



## ESTUDO DE RECONHECIMENTO DE IMAGENS PARA AUXÍLIO NA IDENTIFICAÇÃO DE INFRATORES DE CRIMES AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE CABEDELO/PB

Lucas Miranda Brito de Lucena<sup>1</sup>

Danilo Rangel Arruda Leite<sup>2</sup>

### RESUMO

O sistema de reconhecimento facial é iniciado pela exibição de uma imagem do rosto, em seguida, é submetido à análise do software que deve ser capaz de identificar a geometria da face, elaborando uma espécie de assinatura facial (COSTA; OLIVEIRA, 2019). Dessa forma é realizado diretamente a identificação da fisionomia. O processo de identificação facial auxilia setores na definição da assinatura biométrica, como exemplo a fiscalização pública. Ações preventivas e repressivas são realizadas pela fiscalização ambiental, que é um instrumento de gestão ambiental exercida pelo poder público. A identificação dos infratores é essencial para o cumprimento das normas ambientais e a aplicação das sanções administrativas quando não houver conformidade. Baseado no estudo de Monteiro (2019), que analisou as imagens utilizando a biblioteca *OpenCV*, a partir dos algoritmos *Eigenface*, *Fisherface* e *Local Binary Pattern Operator*, aproveitou-se e foi realizado um comparativo para aproveitar na fiscalização ambiental do município de Cabedelo-PB. Apesar das dificuldades principalmente pelas limitações do sistema, como iluminação e pixelização, abre-se uma oportunidade para tornar esse setor cada vez mais eficiente.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial, Reconhecimento de Imagens, OpenCV, Fiscalização.

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Sistemas Para Internet. Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. E-mail: lucasmirandabl@gmail.com.

<sup>2</sup>Prof. Orientador, Graduado em Processamento de Dados pela Faculdade Paraibana de Processamento de Dados, mestrado em Informática pela Universidade Federal da Paraíba e Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde (PPGMDS-UFPB), Especialista em Segurança da Informação (I2P) e Especializando em Informática em Saúde (UNIFESP/UFRN) e Especialista em Ciência de Dados. Atualmente é professor do Instituto de Educação Superior da Paraíba e analista de TI - EBSERH - HULW - UFPB.

## **ABSTRACT**

The facial recognition system is initiated by displaying an image of the face, which is then analyzed by the software, which must be able to identify the geometry of the face, creating a kind of facial signature (COSTA; OLIVEIRA, 2019). In this way, the identification of the physiognomy is carried out directly. The facial identification process assists sectors in defining the biometric signature, such as public inspection. Preventive and repressive actions are carried out by environmental inspection, which is an environmental management instrument controlled by the government. Identification of offenders is essential for compliance with environmental regulations and the application of administrative responsibilities when there is non-compliance. Based on the study by Monteiro (2019), who analyzed the images using the OpenCV library, based on the Eigenface, Fisherface and Local Binary Pattern Operator algorithms, a comparison was made to take advantage of it for the environmental preservation of the municipality of Cabedelo-PB. Despite the difficulties, mainly due to the limitations of the system, such as lighting and pixelation, an opportunity opens up to make this sector increasingly efficient.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Image Recognition, OpenCV, Surveillance.

## INTRODUÇÃO

A face humana tem formas, marcas e divisórias distintas, chamados de pontos nodais, como por exemplo largura do nariz, forma das maçãs do rosto, distância entre os olhos, comprimento da linha da mandíbula e profundidade das órbitas oculares. Essas características formam a identidade facial e visual do indivíduo, o chamado geometria do rosto. A identificação facial, realizado por um algoritmo, determina esses pontos, separa e mede a fim de identificar que a imagem é a de um indivíduo (LEVASHOV, 2013).

O processo de reconhecimento facial se inicia mediante a exibição de uma foto ou vídeo de um rosto que, em seguida, é submetido à análise do software que deve ser capaz de identificar a geometria da face, elaborando uma espécie de assinatura facial (COSTA; OLIVEIRA, 2019). Após, realiza-se a comparação desta assinatura, a partir da transformação em uma fórmula matemática, com os dados de um banco imagens coletadas previamente. Espera-se, a partir daí, que seja possível a identificação facial, baseada na busca e comparação dos padrões estabelecidos (WELINDER, 2012).

Dessa forma, com a possibilidade de identificação facial a partir de imagens fotográficas é uma excelente saída para reconhecimento de infratores que utilizam espaços urbanos para despejar resíduos de forma irregular. Essa prática se caracteriza como crime ambiental. Visto que a geração de resíduos é um problema que acompanha o desenvolvimento da humanidade ao longo dos séculos. No entanto, somente após a Revolução Industrial este problema se tornou relevante e passou a comprometer a qualidade de vida das comunidades. Os avanços tecnológicos possibilitaram cada vez mais o acesso dos indivíduos a bens de consumo e isso incentivou o aumento da produção, fechando um ciclo, que tem como consequência a degradação ambiental (RIBEIRO; MORELLI, 2009).

Com a expansão das cidades e a natalidade maior que a mortalidade, atrelado com melhora no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), ocorreu uma crescente demográfica considerável, aumentando exponencialmente a população mundial. Nesse espaço acompanham desequilíbrios que antes eram fáceis de controlar. Os resíduos causam, atualmente, um grande transtorno ao redor de todo mundo.

Neste sentido cabe a todos a conscientização do melhor destino para os resíduos e a correta separação por classe reduz a quantidade gerada. Acelerar o processo da reciclagem e a logística reversa é uma das saídas de melhor impacto. Todos são responsáveis pela disseminação da política da Educação Ambiental, e cabe aos órgãos públicos a fiscalização e aplicação legal no que diz respeito a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).

Para auxiliar os fiscais de meio ambiente do município de Cabedelo-PB a combater os delitos apresenta-se neste trabalho um estudo baseado em Inteligência Artificial capaz de identificar o infrator a partir do reconhecimento de imagens. Quem comete o delito não deve passar impune, o trabalho punitivo após a identificação coíbe esse tipo de atitude. Esse tipo de lançamento indevido dos resíduos é conhecido em pontos conhecidos no município de Cabedelo-PB. Neste sentido será aplicada a identificação por reconhecimento facial e/ou placa do veículo infrator, utilizando câmeras de monitoramento precisas, com a possibilidade também da visão noturna.

No desenvolvimento do sistema de identificação facial focaremos na linguagem *Python* por ser mais acessível e popular para operação desse tipo de serviço. Será necessário abordar a biblioteca *OpenCV* que será utilizada pelo algoritmo para reconhecimento de imagens e faces. Como ferramenta preferimos tratar sobre a IDE da *Jetbrains*, o *Py Charm Community*.

## **OBJETIVO**

Desenvolver um estudo que descreve o resultado da utilização de algoritmos da biblioteca *OpenCV*, que são o *Eigenface*, o *Fisherface* e o *Local Binary Pattern Operator*, para sistema de identificação de imagens faciais. E dessa maneira auxiliar um futuro estudo a fim de reconhecer infratores ambientais no município de Cabedelo-PB.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Fiscalização Ambiental**

A legitimação da gestão ambiental nas unidades federativas do Brasil foi embalada nos anos 1980 com a introdução do Sistema Nacional de Meio Ambiente – Sisnama e a formulação das políticas ambientais. Até então, esse aparato legal enfrentava problemas de ordem política, econômica, financeira e de recursos humanos, relegando a questão ambiental a segundo plano nas agendas governamentais (BURSZTYN et al., 2004).

Atuando de maneira preventiva e repressiva às transgressões, a fiscalização ambiental é instrumento de gestão ambiental exercida pelo poder público que consistem em verificar o cumprimento das normas ambientais e a aplicar as sanções administrativas quando não houver conformidade. Tal prerrogativa é prevista na Constituição Federal de 1988 e tem como principal marco legal na esfera federal a Lei de Crimes Ambientais (SCHMITT, 2015).

Para aplicar as sanções legais resultado do lançamento indevido de resíduos no município de Cabedelo-PB utiliza-se como premissa o Decreto Federal 6514 de 22 de julho de 2008. Em seu artigo 61 e 62 está escrito da seguinte maneira:

Art. 61. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da biodiversidade:

Multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) a R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais).

[...]

Art. 62. Incorre nas mesmas multas do art. 61 quem:

[...]

V - lançar resíduos sólidos, líquidos ou gasosos ou detritos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou atos normativos;

[...]

A maior dificuldade é a identificação dos indivíduos cometendo a infração no ato para caracterizar e reconhecer a transgressão. Dessa forma, para constatar o crime, a tecnologia é uma excelente ferramenta para auxiliar a obtenção desses dados e a Inteligência Artificial é a área em que contém a qualificação necessária para tal.

### **Inteligência Artificial**

Os desenvolvimentos tecnológicos estão sendo impostos em diferentes regiões buscando atender e melhorar as necessidades humanas. Um campo que vem tendo notáveis avanços computacionais nos últimos anos é a Inteligência Artificial (IA) (FIGLIUZZI, 2018). A IA é um ramo da Ciência da Computação originária da década de 1950 que busca analisar e interpretar dados complexos, simulando ou reproduzindo a inteligência humana em máquinas. Tal funcionalidade pode trazer como resultado o diagnóstico, o tratamento e a previsão de resultados (WELCHEN, 2019).

O uso da IA está modificando o cotidiano das pessoas e está transformando as estratégias de marketing em decorrência das mudanças observadas pelo humano, influenciando os modelos de negócio e os processos de venda e de atendimento ao cliente (DAVENPORT et al., 2020). Um dos segmentos que está acompanhando essa evolução é o sistema de reconhecimento facial que possibilita realizar a identificação de pessoas em meio à multidão, técnica que vem sendo aplicada na área de segurança pública e privada e no desbloqueio de aparelhos digitais. Além da biometria, outras formas utilizadas de reconhecimento do ser humano são a íris, a retina, as digitais dos dedos das mãos, as veias da mão, a voz, o cheiro, o rosto, entre outros (KOCH, 2012).

## Reconhecimento Facial

Considerado o pai do reconhecimento facial, o matemático e cientista da computação Woodrow Wilson Bledsoe, em 1964 desenvolveu essa tecnologia que se tornou mais perceptível recentemente pelo uso de aplicativos pessoais de foto e autenticação para dispositivos. O recurso é utilizado, principalmente, para praticidade e segurança, substituindo chaves, códigos numéricos e biometria com impressão digital e leitura da íris. Afora seu uso na indústria do entretenimento, e controle ambiental, para proteger animais em risco de extinção, o dispositivo tem sido ferramenta de uso policial para detecção de suspeitos e criminosos (MAGNO; BEZERRA, 2020).

O rosto e suas expressões fazem parte de um sistema extremamente necessário para todas as pessoas. Neles existem bagagens que influenciam encontros sociais/relacionais, e está diretamente ligada a reprodução. Sendo assim, possuímos o conhecimento que a face é única de indivíduo para indivíduo (ANDRADE, 2013). Com isso, pode-se usar o reconhecimento facial para identificar um infrator que comete um crime ambiental, por exemplo.

O processo de reconhecimento ou identificação facial é caracterizado como um tipo de biometria, sendo capaz de detectar a face do indivíduo a partir de imagem e equiparar com uma fotografia que já existe no banco de dados. Esse tipo de comparação com a imagem é tratada e há ajuste de pontos altos, baixos e dos contornos que cada rosto apresenta (COSTA et al., 2018).

Mesmo ocorrendo interferência que transformam o estímulo visual devido a expressões, envelhecimento ou distrações, como óculos, barba, mudanças de cabelo, o ser humano pode reconhecer milhares de rostos ao longo dos anos. Porém o desenvolvimento de um modelo computacional capaz de reconhecer faces não é uma tarefa trivial, devido aos rostos serem estímulos visuais complexos e multidimensionais, tornando o reconhecimento uma tarefa de alto nível (AGARWAL et al., 2010).

Para Stan e Anil (2011), com o aumento do número de computadores com maior capacidade de processamento e de baixo custo, o interesse no processamento digital de imagens aumentou, sendo incorporado em diversas aplicações como autenticação biométrica e vigilância. Todos tendo o reconhecimento de face como uma parte primordial da aplicação.

Para aplicar a identificação facial como método de reconhecimento de pessoas, ou em nosso caso como identificação dos infratores que cometem crime ambiental pelo lançamento indevido de resíduos em Cabedelo-PB, é necessário o uso de uma linguagem de programação – iremos utilizar o Python –, a biblioteca *OpenCV* e a escolha do melhor algoritmo para o que propõe esse trabalho. Esses algoritmos fazem parte do *OpenCV*, são eles: *Eigenface*, *Fisherface*

e o *Local Binary Pattern Operator*. O processo de reconhecimento é feito através de um banco de dados de imagens de diferentes pessoas, incluindo o público alvo, e com diferentes expressões. Dessa forma, o algoritmo tem uma base para realizar as comparações em tempo real e, de acordo com a programação feita, identificar cada indivíduo separadamente (SILVEIRA, 2018).

## **OpenCV**

*Open Source Computer Vision (OpenCV)* é uma biblioteca de livre acesso que contém a implementação de várias metodologias para a elaboração de aplicativos no campo de visão computacional. Esse conjunto de ferramentas apresenta um bom desempenho nos cálculos para tratativa de imagens (BRAGA, 2013). Essa biblioteca foi criada em 1999 pela Intel com a liderança de Gary Bradski, com o intuito de otimizar algoritmos para analisar imagens e vídeos com o uso da visão computacional. Durante sua história, o *OpenCV* sofreu várias mudanças, sendo lançadas diversas versões. Até que em 2006 surgiu sua primeira versão oficial. Nos anos seguintes houve mais algumas grandes mudanças até chegar na atual versão 4.3, lançada em abril de 2020 (LAGANIÈRE, 2014).

Além disso, essa biblioteca apresenta o código fonte acessível para qualquer alteração conforme a necessidade do usuário, podendo ser usada em diversas plataformas como, por exemplo, JAVA com o pacote *Software Development Kit (SDK)* Android com o *Integrated Development Environment (IDE)* (FARINA, 2012). A *OpenCV* possui funções de processamento de imagens, de estrutura de dados, álgebra linear, processamento de vídeo, interface gráfica do usuário (GUI), controle de mouse e de teclado e mais de 2.500 algoritmos, incluindo o algoritmo *Eigenface*, que é uma técnica para reconhecimento facial e que pode ser utilizado para manter a segurança computacional em dispositivos móveis (BRAGA, 2013).

Desde sua versão 2.2, o *OpenCV* é dividido em diversos módulos, cada um com sua função, sendo eles: *opencv\_core*, *opencv\_imgproc*, *opencv\_highgui*, *opencv\_features2d*, *opencv\_calib3d*, *opencv\_video* e *opencv\_objdetect*. Sendo esse último o módulo que iremos utilizar, pois ele contém todas as funções necessárias para a realização do reconhecimento de imagens e faces (LAGANIÈRE, 2014).

## **Eigenface**

O algoritmo *Eigenface* é uma técnica de reconhecimento facial que utiliza a Análise de Componentes Principais (PCA) para a divisão de imagens em pequenos módulos de sub-imagens, denominados *eigenfaces*, com o intuito de codificar os traços importantes de um grupo

de faces, auxiliando na diferenciação entre elas (RESENDE; PEREIRA, 2015; SILVA, 2012 e 2008). O método PCA é uma análise estatística equivalente a covariância dos autovetores e autovalores da matriz de covariância de dados. Essa análise gera um grupo pequeno de componentes que sintetizam os dados originais, minimizando a dimensionalidade desses, preservando os componentes importantes. Assim, nessa técnica há a eliminação de componentes desnecessários, mantendo-se somente as informações relevantes em um espaço multidimensional, resultando na redução da dimensionalidade dos dados originais (BRAGA, 2013; DINIZ et al., 2013).

O método *eigenface* utiliza-se de um subespaço com o propósito de alterar vetores correlatados de dimensões maiores com outros vetores de dimensões menores. Com isso, esse algoritmo tem como maior característica a velocidade de processamento e uma taxa de acerto mais aceitável em comparação aos outros algoritmos, por ter uma redução de ruídos pelo uso de imagens na escala de cinza (ÇARIKÇI; ÖZEN, 2012).

### **Fisherface**

A parte mais vantajosa do *Eigenface* é o uso do lançamento linear para diminuir os problemas de dimensão do reconhecimento facial. Tendo o espaço em suas perfeitas condições, se sobressai em relação aos outros algoritmos. Em contrapartida seria possível ter melhores resultados utilizando métodos lineares de classes específicos. Esse é o objetivo do *Fisherface* através da Análise Discriminante (BELHUMEUR, 1997).

O método LDA, também é conhecido como Discriminante linear de Fisher (FLDA) (BELHUMEUR, 1997), apresenta uma opção ao uso do PCA. Ele baseia-se em combinações lineares dos fatores independentes que dão uma espécie de pontuação do objeto observado, obtendo-se em seguida uma probabilidade daquele objeto pertencer a um dos grupos (FIGUEREDO; RODRIGUES DE SOUZA, 2013). Assim, o conjunto de imagens de treino da face é construído por várias classes, onde cada uma representa uma identidade de uma pessoa, fazendo com que o problema do reconhecimento possa ser formulado de modo a determinar a que classe pertence uma determinada pessoa desconhecida.

O *Fisherface* é uma combinação dos dois métodos: Análise de Componentes Principais e Análise Discriminante. Essa junção tinha como objetivo ter um melhor desempenho em relação ao reconhecimento facial, como o *Fisherface* surgisse como um sucessor do *Eigenface*. Porém, foi constatado durante seu desenvolvimento o surgimento de outros problemas, como: o grande processamento requerido por ser um algoritmo complexo e a iluminação, variações de expressões e posições da imagem escolhida para o teste do algoritmo (ANGGO, 2018).



### **Local Binary Pattern Operator**

Esse algoritmo é considerado o melhor em termos de performance e precisão de reconhecimento de imagens e faces. De uma forma simples, *Local Binary Pattern Operator* separa os pixels da imagem em blocos, parecidos com matrizes 3x3, os valores obtidos em decimais são subtraídos do valor da célula central. Os valores resultantes negativos se transformam no código binário 0, enquanto os outros viram 1. E ao final de sua operação, com os valores transformados em números binários, é feito seu *histogram*. Utilizando-o para a identificação de texturas, assim realizando o reconhecimento de imagens e faces (AHONEN; PIETIKAINEN, 2006).

### **METODOLOGIA**

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de vários meios acadêmicos como, artigos científicos, teses, monografias, em busca das aplicações necessárias para solucionar o estudo apresentado e uma implementação futura dessa prática. Além disso, foi analisado o uso do Python e de outras ferramentas disponibilizadas na web, com o objetivo de exemplificar a utilização da biblioteca *OpenCV* para o reconhecimento facial.

Pretendeu-se apresentar informações que encaminham para o aprofundamento e a aplicabilidade no campo da Inteligência Artificial, por meio do Reconhecimento Facial. Utilizando essa ferramenta para auxiliar os órgãos de fiscalização ambiental do município de Cabedelo-PB levando em consideração todos os resultados obtidos através de vários testes de três diferentes algoritmos obtidos através do estudo envolvendo o reconhecimento facial.

### **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O estudo busca a aplicação do reconhecimento facial, a fim de identificar os infratores de crimes ambientais, e como base do estudo será apresentado a análise de reconhecimento facial feito por Monteiro (2019), voltado à educação. Da maneira que o trabalho de fiscalização deve ser punitivo, ao infrator, é primordial a orientação educativa.

Foi realizado no trabalho de Monteiro (2019) o uso de todos os algoritmos aplicáveis para a identificação facial e posteriormente realizou-se um comparativo de uso entre os algoritmos. Para análise dos resultados foi utilizado a base de dados *Yale Face Database*. Essa base de dados conta com 165 imagens em preto e branco que são usadas justamente para o arcabouço de testes nesse sentido.

Utilizando a biblioteca *OpenCV* dentro do *Python* se formou o algoritmo teste. Na concepção do estudo houve a criação de classes para facilitar o monitoramento. Uma classe a

fim de capturar as imagens e armazenar no banco de dados, segunda classe para tratar as imagens coletadas e a terceira classe para o reconhecimento facial propriamente dito.

O sistema necessita de algumas condições para lograr êxito na identificação. Uma delas é o posicionamento da imagem com relação a luz. Ao capturar a imagem a classe de captura a transforma em preto e branco. Para isso determinou-se a média de iluminação definida pelo pacote *numpy*. Após comparação das imagens por laço de repetição, com valor pré-definido do aceitável, a resposta do sistema admissível é 110.

Para possuir resultado satisfatório é necessária uma quantidade considerável de imagens em diversas posições para o algoritmo identificar o indivíduo. No mínimo deve-se possuir 40 imagens diferentes com duas ou mais pessoas para comparação.

A próxima classe trata as imagens que foram capturadas na classe anterior. Será aplicado os algoritmos técnicos *Eigenface*, *Fisherface* e *Local Binary Pattern Operator*. Essa classe demandará maior operação pois necessitará passar por esses três algoritmos supracitados, gerando três arquivos.

A terceira e última classe é o reconhecimento facial, após o tratamento que houve nas classes anteriores. É nessa etapa que se escolhe o algoritmo que será usado para fazer a comparação das imagens capturadas pela câmera. Deve ser ressaltado a importância da pixelização para garantir um melhor resultado nos algoritmos.

Foi testado o algoritmo produzido cinco vezes e em cada alterou-se os parâmetros relacionados com o *Eigenface*, *Fisherface* e *Local Binary Pattern Operator*. Os valores passados são escolha do desenvolvedor, que escolhe de acordo com o interesse, como mostrado na coluna “Parâmetros” das tabelas 1, 2 e 3. É analisado os resultados de proximidade de reconhecimento retornados das imagens, se o valor for zero indica um erro o banco de dados da imagem.

Tabela 1: Planilha de Teste para o Algoritmo *Eigenface*.

<u>Eigenfaces</u>				
Nº do Teste	Total de Acertos	Porcentagem de Acertos	Média da Confiança	Parâmetros
1	15	50	3.571,88	Padrão
2	10	33,3	2.633,37	80, 4.000
3	11	36,66	1.154,18	10, 3.000
4	12	40	1.934,46	20, 5.000
5	11	36,66	2.278,70	40, 6.000

Fonte: Monteiro (2019).

Tabela 2: Planilha de Teste para o Algoritmo Fisherfaces.

<u>Fisherfaces</u>				
Nº do Teste	Total de Acertos	Porcentagem de Acertos	Média da Confiança	Parâmetros
1	21	70	509,08	Padrão
2	24	80	1.297,31	10, 3.000
3	19	63,33	1.592,78	80, 4.000
4	19	63,33	1.592,78	30, 3.500
5	19	63,33	1.592,78	20, 6.000

Fonte: Monteiro (2019)

Tabela 3: Planilha de Teste para o Algoritmo Local Binary Pattern Operator.

<u>Local Binary Patterns Histograms</u>				
Nº do Teste	Total de Acertos	Porcentagem de Acertos	Média da Confiança	Parâmetros
1	16	53,33	0,92	Padrão
2	17	56,66	13,36	4, 4, 10, 10, 100
3	18	60	56,44	6, 6, 12, 12, 150
4	7	23,33	137,87	10, 10, 16, 16, 200
5	16	53,33	0,1	1, 1, 5, 5, 50

Fonte: Monteiro (2019)

As tabelas anteriores mostram que não há uma certeza de acerto, e que é muito difícil conseguir que o algoritmo seja 100% eficiente. Dentre os três algoritmos o que melhor apresentou porcentagem de acertos foi o *Fisherfaces*. Porém com a média de confiança bem elevada. Para o estudo quanto menor a média de confiança, melhor o reconhecimento. A média de confiança tem como referência o melhor reconhecimento quanto menor o valor, determinando a proximidade da imagem capturada com o banco de dados.

Tendo em vista os resultados obtidos, escolheu-se o algoritmo *Fisherfaces* mesmo sabendo que a média aproximada está elevada, porém a porcentagem de acertos foi a mais satisfatória. Já na tabela 3 obteve-se a melhor média de confiança.

A necessidade de imputar a tecnologia dentro das organizações públicas, principalmente as que combatem delitos, é de suma importância. A dificuldade de identificação acaba beneficiando o infrator que comete inúmeras vezes a mesma diligência e poucas ou nenhuma vez é percebido.

Os locais de descarte irregular no município de Cabedelo-PB são os mesmos, pela dificuldade de acesso e ser uma zona não residencial. A população, caso morasse na região, se

incomodaria com a situação e ajudaria os órgãos fiscalizadores com informações. Geralmente o descarte é realizado no bairro do Renascer, no local onde há o predomínio de galpões industriais, como mostra a figura 1.

*Figura 1: Local de descarte irregular no bairro do Renascer, Cabedelo-PB.*



*Fonte: Autor (2021).*

A tecnologia nessa situação servirá para identificar os infratores e criar um banco de dados para que os reincidentes sejam reconhecidos e os processos criminais e administrativos caiam em sua responsabilidade por meio do algoritmo de reconhecimento facial. Para isso é necessário a cooperação dos órgãos, alimentando e compartilhando o banco de dados.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O reconhecimento facial frente ao crescimento da tecnologia tem se tornado primordial para ações do dia a dia como acesso a academia, condomínios, desbloqueio de celular, entre outros. Apesar da facilidade de encontrar esse tipo de serviço, há a dificuldade de implementação em alguns setores, como exemplo no serviço público. Na ocasião, para se realizar o monitoramento das áreas identificadas como sensíveis será mais efetivo com o auxílio de câmeras em pontos estratégicos.

O presente sistema detém alguns impasses que limitam sua perfeita identificação. É necessárias mais de 30 fotos por indivíduo em posições aceitáveis e com uma iluminação desejada. Para sanar a pixelização deverá ser investido um valor elevado em equipamentos fotográficos e iluminação pública. Porém o ganho social com a mitigação do crime ambiental, ou até mesmo a multa que é transformada em ações que voltam para população.

## REFERÊNCIAS

AGARWAL, M.; AGRAWAL, H.; JAIN, N.; KUMAR, M. **Face Recognition Using Principle Component Analysis, Eigenface and Neural Network**. In: international conference on signal acquisition and processing.10., 2010, Bangalore. IEEE, 2010.

AHONEN, Timo; HADID, Abdenour; PIETIKAINEN, Matti. **Descrição de rosto com padrões binários locais: Aplicativo para reconhecimento de rosto**. Transações IEEE em análise de padrões e inteligência de máquina, v. 28, n. 12, pág. 2037-2041, 2006.

ANDRADE, Nara Côrtes. **Reconhecimento de expressões faciais de emoções: padronização de imagens do teste de conhecimento emocional**. Psico, v. 44, n. 3, p. 382-390, 2013. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/view/15825/10413>. Acesso em: 28 set. 2022.

ANGGO, Mustamin; ARAPU, La. **Face recognition using fisherface method**. In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2018. p. 012119. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1028/1/012119>. Acesso em: 30 set. 2022.

BELHUMEUR, Peter N.; HESPANHA, João P.; KRIEGMAN, David J. **Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection**. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, v. 19, n. 7, p. 711-720, 1997. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=34>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRAGA, L. F. Z. (2013). **Sistemas de Reconhecimento Facial**. Universidade de São Carlos.

BRASIL. Decreto no 6.514, de 22 de julho de 2008. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 23.07.2008. Seção 1. Disponível em: <<http://www.in.gov.br>>. Acesso em: 27 set. 2022.

BURSZTYN, M. A. A.; ASSUNÇÃO-NETA, F.; BURSZTYN, M. **Aspectos legais e institucionais da gestão ambiental na Amazônia**. In: SAYAGO, D.; TOURRAND, J.F.; BURSZTYN, M. (org.). Amazônia: cenas e cenários. Brasília: Editora UnB, 2004. p. 263-294.

ÇARIKÇI, Müge; ÖZEN, Figen. **A face recognition system based on eigenfaces method**. Procedia Technology, v. 1, p. 118-123, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/procedia-technology/vol/20/suppl/C>. Acesso em: 29 set. 2022.

COSTA, Ramon Silva; OLIVEIRA, Samuel Rodrigues de. **O uso de tecnologias de reconhecimento facial em sistemas de vigilância e suas implicações no direito à privacidade**. Revista de Direito, Governança e Novas Tecnologias. Belém, v. 5, n. 2, p. 01-21, Jul/dez. 2019. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/revistadgnt/article/view/5777>. Acesso em 27 set. 2022.

COSTA, L., Obelheiro, R. and Fraga, J. (2018). **Introdução à Biometria**. [http://www.advancedsourcecode.com/minicurso\\_biometria.pdf](http://www.advancedsourcecode.com/minicurso_biometria.pdf). Acesso em: 28 set. 2022.

DAVENPORT, Thomas et al. **How artificial intelligence will change the future of marketing**. *Journal of the Academy of Marketing Science*, v. 48, n. 1, p. 24-42, 2020.

DINIZ, F. A., NETO, F. M., JÚNIOR, F. DAS C., FONTES, L. (2013). **RedFace: um sistema de reconhecimento facial baseado em técnicas de análise de componentes principais e autofaces: comparação com diferentes classificadores**. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 5, n. 1, p. 42–54.

FARINA, A. M. (2012). **BioMobile: Sistema de Identificação de Usuários em Dispositivos Móveis na Plataforma Android Utilizando Reconhecimento de Faces a Partir de Vídeo**. Universidade Estadual Paulista.

FIGLIUZZI, Renan Silva (2018). **Inteligência artificial: um novo paradigma tecnológico?** Acesso em 28 set. 2022.

FIGUEREDO, M. B. and RODRIGUES DE SOUZA, J. (2013). **Face recognition model applied to the missing people problem**. In *Information Systems and Technologies (CISTI)*, 2013. 8th Iberian Conference on, pages 1–3. IEEE.

KOCH, MÁRCIO. (2012) **Visão computacional para reconhecimento de faces aplicado na identificação e autenticação de usuários na web**.

LAGANIÈRE, R. (2014). **OpenCV Computer Vision Application Programming Cookbook Second Edition**. Packt Publishing Ltd.

LEVASHOV, Kirill. (2013). **The Rise of a New Type of Surveillance for Which the Law Wasn't Ready**. *Columbia Science and Technology Law Review*. v. 15, p. 167-168, Fall 2013. p. 164.

MAGNO, M. E. da S. P., & BEZERRA, J. S. (2020). **Vigilância negra: O dispositivo de reconhecimento facial e a disciplinaridade dos corpos**. *Novos Olhares*, 9(2), 45-52. <https://doi.org/10.11606/issn.2238-7714.no.2020.165698>.

MONTEIRO, Luiz Augusto Ferreira. **Inteligência artificial: a importância do reconhecimento facial na educação**. *Revista Presença Geográfica*, v. 7, n. 1, p. 111, 2020.

RESENDE, C. and PEREIRA, M. (2015). **Visão Computacional aplicada em reconhecimento facial na busca por pessoas desaparecidas**. *Exacta*, v. 8, n. 1, p. 95–107.

SCHMITT, Jair. **Crime sem castigo: a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia**. 2015. 188 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) —Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SILVA, R. L. (2012). **Indexação de Faces em Estruturas de Dados Métricas**. Universidade Federal de Itajubá.

SILVA, V. A. (2008). **Comparação entre técnicas de reconhecimento de faces para controle de acesso a computadores**. Universidade Católica Dom Bosco.

SILVEIRA, Jheime Santos; DE SÁ, Angela Abreu Rosa. **Reconhecimento Facial utilizando o algoritmo Eigenface da biblioteca Open CV**. Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação, v. 1, n. 9, 2018.

STAN Z.; ANIL K. **Handbook of Face Recognition (2nd ed.)**. Springer Publishing Company, Incorporated., 2011.

WELCHEN, Vandoir. **Uso de inteligência artificial em apoio à decisão clínica: o caso do Hospital de Câncer Mãe de Deus com a ferramenta cognitiva Watson for oncology**. 2019.

WELINDER, Yana. **A face tells more than a thousand posts: developing face recognition privacy in social networks**. Harvard Journal of Law & Technology. vol. 26, n. 1, 2012. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2109108](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2109108). Acesso em: 27 set. 2022.