para a

compreensão do conteúdo. O Gráfico 2 mostra os resultados obtidos através da opinião dos discentes acerca disso.

Gráfico 2 – Contribuição do aplicativo.



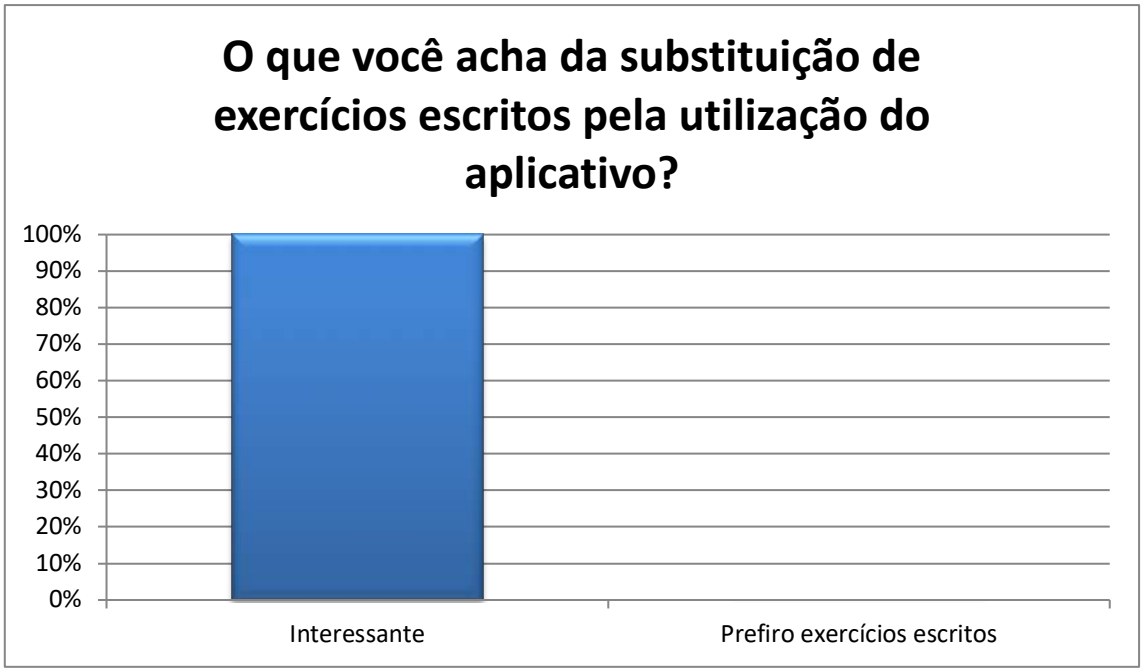
Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Os resultados mostram que todos os discentes envolvidos na pesquisa, concordaram que o QuizUP contribuiu para a compreensão do conteúdo de ligações químicas.

3.3 O que você acha da substituição de exercícios escritos pela utilização do aplicativo?

Mesmo sabendo que esse aplicativo não visa à substituição de nenhuma ferramenta já utilizada pelo docente, é preciso acompanhar o avanço tecnológico com o discente, é preciso inovar, é preciso aliar a prática pedagógica com a tecnologia (ALVES *et al.*, 2015). Logo se foi questionado aos discentes sobre a substituição do exercício tradicional pelo quiz. Os resultados podem ser observados no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Utilização do aplicativo.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Os resultados mostram que os discentes acharam interessante a substituição, o que demonstra que eles preferem a utilização de exercícios na forma de quiz.

3.4 Você aprova a utilização desse aplicativo mais vezes? De 0 a 10 qual a sua nota para ele

Em relação à utilização deste aplicativo mais vezes pelo docente em sala de aula, 100% dos discentes aprovaram a ideia, conforme mostra o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Aprovação do uso do aplicativo.

Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Sabe-se, que os aplicativos disponíveis nas lojas de todas as plataformas móveis, estão sujeitos à avaliação de todos os usuários que instalaram e fizeram uso do mesmo. A avaliação do QuizUp pode ser observada na Figura 8.

Figura 8 - Avaliação do QuizUP na *PlayStor*e.

Fonte: *Google, PlayStore* (2017).

Vale salientar que, a nota disponível na *PlayStore* (Loja de Aplicativos do sistema *Android*) é a respeito da utilização do QuizUP, basicamente, apenas como game, no entanto o objetivo desse trabalho

é a sua utilização como ferramenta para o ensino de química, logo coube aos discentes avaliaram de 0 (zero) a 10 (dez) esse aplicativo. O Gráfico 5, mostra a avaliação.

Gráfico 5 – Avaliação do aplicativo.

Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Os resultados mostram que dos 7 (sete) discentes participantes, 6 (seis) avaliaram com nota 10 e que apenas 1 (um) com nota 9 (nove), demonstrando, portanto, que a utilização do aplicativo como ferramenta para o ensino é muito aceita.

3.5 Contem-nos um pouco sobre o aplicativo

Nessa questão subjetiva, os discentes expressaram as suas opiniões diretas em relação ao aplicativo, seus comentários podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1: Comentários dos discentes participantes da pesquisa

Discente	Comentário
A	"Aplicativo muito útil na aprendizagem, facilita bastante a vida dos alunos".
B	"É muito legal, pois se divertimos um pouco quando estamos respondendo as perguntas, com os adversários e contra o tempo".
C	"Eu achei interessante e pratica o raciocínio mais rápido para responder as perguntas".
D	"É um aplicativo que contribui para o raciocínio rápido, e é bastante legal".
E	"Tem a pergunta e os quadradinhos de marcar a resposta, quando erro mostra a certa. É bom de jogar, interessante e ajuda bastante".
F	"É interessante".
G	"Achei interessante".

Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Observa-se em todos os tópicos, em relação à avaliação direta dos discentes participantes sobre o aplicativo, mostram que o mesmo possui potencial para ser utilizado como uma ferramenta para o ensino de química. Os discentes expuseram acerca da estimulação do raciocínio rápido, que se divertiram respondendo o quiz contra os outros colegas, e que mesmo quando erravam, o aplicativo mostrava qual era resposta correta.

6. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que os discentes anseiam por novas ferramentas para o ensino aprendizagem, que eles estão exaustos do método tradicional de apenas exposição de conteúdo, em que o professor é o centro do processo e o detentor do conhecimento. Os discentes desejam ter mais autonomia para se tornarem mais críticos. Para é necessário que o docente acompanhe a evolução de como as informações estão sendo propagadas ao lado dos discentes e se aproxime da realidade dos mesmos, que passam horas em frente a tela do celular. Com a utilização do QuizUP, logo de início foi possível notar o estímulo e motivação dos alunos que prontamente desejaram participar da pesquisa e que durante a sua aplicação se mostraram motivados em responder as perguntas do quiz e expressaram no questionário que se divertiram ao fazer isso.

Vale salientar que a grande desvantagem do aplicativo é a utilização de internet, que impede seu uso em escolas que não a possuem, porém o uso do QuizUP não precisa ficar restrito apenas as salas de aulas, esqueçamos que o discente precisa estar na escola (prédio) para aprender, pois o mundo é uma sala de aula e eles podem utilizar o quiz em casa, na praça, na sala de espera do dentista, não há a necessidade de se ficar preso há apenas um espaço. Isto é avanço tecnológico.

Portanto, proibir o uso do celular em sala de aula é abrir mão de uma ferramenta que pode ajudar o docente no seu papel de MEDIADOR de conhecimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, Raissa M. M.; GEGLIO, Paulo César; MOITA, Filomena M. G. S. C.; SOUSA, Cláudia N. S.; ARAÚJO, Maria S. M. **O QUIZ COMO RECURSO PEDAGÓGICO NO PROCESSO EDUCACIONAL: apresentação de um objeto de aprendizagem**. 2015**.**

ANTUNES, Celso. **Avaliação da aprendizagem escolar:** fascículo 11. Petrópolis: Vozes, 2002.

BENTO, M.C.M; CAVALCANTE, R.S. **Tecnologias móveis em educação: o uso do celular em sala de aula**. ECCOM, v.4, n.7, 2013

BERTOLINI, C.T; BRAGA, J.C; PIMENTEL, Edison; RAMOS, Saulo. **Laboratório virtual interativo para reprodução de experimentos de química através de dispositivos móveis**. XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2013.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN Ensino Médio:** Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000.

_____, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio:** Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 87p.

_____, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p.

_____, Câmara dos deputados. Projeto de Lei N.º 2.246-A de 2007.

_____, Estado da Paraíba. Lei Nº 8.949, de 03 de novembro de 2009.

BORGES NETO, Hermánio. **Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola**. Aguas de Lindóia, SP, 1998.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01- 13, Sem II. 2008.

FARAUM JUNIOR, David Pereira; CIRINO, M.C. **A utilização de tecnologias no ensino de química: um olhar para a formação inicial**. Disponível em: < http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1992-1.pdf> . Acesso em: 31 de março de 2017.

FARDO, Marcelo Luis. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem** / Marcelo Luis Fardo. 2013.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 54 ed. Rev. e atual. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2013.

JENKINS, Henry; CLINTON, Katie; PURUSHOTMA, Ravi; ROBISON, Alice J.; WEIGEL, Margaret. **Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century**. Massachusetts Instituteof Technology, 2013.

LEITE, Luciana Rodrigues; LIMA, J.O.G. **O aprendizado de química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso**. Rev. bras. Estud. pedagog. (online), Brasília, v. 96, n. 243, p. 380-398, maio/ago. 2015.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M. **Metodologia do trabalho cientifico procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 7 ed. – 5 reimp. – São Paulo: Atlas, 2010.

MORATI, Patrick Barbosa. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?** Disponível em: < http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/publicacoes/trabalhos/t_2003/t_2003_patrick_barbosa_moratori.pdf>. Acesso em: 31 de março de 2017.

NICHELE, A.G. **Aplicativos para o ensino e aprendizagem de química**. Disponível em: < http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/53497>. Acesso em: 31 de março de 2017.

PONTES, A.N; SERRÃO, C.R.G; FREITAS, C.K.A; SANTOS, D.C.P; BATALHA, S.S.A. **O ensino de química no nível médio: um olhar a respeito da motivação**. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba, PR, 2008.

SILVA, João Miguel de Almeida; CANEDO, Rafael Vieira; ABRANTES, Thomas Alves de Souza; SANTOS, Rafael Teixeira dos; SOUZA, Renata Almeida; UTAGAWAI, Claudia Yamada. **Quiz: um Questionário Eletrônico para Auto avaliação e Aprendizagem em Genética e Biologia Molecular**. Volta Redonda – RJ, 2010.

SILVA, Ligiane Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica** 2009. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/35/res04_35.pdf>. Acesso em: 07 de abril de 2007.

SOUSA, H.M.; OLIVEIRA, E.D.S.; SANTOS, J.S.B.;LEITE, J.E.R. **Ecaths como ferramenta para a disseminação do conhecimento**. João Pessoa – PB, 2015.

VALLETA, Debora. **Guia de aplicativos para educação básica: uma investigação associada ao uso de tablets**. Disponível em: <http://www.uece.br/endipe2014/ebooks/livro1/289-%20GUI@%20de%20APLICATIVOS%20PARA%20EDUCA%C3%87%C3%83O%20B%C3%81SICA.pdf>. Acesso em: 31 de março de 2017.

VALENTE, José Armando. **Diferentes usos do computador na educação**. Disponível em: <http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1876/1847>. Acesso 31 de março de 2017.

VEIGA, M.S.M; QUENENHENN, A; CARGNIN, C. **O ensino de química: algumas reflexões**, 2011. Disponível em <http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/O%20ENSINO%20DE%20QUIMICA.pdf>. Acesso em: 07 de abril de 2017.

VIANNA, Ysmar. VIANNA, Maurício. MEDINA, Bruno. TANAKA, Samara. **Gamification, Inc: como reinventar empresas a partir de jogos**. p.13 1. Ed. – Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.

Os efeitos provocados no saneamento básico urbano pela verticalização: avaliação do bairro Manaíra no município de João Pessoa – PB

Andressa Soares Rodrigues Cariri[1]; Luciana Alves da Nóbrega[2]; Kleysa Rodrigues da Silva[3]; Marcos Pereira de Araujo[4]
[1]Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: dressars.a@gmail.com; [2]Instituto de Educação Superior da Paraíba – IESP. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: lucyana.ufpb@gmail.com; [3]Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: kleysa_rodrigues@hotmail.com; [4]Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: marcoeng.unipe@gmail.com

RESUMO

A verticalização surge como alternativa para a multiplicação do solo necessária para o adensamento populacional que vem ocorrendo em várias cidades. Em João Pessoa, esse processo de crescimento vertical vem ocorrendo de forma acentuada em determinados bairros sem a devida preocupação com o meio ambiente e com o planejamento do espaço urbano. O presente estudo objetivou analisar os efeitos provocados pela verticalização no saneamento básico urbano no bairro Manaíra do município de João Pessoa – Paraíba, no período de 2000 a 2015. A metodologia utilizada consistiu em um levantamento bibliográfico, uma coleta de dados nas instituições CAGEPA, IBGE, EMLUR, AESA e SUDEMA, e por fim, a observação do local. Analisando a população foi elaborado um diagnóstico do processo de verticalização ocasionado pelo crescimento desta e pela especulação imobiliária, e a influência no sistema de saneamento básico, mostrando que em 15 anos a população do bairro cresceu 67%, a geração de resíduos sólidos em 81%, produção de esgotos em 69,5% e o maior aumento registrado foi de 109% do volume de água abastecidos. Os percentuais demonstram quanto a verticalização afeta o saneamento básico, podendo no futuro ocasionar diversos impactos à qualidade de vida da população e à infraestrutura do Bairro Manaíra.

Palavras-chave: Verticalização. Adensamento populacional. Saneamento básico. Manaíra**.**

ABSTRACT

Verticalization arises as an alternative to land multiplication, necessary to the increased population density that has been occurring in several cities. In João Pessoa, this process of vertical growth has been occurring markedly in some neighbourhoods without the proper concern regarding the environment and the urban space planning. The present study aimed to analyse the effects provoked by verticalization on the urban basic sanitation in the neighbourhood of Manaíra, city of João Pessoa – Paraíba, from 2000 to 2015. The methodology adopted consisted in a bibliographic survey, a data collection in institutions such as CAGEPA, IBGE, EMLUR, AESA and SUDEMA, and at last a local observation. Analysing the population, it was elaborated a diagnosis of the verticalization process caused by its growth and by property speculation, and the influence in basic sanitation, showing that in 15 years the population of the neighbourhood increased 67%, the generation of solid residues 81%, the sewage production 69.5% and the higher increase observed was 109% in the water supplied. The percentages indicate that the verticalization affects the basic sanitation and in the future can lead to diverse impacts in the quality of life of population and in the infrastructure of Manaíra neighbourhood.

Keywords: Verticalization. Increased Population Density. Basic Sanitation. Manaíra.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um conjunto de ações, serviços, infraestrutura e instalações, previstos na Constituição Federal Brasileira de 1988, como direito de qualquer cidadão. Estão assegurados: o abastecimento de água, limpeza pública, gerenciamento do lixo urbano, transporte e tratamento de resíduos sólidos e esgoto sanitário, tratamento da água, sistema de drenagem de águas pluviais e gestão do meio ambiente. Essas práticas estão diretamente relacionadas à saúde, com a transmissão, proliferação e prevenção de doenças, à qualidade de vida, ao crescimento demográfico, às atividades econômicas, incluindo a produtividade do indivíduo, à valorização imobiliária e ao desenvolvimento do turismo (BARROSO, 2007).

Portanto, as ações de saneamento integram, no sentido mais amplo, a busca pela segurança e bem estar ambiental e populacional. Rodrigues (2011, p.21) declara que: "Assim, o saneamento é o controle dos fatores do meio físico, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar da população, sendo caracterizado pelo conjunto de ações que visam alcançar a salubridade ambiental".

Em relação ao saneamento básico na cidade de João Pessoa, enfatiza-se que: o sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa utiliza-se de mananciais superficiais e subterrâneos, e possui duas estações de tratamento, duas estações elevatórias de água bruta, dez estações elevatórias de água tratada, vinte e dois reservatórios e 900 km em rede de distribuição. A maior parte é abastecida pelo sistema dos rios Gramame-Mamuaba, (PARAÍBA, 2006) e tem-se a CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, como principal operador; o esgotamento sanitário dos dias atuais é feito também pela CAGEPA, que coleta, captando o esgoto domiciliar, trata, retirando os resíduos sólidos e bacteriológicos e reintera ao meio ambiente, após esse tratamento (PARAÍBA, 2017a) e, de acordo com um estudo elaborado pelo Instituto Trata Brasil, João Pessoa possui um percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário urbano de 76% da população, tornando a capital nordestina com o maior índice (PARAÍBA, 2017b); a cidade de ainda não possui seu próprio Plano Diretor de Drenagem Urbana, ele seria uma ferramenta de auxílio à Prefeitura Municipal na definição de medidas minimizadoras de impactos de enchentes e alagamentos, tanto de ordem estrutural como não estruturais, e preventivas, constando os meios de supervisão, fiscalização e coordenação das atividades a serem implantadas (JOÃO PESSOA, 2009; PBAGORA, 2016); A Autarquia Municipal Especial de Limpeza Urbana – EMLUR é o órgão responsável por todo o trabalho de coleta, acondicionamento, transporte, tratamento e disposição dos resíduos na capital paraibana.

Determinados bairros ou regiões de uma cidade têm sua estrutura espacial modificada em decorrência de atrativos específicos que acabam por acelerar um crescimento populacional que, por vezes, não foi esperado. A verticalização, uma reorganização do espaço urbano com o aumento do número de construções de edificações de múltiplos pavimentos, surge como alternativa para essa ocupação demográfica centralizada (NÓBREGA, 2011).

O adensamento populacional é característico do processo de verticalização e pode tornar-se um problema crítico quando a cidade não está com a infraestrutura adequada para tal. Áreas verticalizadas com concentração populacional geram um aumento de resíduos sólidos urbanos, por exemplo, que por sua vez, exige maior coleta, transporte e disposição adequados, como também maiores volumes de esgoto, exigindo o redimensionamento do sistema coletor (NUNES, 2011).

Para Nucci (1999), o problema aparece no momento que a verticalização ocorre sem nenhuma preocupação com o meio ambiente, que no futuro, ocasionará problemas indesejáveis, qualidade do meio ambiente e adensamento populacional são curvas inversamente proporcionais, ou seja, quanto mais se verticaliza por crescimento da população, menos qualidade ambiental se terá.

Sales (2014) alega que exista uma ligação direta entre a descoberta e aprimoramento de novas tecnologias e o processo de verticalização, avanços que ocorrem no período pós-guerra e correlacionados à urbanização e industrialização, como a exemplo do uso do concreto armado, possibilitando a construção de um número cada vez maior de pavimentos e o uso do elevador, para o transporte para andares cada vez mais altos.

Na década de 1980, o processo de verticalização se intensificou em João Pessoa, transformando gradativamente a orla marítima, sendo de maior destaque nos bairros Cabo Branco, Tambaú, Bessa e Manaíra. Que se apresentavam visivelmente em primeiro momento construções residenciais horizontais unifamiliares e depois, foram substituídas por residências verticais multifamiliares ou de unidades de serviços verticais (SILVEIRA, 2012).

Este processo de verticalização surge em várias cidades brasileiras e pode ser observado na infraestrutura dos bairros da região baixa litorânea da cidade de João Pessoa, capital da Paraíba, como ressalta Rafael et al. (2009, p. 824): "têm-se observado uma tendência da substituição do padrão horizontal das edificações (casas) por um padrão de verticalização (edifícios), em especial na região litorânea [...] devido, especialmente, a excessiva valorização do solo urbano".

Partindo deste pressuposto, o sistema hidráulico e sanitário, que funcionava antes desse processo, pode não ser eficiente com a alteração e o sobrecarregamento, ocasionando falhas e transformando-se no causador de grandes danos ao meio ambiente a ao homem.

Para Rafael et al. (2009) é preciso buscar no desenvolvimento da dinâmica urbana, o ponto de equilíbrio entre a sustentabilidade social e ambiental. O ritmo acelerado da urbanização e a expansão de forma tumultuada compromete a gestão municipal, intensifica a concentração populacional, prejudica a capacidade de oferecer e implantar políticas básicas de infraestrutura, como saneamento e abastecimento de água.

Para Sales (2014), com o avanço do processo de urbanização se faz necessário um planejamento urbano de forma a desenvolver estratégias para garantir um futuro bem estar para a população, com metodologias e instrumentos para que sejam atingidos os objetivos desejados.

O sistema de saneamento de um bairro deve ser projetado e desenvolvido para o eficaz atendimento a toda a sua população atual e futura, gerações incluídas no tempo de vida útil dos projetos, fatos não previstos, como a explosão demográfica acima do crescimento médio calculado na fase de estudo, podem desencadear problemas como: o abastecimento insuficiente de água, acúmulo de lixo em locais públicos, a rede de esgoto que não foi projetada para a quantidade demandada atualmente. Estas dificuldades afetarão diretamente o governo, a população e o meio ambiente (BRASIL, 2007; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015).

Portanto, é indispensável o estudo dos efeitos ocasionados pela verticalização sobre os limites comportados pelo atual sistema sanitário. Para responder essas questões será analisado um bairro de João Pessoa, Manaíra, que passou por essa transformação estrutural e projeta-lo para um cenário futuro, diagnosticando as mudanças territoriais, econômicas e sociais, avaliando a segurança do sistema em trabalho e apresentar soluções inerentes ou mudanças imediatas para a problemática encontrada, de modo a contribuir para a sociedade e meio ambiente.

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo analisar os efeitos provocados pela verticalização no saneamento básico urbano no bairro Manaíra do município de João Pessoa – Paraíba, no período de 2000 a 2015. Para se alcançar este objetivo foram definidos dois pontos para nortear esta pesquisa: identificar o processo de verticalização mediante dados populacionais e levantar e analisar dados referentes ao consumo de água, produção de esgoto e geração de resíduos entre 2000 e 2015.

2 METODOLOGIA

Com o propósito de analisar e verificar os efeitos provocados no saneamento básico urbano pela verticalização habitacional no bairro de Manaíra, localizado no município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, foi utilizado uma metodologia que constituiu em uma pesquisa de caráter exploratório e quantitativo.

Exploratória por almejar um aprofundamento de uma realidade e utilização de observação direta das atividades em busca das explicações necessárias para tornar a problemática explícita. Pesquisas exploratórias

possibilitam uma maior familiaridade com o tema proposto através de exemplos em estudos de caso (GIL, 2002).

Este trabalho pode também ser classificado como quantitativo por estar centrado na objetividade, utilizando procedimentos estruturados para a coleta e análise dos dados, com resultados que são quantificados e representativos (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Para uma melhor compreensão, o referencial metodológico foi organizado da seguinte forma: cenário da pesquisa, levantamento bibliográfico, procedimento de coleta dos dados e a análise estatística dos dados coletados.

2.1 Cenário da pesquisa

2.1.1 Caracterização do município de João Pessoa – PB

Localizada no extremo Leste do Estado da Paraíba, nas coordenadas 07º 06' 54" de Latitude Sul e 34º 51' 47" de Longitude Oeste e uma Altitude média de 47 m, como demonstrado na Fig. 1, João Pessoa limita-se ao Norte com o município de Cabedelo, ao Sul com o município do Conde, ao Leste com o Oceano Atlântico e à Oeste com os municípios de Bayeux e Santa Rita. Possui uma área total de cerca de 211 km² e uma população em torno de 720.000 habitantes, segundo o censo 2010 realizado pelo IBGE, com uma estimativa de cerca de 811.000 habitantes para o ano de 2017, segundo este mesmo órgão (BRASIL, 2017).

Figura 1 – Localização do município de João Pessoa – PB.

Fonte: Pina; Almeida; Pina (2011).

A capital paraibana possui 65 bairros, divididos em quarto zonas, definidos pelos pontos cardeais, Norte, Sul, Leste e Oeste, dentre eles, o Bairro de Manaíra, pertencente a Zona Leste, objeto escolhido para esse estudo (JOÃO PESSOA, 2015).

2.1.2 Caracterização do bairro Manaíra – Área de estudo

O bairro de Manaíra é a área de estudo que caracteriza esta pesquisa. Localiza-se na faixa litorânea de João Pessoa, na porção norte da cidade sob as coordenadas 7º6’20”S e 34º50’4”W. Antigamente conhecido como bairro Jardim Manaíra, se tratava inicialmente de um bairro de pescadores. É constituído de 3.197 lotes, distribuídos em 212 quadras (SALES, 2014). A Fig. 2 destaca a localização em mapa do município no mapa da Paraíba, do bairro Manaíra no município de João Pessoa e a divisão de quadras e lotes do bairro.

Figura 2 - Mapa de localização do bairro de Manaíra - João Pessoa – Paraíba.

Fonte: Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de João Pessoa apud SALES, 2014, adaptado pela autora.

O bairro limita-se a Leste pelo Oceano Atlântico, ao Norte pelo bairro do Bessa pela Avenida Governador Flávio Ribeiro Coutinho (o Retão de Maraíra, assim popularmente conhecido), ao Sul pelo bairro de Tambaú pela Avenida Senador Rui Carneiro e a Oeste com o Bairro São José, divididos pelo Rio Jaguaribe, com a Transamazônica (BR-230) nas proximidades.

Passou por um processo de urbanização convencional, onde as residências de tipo horizontais passaram gradativamente a residências multifamiliares.

Segundo Sales (2014) a modernização do bairro começou com o Projeto CURA que estimulou o aumento do número de residências da orla com as diversas melhorias da região no saneamento e infraestrutura, anteriormente exemplificados no referencial teórico, esse processo valorizou o metro quadrado da área, contribuindo para construção dos primeiros edifícios.

Segundo Viver em João Pessoa (2016), Manaíra é um bairro residencial e menos frequentado por turistas, quando comparado a outros bairros da orla. É considerado um Bairro Classe A, com um dos melhores Índices de Qualidade de Vida (IQV) do Estado da Paraíba, constituído de área bastante valorizada e apresenta um dos maiores índices de verticalização da cidade, fato que justifica a escolha espacial para este trabalho.

O bairro apresenta uma forte área comercial, na qual destacam-se dois shoppings e a Avenida Edson Ramalho com dezenas de lojas, possui atrações culturais, de lazer e esportes, com casas de shows e festas e praças com quadras de esportes. Para formação educacional o bairro possui diversas escolas, públicas e particulares, do Jardim ao Ensino Médio, inúmeros cursos, Escolas de Idiomas e Ensino Superior. A rede hoteleira apresenta-se bastante consolidada. Dezenas de restaurantes e opções gastronômicas localizam-se em Manaíra, alguns famosos em toda a cidade.

Como caracteriza Sales (2014), existe uma constante busca por um ambiente que combine status e estrutura, como modelo ideal de moradia. Portanto, o bairro de Manaíra, área de estudo em questão, enquadra-se no desejo habitacional, em decorrência de suas características e atrativos.

Nos dias atuais já possui uma ocupação urbana consolidada e está em constante processo de verticalização. São locais que geram uma maior preocupação do Poder Público, em decorrência do adensamento construtivo e aumento populacional, decorrentes das atividades de turismo e elevados especulação imobiliária (RIBEIRO; CARVALHO; SANTOS, 2010).

2.2 Levantamento bibliográfico

Na primeira etapa do trabalho foi feita uma pesquisa a fim de constituir o levantamento bibliográfico e documental em artigos, livros, normas e leis, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado, entre outros. Para a obtenção de todo o material foi feita pesquisas em meios eletrônicos, virtuais e físicos.

Com o material recolhido foi realizada uma leitura, uma análise e por fim uma interpretação das informações recolhidas relevantes ao tema para assim construir o referencial teórico presente neste trabalho, indispensável em qualquer trabalho científico.

2.3 Levantamento de dados

O processo de coleta dos dados necessários para o desenvolvimento dessa pesquisa foi feito através de pesquisas junto aos órgãos competentes para a obtenção dos dados secundários.

Para esse estudo, os dados coletados e os respectivos órgãos foram:

a. A população residente no bairro de Manaíra e suas características, dos últimos censos 2000 e 2010, e as estimativas populacionais em cada ano no intervalo de 2000 a 2015. Dados coletados e fornecidos pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

b. O volume de água consumida e de esgoto gerado pela população do bairro, do ano 2000 ao ano de 2015, fornecido pela CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba;

c. A quantidade de resíduos sólidos coletados na área do bairro, de 2000 ao ano de 2015. Dados coletados e disponibilizados pela EMLUR – Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana.

d. O número de poços d'água cadastrados e em funcionamento em 2015, dados disponibilizados pela AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba;

e. O histórico dos relatórios de qualidade da água das praias de Manaíra para contato primário no período de estudo, fornecidos pela SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente.

O trabalho de campo consistiu em uma visita "in loco" à área de estudo, para meios de observação e análise visual das informações básicas necessárias dos edifícios existentes no bairro, com o auxílio de um mapa de área com nome de ruas e número de lotes, fazendo um registro fotográfico. Neste momento foram observadas as residências verticalizadas existentes e as em construção.

2.4 Análise estatística dos dados

Em posse de todas as informações necessárias colhidas foi realizado, com auxílio de suportes computacionais, a análise e interpretação das mesmas e a organização e tabulação dos resultados.

Os dados concedidos pela CAGEPA e EMLUR alimentaram planilhas eletrônicas Microsoft Excel® que possibilitaram a construção de gráficos e tabelas. Já em relação ao histórico de crescimento populacional, buscado pelos dados fornecidos pelo IBGE, comprovou-se o adensamento.

Os dados fornecidos pela AESA foram de toda a cidade de João Pessoa, arquivos KML com a localização pontual de cada poço e o mapa de área dos bairros da cidade (com o polígono de divisão), como uma planilha com todas as outorgas de poços d'água cadastrados na cidade.

Os arquivos foram sobrepostos no programa Google Earth de maneira a delimitar os poços localizados em nossa área de estudo e na lista de outorgas foram restringidas as informações referentes aos poços situados no bairro de Manaíra.

Com isso, diagnostica-se um cenário para o bairro de Manaíra, demonstrando os efeitos na infraestrutura, sociais e ambientais provocados pela verticalização, elaborando um parecer de importância relevante para o meio acadêmico e social.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise do crescimento populacional e diagnóstico da verticalização

De acordo com os dados estatísticos do IBGE, o município de João Pessoa possui uma população estimada de 811.598 habitantes para o final do ano de 2017.

O último censo demográfico realizado foi do ano de 2010, com uma população de 723.515 habitantes que estão distribuídos em seu território, cuja área é de 211,475 km², correspondendo, portanto, a uma densidade demográfica de 3.421,28 hab/km².

Segundo os últimos censos realizados em 2000 e 2010, a população de João Pessoa passou de 597.934 habitantes para 723.515 habitantes, respectivamente, e uma contagem populacional feita no ano de 2007, contabilizou 674.762 pessoas no município. No intervalo entre os censos a população apresentou um incremento de mais 125 mil habitantes, ou seja, uma taxa de crescimento equivalente a 21%. Em comparação com a contagem realizada em 2007, temos: em sete anos (2000 a 2007) um aumento de 94.828 habitantes, equivalente a 13%, e nos três últimos anos do intervalo 48.753 pessoas a mais viviam na cidade, 7% de aumento.

No ano de 2000, o bairro de Manaíra possuía 19.289 habitantes, em 2007 existiam 22.504 pessoas no bairro e no último censo 26.369 habitantes. Deste modo, em termos percentuais temos para o primeiro intervalo (2000 a 2007) um crescimento de 16,7% aproximadamente e de 17% nos três últimos anos (2007 a 2010), e nos 10 anos entre os censos de 36,7%, uma taxa de crescimento muito superior quando comparada com a registrada para a cidade de João Pessoa.

Anualmente é disponibilizada pelo IBGE, uma projeção da população das cidades e dos seus bairros, este dado é uma estimativa do ritmo de crescimento calculado pela taxa de crescimento anual identificada. Na Fig. 3 podemos observar o número de habitantes da cidade de João Pessoa de 2000 a 2015 e na Fig. 4, a população residente no Bairro de Manaíra no intervalo.

Figura 3 - População residente na cidade de João Pessoa de 2000 a 2015.

Fonte: Dados do IBGE.

Figura 4 - População residente no bairro de Manaíra de 2000 a 2015.

Fonte: Dados do IBGE.

Com as Fig. 3 e 4 foi possível observar que, no período de 15 anos em que o estudo está delimitado, a cidade teve um crescimento de 32,4% no número de habitantes, enquanto que o bairro de Manaíra obteve 66,7% de crescimento de sua população, o dobro de crescimento percentual registrado para toda João Pessoa.

Nos censos 2000 e 2010 foram feitos os levantamentos dos números de moradores por tipo de domicílio em João Pessoa e as suas características em cada um dos bairros da cidade. Essas informações estão apresentadas da tabela abaixo (tab. 1).

Tabela 1 - Tipo de domicílios e número de moradores por tipo de domicílio no bairro de Manaíra na cidade de João Pessoa - PB.

Município e Bairro	Tipo de Domicílio	Moradores em domicílios (Pessoas) - 2000	Moradores em domicílios (Pessoas) - 2010
Manaíra - João Pessoa – PB	Total	19.289	26.369
	Casa	11.140	8.369
	Casa de vila ou em condomínio	87	327
	Apartamento	8.032	17.609
	Habit. em casa de cômodos, cortiço ou cabeça de porco	30	34
	Oca ou maloca	-	-

Fonte: BRASIL (2017b).

Os dados apresentados na Tab. 1 evidenciam o processo de verticalização ocorrido no bairro ao longo dos 10 anos entre as pesquisas. Enquanto que em 2000, 58% da população residente em Manaíra morava em casas e 42% residiam em apartamentos, no ano de 2010, 67% da população do bairro vivia em apartamentos e o número de habitantes de residências horizontais diminuiu para 32%.

Manaíra foi um dos primeiros bairros da orla a surgirem em João Pessoa, juntamente com Cabo Branco e Tambaú, como mencionado anteriormente nesse trabalho, com a implantação do saneamento e obras de infraestrutura, sofrendo por uma valorização imobiliária e passando por um processo de urbanização horizontal (NÓBREGA, 2011; SOUZA JÚNIOR, 2008).

Com o crescimento populacional, que foi constatado para o bairro no intervalo estudado, é gerada uma necessidade de um número maior de habitações, como os limites territoriais não podem ser estendidos e o bairro apresenta-se com seus lotes praticamente edificados, a verticalização surge como a alternativa inevitável para a multiplicação do solo na região.

3.2 Os efeitos da verticalização sobre o saneamento básico

A densidade demográfica acentuada promoveu a verticalização e esta ocasionou uma maior necessidade por serviços básicos, como saneamento e infraestrutura do bairro. Desse modo, um aumento da população demanda um aumento no consumo de água, um crescimento da geração de esgotos e produção de resíduos sólidos.

Segundo a CAGEPA, 100% do território do bairro de Manaíra possuía rede pública de distribuição de água durante o intervalo de estudo, portanto, baseado nos volumes anuais de água disponibilizados pela mesma, foi possível verificar o crescimento do consumo de água para o período de 2000 a 2015 (Fig. 4).

Foram disponibilizados pela CAGEPA os valores em metros cúbicos (m³) de esgoto gerado no período da pesquisa, apresentados no Fig. 5, mas segundo a concessionária, esses valores podem ser maiores, pois o plano de cobertura de esgotamento sanitário do bairro ainda não foi concluído.

Figura 5 - Consumo de Água e geração de Esgotos no bairro de Manaíra no período de 2000 a 2015.

Fonte: Dados da CAGEPA.

Com base na Fig. 5, observou-se um crescimento de 69,5% na geração de esgotos e alarmantes 109% de aumento no consumo de água, ou seja, o volume de água consumido dobrou em 15 anos no bairro de Manaíra.

Segundo Kobiyama, Mota e Courseil (2008), 80% da água de abastecimento depois de utilizada dará origem aos esgotos. Na Fig. 5, os valores de esgotos foram maiores que os encontrados para água consumida. Esse fato é justificado pelo uso de fontes alternativas de obtenção de água pelos consumidores, a principal delas é a utilização das águas subterrâneas extraídas por meio de poços.

Para Rafael et al. (2009), parte de novos condomínios residenciais e comerciais tem se utilizado do abastecimento de água por poços, visando uma redução dos custos, dependendo da edificação e do destino de uso da água, é mais economicamente viável em comparação aos custos de água fornecida pela concessionária.

De acordo com os dados da AESA, até 2015 existiam 18 poços cadastrados que abasteciam o bairro, como podem ser observadas na Fig. 6 suas determinadas localizações apontadas e o polígono de delimitação do bairro.

Figura 6 - Mapa de Localização dos poços de água do bairro de Manaíra até o ano de 2015.

Fonte: AESA, 2017, adaptado pelos autores.

Dentre os poços cadastrados, oito (08) são para uso de condomínios, em atividades como jardinagem, limpeza de ambientes e equipamentos, sistemas de refrigeração e suprimentos das piscinas, sete (07) para edificações de uso comercial, como hotéis e lava-jato de automóveis, nas mesmas atividades dos

condomínios. Os outros três poços são destinados para o uso exclusivo da indústria da construção civil de novos empreendimentos. Os percentuais podem ser observados na Fig. 7 a seguir.

Figura 7 - Percentual do tipo de uso dos poços de água do bairro de Manaíra até o ano de 2015.

Fonte: Dados da AESA.

A CAGEPA acrescentou também que existem no bairro muitas ligações na rede de esgoto e de águas pluviais as quais a concessionária alega não ter o devido controle, ocorrendo na maioria dos casos, a não obediência ao sistema separador absoluto, ou seja, ligações prediais de esgotos sendo despejados no sistema de coleta de águas pluviais. Esse fato pode vir a explicar a situação de poluição das praias do bairro, já que as águas dos sistemas de drenagem têm o mar como destino final das águas da chuva.

A SUDEMA, criada em 1978 pelo Estado da Paraíba, com o intuito de desenvolver uma política de proteção ao meio ambiente, publica semanalmente o relatório de Balneabilidade das Praias do Litoral Paraibano, classificando a capacidade das praias em possibilitar o banho e atividades esportivas.

Na extensão da orla do bairro de Manaíra existem três pontos de coleta de dados para o estudo de balneabilidade. Estão disponibilizados pela SUDEMA os relatórios do ano 2013 a dezembro de 2017 e foram analisados os relatórios dentro do intervalo de estudo do trabalho nos anos: 2013, 2014 e 2015.

Foi possível observar, de acordo com os relatórios de monitoramento expedidos pela SUDEMA, que durante todo o período de estudo, as praias de Manaíra estiveram próprias pra atividades humanas apenas em dois momentos: no mês de dezembro de 2013 e nos meses de verão do ano de 2014 (Novembro, Dezembro e Janeiro). Nos demais meses ela foi classificada pela SUDEMA imprópria para a população.

Com suporte nos dados coletados da EMLUR, pode-se observar na Fig. 8 a quantidade em toneladas de resíduos sólidos originados na coleta de edificações no bairro de Manaíra no período de 2002 a 2015.

Figura 8 - Valores referentes a coleta domiciliar do bairro de Manaíra no período de 2002 a 2015.

Fonte: JOÃO PESSOA (2017b).

Diante disso, observou-se um aumento de cerca de 81%, considerando os valores de 2002 e fim do período em estudo. Os valores referentes aos anos 2000 e 2001 não foram disponibilizados pela EMLUR.

3.3 O presente e o futuro de Manaíra

Com base na visita feita ao bairro é possível um diagnóstico visual da atual situação vivenciada pela população e apresenta-la em fotografias. As Fig. 8 e 9, fotografias feitas na Av. Sapé, Bairro de Manaíra, apresentam cada uma, uma situação com um problema ocasionado pela verticalização.

Na Fig. 9, uma casa localizada entre edifícios de múltiplos pavimentos e na Fig. 10 é possível observar que avenida encontra-se intensamente verticalizada com edifícios em seus dois lados, mas a largura da rua permanece a mesma da época quando o bairro passou pelo seu primeiro processo de urbanização. Segundo Sales (2014) a infraestrutura básica dos bairros não sofre alterações de grande impacto desde a implantação do projeto CURA (1977 a 1982).

Figura 9 - Casa entre Edifícios na Av. Sapé, Manaíra.

Fonte: Própria dos autores (2017).

Figura 10 – Verticalização da Av. Sapé, Manaíra.

Fonte: Própria dos autores (2017).

Constatou-se a existência de diversos edifícios ainda em fase de construção, como a exemplo da Fig. 11, já em acabamento predial, com mais de 20 pavimentos, que quando concluídos, serão a habitação de famílias, aumentando o quantitativo populacional de uma região em que o traçado urbano foi desenvolvido para um esquema de quadra-lote para uso de uma residência unifamiliar.

Figura 11 – Edifício em construção em Manaíra.

Fonte: Própria dos autores (2017).

Foi possível observar também que o bairro ainda possui lotes vazios em seu território e um número alto de residências horizontais, mas com o a dinâmica de crescimento acelerado do processo de verticalização e a especulação imobiliária vivida por Manaíra, esse quadro se verterá.

A região continua a crescer sem ser considerado que este panorama pode ocasionar problemas futuros, comprometendo a qualidade de vida de seus habitantes. E ainda que essa expansão desenvolve-se sem a integração necessária de projetos e estudos que avaliem a capacidade de suporte do meio ambiente e dos sistemas estruturais de planejamento urbano.

4 CONCLUSÕES

1. O processo de verticalização das construções urbanas apresenta-se como alternativa ao adensamento populacional, consequentemente ampliando a permissividade de novos usos e ocupações do espaço urbano. No caso de Manaíra, cuja população cresceu 66,7% no período de 15 anos, duas vezes mais em valores percentuais do que a população da cidade de João Pessoa, constatou-se uma intensa verticalização, ou seja, uma substituição crescente do número de residências horizontais por edificações verticais, constatado pelos dados levantados pelo IBGE, que em 2000, 42% dos habitantes do bairro moravam em apartamentos e em 2010 esse número passa a ser de 67%.
2. Deste modo, a acentuada verticalização pode provocar impactos físicos negativos ao meio ambiente, à organização espacial da região, ao planejamento urbano, e à qualidade de vida da população. Os sistemas urbanos como o saneamento básico, objeto de estudo desse trabalho, estão suscetíveis à deterioração e saturação, no andamento atual do processo urbano de transformação.
3. Unido ao crescimento populacional está uma maior demanda por água, uma crescente geração de esgoto e de resíduos sólidos, pressuposto confirmado pela pesquisa, que verificou um aumento de 69,5% na geração de esgotos, 81% a mais de resíduos sólidos foram produzidos e o volume de água apresentou-se como maior percentual, mais do que o dobro do verificado no primeiro ano do intervalo, uma taxa de 109%.
4. Em Manaíra, a verticalização representou uma soma de transformações urbanas, podendo futuramente ser a geradora de diversas consequências para os cidadãos residentes no bairro, como problemas de abastecimento e coleta dos resíduos. Um impacto observado e que pode ter sido acentuado pela ineficiência do sistema de coleta de esgotos e de drenagem urbana foi a poluição das águas das praias do bairro, consideradas impróprias para banho nos últimos dois anos da pesquisa.
5. Em visita feita à região foi constatado que o processo de verticalização ainda evolui devido à especulação imobiliária do bairro, à existência de muitos prédios ainda em fase de construção, lotes vazios e casas à venda.
6. No monitoramento da verticalização devem ser considerados os efeitos provocados na qualidade de vida da população, o respeito ao meio ambiente e o equilíbrio infraestrutural. Pretende-se com os resultados obtidos nessa pesquisa possam ser utilizados pelos gestores ambientais como instrumentos de planejamento a curto, médio e longo prazo, alcançando assim o desenvolvimento sustentável, que é o ideal almejado.

REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Outorgas de poços no município de João Pessoa** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <dressars.a@gmail.com> em 21 de set de 2017.

BARROSO, L. R. Saneamento básico: competências constituintes da União, Estados e Municípios. **Revista Eletrônica de Direito Administrativo Econômico (REDAE)**, Salvador, Instituto Brasileiro de Direito Público, n. 11, agosto/setembro/outubro, 2007. Disponível em: <http://www.direitodoestado.com/revista/REDAE-11-AGOSTO-2007-LUIS%20ROBERTO%20BARROSO.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 01 out. 2017.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Base de informações Municipais (BIM)**, 2000.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Dados sobre os Bairros de João Pessoa** [mensagem pessoal], 2017b. Mensagem recebida por: <dressars.a@gmail.com> em 04 ago. 2017.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Brasil em síntese, Panorama, João Pessoa, Paraíba**. 2017. Disponível em:< https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>. Acesso em: 09 set. 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.; (orgs). **Métodos de Pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p. Disponível em: < http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf >. Acesso em: 24 out. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p. Disponível em: <https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento básico enquanto direito fundamental e direito humano**. 2015. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-basico-enquanto-direito-fundamental-e-direito-humano>. Acesso em 18 abr. 2017.

JOÃO PESSOA. Autarquia Municipal Especial de Limpeza Urbana – EMLUR. **Dados EMLUR Manaíra** [mensagem pessoal]. 2017b. Mensagem recebida por: <dressars.a@gmail.com> em 11 de out de 2017.

_____. Prefeitura Municipal de João Pessoa. **PMJP inicia debates sobre o Plano Diretor de Drenagem Urbana**. 2009. Disponível em: < http://www.joaopessoa.pb.gov.br/pmjp-inicia-debates-sobre-planodiretor-de-drenagem-urbana/>. Acesso em: 28 nov. 2017.

_____. **Bairros**. 2015. Disponível em: <http://www.joaopessoabairros.com.br/v2/>. Acesso em: 16 ago. 2017.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. de A.; COURSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008. 160 p. Disponível em: < http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/recursos_hidricos_saneamento.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

NÓBREGA, F. D. da. **O processo de verticalização e a (re)produção da cidade**: um estudo do bairro de Manaíra em João Pessoa, Paraíba. 2011. 177 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: < http://tede.biblioteca.ufpb.br/handle/tede/303>. Acesso em: 17 abr. 2017.

NUNES, N. **Gestão ambiental urbana: planejar antes de verticalizar, considerações para o debate sobre a verticalização das cidades**. Instituto Superior e Engenharia Arquitetura e Design – CEUNSP, Salto, ano. 02, n.3, p. 58-62, 2011. Disponível em: < http://docplayer.com.br/9200892-P-58-62-instituto-de-engenharia-arquitetura-e-design-insead.html>. Acesso em: 28 de set. 2017

PARAÍBA (Estado). Companhia de água e esgotos da Paraíba (CAGEPA). 2017a.. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br/>. Acesso em: 18 abr. 2017.

_____. Companhia de água e esgotos da Paraíba (CAGEPA). **Ranking de saneamento básico coloca CG e JP entre as melhores cidades do país.** 2017b. Disponível em: < http://www.cagepa.pb.gov.br/ranking-nacional-de-saneamento-basico-poe-cg-e-jp-entre-as-melhores-cidades-do-pais/>. Acesso em: 03 out. 2017.

_____. Companhia de água e esgotos da Paraíba (CAGEPA). **Dados CAGEPA** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <dressars.a@gmail.com> em 07 de dez. de 2017.

_____. Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA**). Histórico de Balneabilidade**. Disponível em: <http://sudema.pb.gov.br/servicos/servicos-ao-publico/balneabilidade-1/historico-balneabilidade>. Acesso em: 08 dez. 2017.

PBAGORA. **CMJP questiona ausência de Plano de Drenagem para JP**. 2016. Disponível em: <http://www.pbagora.com.br/conteudo.php?id=20160601144034&cat=paraiba&keys= mesmo- transtorno-chuvas-plano-diretor-drenagem-urbana-jp-nao-saiu-papel >. Acesso em: 28 nov. 2017.

PINA, S. A.; ALMEIDA, S. F.; PINA, J. H. A. Uma análise da qualidade de vida na cidade de João Pessoa-(PB) frente à questão ambiental mundial. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 33, p. 168-178, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16142/9085>. Acesso em: 28 set. 2017.

RAFAEL, R. de A.; ARANHA, T. R. B. T.; MENESES, L. F. de; SARAIVA, A. G. S. Caracterização da evolução urbana do município de João Pessoa/ PB entre os anos de 1990 e 2006, com base em imagens orbitais de média resolução. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 14., p. 819-826, 2009, Natal. Anais... Natal: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. Disponível em: <http:// marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.00.12/doc/819-826.pdf>. Acesso em: 28 set. 2017.

RIBEIRO, C. A. de M.; CARVALHO, H. J. M. de; SANTOS, M. A. dos. Metodologia para análise do sombreamento em centros urbanos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E**

TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3, 2010, Recife. Disponível em: <https://analisegeo.files.wordpress.com/2010/05/analise_do_sombreamento.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2017.

RODRIGUES, T. P. T. **Análise dos efeitos no saneamento básico provocados pela verticalização no bairro Cabo Branco, João Pessoa- PB**. 2011. 67 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – UNPB-FPB – Faculdade Internacional da Paraíba, João Pessoa, 2011.

SALES, L. de A. **O processo de verticalização e seus problemas no bairro de Manaíra, João Pessoa-PB**. 2014. 80p. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: < http://rei.biblioteca.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/806/1/LAS02102014.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2017.

SILVEIRA, F. de A. **Impacto da verticalização na qualidade do espaço residencial: um estudo no bairro de Tambaú, na cidade de João Pessoa-PB**. 2012. 183 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/295/1/arquivototal.pdf >. Acesso em: 30 set. 2017.

VIVER em João Pessoa. **Os melhores bairros para morar em João Pessoa, a capital do estado da Paraíba, Brasil**. 2016. Disponível em: < http://viveremjoaopessoa.blogspot.com.br/2013/07/os-melhores-bairros-para-morar-em-joao.html >. Acesso em: 8 abr. 2017.