

Sistema de Reconhecimento Facial Inteligente para Recomendação de Produtos de Beleza

Maria E. Z. Pereira¹, João M. L. Brezolin²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSUL)
99064-440 – Passo Fundo – RS – Brazil

mariapereira.pf254@academico.ifsul.edu.br, joaobrezolin@ifsul.edu.br

Abstract. *This article presents the development of a facial and skin tone recognition system for recommending beauty products, which aims to use artificial intelligence techniques to improve the customer's experience at purchasing cosmetics. Methods were listed for the creation of a framework aiming to facilitate the customer's choice at the time of a purchase. The results observed indicate that the utilized method is promising and opens doors to utilize this technology with various cosmetics.*

Resumo. *Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de reconhecimento facial e de tons de pele para a recomendação de produtos de beleza, que tem como objetivo o uso de técnicas de inteligência artificial para melhorar a experiência do cliente na compra de cosméticos. Foram elencados métodos para a criação de um framework visando facilitar a escolha do cliente na hora da compra. Os resultados observados indicam que o método utilizado é promissor e abre portas para a utilização desta tecnologia com diversos cosméticos.*

1. Introdução

O desenvolvimento da indústria de cosméticos, impulsionada pelo desejo de boa parte da população de adequar-se aos atuais padrões de beleza, trouxe novos desafios para o comércio eletrônico na era digital. Para que os produtos estéticos sejam consumidos de maneira adequada e consciente, é necessário que o indivíduo tenha conhecimento prévio sobre suas características faciais e realize a correta indicação do tom de pele. É comum que as pessoas façam a aquisição de produtos de beleza sem considerar os possíveis danos que estes podem desencadear, prejudicando sua saúde dermatológica. Dessa forma, ao invés de melhorar a sua autoestima, o tratamento muitas vezes acaba danificando a pele do indivíduo [Rodrigues et al. 2018]. Ademais, é evidente que o mercado digital vem crescendo rapidamente e não seria diferente em relação ao nicho de cosméticos. Segundo as pesquisas realizadas pela Mundi Map e E-commerce Brasil, mostram que no ano de 2021 o comércio virtual foi responsável por 58% das vendas por lojistas [Albuquerque 2022]. O aumento dessa demanda suscitou a necessidade de se utilizar métodos virtuais para seleção dos produtos a serem comercializados. As lojas de vestuário, por exemplo, estão fornecendo as medidas de suas peças em centímetros para que o cliente possa avaliar o tamanho adequado. Além disso, o uso de técnicas de realidade aumentada vem sendo gradualmente adotado no comércio virtual de roupas. Já a área de cosméticos carece de mais iniciativas e o sistema proposto busca inserir-se nessa parcela do comércio virtual. Outro problema recorrente no comércio eletrônico de cosméticos é a troca de produtos.

Após abrir a embalagem, não é possível efetuar a troca caso o produto não atenda às expectativas, ou ainda, não seja compatível com o seu tipo de pele.

Nesse contexto, para solucionar os impasses e facilitar as vendas online, foi desenvolvido um sistema inteligente com o objetivo de realizar a recomendação de produtos estéticos, visando melhorar a autoestima do usuário, diversificar a oferta de novos produtos e auxiliar no crescimento do mercado digital de cosméticos. A partir do reconhecimento facial e do tom de pele predominante, o sistema será capaz de sugerir o uso de produtos, como por exemplo, a base, o batom e outros produtos estéticos específicos, buscando colaborar para a escolha adequada de produtos de beleza realizada pelo usuário. Essa é uma proposta com grande potencial de aplicação no mercado, podendo gerar uma tendência, além possibilitando o aumento de vendas para empresas, seja no âmbito físico ou online, facilitando a vida dos consumidores sobre o uso correto de produtos estéticos.

O presente artigo tem por objetivo demonstrar o processo de desenvolvimento de um sistema inteligente de recomendação de produtos cosméticos a partir da detecção de tons de pele. O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a revisão bibliográfica. Na seção 3, são discutidas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do sistema, bem como a pesquisa dos trabalhos relacionados. A descrição do framework é abordada na seção 4, enquanto os resultados obtidos são detalhados na seção 5. Para finalizar, a seção 6 trata das considerações finais e apresenta as perspectivas de trabalhos futuros.

2. Revisão Bibliográfica

O reconhecimento facial é uma tecnologia que utiliza algoritmos para detectar características únicas de um rosto. Esta é uma tarefa fácil para os humanos, mas para a máquina se torna algo mais complexo em reconhecer olhos, nariz, formato da cabeça, boca e o cabelo. Contudo, o avanço da tecnologia aumentou a capacidade de reconhecer faces com mais eficácia, além de oferecer uma ampla gama de aplicações em várias áreas, permitindo solucionar uma diversidade de problemas [Castro et al. 2022]. Com isso, o objetivo é extrair esses dados significativos e fazer a correta classificação para detectar se a imagem possui ou não algum rosto. Esse processo é de extrema importância para o desenvolvimento do sistema, uma vez que somente com a detecção facial será possível fazer a análise e, posteriormente, recomendar os produtos.

A detecção de tom de pele refere-se ao processo de identificar e segmentar áreas em uma imagem que correspondam à cor de pele, utilizando a melanina como uma característica distintiva, tornando possível identificar a tonalidade da pele em determinada imagem. No entanto, a detecção correta da cor da pele enfrenta desafios relacionados à iluminação incidente no ambiente, ao tipo de câmera utilizado e as diferentes raças humanas, por exemplo. Esses eventos podem influenciar na precisão da detecção tendo influência direta no resultado. Para contornar esses desafios, as Redes Neurais Artificiais oferecem uma abordagem promissora para realização dessa tarefa, visando melhorar a precisão da detecção e minimizar os possíveis erros [Bittencourt and Osório 2002]. Tendo isso em vista, será feito o processo de localização de pixels da imagem, verificando qual a cor predominante em RGB (*Red, Green and Blue*), resultando assim, na nomenclatura da cor da face. Com isso, será utilizado o TensorFlow para o treinamento da rede, sendo uma ferramenta importante na diferenciação dos mais parecidos tons de pele. Finalmente, com

a camada de entrada bem alimentada com cada diferenciação dos tons, ficará mais fácil chegar ao resultado esperado. A recomendação de cosméticos, portanto, será o diferencial do sistema. Vale ressaltar que esses produtos por si só abrem um leque de diversas opções, levando em consideração a amplitude desse mercado. Sendo assim, inicialmente será recomendado tons de base para determinada pele, fundamentado nas suas características e principalmente na sua tonalidade.

3. Materiais e Métodos

A Inteligência Artificial (IA) é uma tecnologia avançada que capacita as máquinas a realizar trabalhos racionais e tomadas de decisões, sendo capaz de dirigir carros, diagnosticar doenças, reconhecer padrões em imagens e fornecer recomendações personalizadas. Desta forma, é possível identificar que as IAs têm impulsionado uma revolução em várias áreas, aproveitando técnicas como Redes Neurais Artificiais e Aprendizado de Máquina para treinar os sistemas a reconhecerem padrões, assim alcançando a habilidade de aprender a partir de dados e solucionar problemas de maneiras eficientes [Ludermir 2021].

As Redes Neurais Artificiais (RNA) é um modelo computacional inspirado no funcionamento do cérebro humano. Com isso, o objetivo é aperfeiçoar a rede até que possua a capacidade de aprender a resolver uma função desejada, para isso ela será treinada por meio de exemplos e informações aprendidas. Além disso, esse modelo geralmente é utilizado para resolver problemas complexos, abrangendo diversas funcionalidades como a capacidade de analisar séries temporais, reconhecer padrões, processar sinais e controlar processos [Fleck et al. 2016]. Portanto, a RNA será utilizada tanto para realizar o reconhecimento facial quanto para a detecção do tom de pele. Justifica-se seu uso a partir de sua capacidade de aprendizado e generalização a partir de dados.

O sistema foi totalmente desenvolvido em Python, que inclui uma ampla variedade de módulos prontos que abrangem desde manipulação de string, processamento de arquivos, acesso a banco de dados e comunicação em rede [Borges 2014]. A linguagem oferece a flexibilidade necessária para integrar e adequar a linguagem com os demais frameworks. Para o processamento de imagens utilizou-se a biblioteca OpenCV. A biblioteca conta com uma ampla gama de algoritmos e funções relacionados à visão computacional [OpenCV 2023]. Já o Dlib oferece uma variedade de ferramentas de aprendizado de máquina para desenvolver softwares, se destaca no contexto de processamento de imagens e conta com um reconhecimento facial de alta qualidade [DLIB 2022]. Para o desenvolvimento do classificador utilizando Redes Neurais Artificiais utilizou-se o TensorFlow. Trata-se de uma biblioteca de código aberto flexível e pode ser utilizada para expressar uma variedade de algoritmos, especialmente para construir, treinar e implementar modelos de Aprendizado Profundo [Trindade and Lima 2018]. Devido às suas características se enquadrarem nos requisitos do sistema, será de grande utilidade.

3.1. Trabalhos relacionados

Para estabelecer um melhor embasamento teórico, foram pesquisados trabalhos com temas relacionados à presente proposta. Inicialmente foram pesquisados trabalhos relacionados sobre reconhecimento facial, que apontou ser uma ferramenta valiosa em questões de segurança e proteção. No entanto, reconhecer um rosto em uma imagem ou vídeo pode ser uma tarefa desafiadora, devido a dificuldades como iluminação, resolução da imagem

e movimentos do rosto. Nesse sentido, o trabalho apresentado por STAMBOROSKI et al (2019) apresentou o uso dos métodos *EigenFaceRecognizer* e *LBPHFaceRecognizer* para reconhecer os rostos, sendo que este último apresenta melhores resultados. Durante o processo, o software reconhece pontos nodais, como a distância entre os olhos e tamanho do queixo, que são analisados e armazenados em uma base de dados para formar a assinatura facial. Quando uma face em uma imagem ou vídeo é reconhecida, as informações do rosto são coletadas e comparadas com as informações armazenadas na memória da máquina para buscar o dono do rosto identificado. Embora existam dificuldades para chegar ao resultado esperado, na versão inicial de testes, o reconhecimento facial apresentou desempenho satisfatório ao capturar, treinar e reconhecer uma base de dados contendo imagens distintas de pessoas [Stamboroski et al. 2019].

Segundo ALMEIDA(2022), o reconhecimento facial pode ser utilizado para solucionar outros problemas como o cômputo de presença em sala de aula. O artigo descreve o funcionamento de um sistema reconhecimento facial que envolve a captura e tratamento de imagem, detecção e reconhecimento dos rostos humanos. Para a detecção, é utilizado o algoritmo de Viola e Jones, que usa filtros de Haar para identificar características faciais relevantes e um classificador K-Nearest Neighbors (KNN) para identificar o rosto. O sistema foi desenvolvido em Python com reconhecimento facial utilizando a biblioteca face recognition e a biblioteca OpenCV para a captura e tratamento da imagem. Assim, ele é capaz de detectar rostos em tempo real e foi aplicado para a computação da presença em aulas [de Oliveira Almeida et al. 2022].

O trabalho desenvolvido por ALASHKAR (2017) apresenta uma pesquisa realizada especificamente sobre a recomendação de produtos faciais. No trabalho é proposto uma recomendação de maquiagem facial totalmente automática, utilizando um modelo de rede neural profunda treinado por imagens rotuladas de maquiagem antes e depois. O framework inicializa analisando os atributos faciais do usuário, e o estilo de maquiagem será sintetizado automaticamente na imagem facial do usuário para mostrar como ficará depois da maquiagem. Por fim, para demonstrar a eficiência da implementação são comparados os resultados com dois trabalhos superando as dificuldades de ambos [Alashkar et al. 2017].

Outra pesquisa que demonstrou ser interessante foi a apresentada por PRADO (ArtgReconheceMaquiagem). O objetivo deste trabalho é implementar um algoritmo de Visão Computacional que seja capaz de reconhecer marcas de produtos exibidas pelo apresentador e também qual o seu tipo de pele através de um vídeo. Com o reconhecimento das marcas dos produtos garante ao consumidor a acharem influenciadores honestos, além de permitir que o influenciador seja compensado pelos seus vídeos. Contudo, o sistema foi testado em um vídeo do youtube, obtendo resultados satisfatórios ao realizar o reconhecimento de logomarcas, já que teria desafios como a falta da iluminação padrão e movimentos constantes que poderiam distorcer a imagem [do Prado 2022].

Por fim, foi analisado o site Olay Skin Advisor que conta com um sistema de recomendação de maquiagem da marca. Primeiramente, é capturada uma foto do rosto do usuário e seguidamente é feita uma série de perguntas, como: “O que mais preocupa você em relação à sua pele?”, “Qual é o seu tipo de pele?”, “Quais produtos você usa pelo menos duas vezes por semana?”, “Depois de aplicar um hidratante facial, como você gosta que sua pele se sinta?”, “Você gosta de produtos com fragrância?”, “Qual desses

ingredientes a seguir você procura em seus produtos de cuidados com a pele?”. Por fim, o sistema analisa a imagem juntamente com suas respostas, resultando na idade da pele e recomendação de produtos faciais personalizados [OLAY 2023].

Portanto, com base em todos os trabalhos relacionados é possível ter um norte para quais tecnologias e métodos serão necessários para desenvolver o sistema inteligente de recomendação de maquiagem.

4. Metodologia

O sistema proposto é responsável por reconhecer rostos de uma imagem e tem como objetivo extrair os dados significativos como os olhos, nariz, formato da cabeça, boca e o cabelo. Para tanto, foi utilizada a biblioteca OpenCV para realizar o tratamento das imagens. O reconhecimento facial conta com o auxílio da biblioteca Dlib. Após, verifica-se qual a cor predominante da imagem usando o sistema de cores RGB. Nesse momento, é feita a localização dos pixels da imagem com o objetivo de nomear a cor dominante da face.

Levando em conta que a classificação de cores de pele podem variar dependendo do contexto cultural, geográfico e social, foram selecionadas cinco classes, podendo ser denominadas pelas seguintes tonalidades: branca, morena clara, morena média, morena escura ou negra. É importante lembrar que essas categorias são simplificações e não capturam a riqueza da diversidade.

Assim, a rede neural foi desenvolvida com o propósito específico de identificar o tom de pele. Para alcançar esse objetivo, foram implementadas duas camadas densas em um modelo sequencial usando TensorFlow em Python. A primeira camada possui 10 neurônios com ativação sigmoid, já a segunda camada conta com um número de neurônios igual ao comprimento total do array "tons_pele", é utilizada a ativação softmax, indicando uma abordagem de classificação para diferentes tons de pele. O modelo foi então compilado, empregando o otimizador Adam, a função de perda categorical_crossentropy e monitorando a métrica de acurácia, preparando-se assim para o treinamento. Essa configuração reflete a intenção de criar um modelo capaz de discernir entre diferentes tons de pele, com a esperança de alcançar resultados precisos durante o processo de treinamento, observe a Figura 1.

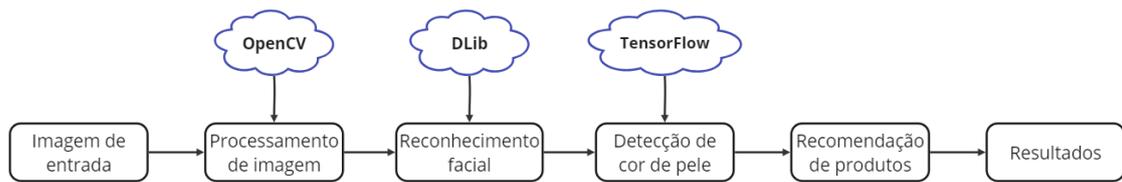
Figura 1. Configuração do Modelo de Rede Neural

```
modelo = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Dense(units=10, activation='sigmoid', input_shape=(3,)),
    tf.keras.layers.Dense(units=len(tons_pele), activation='softmax')
])

modelo.compile(optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(), loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])
```

Após a extração das características da face e com a nomenclatura resultante, o sistema será capaz de indicar uma base líquida que se adapte melhor ao usuário. Para facilitar a compreensão do fluxo do sistema e as tecnologias que irão auxiliá-lo ao decorrer do processo foi desenvolvido um diagrama da Figura 2.

Figura 2. Diagrama do sistema



Os processos mostrados na Figura 2 são importantes para o sucesso do projeto, pois caso haja dados errôneos podem ocorrer problemas na execução da aplicação, afetando assim a assertividade da recomendação de produtos cosméticos.

Vale ressaltar a importância da fase de testes para observar o desempenho do sistema e sua taxa de acertos. Para avaliar o reconhecimento facial serão utilizadas imagens de rostos com distâncias próxima, média e longa. Além de utilizar imagens de humanos, serão testadas imagens aleatórias, entre elas imagens de animais, pinturas a mão e de objetos, para assim verificar se a aplicação é capaz de diferenciar rostos humanos em meio a outras imagens. Após o reconhecimento facial, será feita uma análise do RGB resultante para identificar em qual das classificações de tons de pele o rosto se enquadra. Com a classificação definida, uma base líquida de mesma tonalidade será indicada ao consumidor.

5. Resultados

Utilizando imagens da internet, foram realizados alguns testes para avaliar a precisão do software. O teste ocorreu da seguinte forma: dada uma imagem como entrada, o algoritmo avalia a imagem procurando a feição humana e retornando a cor predominante da imagem no formato RGB.

Com o RGB resultante, uma das nomenclaturas definidas na aplicação para os tons de pele é selecionada. Com a nomenclatura classificada é possível realizar a indicação da base para o cliente. Este processo pode ser exemplificado na Figura 3.

	Cor predominante em RGB: (r=213, g=151, b=124) 	Tom de pele previsto pelo sistema: Cor de Pele Branca
---	--	---

Figura 3. Processo de avaliação

Foram realizados testes que consistiam em duas etapas de avaliação. Primeiramente, foi analisado o desempenho e a precisão do serviço de reconhecimento facial. Ao

expor o algoritmo em situações adversas como imagens de animais, desenhos feitos à mão e rostos distantes o suficiente da câmera, observou-se uma boa taxa de acerto por parte do modelo, tendo uma acurácia de 95%. Como esperado, em imagens mostrando apenas um lado da face ou utilizando acessórios, como óculos de sol, a resultante não obteve o mesmo sucesso.

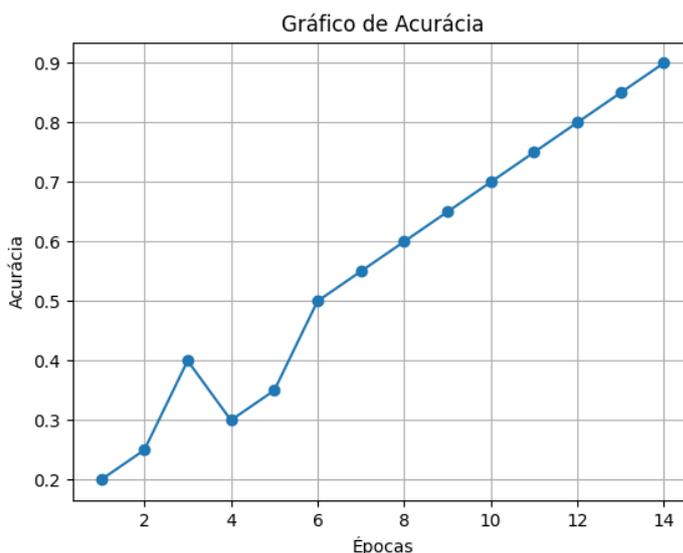


Figura 4. Gráfico de acurácia RNA

Posteriormente, com a face localizada e a cor em RGB predominante, procedemos com o teste para avaliar a detecção do tom de pele. Nesse caso, a rede neural se mostrou eficiente após ser treinada.

Ao analisar o gráfico da Figura 4, foi possível observar a evolução no decorrer das épocas do sistema de aprendizado, que iniciou com uma acurácia de 20% e conseguiu alcançar resultados significativos. Com isso, mostrou-se satisfatório, tendo no mínimo 80% de acurácia e chegando até 95% nos teste realizados.

Portanto, ao coletar e analisar os dados obtidos no reconhecimento facial e na detecção de cor de pele, os métodos apresentados conseguiram se mostraram adequados para o propósito do sistema.

6. Conclusão

Este trabalho apresenta um sistema inteligente capaz de realizar a recomendação de produtos estéticos faciais. O software serve como auxílio ao usuário para selecionar produtos adequados sem experimentá-los previamente, possibilitando uma melhoria na qualidade de sua pele e indiretamente aumentando sua autoestima.

A Rede Neural Artificial implementada na detecção de tom de pele é, sem dúvida, um diferencial na aplicação, pois a chave para uma maquiagem de aparência natural é escolher produtos que se adequem ao seu rosto. No momento em que a RNA consiga detectar a cor correta, é possível auxiliar na assertividade da compra de produtos como base líquida, pó compacto, protetor solar com coloração e até mesmo corretivo.

Projetos futuros podem ser direcionados a particularidades faciais, aprimorando o serviço para que seja capaz de identificar características mais específicas e recomendar produtos para peles acneicas, olheiras, manchas de sol, rugas e linhas de expressão. Devido a amplitude e as recorrentes atualizações do mercado de cosméticos, há variadas possibilidades de melhorias que podem ser implementadas no projeto, visando aprimorar cada vez mais a experiência do cliente. Como exemplo de aprimoração no projeto, tem-se o aperfeiçoamento no que se refere às diferentes categorias de tons de pele, assim, o sistema terá maior precisão nos resultados e nas recomendações de cosméticos para o consumidor.

Conclui-se assim que o sistema mostrou um comportamento esperado ao passar pelo processo de avaliação, atingindo o seu objetivo inicial. As redes neurais utilizadas nos processos conseguiram cumprir seu propósito indicando ao usuário o produto específico com resultados positivos. Além disso, os resultados promissores apontam para a possibilidade do desenvolvimento de um sistema em escala comercial.

Referências

- Alashkar, T., Jiang, S., Wang, S., and Fu, Y. (2017). Examples-rules guided deep neural network for makeup recommendation. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence*, volume 31.
- Albuquerque, K. (2022).
- Bittencourt, J. R. and Osório, F. S. (2002). O uso de redes neurais artificiais na detecção de pele em imagens digitais visando o reconhecimento de gestos. *Anais do XI Seminário de Computação, SEMINCO*, pages 189–202.
- Borges, L. E. (2014). *Python para desenvolvedores: aborda Python 3.3*. Novatec Editora.
- Castro, A., Acraini, B., and Silva, B. (2022). Levantamento da literatura de reconhecimento facial.
- de Oliveira Almeida, L. F., da Silva Tanaka, P. A., Oliveira, V. H. M., and Valdo, C. A. (2022). Sistema de chamada escolar com reconhecimento facial utilizando opencv. *Revista de Ubiquidade*, 5(2):1–16.
- DLIB (2022). *Dlib C++ Library*. Disponível em: <http://dlib.net/>. Acesso em 08 jun. 2023.
- do Prado, J. H. (2022). Uso de visão computacional para reconhecer marcas de maquiagem e tipos de pele de fitzpatrick, de acordo com a escala taylor hyperpigmentation.
- Fleck, L., Tavares, M. H. F., Eyng, E., Helmann, A. C., and Andrade, M. A. d. M. (2016). Redes neurais artificiais: Princípios básicos. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*, 1(13):47–57.
- Ludermir, T. B. (2021). Inteligência artificial e aprendizado de máquina: estado atual e tendências. *Estudos Avançados*, 35:85–94.
- OLAY (2023). *Olay Skin Advisor*. Disponível em: <https://www.olay.com/skin-advisor>. Acesso em 08 jun. 2023.
- OpenCV (2023). *OPENCV Documentation*. Disponível em: <https://docs.opencv.org/4.x/d1/dfb/intro.html>. Acesso em 08 jun. 2023.

- Rodrigues, A. P., Figueredo, F. L., Morais, L. O. R. M. R., and Costa, M. R. (2018). Os danos à saúde acarretados pelo mau uso das maquiagens. *Revista Científica Unibalsas*, 9(2).
- Stamboroski, J. D. S., De Oliveira, J. V. S., Ely, R. R., and Padoin, E. L. (2019). Inteligência artificial aplicada no reconhecimento facial. *Salão do Conhecimento*.
- Trindade, R. G. T. and Lima, J. V. L. (2018). Análise de desempenho de frameworks de deep learning. *Teste2*.