

## PROTÓTIPO DE RECONHECIMENTO DE EXPRESSÕES FACIAIS COM COMPUTAÇÃO AFETIVA NA EDUCAÇÃO

Augusto Batista de Jesus<sup>1</sup>, Guibson Arcebispo Lima Oliveira<sup>1</sup>, Pedro Henrique Leite Pinheiro<sup>1</sup>,

Walisson Pereira de Sousa<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Discente do Curso Superior Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – IFTO Campus Araguaína, e-mail: augustosousa790@gmail.com; guibsonarc@gmail.com; pedro.lpinheiro3112@gmail.com.

<sup>2</sup>Docente do Curso Superior Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – IFTO Campus Araguaína, e-mail: walisson.sousa@ifto.edu.br

**Resumo:** O reconhecimento facial é uma tecnologia baseada nos conceitos da biometria, tendo seu desenvolvimento no início na década de 1960 e, atualmente, sendo bastante utilizada no ramo da segurança. Porém, o uso dessa tecnologia apresenta aplicações em diversas áreas. A sua utilização pode ser incorporada com a computação afetiva e ser implementada utilizando técnicas para reconhecer emoções. Esse trabalho tem a finalidade de desenvolver um *software* de reconhecimento facial capaz de reconhecer as emoções e expressões faciais dos alunos durante as aulas, além de classificar essas emoções. Com o do *software* será possível entender os tipos de emoções que os alunos emitem durante determinada aula. Foi utilizada a linguagem *Python* juntamente com as API's OpenCV e Tensorflow com o método de comparação. Após a classificação das emoções, o *software* dará *feedback* ao professor e com isso ele poderá aprimorar sua metodologia e as dinâmicas das aulas, além de melhorar o aprendizado de seus alunos.

**Palavras Chaves:** Biometria, Computação Afetiva, Emoções, Python, Reconhecimento Facial.

### 1 INTRODUÇÃO

Reconhecimento facial é a capacidade de identificar um indivíduo baseando-se nas características biométricas de sua face. Automatizar esse processo vem sendo alvo de estudos nas últimas décadas devido à vasta área de aplicação, por exemplo: segurança das vias e verificação de documentos de identidade. Um sistema de reconhecimento de imagem normalmente trabalha sobre dois cenários: verificação e identificação. No primeiro, a similaridade entre duas imagens contendo as faces é verificada e é determinado se há compatibilidade entre elas. No segundo cenário, a imagem da face é comparada com um vasto número de imagens armazenadas em um banco de dados e se obtém como retorno o indivíduo que mais se assemelha a partir de uma métrica definida e, dessa forma, se tem uma possível identificação do sujeito. A ideia é que, em ambos os cenários, seja possível realizar a identificação automática (BICALHO, 2013).

A tecnologia começou por chamar a atenção pública devido à reação dos meios de comunicação a uma implementação experimental nos jogos finais da Liga Nacional de Futebol Americano dos Estados Unidos em 2001, que capturou imagens de vigilância e as comparou com uma base de dados de conteúdos digitais. Essa demonstração iniciou a necessária análise sobre a forma de utilizar a tecnologia para suportar determinadas necessidades nacionais, considerando ao mesmo tempo as preocupações sociais e de privacidade (SINFIC, 2008).

O processo de reconhecimento utiliza três técnicas distintas: método 3D, características geométricas da face e características da imagem. No método 3D, utiliza-se uma câmera capaz de mapear todo o rosto em busca de características únicas, incluindo imperfeições. Após mapear toda face humana, é gerado um molde 3D do rosto, sendo este armazenado em uma base de dados. O método de características da imagem analisa o rosto e uma imagem já cadastrada no banco de imagens e o *software* utiliza a medida de semelhança entre duas imagens, levando em consideração o significado do conteúdo para reconhecer, ou não, duas imagens como similares (MORONI; MATTOS, 2007).

Dotar a máquina de emoções humanas é um dos desafios da computação afetiva. Essa área engloba técnicas adaptadas da Inteligência Artificial (IA) e da Engenharia de Software, agregadas e coordenadas conjuntamente ao estudo, modelagem e simulação da experiência afetiva humana, como característica constituinte dos processos cognitivos, orientada a aplicações em domínios bastante variados. Tem-se a definição de Computação Afetiva por “Computação que está relacionada com, que surge de ou deliberadamente influencia emoções” (NUNES et al., 2011).

A Computação Afetiva pode contribuir melhorando o método de avaliação emocional. Utilizando métodos de rastreamento de sinais, é possível analisar o rosto do usuário para detectar alguns pontos faciais e, com isto, perceber emoções (PICARD, 1997).

Picard (2003) afirma que a Computação Afetiva envolve o uso de características afetivas em sistemas computacionais e robóticos. Em sistemas computacionais, as aplicações são voltadas para análise e aprendizagem. Na robótica, as aplicações focam em identificar elementos que permitem aos sistemas expressar, gerar e perceber emoções, bem como demonstrar interações mente-corpo.

Os ambientes educacionais, se munidos com mecanismos para reconhecer, mostrar emoções, certamente poderão flexibilizar estratégias de ação, providenciando suporte a aprendizagem de um estudante (BERCHT, 2006).

As emoções (DAMÁSIO,1996) possuem um papel essencial na aprendizagem e por isso não podem ser negligenciadas pelos ambientes computacionais de aprendizagem. Piaget (1989) afirmava que o afeto poderia ser a energia necessária para o desenvolvimento cognitivo e, conseqüentemente, a aprendizagem é acelerada ou perturbada por ele, sendo que a maioria dos estudantes apresenta fraco desempenho em matemática devido problemas afetivos desenvolvidos durante sua aprendizagem. A ansiedade traz alterações na capacidade de memorização (IDZIKOWSKI,1987) e na motivação para o estudar.

As técnicas de reconhecimento facial podem ser amplamente empregadas na área educacional. Seu uso está sendo implantado primeiramente em escolas do Ensino Fundamental e suas aplicações estão voltadas para o controle dos alunos, presença em salas de aula, controle da merenda para evitar desperdícios de alimentos e em ações preventivas de segurança. Em algumas universidades, que utilizam o modelo de ensino a distância, o reconhecimento facial é utilizado para a liberação de materiais, documentos e avaliações para aos alunos (WANDER NETO, 2018).

A utilização do reconhecimento facial associada a computação afetiva na educação ainda não está no seu ápice, visto que seu desenvolvimento necessita utilizar conceitos da psicologia e de estudos sobre as reações corporais e emoções. Em um futuro próximo, essa tecnologia será capaz de analisar padrões e emoções possibilitando desenvolver novas aplicações com a intenção de identificar previamente potenciais dificuldades na aprendizagem do aluno, podendo melhorar a forma em que se aprende dentro da sala da aula. Utilizar essa tecnologia voltada para a educação envolve custos altos para adquirir equipamentos e *softwares* capazes de trazer os resultados esperados.

Este projeto tem como intenção desenvolver um protótipo capaz de ser utilizado nas escolas, principalmente com o intuito de reconhecer emoções e expressões faciais dos alunos durante as aulas. Após realizar a leitura da face, o protótipo analisará e mostrará essas emoções. Com esse *feedback*, em aplicações futuras, o professor poderá melhorar sua metodologia de ensino, além de apresentar novas dinâmicas em salas de aula, a fim de melhorar e garantir uma melhor aprendizagem dos alunos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 RECONHECIMENTO FACIAL**

O reconhecimento facial é uma técnica biométrica que oferece vantagens em relação a outros métodos tradicionais de identificação como senhas, documentos e *tokens* (símbolos). Entre elas está o fato de que os traços biométricos possuem maior dificuldade de serem perdidos, esquecidos, copiados, compartilhados ou distribuídos. Os métodos requerem que a pessoa autenticada esteja presente na hora e lugar da autenticação, evitando que essas más intencionadas tenham acesso sem autorização (SILVA; CINTRA, 2013).

Os cientistas do campo da biometria vêm trabalhando em pesquisas tecnológicas que identifiquem pessoas de forma eficiente e segura (MARIN et al., 2003). Entre as técnicas de reconhecimento biométrico, as mais utilizadas atualmente são as baseadas em imagens da íris e das impressões digitais (FREITAS, 2016). Todavia, dentre as limitações dessas técnicas, uma merece especial destaque: a necessidade de cooperação do usuário, visto que o indivíduo precisa estar ciente e aceitar se submeter a análise (BOWYER; CHANG; FLYNN, 2006). Tendo isso em vista, o reconhecimento facial (RF) surge como alternativa interessante por se tratar de uma técnica não invasiva, possível de ser realizada em qualquer pessoa, mesmo sem que essa esteja disposta a cooperar (DRIRA et al., 2013).

## 2.2 COMPUTAÇÃO AFETIVA

A Computação Afetiva está associada ao conceito de *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina), sendo este um sub-campo da inteligência artificial, que surgiu dentro da Ciência da Computação e aborda a questão sobre como tornar as máquinas aptas a aprender. No contexto em que se insere, o aprendizado se refere à inferência indutiva<sup>1</sup> (RÄTSCH, 2004).

O objetivo principal do aprendizado de máquina é desenvolver além dos exemplos presentes nos conjuntos de treinamentos, pois, independentemente da quantidade de dados existentes, é muito improvável que, durante os testes, exatamente os mesmos exemplos apareçam. Ainda não é possível fazer computadores aprender tão bem quanto as pessoas, porém algoritmos criados são eficientes para várias tarefas de aprendizado. Além disso, os estudos teóricos sobre aprendizado estão permitindo que novas técnicas sejam desenvolvidas (MITCHELL, 2006).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

---

<sup>1</sup> A indução é o tipo de raciocínio que a partir de informações sobre uma parte de um universo, pode generalizar características de todo o universo. O raciocínio indutivo é preconizado por importantes filósofos, dentre os quais devemos destacar Hume (GRÁCIO, 1999).

O projeto visa desenvolver um protótipo capaz de reconhecer as emoções dos alunos através de métodos de reconhecimento de expressões faciais, utilizando a linguagem de programação *Python*, em conjunto com as APIs *OpenCV* e *TensorFlow*, aplicada com os métodos de características da imagem. Será utilizada uma *webcam* para fazer a leitura da face.

A técnica de reconhecimento facial utilizada foi o método de correspondência holística, que consiste em procurar e identificar faces usando representações globais da imagem facial. Para isso, são utilizadas imagens presentes no diretório do *software* comparadas com as imagens capturadas através da leitura da face. Essa técnica é aplicada em conjunto com as técnicas de *Machine Learning* (aprendizagem de máquina).

### 3.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Para a elaboração deste projeto utilizou-se duas ferramentas específicas, são elas:

- a) IDE Spyder (anteriormente conhecido como *Pydee*) é um ambiente de desenvolvimento interativo poderoso para a linguagem Python com edição avançada, teste interativo, depuração e recursos de introspecção. O Spyder IDE também pode ser usado como uma biblioteca que fornece poderosos widgets relacionados do console para as suas aplicações baseadas em *PyQt* – por exemplo, pode ser usado para integrar um console de depuração diretamente no layout de sua interface gráfica.
- b) *Webcam USB* com resolução de 1138 x 640 pixels.

### 3.2 LINGUAGENS UTILIZADAS

Quanto à linguagem de programação utilizada nesse projeto, foi empregada a seguinte:

- a) Python é uma linguagem dinâmica, interpretada, robusta, multi plataforma, multi-paradigma (orientada à objetos, funcional, refletiva e imperativa) e está preparada para rodar em JVM e *.NET Framework*. Lançada em 1991 por Guido van Rossum, é uma linguagem livre (até para projetos comerciais) e hoje pode-se programar para *desktops*, *web* e *mobile* (LAGE, 2010).

A partir da linguagem Python, foi possível utilizar a API OpenCV. Esta, originalmente desenvolvida pela Intel em 2000, é uma biblioteca multiplataforma, totalmente livre ao uso acadêmico e comercial, para o desenvolvimento de aplicativos na área de Visão Computacional, bastando seguir o modelo de licença da BSD Intel. A OpenCV possui módulos de Processamento de Imagens e Vídeo I/O, Estrutura de dados, Álgebra Linear, *GUI* (Interface Gráfica do Usuário) básica com sistema de janelas independentes, controle de mouse e teclado, além de mais de 350 algoritmos de Visão Computacional como: filtros de imagem, calibração de câmera, reconhecimento de objetos, análise estrutural e outros.

Essa biblioteca foi desenvolvida nas linguagens de programação C/C++. Também, possibilita a programadores que utilizam Python e Visual Basic e desejam incorporar a biblioteca a seus aplicativos (FERNANDES, 2008).

b) TensorFlow™ é uma biblioteca de *software* de código aberto para computação numérica que usa gráficos de fluxo de dados. Os nodes no gráfico representam operações matemáticas, e as arestas representam as matrizes ou tensores de dados multidimensionais que se comunicam com os nodes. A arquitetura flexível permite que você implante aplicações de computação a uma ou mais CPUs e GPUs em um computador, servidor ou dispositivo móvel usando uma única API. A TensorFlow foi desenvolvida por pesquisadores e engenheiros da Google Brain Team no departamento de pesquisas de inteligência de máquina do Google, com a finalidade de realizar pesquisas sobre redes neurais profundas e aprendizado de máquina. No entanto, devido à característica abrangente do sistema, ele também pode ser aplicado a vários outros domínios (TENSORFLOW, 2018).

### 3.3 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO

As expressões faciais podem ser usados para reconhecer emoções presentes em uma pessoa através da leitura detalhada do seu rosto. O protótipo apresentado neste artigo pode ser usado para reconhecer essas emoções. A leitura das expressões é realizada com o auxílio de uma *Webcam*, conforme citado na subseção 3.1. Em seguida, os dados são enviados ao programa, que identifica qual emoção a face reconhecida apresenta. Esse processo é feito em tempo real.

Esse processo é realizado em três (3) etapas. Na primeira, é carregado um arquivo XML (*Extensible Markup Language*) para detectar a presença de rostos, sendo introduzidas diversas imagens de expressões faciais em várias categorias. Foi utilizado o classificador do OpenCV, *Frontal Face Alt*, para detectar se havia presença de uma face na leitura realizada pela *Webcam*. Esse arquivo está incluído no diretório do projeto.

A segunda etapa consiste em carregar o arquivo que contém os dados da face e utilizar um classificador de padrões para reconhecer se as imagens apresentam determinados padrões. Para isso,

foi necessário carregar um diretório, composto por diversos subdiretórios com a denominação de possíveis expressões faciais a serem reconhecidas, sendo adicionadas a esses diretórios diversas imagens que representam tal expressão facial. Foram utilizadas imagens adquiridas na internet. Por exemplo, no diretório "Feliz", foi preenchido apenas com imagens de pessoas que aparentam estar felizes. Para a seleção das imagens, foi utilizado o modelo MobileNet, sendo bastante rápido e preciso. Em seguida, são realizadas comparações das imagens presentes no diretório com o arquivo da leitura da face para determinar qual emoção é apresentada.

A terceira etapa corresponde na exibição dos resultados após ser realizado a análise e comparação da face, o protótipo exibirá em uma janela, onde estará presente o rosto, e a emoção que foi reconhecida.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os artefatos gerados a partir do processo de criação da ferramenta abordada neste trabalho, tais como: o produto desenvolvido, o modo como ele opera e suas características.

Como agregado do processo de desenvolvimento:

A Figura 1 apresenta o resultado do reconhecimento das expressões faciais utilizando as APIs OpenCV e TensorFlow. Com a leitura da face feita pela *Webcam*, os dados foram enviados ao protótipo e com a análise feita através dos classificadores de padrões e a comparação feita a partir das imagens presentes no diretório, foi identificada a emoção de felicidade em um dos autores.

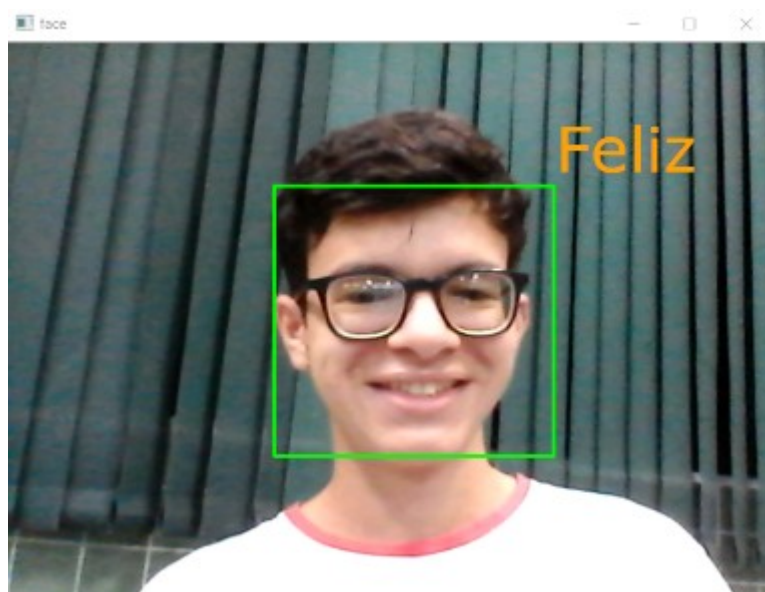


Figura 1 - Tela OpenCV Feliz Fonte: Autores

A Figura 2 demonstra o resultado da análise na qual identificou a expressão de raiva, devido a expressão facial na imagem apresentar elementos da emoção de raiva, como a sobrancelhas levantadas. Após a análise e comparação, o protótipo exibiu como resultado a emoção em questão.

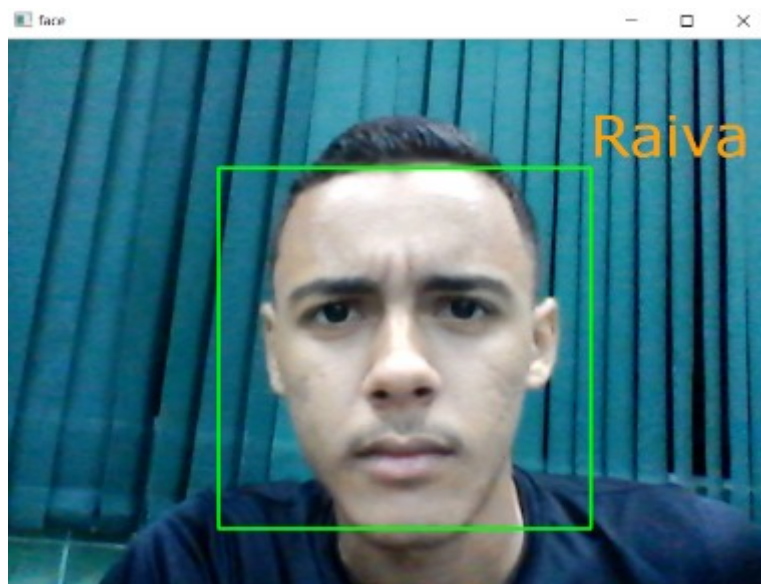


Figura 2 - Tela OpenCV Raiva Fonte: Autores

A Figura 3, com a análise do classificador de imagens, foi identificado o resultado de neutro, devido não ter encontrado expressões expressivas nos dados da leitura da *Webcam*, pois o rosto não apresentou muitos traços. Com a comparação de imagens, foi notado que esses dados da face estariam ligados ao diretório das imagens de expressões faciais neutras. Logo, o resultado foi confirmado como neutro.

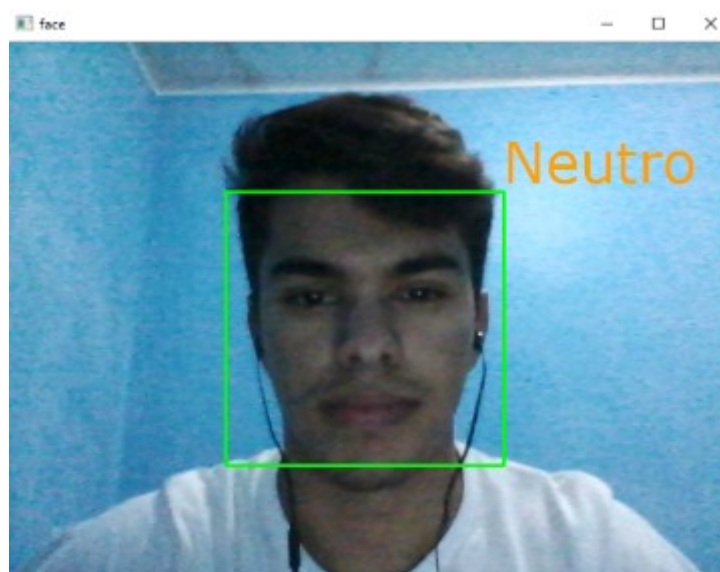


Figura 3 - Tela OpenCV Neutro Fonte: Autores

Após mais uma execução do protótipo, conforme demonstrado pela Figura 4, a imagem apresentada foi classificada como triste, mesmo com alguns traços de expressão de raiva. Com a

comparação de imagens, foi verificado que a maioria das expressões do rosto apresentou sinais de tristeza, logo o classificador denomina-se triste e exibiu o resultado na tela.

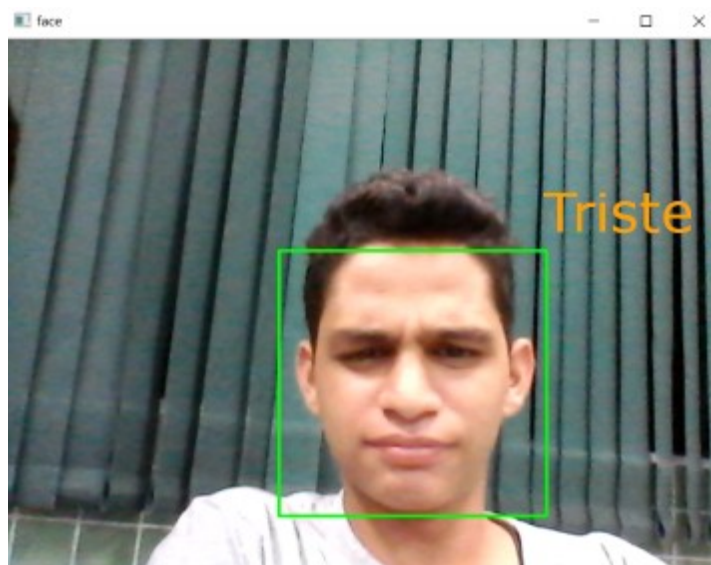


Figura 4 - Tela OpenCV Triste Fonte: Autores

Nos testes realizados, algumas expressões faciais não foram lidas corretamente, como pode ser conferido na Figura 4. No entanto, foram elencados alguns motivos que possam ter contribuído para esse comportamento. O primeiro deles diz respeito à qualidade da *webcam* utilizada, sendo esta de resolução considerada baixa. Testes futuros serão realizados utilizando uma câmera com resolução superior. Outro fator também relativo à câmera é a capacidade de captação de luz das imagens. Por outro lado, a luminosidade do ambiente pode ter contribuído para a baixa qualidade das imagens capturadas. Por fim, outro fator que pode ter impactado no processo de reconhecimento das emoções são as imagens modelo para detecção. Os próximos passos serão realizar testes com imagens bases diferentes.

## 5 CONCLUSÕES

Este artigo apresentou o processo de desenvolvimento do protótipo capaz de reconhecer as emoções com base na leitura de expressões faciais, além de apresentar qual emoção está presente no aluno em tempo real.

Durante o processo de desenvolvimento desse sistema, observou-se a dificuldade no uso das novas tecnologias utilizadas para a criação do sistema, como a API OpenCV, responsável pelo reconhecimento facial. Essas dificuldades contribuíram na ampliação do conhecimento sobre a linguagem Python e que foi utilizado no desenvolvimento do sistema.

No momento, as funções do sistema já estão finalizadas, sendo elas: o diretório onde se armazena as imagens para ser feita a comparação, a detecção de rostos captados pela *Webcam*, o reconhecimento de expressões presente nas faces humanas e a exibição de qual emoção foi identificada.

A próxima etapa consiste na ampliação das funções do sistema já existentes, visando a melhor usabilidade na área educacional e uma melhor experiência para os usuários. No futuro, o protótipo poderá ser utilizado nas escolas, no qual terá implementadas novas funções, como armazenar os resultados em um banco de dados, com intuito de acessar caso sejam solicitados, e a exibição de dados para análise, como a quantidade de cada emoção identificada em um determinado período.

## REFERÊNCIAS

BERCHT, Magda. **COMPUTAÇÃO AFETIVA : VÍNCULOS COM A PSICOLOGIA E APLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO**. São Paulo: Iii Psicoinfo e Ii Jornada, 2006. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Ivelise\\_Fortim/publication/280004340\\_O\\_orkut\\_na\\_clinica\\_e\\_a\\_relacao\\_terapeuta\\_paciente/links/55a310db08aec9ca1e65064b.pdf#page=107](https://www.researchgate.net/profile/Ivelise_Fortim/publication/280004340_O_orkut_na_clinica_e_a_relacao_terapeuta_paciente/links/55a310db08aec9ca1e65064b.pdf#page=107)>. Acesso em: 10 ago. 2018.

BICALHO, Gustavo Carneiro. **Desenvolvimento do módulo de Reconhecimento Facial para a Ferramenta em Análise Forense FI2**. 2013. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/5692/1/2013\\_GustavoCarneiroBicalho.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/5692/1/2013_GustavoCarneiroBicalho.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2018.

BOWYER, K. W.; CHANG, K.; FLYNN, P. **A survey of approaches and challenges in 3D and multi-modal 3D+2D face recognition**. Computer Vision And Image Understanding, [s.l.], v. 101, n. 1, p.1-15, jan. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cviu.2005.05.005>.

DAMÁSIO, A. R. (1996) *O Erro de Descartes. Emoção, Razão e o Cérebro Humano*. São Paulo: Companhia das Letras.

FERNANDES, Gabriel. **OpenCV (Open Source Computer Vision Library)**. São Paulo: Project Open, 2008. Disponível em: <[http://www.projectopen.xpg.com.br/index\\_arquivos/page0002.htm](http://www.projectopen.xpg.com.br/index_arquivos/page0002.htm)>. Acesso em: 22 jul. 2018.

FREITAS, T. D. S. **3D Face Recognition Under Unconstrained Settings Using Low-Cost Sensors**. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioengenharia, Engenharia Biomédica, Universidade de Porto, Portugal, 2016.

GRÁCIO, M. C. C. *Lógicas moduladas e raciocínio sob incerteza*. Tese de Doutorado, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 1999. 194 p

IDZIKOWSKI, C. (1987) **fear and performance in novice parachutist**. *Ergonomics*, 30, 1463-1474.

LAGE, Bruno et al. **O que é essa tal linguagem Python, afinal?** São Paulo: Devmedia, 2010. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/aprendendo-a-programar-em-python-introducao/17093>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

MARIN, L. O. **Investigações sobre Redes Neurais Artificiais para o Reconhecimento de Faces Humanas na Forma 3D**. 2003. 133 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MITCHELL, T. M. *The discipline of machine learning*. July 2006 CMU-ML-06-108 School of Computer Science. [S.l.]: Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 2006.

MORONI, Alexandre; MATTOS, Patrícia Noll de. **Um Estudo Sobre Técnicas de Reconhecimento de Padrões Aplicadas ao Processo de Reconhecimento Facial**. São José dos Campos: Sbmac, 2007. Disponível em: <[http://www.sbmec.org.br/eventos/cnmac/xxx\\_cnmac/PDF/530.pdf](http://www.sbmec.org.br/eventos/cnmac/xxx_cnmac/PDF/530.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2018.

NUNES, Maria Augusta S. N., et. al. (2011) **“Uso do Kinect para a extração de características afetivas do usuário”**. São Cristóvão – SE: UFS.

PICARD, R. W. **Affective Computing**. Cambridge, EUA: The M.I.T. Press, 1997.

PIAGET, J. (1998) *Les relations entre l'intelligence et l'affectivité dans le développement de l'enfant*. Rimé, B.; Scherer, K. *Les Émotions*. Textes de base en psychologie. Paris: Delachaux et Niestlé, 75-95.

SILVA, Alex Lima; CINTRA, Marcos Evandro. **Reconhecimento de padrões faciais: Um estudo.** 2013. 8. Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2013. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/aa94/f214bb3e14842e4056fdef834a51aecef39c.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2018.

RÄTSCH, G. A brief introduction into machine learning. In: 21st Chaos Communication Congress. [S.l.: s.n.], 2004.

SINFIC. **Reconhecimento Facial: um Pouco de História e Principais Abordagens.** São Paulo: Sinfic, 2008. Disponível em: <<http://www.sinfic.pt/SinficWeb/displayconteudo.do2?numero=24923>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

TENSORFLOW. **Sobre o TensorFlow.** Disponível em: <<https://www.tensorflow.org>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

UPDATE, Sempre; **Instalando OpenCV no Ubuntu.** Disponível em: <<https://sempreupdate.com.br/instalando-opencv-3-x-no-ubuntu/>> Acesso em: 22 jun. 2018.

WANDER NETO. **Escolas de nova Venécia usam reconhecimento facial para controlar frequência e desperdício de merenda.** São Paulo: Reconhecimento Facial, 2018. Disponível em: <<http://reconhecimentofacial.com.br/2018/04/06/escolas-de-nova-venecia-usam-reconhecimento-facial-para-controlar-frequencia-e-desperdicio-de-merenda/>>. Acesso em: 25 jun. 2018.