

Departamento de Sistemas e Computação – FURB
Curso de Ciência da Computação
Trabalho de Conclusão de Curso – 2017/2

Protótipo para análise da maturação de melancias

Acadêmico: Wesley Ramirez Volkmann
wesleyvolk@hotmail.com

Orientador: Prof. Aurélio Faustino Hoppe
aurelio.hoppe@gmail.com

Grupo de Processamento de
Imagens e Simulação
computacional

Roteiro

- Motivação
- Objetivos
- Melancia, KNN e K-Means
- Trabalhos correlatos
- Requisitos
- Desenvolvimento
- Operacionalidade
- Experimento
- Conclusões
- Extensões
- Demonstração

Motivação

- Ser uma ferramenta útil tanto ao produtor como ao consumidor final
- Analisar o nível de maturação da melancia



Objetivos

Desenvolver um protótipo para análise da maturação da melancia de forma não-invasivo por meio do uso de técnicas de processamento de imagens.

Objetivos específicos:

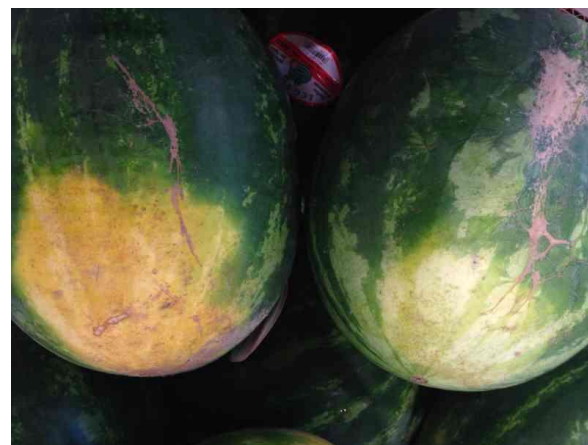
- I. identificar e extrair as características que definem se a melancia está madura ou não
- II. classificar a melancia utilizando algoritmos de aprendizagem de máquina
- III. criar e disponibilizar uma base de dados para a comunidade científica

Melancia

No Brasil, o cultivo é em sua maioria realizado pela propriedade familiar, optando-se pelos cultivares de origem americana ou japonesa, tendo uma produção superior a 2 milhões de toneladas no período 2013-2015.

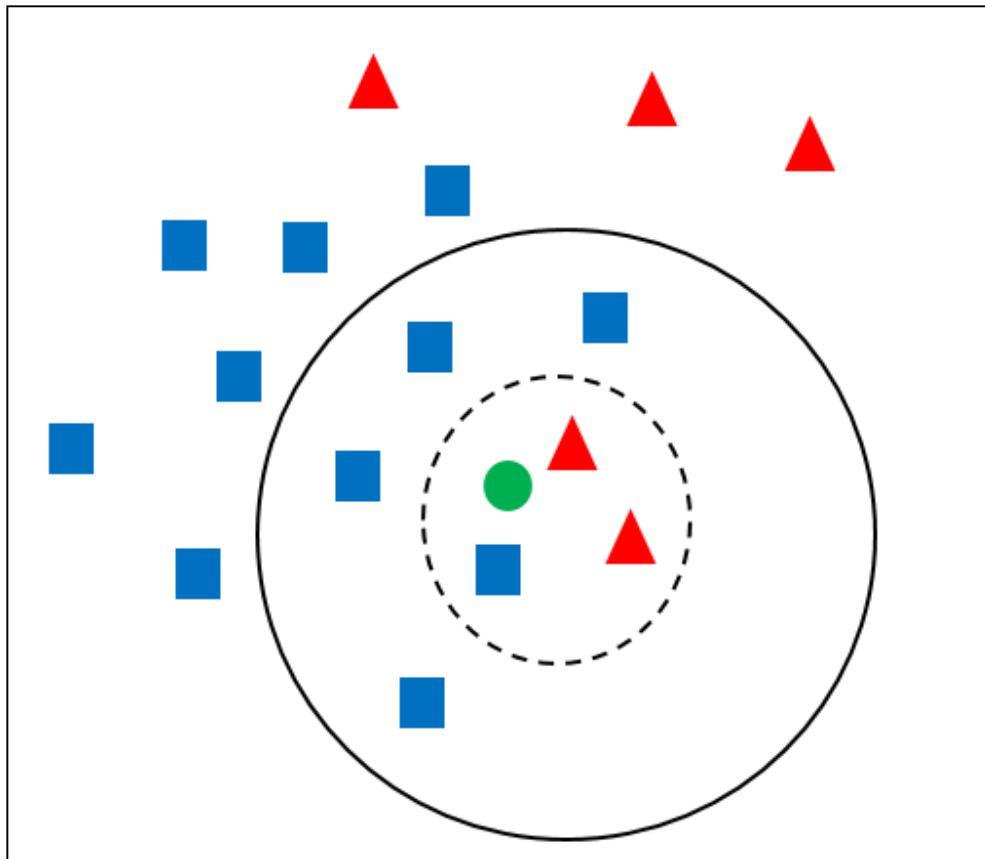
Características de maturação:

- Mancha de encosto
- Secamento da gavinha
- Casca com um tom mais opaco
- Som oco ao ser batida



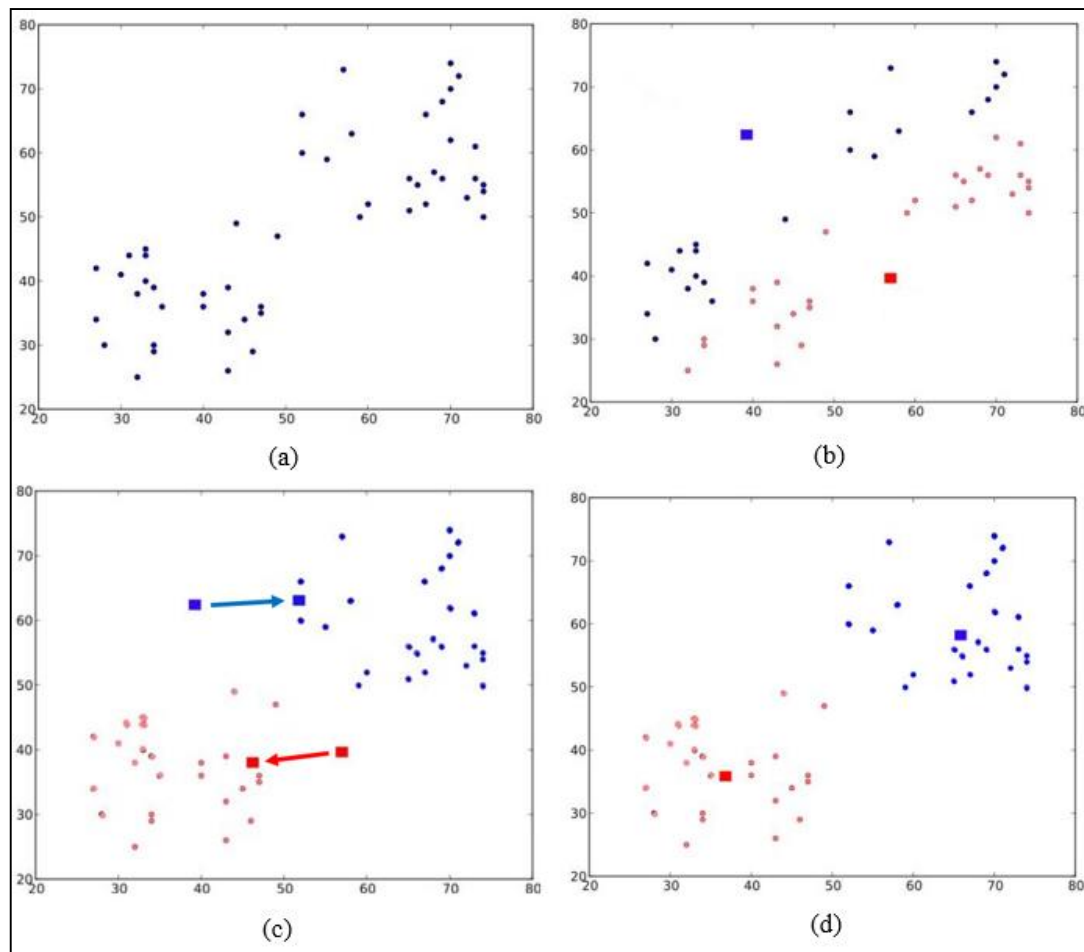
KNN

Algoritmo de aprendizagem de máquina, que classifica um novo elemento baseado em seus vizinhos.



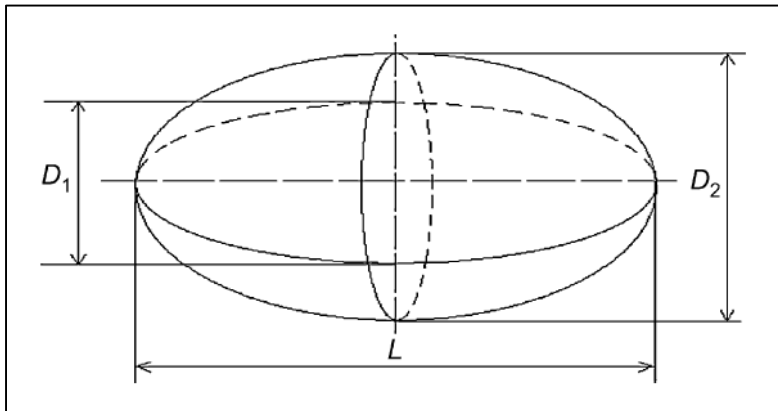
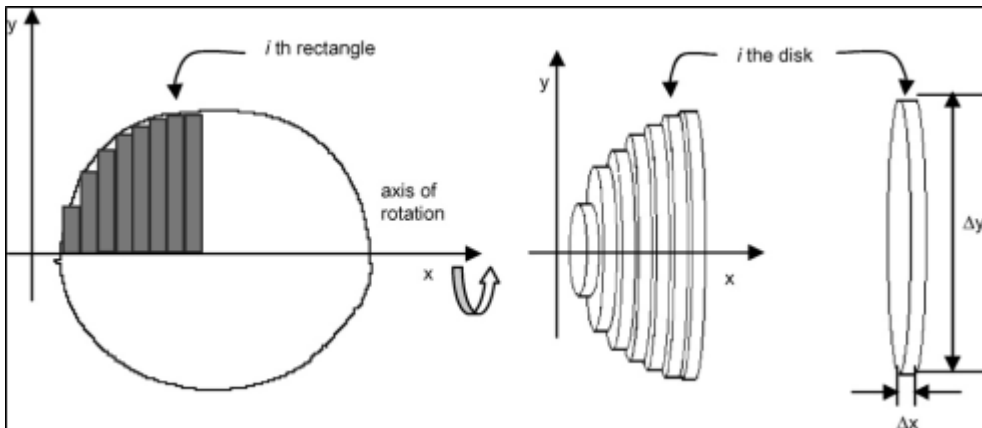
K-Means

Algoritmo de clusterização K-Means, utilizado para segmentar a imagem da melancia, selecionando a mancha de encosto.



Trabalhos correlatos (1/3)

Título: Determination of watermelon volume using ellipsoid approximation and image processing (KOC, 2007)

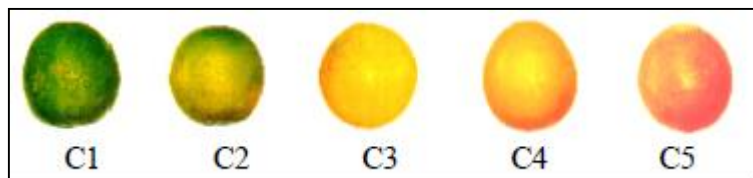
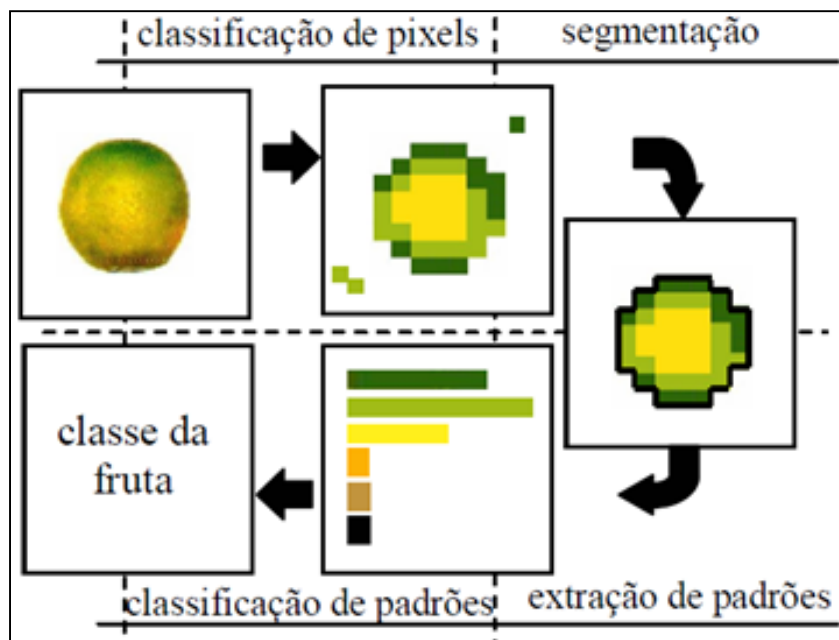


trabalho	Koc (2007)
características	
análise da cor dos frutos	✗
análise do volume dos frutos	✓
captura de imagens em ambiente controlado	✓
padrão de classificação definido	✗
padrão de cor	RGB
análise de forma	✓
método de aprendizagem	✗

Trabalhos correlatos (2/3)

Título: Classificação de laranjas baseada em padrões visuais

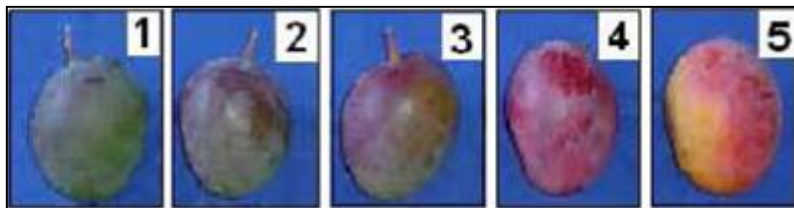
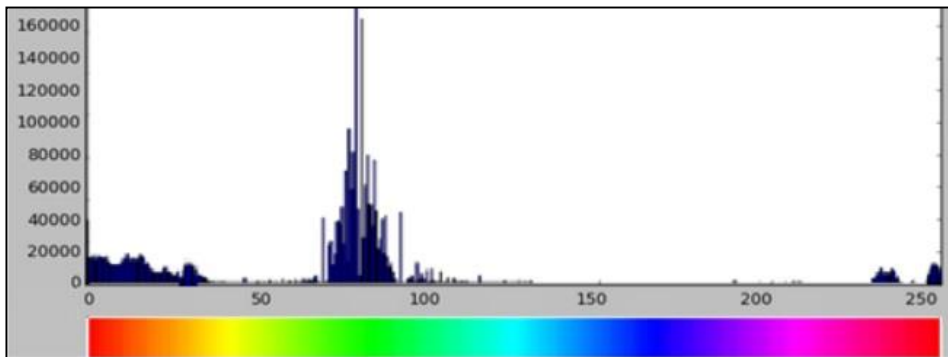
(SIMÕES; COSTA, 2003)



trabalho	Simões e Costa (2003)
análise da cor dos frutos	✓
análise do volume dos frutos	✗
captura de imagens em ambiente controlado	✓
padrão de classificação definido	✓
padrão de cor	RGB
análise de forma	✗
método de aprendizagem	Redes Neurais

Trabalhos correlatos (3/3)

Título: Classificação automática de frutas por análise de imagem
- o caso da manga Tommy Atkins (CARVALHO et al., 2014)



trabalho	Carvalho et al. (2014)
análise da cor dos frutos	✓
análise do volume dos frutos	✗
captura de imagens em ambiente controlado	✓
padrão de classificação definido	✓
padrão de cor	HSL
análise de forma	✗
método de aprendizagem	Aprendizagem Indutiva

Requisitos

Requisitos funcionais:

RF01: identificar a mancha de encosto utilizando o algoritmo K-Means

RF02: fazer a classificação da mancha de encosto por meio de uma árvore de decisão

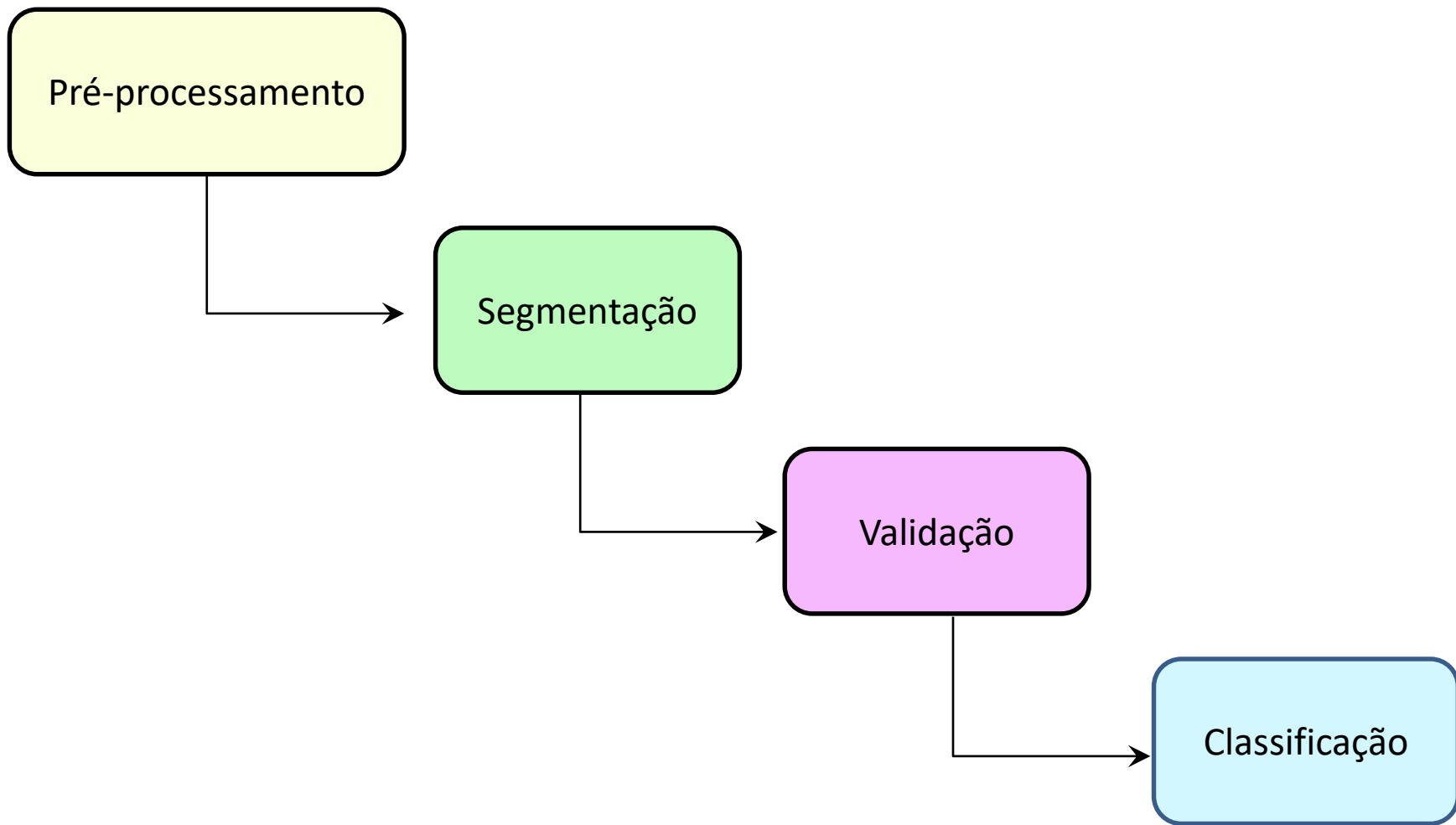
RF03: fazer a classificação da parte verde da casca utilizando o algoritmo de aprendizagem de máquina KNN

RF04: classificar as melancias como imatura, madura ou muito madura.

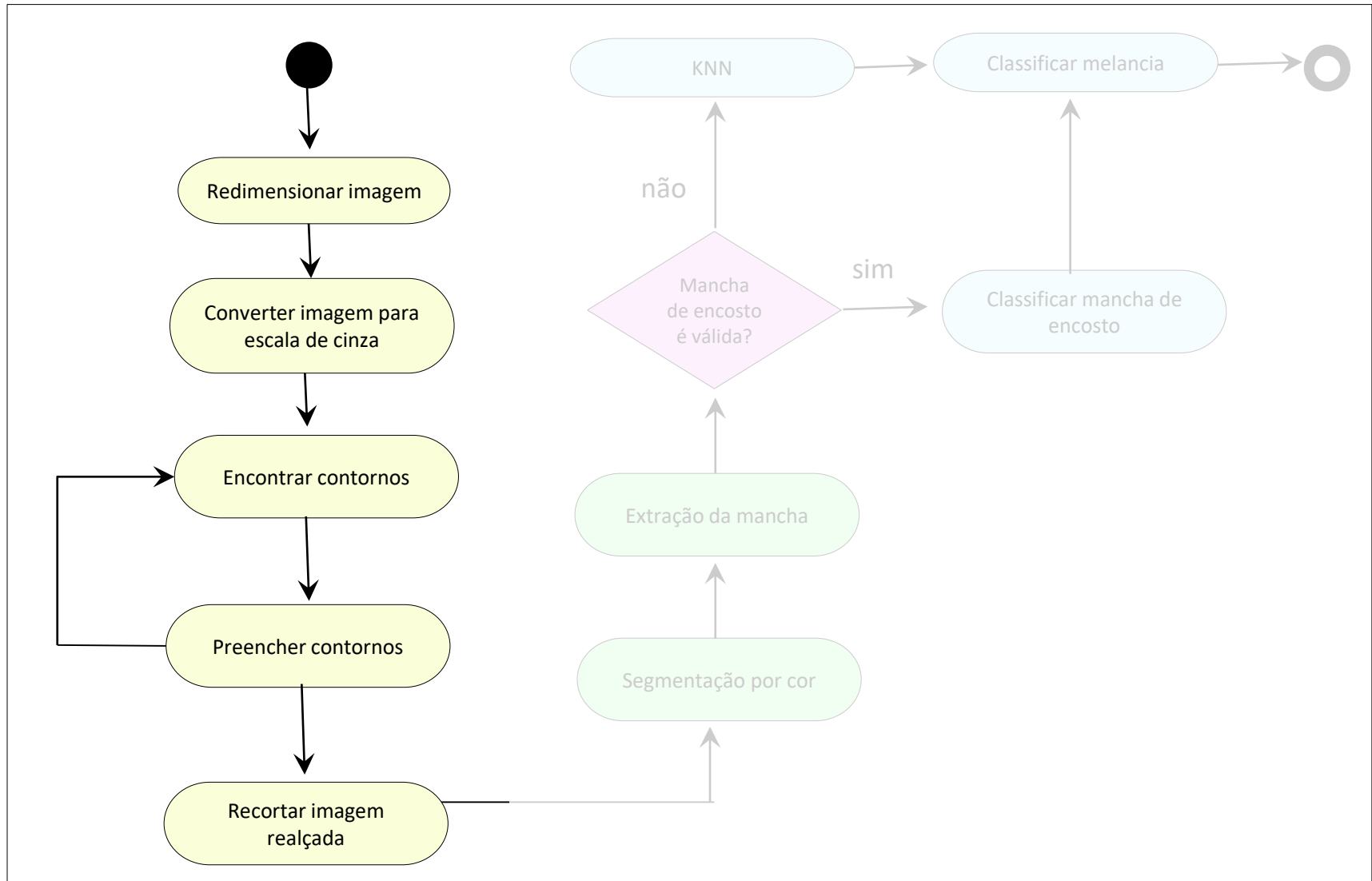
Ferramentas utilizadas

- Linguagem C++ na IDE Microsoft Visual Studio 2017
- OpenCV, biblioteca de visão computacional
- Windows Forms
- CSV.

Etapas da implementação



Pré-processamento (1/5)



Pré-processamento (2/5)

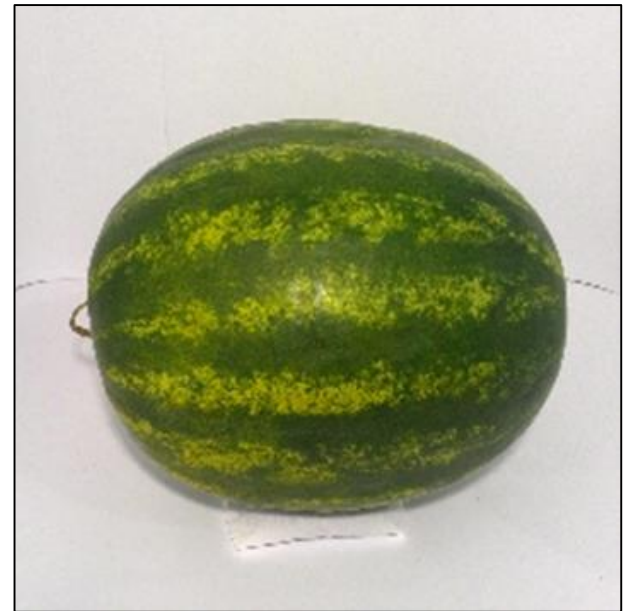


Imagem original

```
imagem = imread(caminhoImagem);
```

Imagem redimensionada

```
resize(imagem, imagemRedimensionada, size);
```



Pré-processamento (3/5)

Imagem redimensionada



Imagem em escalas de cinza

```
cvtColor(img, img_cinza, CV_BGR2GRAY);
```



Pré-processamento (4/5)

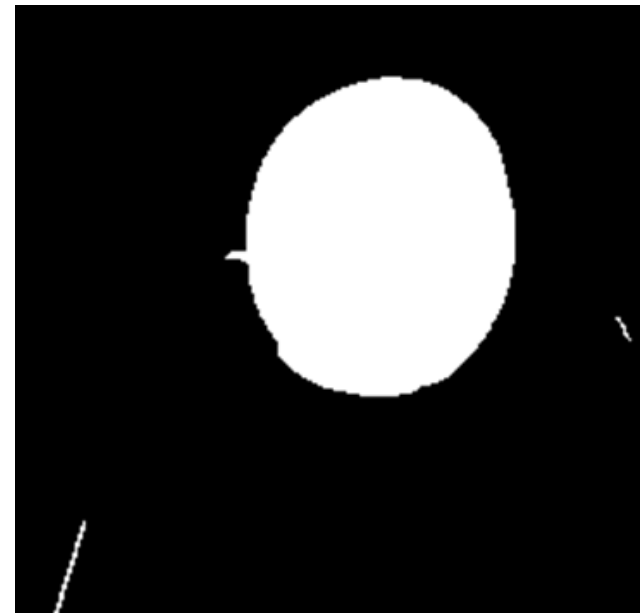


Detecção de contornos

```
findContours(  
canny_output, contornos, hierarchy, CV_RETR_EXTERNAL,  
CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE, Point(0, 0));
```

Preenchimento de contornos

```
floodFill(img_preenchida, cv::Point(0, 0),  
Scalar(255, 255, 255));
```



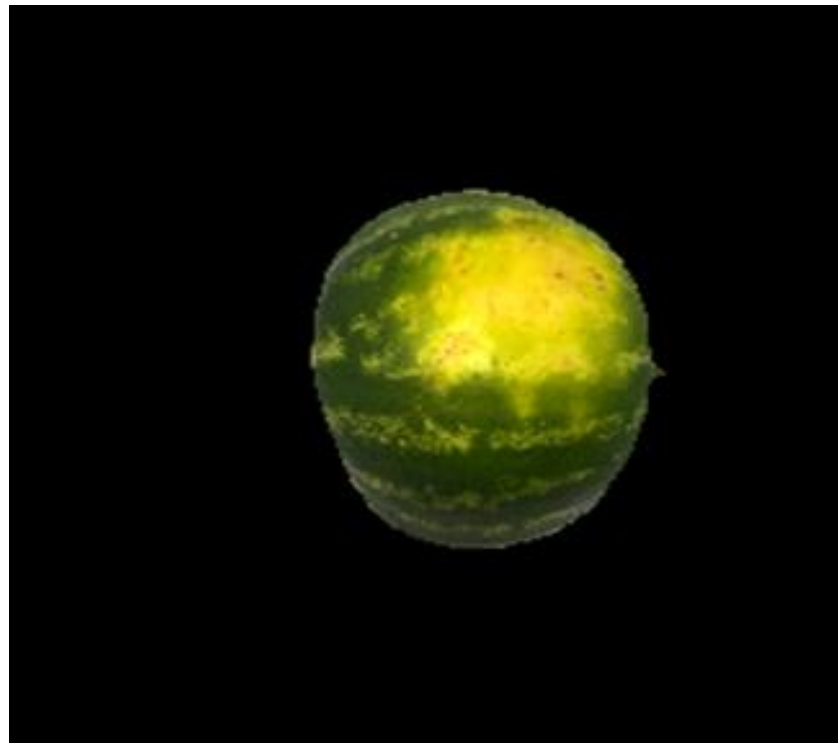
Pré-processamento (5/5)

Imagem redimensionada

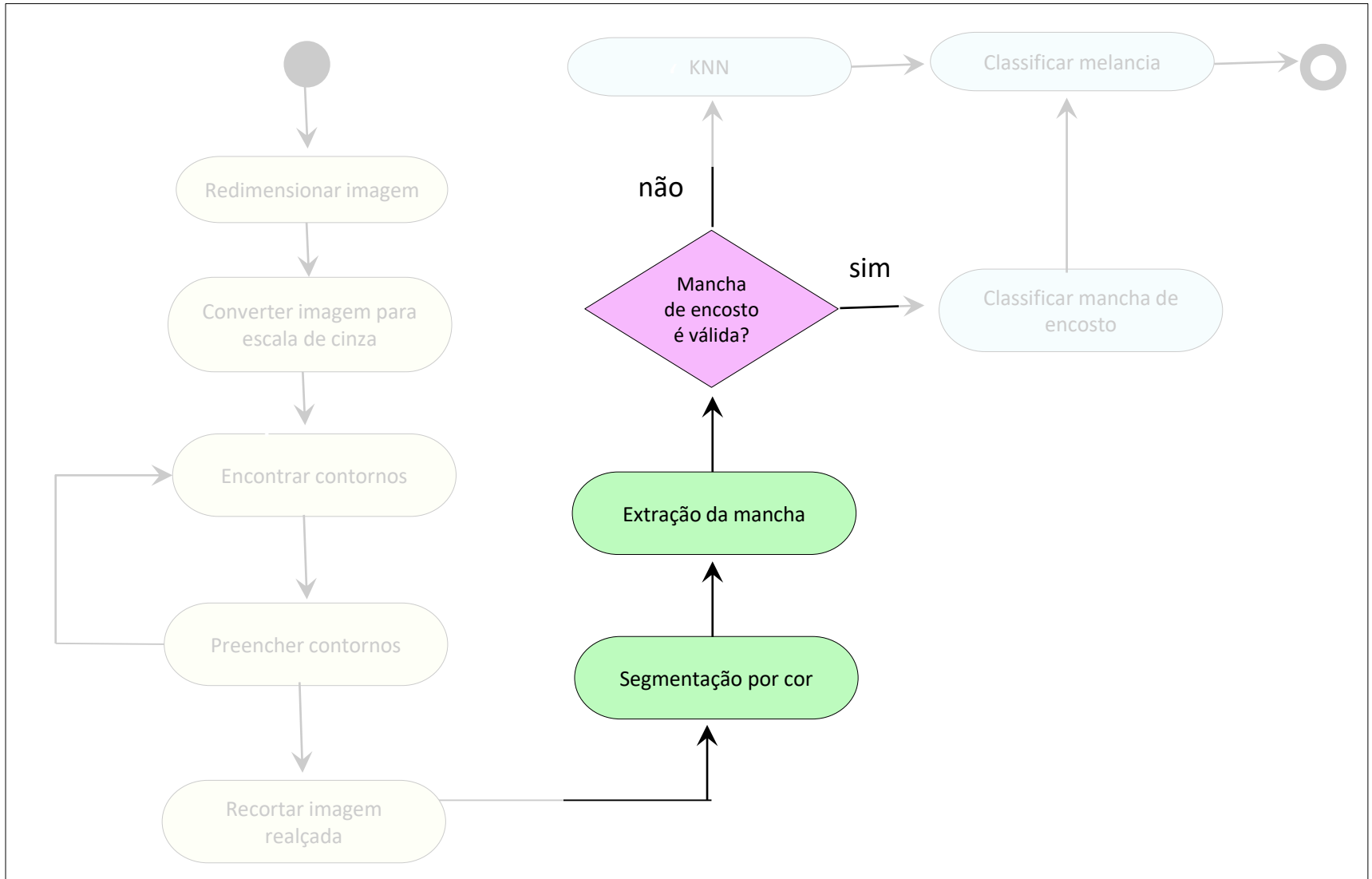


Imagem recortada

```
Mat aux;  
img.copyTo(aux, mascara);
```



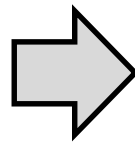
Segmentação e validação



Segmentação com K-Means (1/2)

Imagem segmentada com K-Means

```
kmeans(dados, 3, labels, TermCriteria(TermCriteria::EPS +  
TermCriteria::COUNT, 10, 1.0), 5, KMEANS_PP_CENTERS, centers);
```

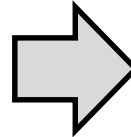


Segmentação com K-Means (2/2)

Aplicação das operações morfológicas de erosão e dilatação



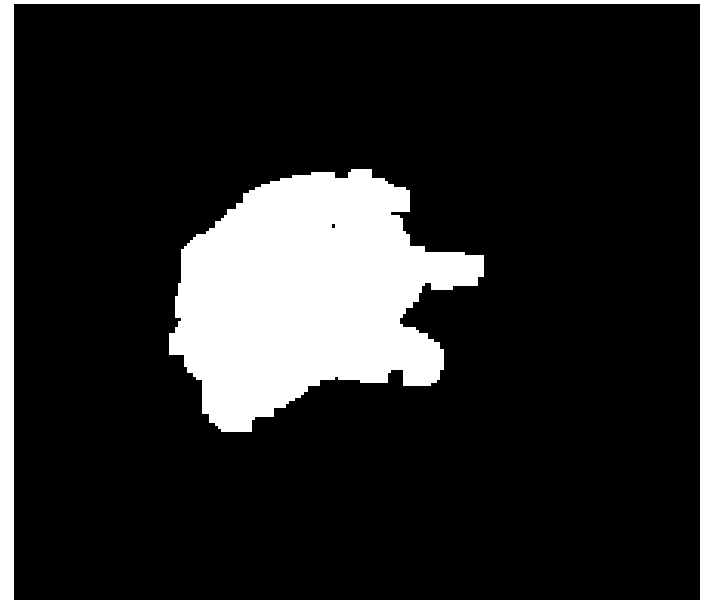
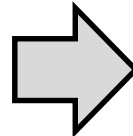
Erosão(5x5)



Dilatação (7x7)

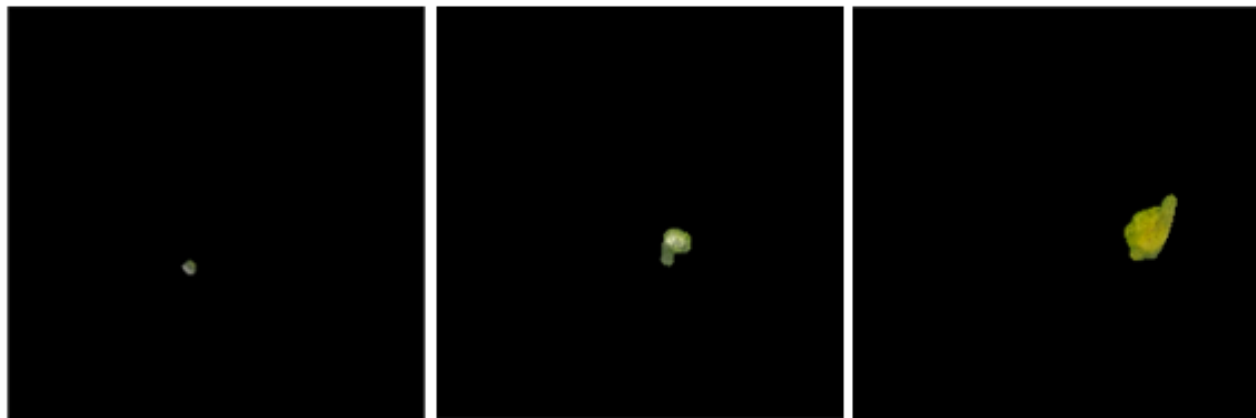
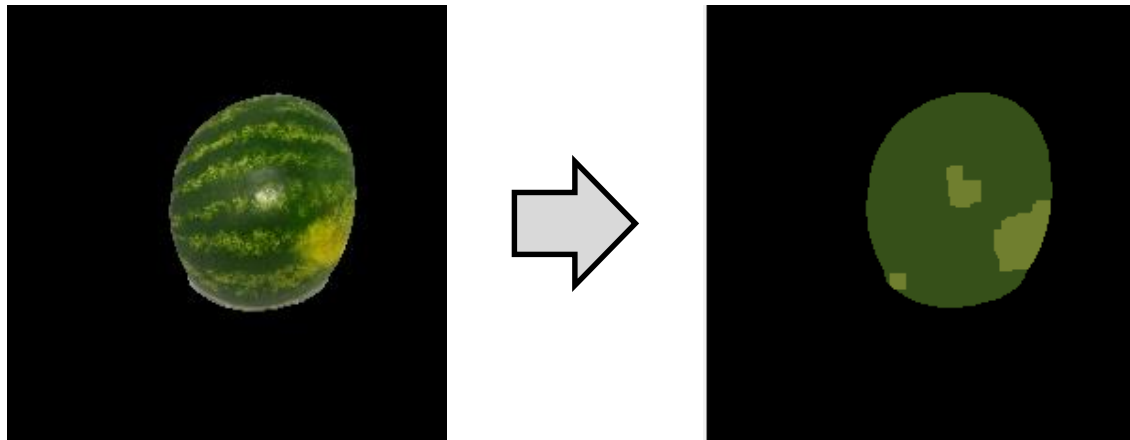
Extração da mancha de encosto (1/2)

Extração da mancha encosto é feita selecionando os pixels com valores de 90 a 200.



Extração da mancha de encosto (2/2)

Caso mais de uma região seja identificada como mancha de encosto, cada região é analisada individualmente.



(a)

(b)

(c)

Validação da mancha de encosto

Analisar a coloração média de cada região identificada como mancha de encosto.

- Valores dos canais vermelho e verde superiores a 130 e azul inferior a 40
- Tamanho precisa ser superior a 5% da área da melancia



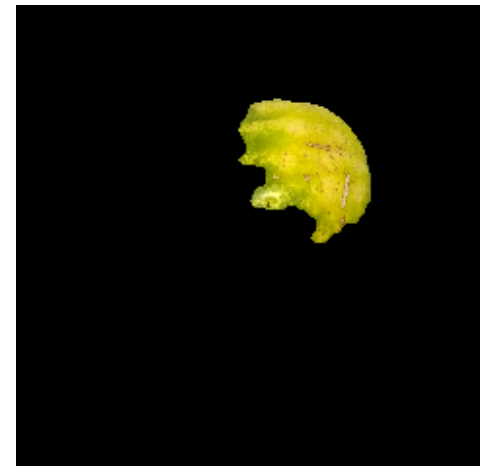
```
cvtColor(img_original, img_media, CV_BGR2RGB);
```

```
split(img_media, channels);
```

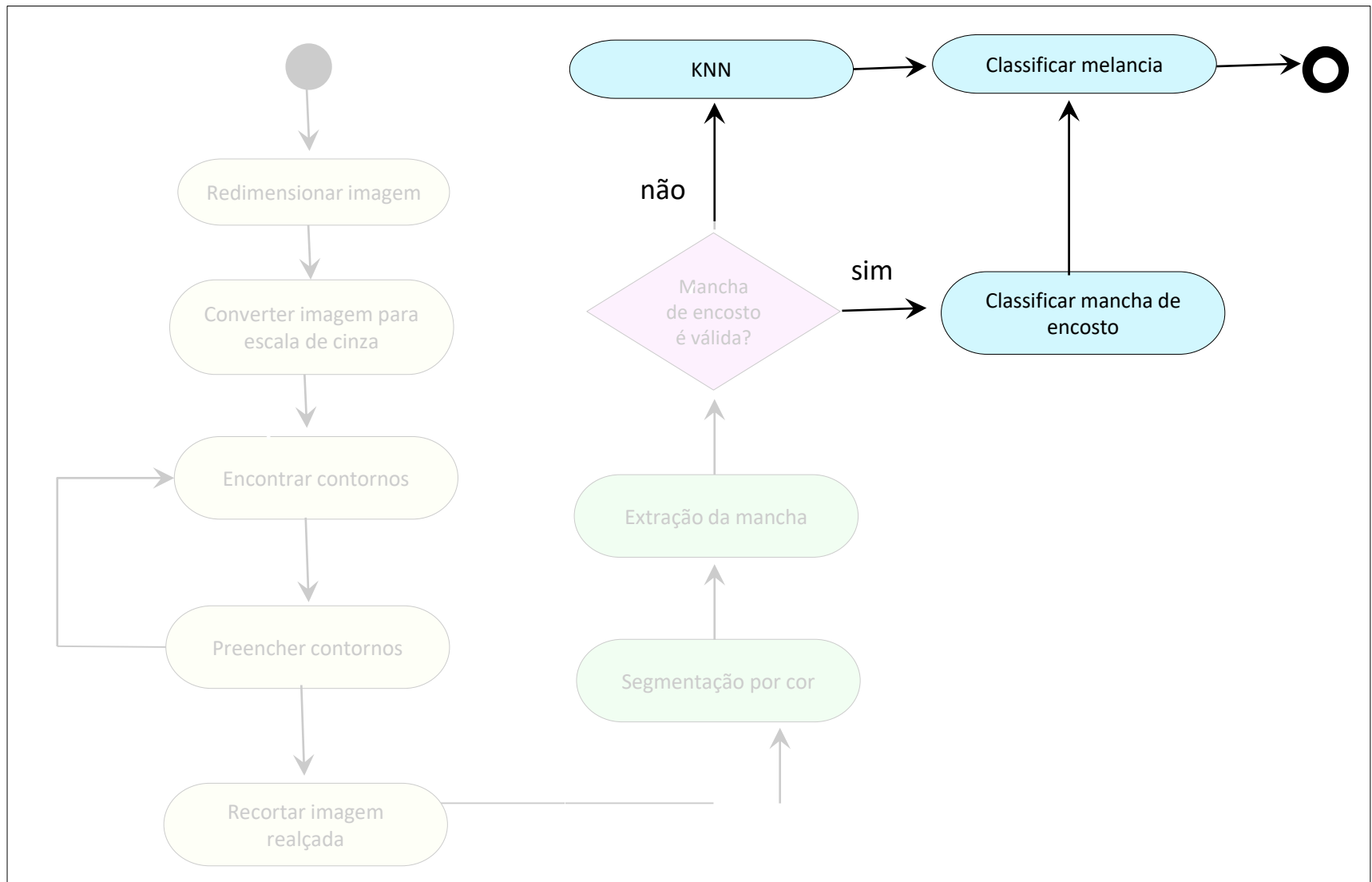
```
nova_melancia.at<float>(0, 0) = calc_media(channels[0]);
```

```
nova_melancia.at<float>(0, 1) = calc_media(channels[1]);
```

```
nova_melancia.at<float>(0, 2) = calc_media(channels[2]);
```



Classificação da mancha de encosto (1/3)



Classificação da mancha de encosto (2/3)

A classificação é feita a partir dos valores médios dos canais vermelho e verde onde:

- Melancias muito maduras tem valores de vermelho ≥ 195 e verde ≥ 180 ;



Classificação da mancha de encosto (3/3)

- Melancias maduras tem valores de vermelho ≥ 145 e verde ≥ 145 ;

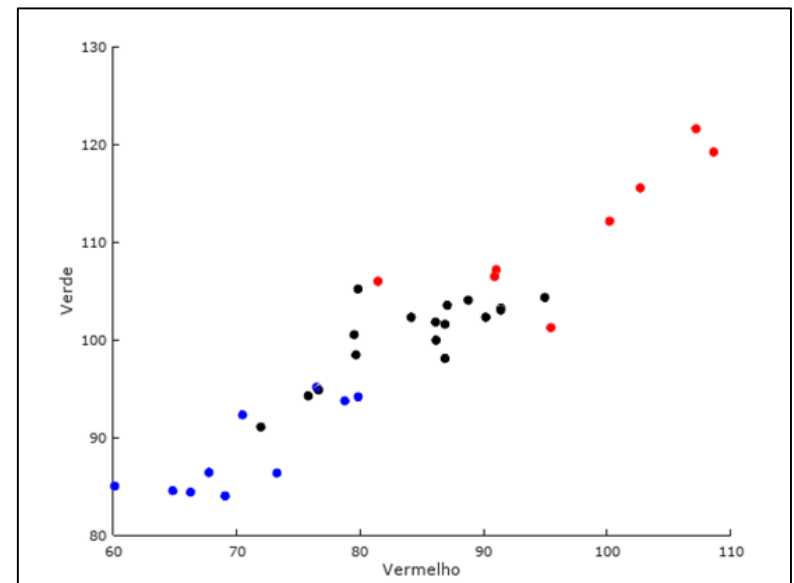
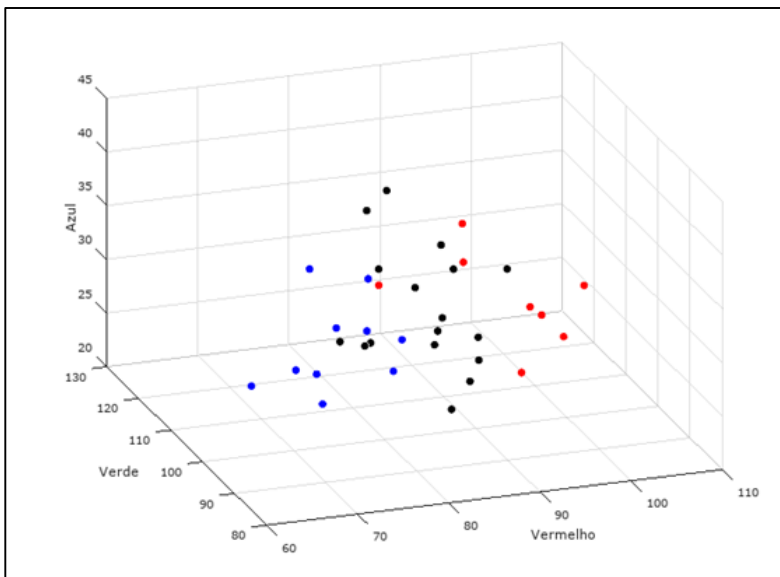


- Melancias imaturas possuem o valor de vermelho ou verde abaixo de 145.



Classificação da parte verde (1/2)

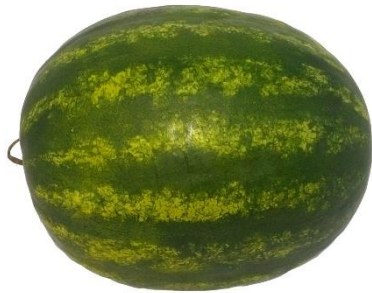
- A classificação é feita a partir da aplicação do KNN.
- Antes de iniciar a classificação é realizado um treinamento, o qual constrói uma árvore de busca.



Classificação da parte verde (2/2)

Em sequência o novo elemento é classificado através das comparações realizadas pelo KNN com o valor de K sendo 5.

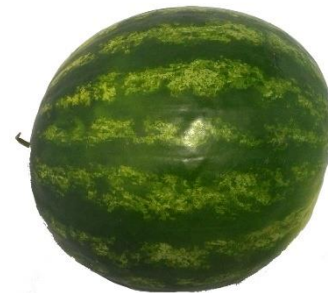
Muito madura



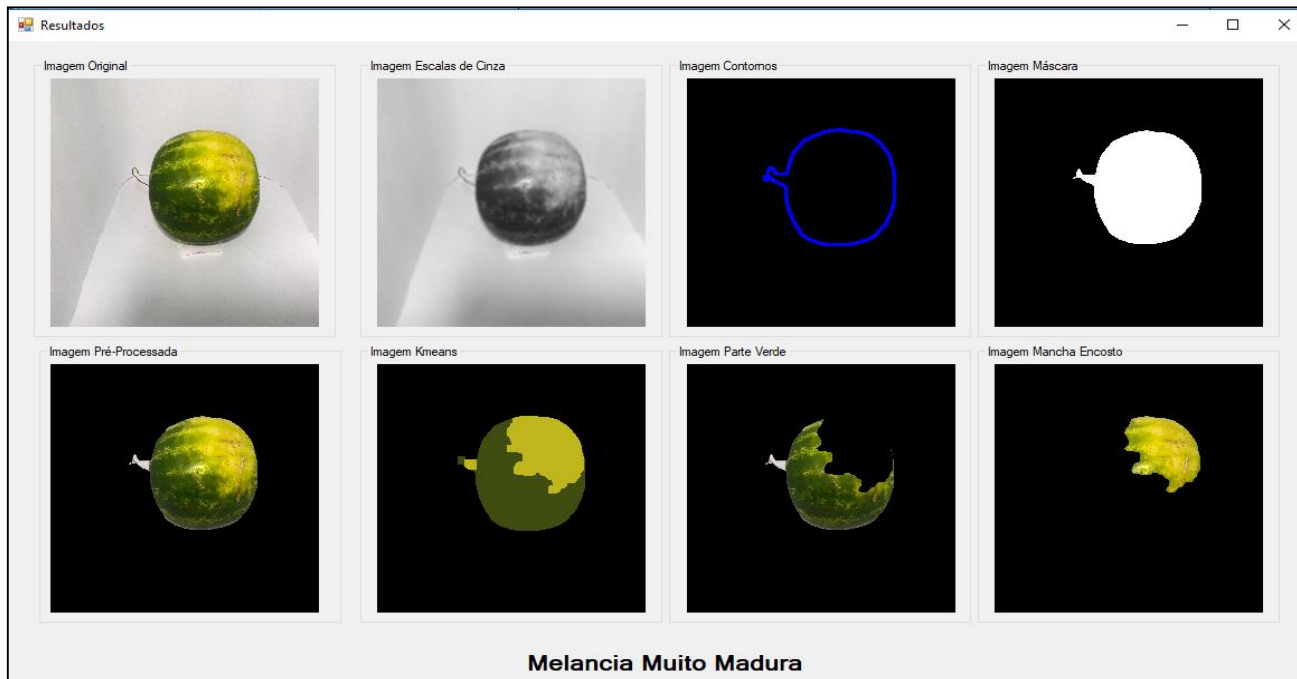
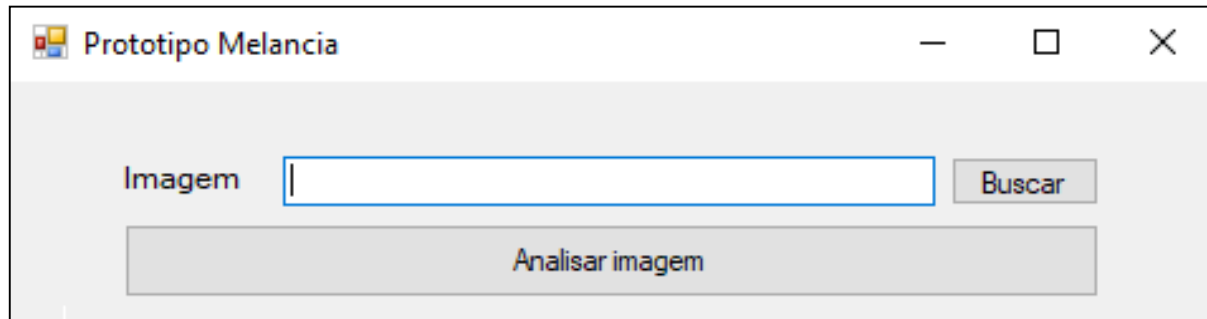
Madura



Imatura



Operacionalidade do protótipo

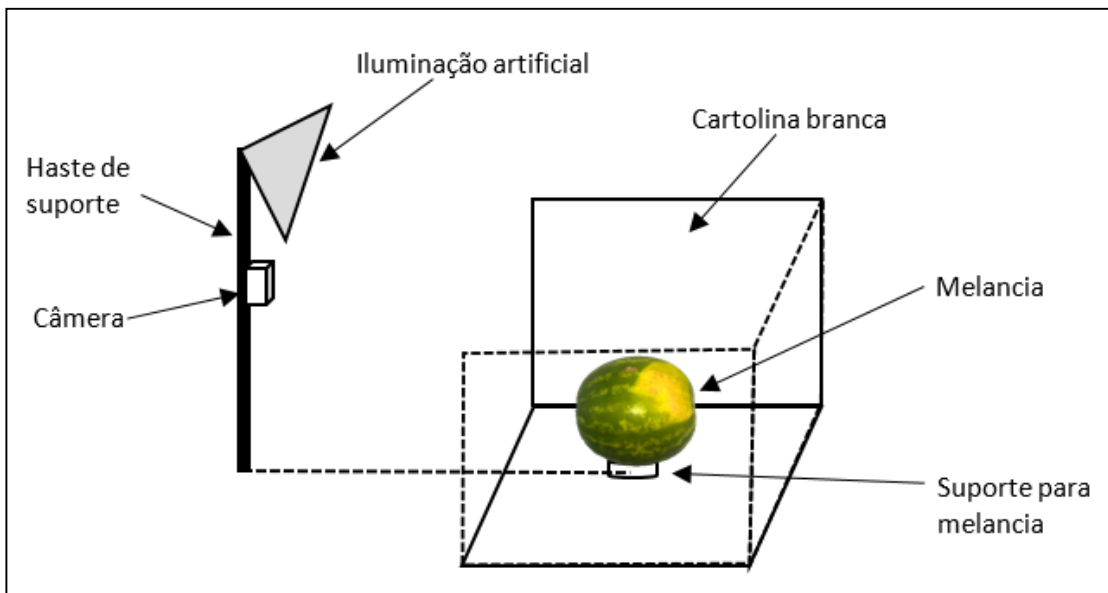


Resultados e discussões

Os experimentos ocorreram em 3 três etapas:

1. Captura das imagens em um ambiente controlado
2. Classificação das melancias através da degustação
3. Testes de assertividade

Ambiente e método de captura de imagens



Testes de assertividade (1/2)

- Foram utilizadas 98 imagens para realizar os testes, sendo 56 imagens para os testes do KNN e 42 nos testes da árvore de decisão
- Das 56 imagens analisadas pelo KNN 16 foram corretamente classificadas, correspondente a 28,57% das amostras
- A árvore de decisão conseguiu classificar corretamente 18 das 42 melancias, correspondente a 42,85% das amostras
- Taxa geral de acerto de 34,69%

Testes de assertividade (1/2)

- Mancha de encosto está presente e não foi selecionada



- Região correspondente a parte verde claro da melancia foi identificada como mancha de encosto



Conclusões (1/2)

- A identificação das características que definem a maturação da melancia foi realizada com sucesso, porém a extração não aconteceu de forma correta em todos os casos.
- Realiza a classificação das características utilizando KNN e as regras desenvolvidas em uma árvore de decisão.
- Foi criada uma base de dados com imagens internas e externas da melancia.
- Necessita ser aperfeiçoado antes de sua utilização em campo.
- Serve como base para outros trabalhos relacionados a análise da maturação de frutas.

Conclusões (2/2)

Entre as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto se destacam:

- Dificuldade não obtenção de exemplares variados de melancia
- Criação de um padrão para a análise da cor da melancia

Limitações

- Interpreta listras muito claras como sendo uma mancha de encosto
- Não identifica com perfeição a mancha de encosto caso esteja muito escura.
- Funciona apenas na plataforma Windows.

Extensões (1/2)

- Adicionar uma maior variedade de exemplares a base de dados com melancias imaturas e muito maduras organizando-os em um banco de dados relacional.
- Melhorar a técnica de detecção da mancha de encosto evitando que a partes em verde claro possam ser identificadas como sendo a mancha de encosto.
- Substituir o método de aprendizagem KNN por uma técnica mais robusta, como por exemplo uma RNA.

Extensões (2/2)

- Aperfeiçoar a segmentação da melancia de modo que as imagens não precisem mais ser capturadas em um ambiente controlado.
- Transformar o protótipo em um *App* para dispositivos móveis.
- Realizar o tratamento para remoção do reflexo das imagens.

Demonstração

Obrigado!