

# Desenvolvimento de protótipo de fechadura eletrônica com Reconhecimento Facial

Gustavo Rodrigues Guerra Nogueira<sup>1</sup>, Felipe Gonçalves dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) - Campus Corrente - 64.980-000 - Corrente- PI

gustavoguerra.gr@gmail.com, felipe.santos@ifpi.edu.br

**Abstract.** *Bringing technologies considered advanced for everyday use is a great challenge, because besides being invested a lot of time and resources, the lack of technological knowledge makes people have no confidence to use such technologies. The challenge of this work is to break this barrier by using advanced technology for everyday use by using low cost control technologies such as Raspberry Pi to control an electronic lock using face recognition by sending data from a computer to the control device.*

**Resumo.** *Trazer tecnologias consideradas avançadas para o uso cotidiano é um grande desafio, pois além de ser investido muito tempo e recursos, a falta de conhecimento tecnológico faz com que as pessoas não tenham confiança em usar tais tecnologias. O desafio deste trabalho é quebrar a barreira da insegurança fazendo uso de uma tecnologia avançada para o uso diário ao utilizar tecnologias de controle de baixo custo como o Raspberry Pi para controlar uma fechadura eletrônica utilizando reconhecimento facial enviando dados de um computador ao dispositivo de controle.*

## 1. Introdução

O reconhecimento biométrico é uma área de conhecimento que vem sendo explorada exponencialmente nos últimos anos em todo o mundo, por oferecer segurança e autenticidade ao processo de identificação de indivíduos em sistemas de informação seguros, pois o mesmo apresenta identificações únicas para cada pessoa e de forma que a falsificação ou fraudes em sistemas que utilizam as tecnologias se tornam muito pouco prováveis [Costa, 2019].

Dentre as tecnologias atuais de biometria, se destaca o reconhecimento facial pois é uma das mais estudadas atualmente, e sendo também uma das formas mais seguras de identificar e assegurar a integridade de sistemas que utilizam da mesma além de oferecer uma agilidade no processo de autenticação, pois é instantâneo, além de não haver necessidade de uso de equipamentos especiais para a identificação: uma WebCam ou câmera de celular já é suficiente para extrair as características do indivíduo [Bissi, 2018].

O reconhecimento facial tem sido bastante utilizado em sistemas de segurança, como em câmeras de vigilância que podem identificar criminosos ou pessoas desaparecidas, reduzindo o índice de criminalidade drasticamente. É muito bem

explorado pelos governos dos Estados Unidos da América e pela China, estes utilizam bastante para a identificação de criminosos. No Brasil esse tipo de técnica foi aplicada no Rio de Janeiro, e no ano de 2019, 28 criminosos foram presos graças a essa tecnologia [Santino, 2019].

### **1.1. Justificativa**

Trazer tecnologias consideradas avançadas para o uso cotidiano é um grande desafio, pois além de ser investido muito tempo e recursos, a falta de conhecimento tecnológico faz com que as pessoas não tenham confiança em usar tais tecnologias. O desafio deste trabalho é quebrar essa barreira fazendo uso de uma tecnologia avançada para o uso diário.

### **1.2. Objetivo**

Pensando nisso, o presente trabalho tem como objetivo realizar um sistema de identificação biométrica de reconhecimento facial para fechadura eletrônica utilizando Raspberry Pi como forma de demonstração de que tecnologias avançadas de identificação podem ser utilizadas cotidianamente e sem necessidade de grandes investimentos na mesma.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1. Padrões biométricos**

Segundo Srivastava (2013), padrões biométricos são técnicas que identificam cada indivíduo de forma autêntica. O mesmo classifica estes padrões de duas formas: características fisiológicas que são características associadas ao corpo humano como DNA, impressão digital, comprimento de partes, íris, retina, formato da mão e medidas faciais; e características comportamentais que estão atreladas ao comportamento de cada pessoa, e pode variar de acordo com emoções como o ritmo cardíaco, tom de voz, padrão de caminhar.

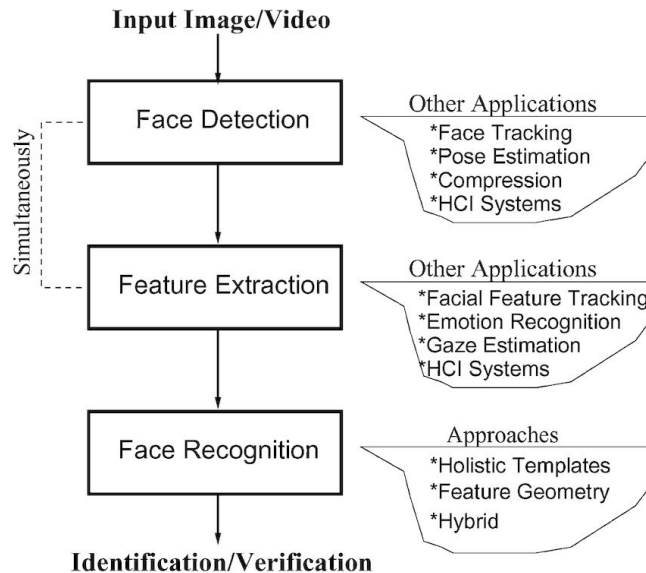
Ainda segundo Srivastava (2013), características comportamentais podem sofrer alterações de acordo com as emoções do indivíduo, sendo não muito confiáveis, pois com as alterações constantes de cada pessoa, os padrões são fáceis de serem copiados ou mesmo não reconhecidos pelas máquinas que utilizam dos mesmos como autenticadores. Segundo o autor Costa (2019), características fisiológicas são mais confiáveis e seguras que características comportamentais, pois são padrões inalteráveis durante boa parte da vida dos seres humanos e são distintos de todos os outros.

### **2.2. Reconhecimento facial**

O reconhecimento facial é um dos grande desafios para a computação, pois, apesar de ser trivial para os seres humanos, na computação se torna complexo, pois uma série de etapas devem ser rigorosamente atendidas para que a máquina consiga identificar o indivíduo [Zhao et. al., 2003].

Como pode ser visto na Figura 1, as etapas para o reconhecimento facial são: Detecção de face, onde na imagem, um algoritmo fica responsável por extrair

características da face humana e armazenar as coordenadas da imagem; Extração de características, fase em que um algoritmo armazena a descrição da face usando características que variam de acordo com o escolhido; e por fim, o Reconhecimento, onde as características extraídas da imagem são comparadas a outras já existentes no banco de dados e assim realizando o reconhecimento [Zhao et. al. 2003]



**Figura 1. Fases do Reconhecimento facial [Zhao et. al. 2003]**

Para o reconhecimento facial, as técnicas utilizadas neste trabalho foram o *Eigenface*, *Fisherface* e LBPH. O *Eigenface* consiste na extração das principais características de uma face para comparar com outras faces já classificadas e armazenadas numa base de treinamento [Costa, 2019].

O *Fisherface*, segundo Costa (2019), como o *Eigenface*, também consiste em extrair as principais características de uma face, porém consegue trabalhar melhor com relação à luminosidade em contraste ao *Eigenface*. Também possui um desempenho melhor que o *Eigenface* por apresentar uma taxa de erros menor.

LBPH significa Padrões Binários Locais e a técnica consiste em operar em texturas da imagem, convertendo os *pixels* em padrões numéricos e armazenando os padrões dos *pixels* que os rodeiam, formando uma matriz numérica e comparando com as outras previamente armazenadas e treinadas na base de dados [Costa, 2019].

Para todos os processos de reconhecimento facial, a biblioteca OpenCV é utilizada. Esta foi desenvolvida pela Intel no ano 2000 com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento das tecnologias de visão computacional. É multiplataforma, sendo possível usá-la em Python, Java, C++ e MATLAB. Possui mais de 2500 algoritmos para visão computacional, é de código aberto e é uma das mais utilizadas na atualidade para este fim [OpenCV, 2019].

### 2.3. Automação

A Automação é um processo no qual os equipamentos realizam tarefas sem intervenção humana. Na história, o homem sempre está buscando fazer com que os objetos realizem suas funções sem intervenção. Esse desejo é um dos maiores impulsionadores do

avanço da tecnologia, fazendo com que a mesma busque tornar a intervenção humana nos processos de trabalho seja mínima [Silva et. al., 2019].

A partir da revolução industrial do século XVIII a automação teve sua ascendência, progredindo entre máquinas e máquinas, até que na década de 70 do século XX no Brasil, com o advento da computação, a automação tomou novas proporções, pois como antes, era utilizado apenas em tarefas industriais, a partir deste marco, a utilização da automação para tarefas domésticas começou a evoluir [De Sousa et. al., 2019].

A utilização de redes sem fio para enviar informações de um dispositivo a outro começou a ser explorada nos últimos anos para enviar dados e sinais para equipamentos com a finalidade realizar alguma função automatizada: a chamada Internet das Coisas. Equipamentos de prototipação programáveis de baixo custo que são capazes de implementar a internet das coisas como Arduino e Raspberry Pi possuem baixo custo e podem ser utilizados com facilidade como soluções finais [Santos et. al., 2016].

## **2.4. Raspberry Pi**

Raspberry Pi é um microprocessador criado pela Raspberry Pi Foundation, uma empresa inglesa que tem como objetivo fornecer computadores de baixo custo para o desenvolvimento de sistemas automatizados e Internet das Coisas, fornecendo não somente o hardware como também o suporte de softwares, desenvolvendo um sistema operacional para uso da plataforma com o máximo de desempenho [Pi, 2019].

Com a utilização de um Raspberry Pi, o trabalho de Miranda (2017) se tornou possível. Nele é possível saber que no Brasil, o transporte público mais utilizado é o ônibus, e um dos problemas relacionados a isso é o trânsito brasileiro, com um dos maiores índices de congestionamentos em vias. O trabalho desenvolve um aplicativo que localiza em tempo real a posição de cada um dos ônibus de uma cidade, suas rotas e o tempo médio para chegar ao ponto de ônibus do utilizador do sistema. O mesmo utiliza Raspberry Pi para realizar a localização do veículo e enviar os dados ao utilizador do aplicativo.

No trabalho de Rocha et. al. (2019) o Raspberry é utilizado para controlar aparelhos de ar-condicionado de prédios inteligentes, os autores desenvolvem um sistema que recebe informações de temperatura dos ambientes monitorados através de câmeras, sensores de temperatura e sensores de presença, no qual o microcomputador fica responsável por verificar se há pessoas, qual a temperatura do ambiente, e ainda, através de uma API verificam quais os horários deveriam haver pessoas no local.

Trabalhos como esses e muitos outros semelhantes provam a eficiência da utilização da plataforma para sistemas de automação residencial/institucional, além de o sistema operacional da mesma permitir a programação em diversas linguagens, como C, JavaScript, Java e Python.

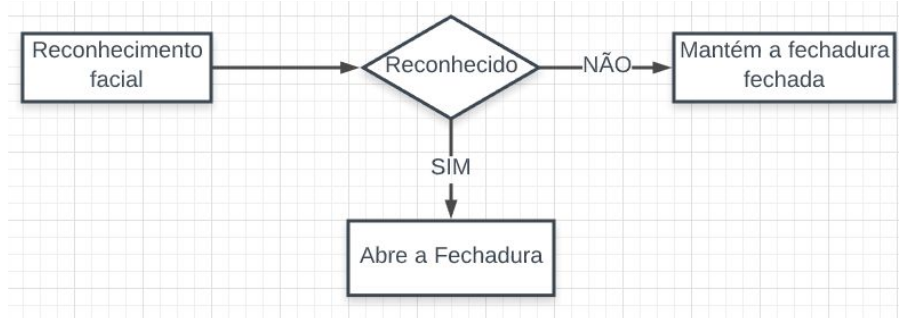
## **3. Metodologia**

Para dar início ao trabalho, foram realizadas buscas bibliográficas para fundamentar e facilitar a execução do trabalho, com o objetivo de reduzir o tempo de trabalho. Após as mesmas, para realizar o processo de detecção, treinamento e reconhecimento facial a

biblioteca OpenCV foi escolhida, por todo o suporte que a mesma oferece, seus 2500 algoritmos de visão computacional e a documentação detalhada. Também chegou-se a conclusão que para realizar o processo de reconhecimento facial, os algoritmos *Eigenface*, *Fisherfaces* e *LBPH* serão utilizados para que se compare o desempenho de ambos e se identifique o que seja melhor para o ambiente.

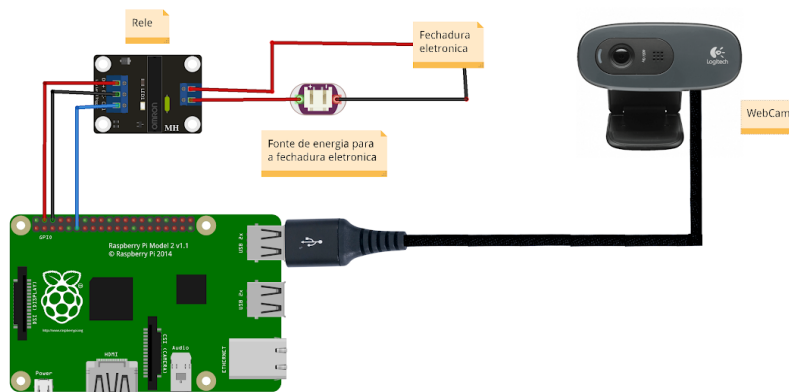
Também após as pesquisas, para realizar o processo de automação, o microprocessador Raspberry Pi deveria ser utilizado, já que possui no sistema operacional da plataforma várias linguagens para comunicação de dispositivos de entrada e saída, como o relé de acionamento da fechadura eletrônica.

O sistema tem o seguinte funcionamento: em um computador externo conectado à mesma rede do Raspberry, utilizando área de trabalho remota através do protocolo VNC (*Virtual Network Computing*), cadastro de usuários são realizados no próprio dispositivo e a autorização para a sala é configurada. Após os cadastros realizados, o sistema ficará reconhecendo em tempo real todos que tentam entrar no local, caso a pessoa seja reconhecida e autorizada, o Raspberry aciona a fechadura, abrindo-a por um limite de tempo, caso contrário, mantém fechada. A Figura 2 demonstra o funcionamento através de um fluxograma.



**Figura 2. Fluxograma de funcionamento da aplicação**

Para simular o funcionamento antes de ser posto em prática e evitar problemas futuros, o software Fritzing foi utilizado para realizar o esquema de ligação dos circuitos e da webcam ao Raspberry e o mesmo pode ser visto na Figura 3.



**Figura 3. Esquema de ligação dos circuitos.**

## 4. Resultados

Após o desenvolvimento de todos os processos, 10 pessoas foram voluntárias para se testar o reconhecimento facial obtendo-se 500 fotos no total, sendo 50 de cada uma. Obteve-se resultados positivos, utilizando os três algoritmos de reconhecimento, ambos obtiveram taxa de precisão considerável, sendo que o LBPH obteve a maior taxa de precisão, contrariando as expectativas de o *Fisherface* ser o melhor no ambiente, segundo as pesquisas realizadas acima.

O *Eigenfaces* obteve entre 2000 e 10000 pontos de confiança de reconhecimento, ficando em terceiro lugar. Em segundo, o *Fisherface* obteve uma margem de 100 a 500 pontos de confiança. Em primeiro, o LBPH obteve um índice de 30 a 90 pontos de confiança de reconhecimento.

O índice de confiança dos algoritmos é calculado automaticamente através da função *predict* que calcula a distância entre uma imagem e o valor calculado após o treinamento, já disponível na biblioteca OpenCV, sendo que quanto menor, mais preciso. Vale destacar que nenhum dos algoritmos de reconhecimento obtiveram falhas no reconhecimento das pessoas utilizadas na fase de teste. Na Figura 4 abaixo pode se ver um exemplo do reconhecimento através do LBPH com nome e taxa de confiança de um voluntário:



**Figura 4. Exemplo de visualização do reconhecimento facial com o LBPH.**

Ao contrário de Costa (2019) que afirma que o algoritmo *Fisherface* tem um desempenho melhor, através deste trabalho, é notável que o LBPH tem um desempenho melhor que os outros algoritmos comparados, chegando-se a conclusão que ao variar o ambiente ou a luminosidade, o desempenho dos algoritmos podem ser alterados, sendo que cada um dos mesmos são melhores em condições diferentes.

## **5. Conclusão e trabalhos futuros**

Através dos resultados deste trabalho, pode se notar que cada um dos algoritmos acima tem suas aplicações de acordo com a necessidade e particularidade de cada aplicação da tecnologia. Alguns trabalhos como Costa (2019) afirmam que um algoritmo é melhor que o outro, mas através deste, vê-se que essa afirmação depende da aplicabilidade de cada solução.

Ao fim, deste trabalho, pode-se observar que tecnologias de inteligência artificial como o reconhecimento facial podem ser aplicadas de forma simples, com baixo custo e mesmo assim, confiáveis, cumprindo assim, o objetivo estabelecido de trazer tecnologias consideradas avançadas ao uso cotidiano.

Como trabalhos futuros, pretende-se adicionar reconhecimento facial aos sistemas de controle acadêmico e do refeitório da instituição, no campus onde foi realizada esta pesquisa, assim como a expansão do uso deste protótipo em vários ambientes da mesma.

## Referencias

- Bissi, T. D. (2018) “Reconhecimento Facial com os algoritmos Eigenfaces e Fisherfaces”, Em: Trabalho de conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Uberlândia.
- Costa, V. J. (2019) “Reconhecimento de padrões faciais: uma síntese”, Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- De Sousa, A. R. M. et al. (2019) “Automação residencial e eficiência energética: um estudo de caso/Residential automation and energy efficiency: a case study”, Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 8, p. 13086-13101.
- Miranda, W. M. et al. (2017) “BusMe: automatic bus localization system and route registration”, Procedia Computer Science, v. 109, p. 1098-1103.
- OpenCV. (2019) “About”, <https://opencv.org/about/>, Setembro.
- PI, R. (2019) “About Us”, <https://www.raspberrypi.org/about/>, Setembro.
- Rocha, F. et al. (2019) “Um Sistema de Gerenciamento e Automação de Climatização para Eficiência Energética”, Anais do XLVI Seminário Integrado de Software e Hardware. SBC. p. 81-92.
- Santino, R. (2019) “Como a tecnologia de reconhecimento facial é usada mundo afora”, <https://olhardigital.com.br/video/como-a-tecnologia-de-reconhecimento-facial-e-usada-mundo-afora/87181>, Setembro.
- Santos, B. P. et al. (2016) “Internet das coisas: da teoria à prática”, Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, p. 31.
- Silva, E. et al. (2019) “Utilização da Computação Embarcada em um Shopping de Salvador” Revista Computação Aplicada-UNG-Ser, v. 5, n. 1, p. 26-37.
- Srivastava, H. (2013) “A comparison based study on biometrics for human recognition”. IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE) Volume, v. 15.
- Zhao, W. et al. (2003) “Face recognition: A literature survey.” ACM Comput. Surv., v. 35, p. 399–458, 2003.