

KDETECTION: UM APLICATIVO DE DETECÇÃO DE CÂNCER DE PELE DO TIPO MELANOMA

Iago C Butignon ¹, Carlos D G Euzébio¹, Anna Patrícia Zakem China¹

¹Faculdade de Tecnologia de FATEC Ribeirão Preto (FATEC)

Ribeirão Preto, SP – Brasil

iago.butignon@fatec.sp.gov.br,
carlos.euzebio@fatec.sp.gov.br, anna.china@fatec.sp.gov.br

Resumo. *O melanoma cutâneo é o tipo de câncer menos frequente, porém é o que apresenta a maior taxa de mortalidade. Apesar disso, a probabilidade de cura é alta, quando há detecção precoce. O melanoma possui características visuais que podem auxiliar na detecção, possibilitando que seja feita uma análise computacional utilizando técnicas de processamento de imagens, e aprendizado de máquina. A proposta do aplicativo, a princípio, é capturar e realizar o pré-processamento das imagens, para que no futuro sejam implementadas técnicas de reconhecimento de padrões por inteligência artificial que possam identificar o câncer de pele do tipo Melanoma, aumentando as chances de cura e reduzindo os custos do tratamento para os pacientes. O KDetection está sendo desenvolvido utilizando as tecnologias: Flutter, Flask e Firebase.*

Abstract. *Cutaneous melanoma is the least common type of cancer, but it is the one with the highest mortality ratio. Although, the probability of cure is higher in cases when diagnosed early. Melanoma has visual characteristics that can help in diagnosis, making it possible to perform a computational analysis using image processing and machine learning techniques. The application aims mainly to capture and pre-process the images, so that in the future pattern recognition techniques using artificial intelligence can be implemented that can identify Melanoma skin cancer, increasing the chances of cure and reducing treatment costs for patients. KDetection is being developed using the technologies: Flutter, Flask and Firebase.*

1. Introdução

O melanoma, embora seja menos comum, possui o prognóstico mais grave e uma taxa de mortalidade mais alta entre os cânceres de pele. No entanto, quando identificado precocemente, as chances de cura superam os 90%.

A detecção precoce é uma estratégia utilizada para aumentar a chance de tratamento nos casos de câncer.

Portanto, seria de muito valor o desenvolvimento de um aplicativo que pudesse auxiliar na identificação do câncer de pele do tipo melanoma nos estágios iniciais, otimizando o tratamento da doença, reduzindo custos, e também aumentando as chances de cura. A ideia apresentada neste trabalho é um aplicativo que possa ser utilizado diretamente pelo paciente, e estime qual a probabilidade da pinta ou sinal na pele ser um câncer do tipo melanoma.

O trabalho foi dividido em cinco seções principais, que serão apresentadas a seguir. Na seção “Introdução” o tema é apresentado, juntamente da justificativa para o desenvolvimento do projeto. A seção “Referencial Teórico” é utilizada para levantar informações relevantes sobre o tema, e trazer embasamento para a proposta do projeto. A seção “Metodologia” aborda o processo adotado para o desenvolvimento e a prototipação, incluindo o motivo da escolha de cada uma das tecnologias e ferramentas utilizadas. Na seção “Resultados” são apresentados os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do projeto, as telas da aplicação *mobile* e códigos utilizados no desenvolvimento do *backend*. A seção “Considerações Finais” apresenta as dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento do trabalho, e também os encaminhamentos futuros. Por fim, a seção “Referências” lista as fontes bibliográficas utilizadas ao longo do trabalho, oferecendo uma base sólida e garantindo a consistência das informações apresentadas.

2. Referencial teórico

O melanoma é o câncer menos frequente, no entanto, é o que apresenta o pior prognóstico e o mais alto índice de mortalidade. Apesar disto a possibilidade de cura é mais de 90%, quando há detecção precoce. As características do melanoma em geral possuem aparência de pinta ou sinal na pele, apresentam tons acastanhados ou enegrecidos, assim como, mudam de cor, formato ou de tamanho e podem causar sangramento. A incidência mais comum é em mulheres, nas pernas, e nos homens, no tronco, e em ambos nas regiões do rosto e pescoço (SBD, 2021).

O diagnóstico precoce, nos casos de melanoma, possibilita melhores resultados em seu tratamento, devendo ser buscado em casos de sintomas como por exemplo, uma pinta escura de bordas irregulares acompanhada de coceira, descamação ou até alterações em uma pinta já existente, como o aumento de tamanho, mudança de cor o desenvolvimento de bordas irregulares (INCA, 2016).

Mais de 95% dos custos com o Melanoma são decorrentes de tratamentos em estágios mais avançados, que demandam medicamentos caros. Nestes casos, o custo do tratamento de um paciente pode cobrir o de vários tratamentos dos estádios iniciais. Demonstra-se, portanto, que a prevenção é importante tanto para salvar vidas como por questões financeiras (SOUZA, R et al., 2009).

Em um estudo realizado na cidade de Jaú (SP), foi efetuado um programa contínuo de prevenção do melanoma através da prevenção primária, desta forma efetuando orientações, autoexame da pele, fotoproteção, e após a análise inicial encaminhado os casos de suspeita para avaliação médica e exame dermatoscopia. O estudo conclui que o trabalho de prevenção e identificação precoce do diagnóstico, promove o melhor prognóstico. Considerando o estudo anteriormente, este trabalho faz se importante para promover a análise dos sinais de forma mais rápido e eficaz no combate ao melanoma (SALVIO, A. et al., 2011).

Uma regra adotada internacionalmente no auxílio da detecção de câncer do tipo melanoma é o ABCDE do melanoma, que aponta sinais de possíveis tumores de pele. São elas: assimetria, bordas irregulares, cor variável, diâmetro (maior que 6mm), e evolução. Na maior parte dos casos essas alterações não são causadas por câncer, mas a investigação é importante (INCA, 2022).

Em processamento de imagens, existem características, que estão naturalmente presentes na visualização da imagem, por exemplo, a luminância dos pixels ou a textura,

e outras características são o resultado de manipulações específicas da imagem, como a obtenção do histograma de cores, e do espectro da frequência (PRATT, 2001). Tais características somadas ao ABCDE do melanoma, podem ser utilizadas no auxílio à detecção do melanoma cutâneo.

Uma das primeiras experiências utilizando técnicas de processamento de imagens foi realizada no início da década de 1920, a melhoria de imagens digitalizadas para jornais, que eram enviadas por meio de cabos submarinos de Londres para Nova Iorque, a fim de reduzir o tempo gasto no transporte de tais imagens. A Figura 2.1 foi transmitida utilizando o primeiro sistema Bartlane, que era capaz de codificar imagens em cinco níveis de brilho distintos. Tal capacidade foi aumentada para quinze níveis de brilho em 1929, como apresentado na Figura 2.2, onde há nítida melhoria na qualidade tonal e também na resolução em relação à figura anterior (GONZALEZ e WOODS, 2000).



Figura 2.1. Uma imagem digital produzida em 1921 a partir de uma fita codificada impressa por impressora telegráfica com tipos especiais.

Fonte: (McFarlane, 1972)



Figura 2.2. Figura sem retoques dos Generais Pershing e Foch, transmitido por cabo em 1929 de Londres a Nova Iorque por um equipamento de 15 tonalidades.

Fonte: (McFarlane, 1972)

A partir da década de 1960, quando imagens da Lua foram processadas a fim de remover distorções, a área de processamento de imagens começou a ter seu potencial reconhecido (GONZALEZ e WOODS, 2000). O desenvolvimento das técnicas de processamento de imagens digitais, e sua rápida evolução nos últimos anos ocasionou no

surgimento de uma abundância de aplicações práticas em vários campos, e um dos principais foi a medicina.

Uma imagem monocromática pode ser representada como uma função bidimensional $f(x, y)$ de intensidade de luz ou níveis de cinza, onde x e y são coordenadas espaciais, e o resultado da função corresponde aos níveis de cinza ou brilho da imagem em determinado ponto. A Figura 2.3 apresenta a convenção dos eixos para a representação de imagens digitais. (GONZALEZ e WOODS, 2000).

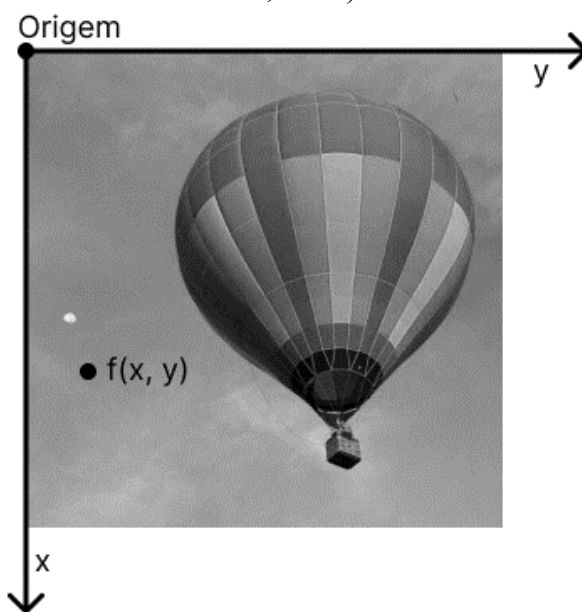


Figura 2.3. Convenção dos eixos na representação de imagens digitais.

Fonte: (Avelino, C., 1972)

Os elementos que compõem uma imagem digital são comumente chamados de “*pixels*”, abreviação para “*picture elements*” (elementos de figura). As imagens digitais podem ser descritas como uma matriz de pixels, onde cada pixel corresponde aos níveis de cinza da imagem no ponto $f(x, y)$, no caso de imagens monocromáticas. (GONZALEZ e WOODS, 2000).

A cor é uma das características mais utilizadas no âmbito do processamento de imagens digitais, por ser computacionalmente menos cara, visto que é relativamente independente em relação à orientação, resolução e tamanho da imagem. (BENDER, 2003).

O histograma de cores é uma técnica que corresponde ao cálculo da quantidade de pixels de uma imagem para cada nível de cinza, em imagens monocromáticas, e no caso de imagens coloridas, como em RGB, tem-se 3 histogramas de cor, um para cada canal, e a soma dos três canais resulta no cálculo da quantidade de cores presentes na imagem. (AZEVEDO e CONCI, 2003). Neste trabalho a técnica será utilizada na extração de uma das características do melanoma, a cor variável.

Existem alguns métodos para a detecção de bordas em imagens digitais, o escolhido para este trabalho é o método de Sobel, que pode ser descrito utilizando dois operadores derivativos, como mostra a Figura 2.4 (GONZALES e WOODS, 2000).

Aplicando o método de Sobel, temos o resultado visto na Figura 2.5. Com a utilização do método de Sobel, podemos extrair mais duas características do ABCDE do melanoma, assimetria e bordas irregulares.

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(a)

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

(b)

Figura 2.4. Máscaras usadas pelo operador de Sobel.

Fonte: (GONZALEZ e WOODS, 2000).

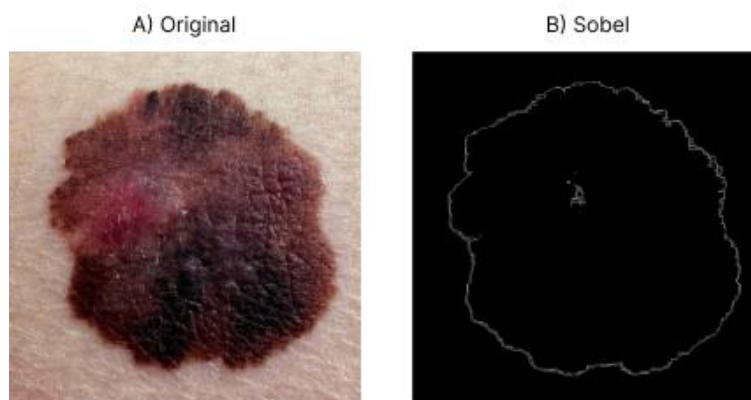


Figura 2.5 - A) Imagem Original B) Aplicação do método Sobel.

Fonte: (Massy, H., 2023)

3. Metodologia

A seção a seguir apresenta as tecnologias e ferramentas utilizadas no desenvolvimento da aplicação *mobile*, bem como da api de pré-processamento.

3.1. Prototipagem com Figma

A ferramenta de prototipagem Figma foi utilizada no desenvolvimento da interface gráfica da aplicação móvel, visando uma melhor experiência de usuário (FIGMA, 2023). O software foi escolhido pela sua praticidade, sendo uma ferramenta *browser-first*, o que significa que ele não apenas utiliza a nuvem para armazenar os arquivos, mas toda a manipulação e edição do projeto é feita no próprio navegador, sendo desnecessário realizar qualquer tipo de instalação, além disso, o projeto fica salvo na nuvem, podendo ser acessado em outros computadores sem nenhum problema (NIGRI, 2020).

3.2. Api de pré-processamento com Flask e Python

O *microframework* Flask foi escolhido para o desenvolvimento das APIs de pré-processamento por ser desenvolvido em Python, ser flexível e simples de usar, oferecendo uma grande variedade de recursos para auxiliar na construção de aplicações web, como

gerenciamento de rotas e requisições HTTP, sem precisar fazer muitas configurações complexas, ou oferecendo uma quantidade exagerada de recursos, tornando o Flask muito mais leve. (AWARI, 2023).

Por ser desenvolvido em Python, é possível utilizar diversas bibliotecas focadas no processamento de imagens, aplicando os filtros necessários para o pré-processamento. Os filtros são utilizados para suavizar, ou destacar certas características da imagem. Alguns exemplos de filtro são o passa-baixa, e o passa-alta, que suavizam e realçam as bordas e detalhes da imagem, respectivamente (MARQUES, 2023).

3.3. Aplicação mobile desenvolvida em Flutter

O framework Flutter foi escolhido para o desenvolvimento da aplicação mobile por ser uma ferramenta multi-plataforma, que compila as aplicações de forma nativa, a partir de um único código fonte, além de ser uma tecnologia extremamente performática, e altamente customizável (FLUTTER, 2023).

3.4. Autenticação do usuário com Firebase Authentication

O serviço do *Firebase Authentication* foi escolhido por oferecer uma solução completa de autenticação, compatível com contas de email/senha, autenticação por telefone, e login com contas de outras plataformas, como Google, Twitter, Facebook, GitHub, entre outros. (FIREBASE, 2023).

4. Resultados

Esta seção irá apresentar os resultados obtidos durante o desenvolvimento da aplicação.

4.1. Aplicação móvel

A Figura 4.1 – A mostra a tela de login do aplicativo, onde é possível ser realizado o login utilizando e-mail e senha, mas também é possível autenticar-se utilizando uma conta Google, clicando no botão “Entrar com a conta Google”.

Caso o usuário não possua uma conta, e não queira realizar a autenticação com a conta Google, é possível clicar na opção “Não tem uma conta? Clique aqui!”, e será redirecionado para a tela de cadastro de usuário, a qual é apresentada na Figura 4.1 – B.

Se por ventura o usuário esquecer a senha, poderá clicar na opção “Esqueceu sua senha? Clique aqui!”, e será enviado à tela de recuperação de senha, conforme é mostrado na Figura 4.1 – C, onde informando o e-mail da conta, receberá um e-mail com os passos para redefinir a senha.

Na Figura 4.2 - A pode-se observar a tela inicial da aplicação, onde é possível ter uma breve descrição sobre o melanoma, e sobre as regras utilizadas para auxiliar na detecção do mesmo.

Ainda na tela inicial da aplicação, o usuário poderá acessar o menu lateral, clicando no ícone localizado no canto superior esquerdo, onde terá as opções de se desconectar da aplicação, retornando à tela de login, ou acessar a tela de alteração de senha, e também visualizar a versão atual da aplicação, como mostra a Figura 4.2 – B.

Por fim, também é possível alterar a senha da conta, clicando na opção “Alterar senha”, onde será aberta a página exibida na Figura 4.2 – C.

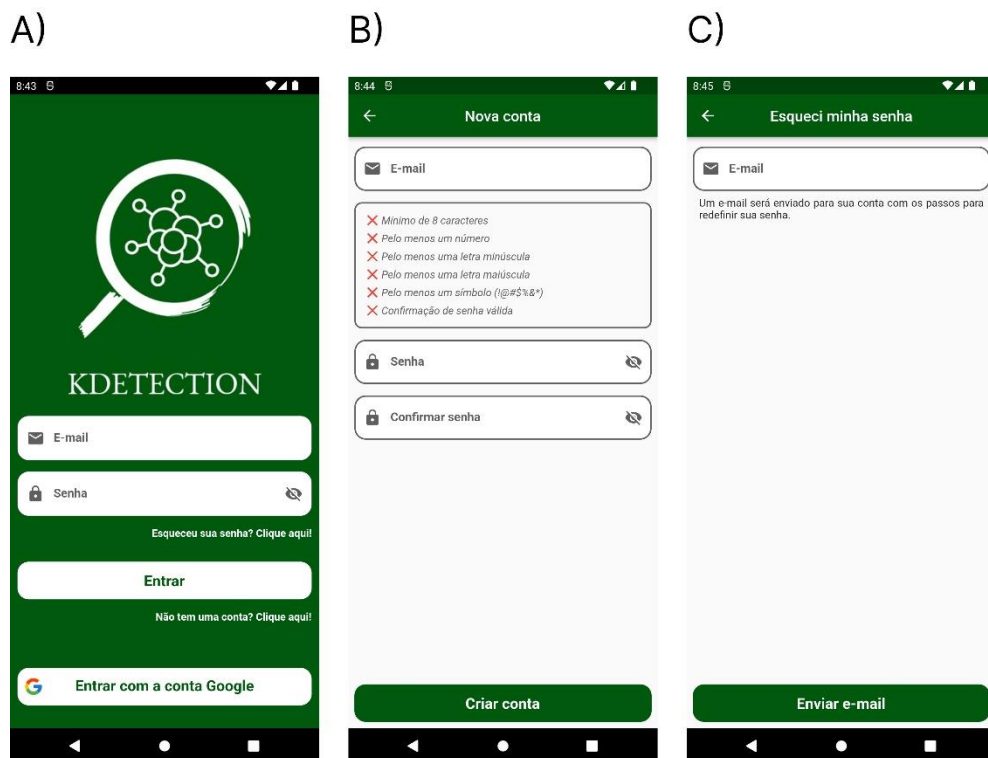


Figura 4.1 - A) Tela de login B) Tela de cadastro de usuário C) Tela de recuperação de senha.
 Fonte: (Autoria própria, 2023)

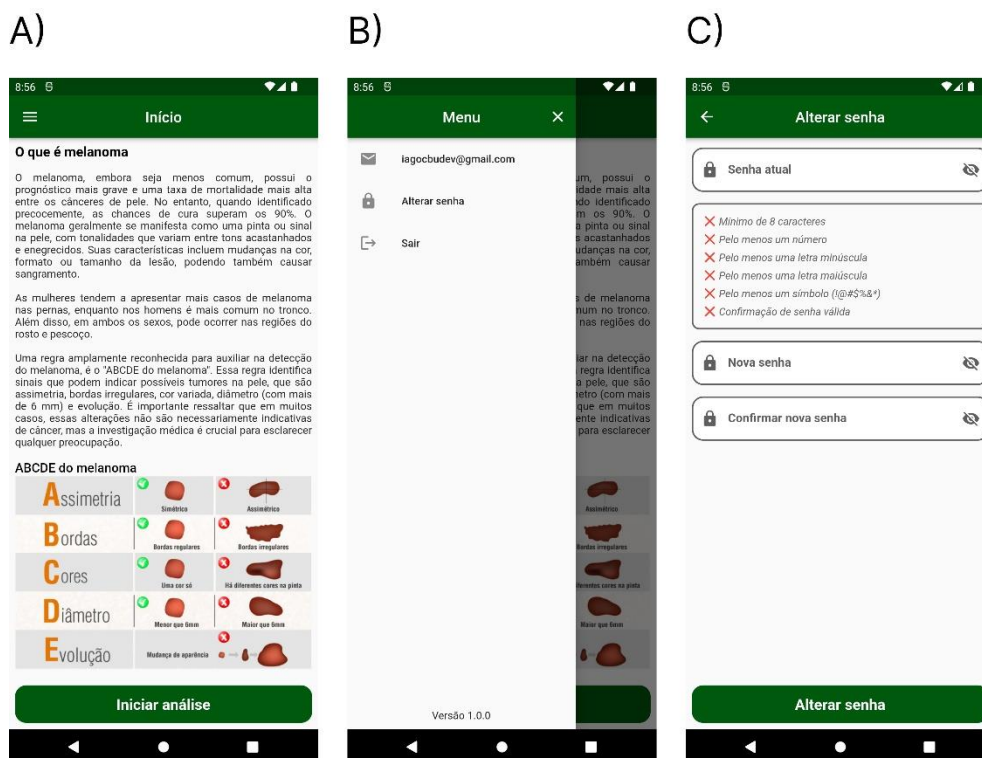


Figura 4.2 - A) Tela inicial B) Menu lateral C) Tela de alteração de senha.
 Fonte: (Autoria própria, 2023)

Ao clicar no botão “Iniciar análise”, o usuário poderá escolher entre selecionar uma foto da galeria do smartphone, ou abrir a câmera através do aplicativo KDetection, como mostra a Figura 4.3 – A.

Tendo o usuário selecionado a foto a partir da galeria, ou realizado a captura através do aplicativo, ele será encaminhado à próxima tela, para realizar a edição da imagem, podendo cortar, rotacionar 90 graus à direita ou à esquerda, espelhar, ou restaurar a foto ao estado inicial, a tela de edição de imagem está descrita na Figura 4.3 – B.

Após realizar a edição da imagem e clicar no botão “Continuar”, a aplicação móvel irá enviar a imagem à api de pré-processamento, onde serão aplicados os filtros necessários para destacar as características procuradas na imagem, como mostra a Figura 4.3 – C, sendo os filtros utilizados até o momento: Tons de Cinza, *Gaussian Blur*, Contraste, *Emboss* e *Sobel*.

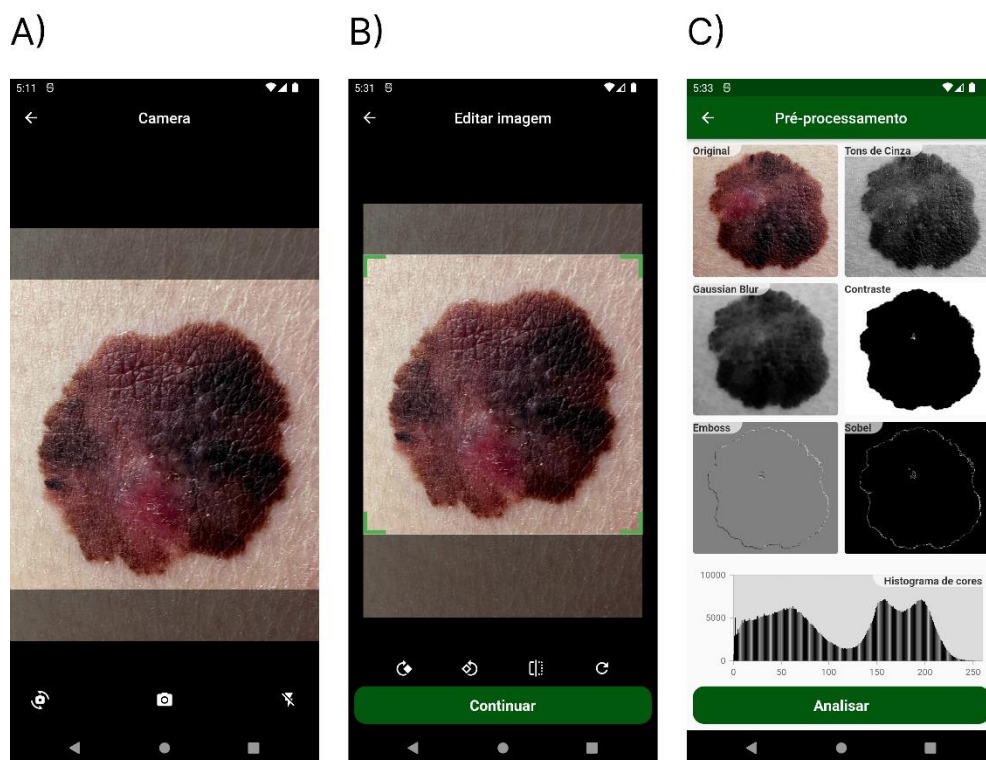


Figura 4.3 - A) Tela de câmera B) Tela de edição de imagem C) Tela de pré-processamento.
Fonte: (Autoria própria, 2023)

4.2. Api de pré-processamento

A api de pré-processamento das imagens foi desenvolvida utilizando a linguagem de programação *Python*, com o micro framework *Flask*, e a biblioteca PIL, para aplicar os filtros necessários.

A implementação de uma das rotas de pré-processamento utilizando o micro framework *Flask* pode ser vista na Figura 4.4.


```
47 @app.route("/sobel", methods=['POST'])
48 def sobel():
49     id = request.json['id']
50     imageAux = request.json['image']
51     image = ImageService.apply_sobel(imageAux, id)
52     return {
53         "id": id,
54         "image": image
55     }, 200
```

Figura 4.4 Rota do filtro Sobel.
Fonte: (Autoria própria, 2023)

Como exemplificado na Figura 4.5, a imagem é enviada de e para a api, utilizando uma conversão em base64, e encapsulada em um arquivo json.

```
7     def encodeImage(image):
8         buffered = BytesIO()
9         image.save(buffered, format='JPEG')
10        img = base64.b64encode(buffered.getvalue())
11        return img
12
13    def decodeImage(image):
14        img = BytesIO(base64.b64decode(image))
15        return img
```

Figura 4.5 Métodos de conversão de e para base64.
Fonte: (Autoria própria, 2023)

Após a imagem ser recuperada pela api, a biblioteca PIL é utilizada para aplicar uma série de filtros, aprimorando e destacando as características necessárias para a detecção do melanoma, um dos métodos pode ser visto na Figura 4.6.

```

50 def apply_sobel(image, id):
51     image = ImageService._open(image, id)
52     image = image.convert("L")
53     image = image.filter(ImageFilter.GaussianBlur)
54     image = image.filter(ImageFilter.MinFilter(15))
55     image = ImageEnhance.Contrast(image).enhance(11)
56     image = image.filter(ImageFilter.SMOOTH)
57     image = image.filter(ImageFilter.EDGE_ENHANCE_MORE)
58     image = image.filter(ImageFilter.EMBOSS)
59     image = image.filter(ImageFilter.FIND_EDGES)
60     image.save('../output/sobel/'+id+'_sobel.jpg')
61     img = ConversionService.encodeImage(image)
62     return img.decode('utf-8')

```

Figura 4.6 Método de aplicação do filtro Sobel.
Fonte: (Autoria própria, 2023)

5. Considerações finais

O intuito inicial deste trabalho era realizar de forma completa a identificação de lesões na pele do tipo melanoma, através de técnicas de processamento de imagens, alinhadas com redes neurais artificiais, e aprendizado de máquina.



Figura 5.1 – Tela de resultado da análise.
Fonte: (Autoria própria, 2023)

Porém, seria necessário um grande banco de dados de casos de melanomas já diagnosticados para realizar o treinamento do sistema, o que tornou inviável, até o momento, realizar a implementação das redes neurais que fariam a identificação.

Portanto, o foco do trabalho até o momento foi realizar, da melhor forma possível, a captura e o pré-processamento das imagens, deixando-as prontas para a próxima etapa, onde poderá ser realizada a implementação, e o treinamento do sistema a fim de realizar a identificação completa de casos de câncer de pele do tipo melanoma.

A Figura 5.1 descreve a tela de “Resultado da análise”, a tela foi desenvolvida na aplicação móvel, porém os dados exibidos atualmente são fictícios, apenas para demonstrar como o resultado da análise poderá ser exibido ao término da avaliação da imagem, pois o *backend* que faria tal análise ainda não foi desenvolvido.

Além disso, a aplicação poderá ser aprimorada para, no futuro, realizar o pré-processamento e a análise de outras doenças cutâneas. O que seria um avanço muito relevante para a área de tecnologia aplicada à medicina.

6. Referências

- AVELINO, C. Voar de balão é seguro? 2021. Edição por Iago Butignon. 2023. Adição de filtros de cor e representação dos eixos. Disponível em: <<https://entrenuvens.com.br/voar-de-balao-e-seguro/>>. Acesso em: 30 mar 2023.
- AWARI. Por que o Flask é um dos melhores framework para desenvolvimento web, 2023. Disponível em: <<https://awari.com.br/>>. Acesso em: 6 nov 2023.
- AZEVEDO, E.; CONCI, A. Computação Gráfica - Teoria e Prática. Editora Campus, Rio de Janeiro. 2003.
- BENDER, T. Classificação e Recuperação de Imagens por Cor utilizando Técnicas de Inteligência Artificial. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo. 2003.
- FIREBASE. Firebase Authentication, 2023. Disponível em: <<https://firebase.google.com/products/auth?hl=pt-br>>. Acesso em: 4 nov 2023.
- FLUTTER. Flutter - Beautiful apps for every screen, 2023. Disponível em: <<https://flutter.dev/>>. Acesso em: 4 nov 2023.
- GONZALEZ, R., WOODS, R. Processamento de Imagens Digitais. Edgard Blucher, São Paulo, 2000.
- INCA. Câncer de pele melanoma. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/pele-melanoma>>. Acessado em: 20 de maio de 2023.
- INCA. Estimativa 2023: Incidência de câncer no Brasil. 2023 Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2023.pdf>>. Acessado em: 20 de maio de 2023.
- INCA. MONITORAMENTO DAS AÇÕES DE CONTROLE DO CÂNCER DE PELE. 2016. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/informativo-deteccao-precoce-3-2016.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

- MARQUES, E. Processamento De Imagens Com Python: Tudo O Que Você Precisa Saber. Disponível em: <<https://awari.com.br/processamento-de-imagens-com-python-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>> Acesso em: 6 nov 2023.
- MASSY, H. What does early skin cancer look like? 2022. Edição por Iago Butignon. 2023. Adição do filtro sobel. Disponível em: <<https://www.verywellhealth.com/what-early-skin-cancer-looks-like-5112867>>. Acesso em: 30 mar 2023.
- MCFARLANE, M. D. Digital pictures fifty years ago. Proceedings of the IEEE, 1972.
- NIGRI, D. O Figma e o futuro das ferramentas de Design. UX Collective, 2020. Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/o-figma-e-a-próxima-geração-de-ferramentas-de-design-ab1682d2a2dd>>. Acesso em: 4 nov 2023.
- PRATT, W. Digital Image Processing. John Wiley & Sons, Nova York, 2001.
- SALVIO, A.; JÚNIOR, A.; SEGALLA J.; PANFILO, B.; NICOLINI, H. Experiência de um ano de modelo de programa de prevenção contínua do melanoma na cidade de Jaú-SP, Brasil. Anais brasileiros de dermatologia. 2011.
- SBD, Sociedade Brasileira De Dermatologia. Câncer da pele. 2021. Disponível em: <<https://www.sbd.org.br/doencas/cancer-da-pele/>>. Acesso em: 20 maio de 2023.
- SOUZA, R.; MATTEDI, A.; REZENDE, M.; CORREA, M.; DUARTE, E. Estimativa do custo do tratamento de câncer de pele tipo melanoma no Estado de São Paulo -Brasil. Anais Brasileiros de Dermatologia. 2009.