

Departamento de Sistemas e Computação – FURB  
Curso de Ciência da Computação  
Trabalho de Conclusão de Curso – 2016/2

# VONCELL: um protótipo para reconhecimento de células do sistema imune do tipo linfócito e neutrófilo

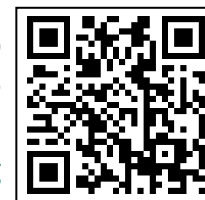
**Acadêmico: Juliano Mueloschat**

[jmueloschat@gmail.com](mailto:jmueloschat@gmail.com)

**Orientador: Prof. Aurélio Faustino Hoppe**

[aurelio.hoppe@gmail.com](mailto:aurelio.hoppe@gmail.com)

Grupo de Pesquisa em Computação  
Gráfica, Processamento de Imagens e  
Entretenimento Digital  
<http://www.inf.furb.br/gcg>



# Roteiro

- Motivação
- Trabalhos correlatos
- Objetivos
- Requisitos
- Desenvolvimento
- Operacionalidade
- Teste
- Conclusões
- Limitações
- Extensões
- Demonstração

# Motivação

- Exame solicitado para diagnóstico: **Exame de sangue**
- Hemograma: avaliação das células sanguíneas.
- Leucócitos são células de defesa do corpo
- Para realizar o hemograma é necessário fazer: Coleta de sangue
- Preparo: Lâmina de sangue/Esfregaço sanguíneo

Sem corante

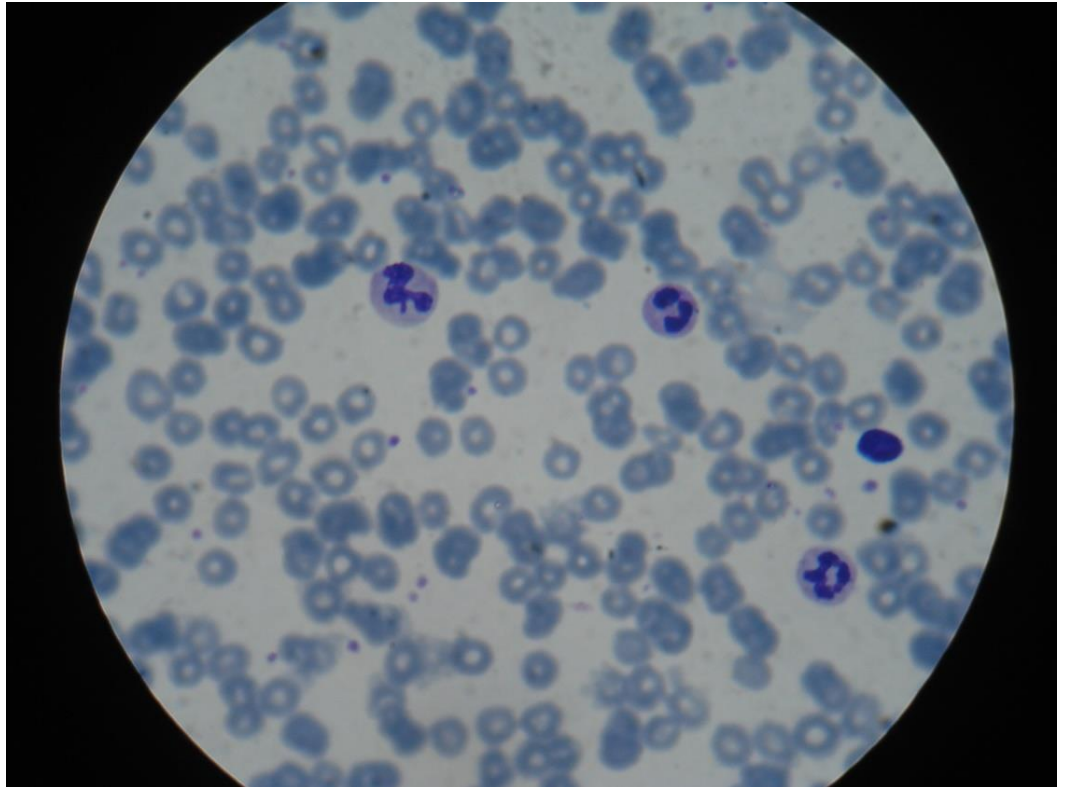


Com corante



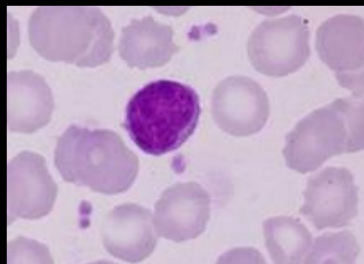
# Motivação

- Atuais metodologias para contagem de leucócitos abrangem: **máquinas e contagem manual por profissionais.**



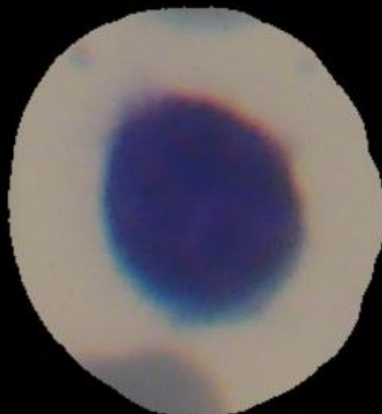
# Motivação

## Leucócitos



agranulados

Linfócito



Monócito

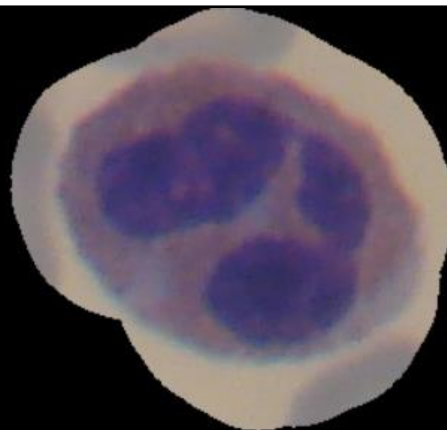


granulados

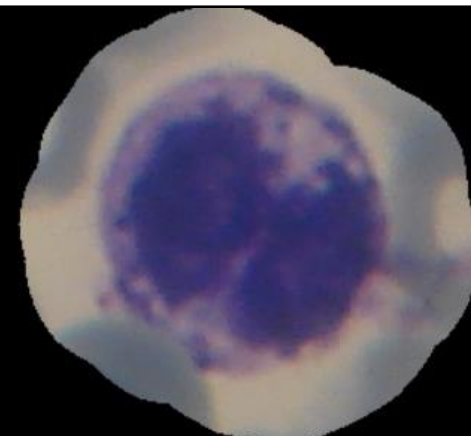
Neutrófilo



Eosinófilo



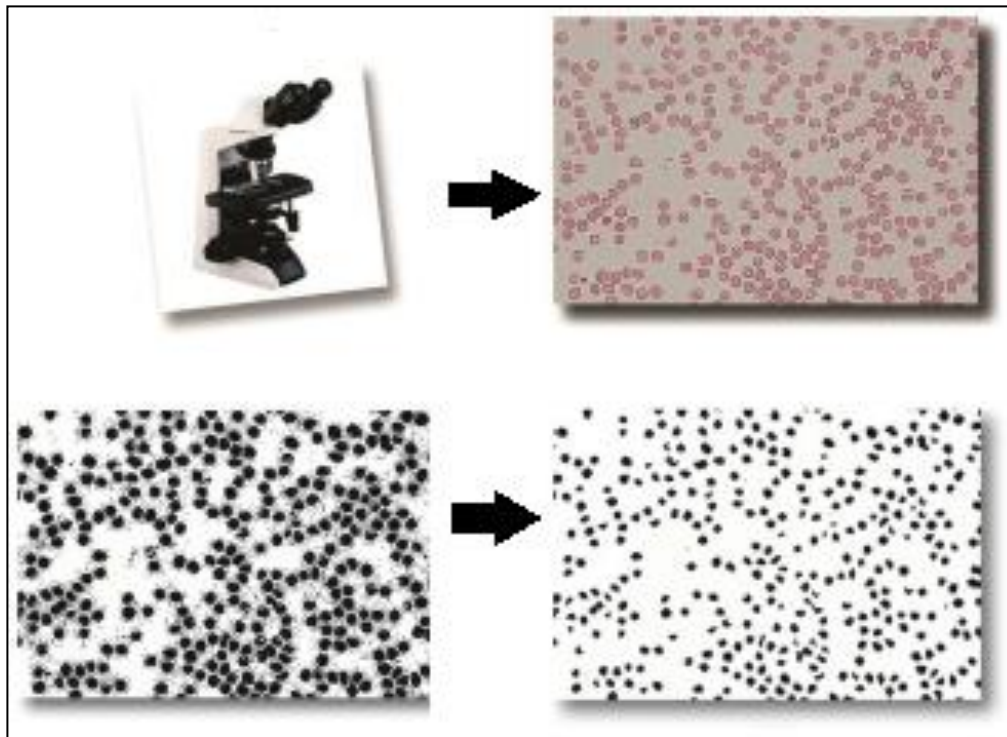
Basófilo



# Trabalhos correlatos

**Título:** Sistema para contagem automática de células sanguíneas através de visão computacional

(FEDECHEN et al., 2012)



Objetivo:

Contagem de eritrócitos

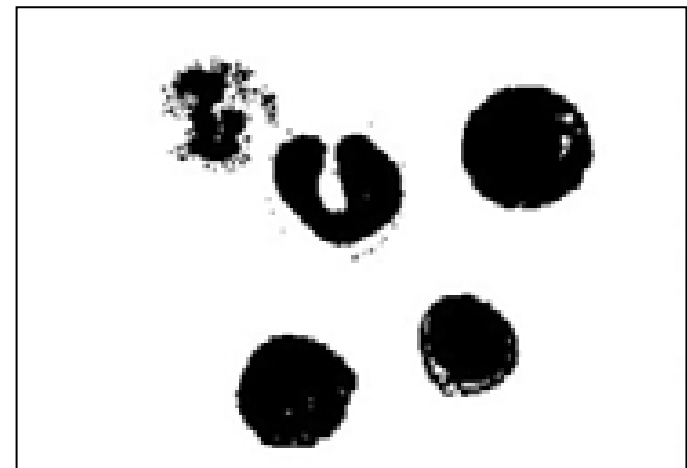
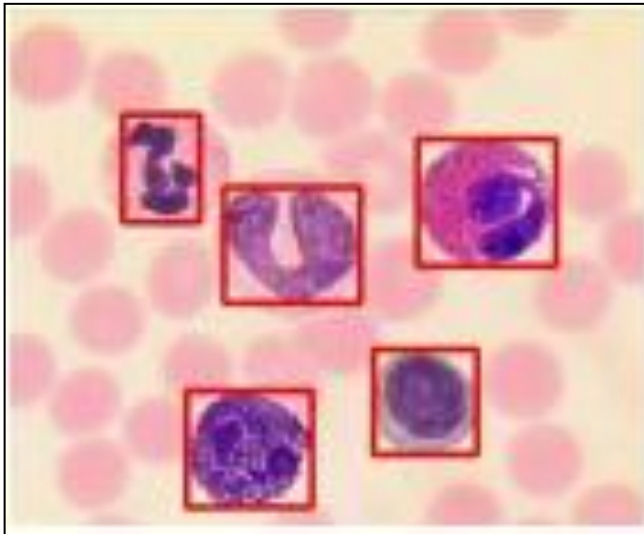
# Trabalhos correlatos

**Título:** Sistema Lohita.

(PRIYANKARA e SILVA, 2006)

Objetivo:

Identificação e contagem de leucócitos e eritrócitos.

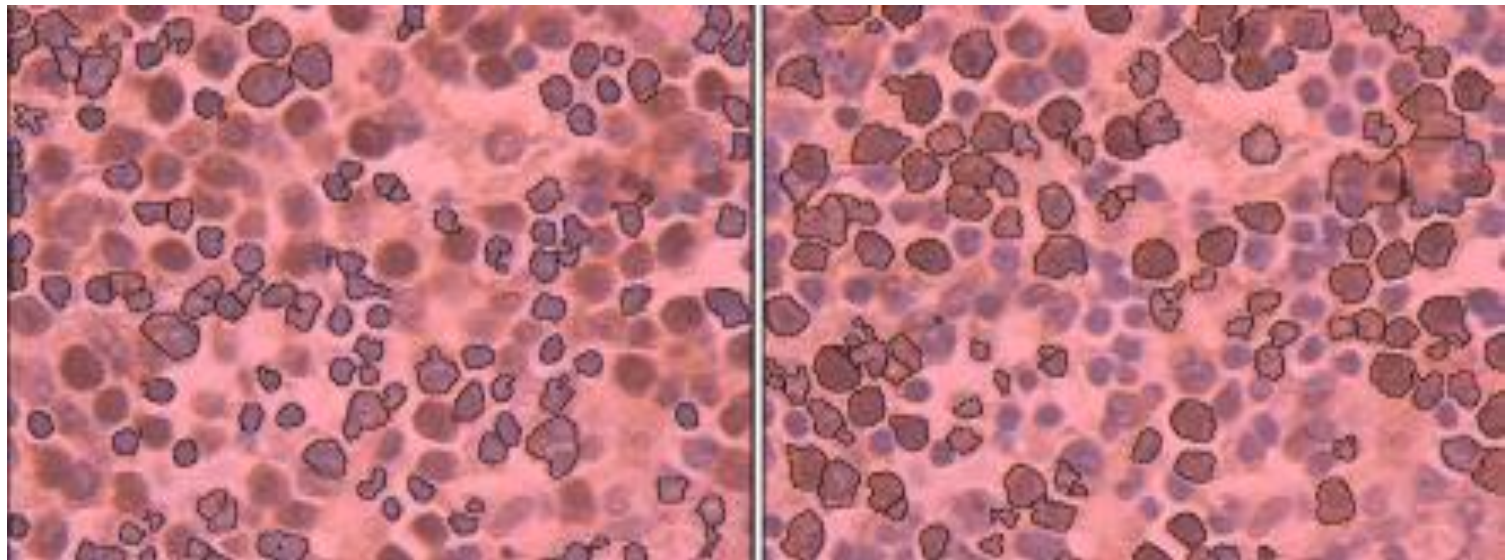


# Trabalhos correlatos

**Título:** Avaliação da proliferação celular baseada em PCNA-ciclina por análise morfológica aplicada a linfomas malignos.

(WEBER, 1997)

Objetivo: Identificação e contagem linfomas.





# Comparação ente as características dos trabalhos correlatos

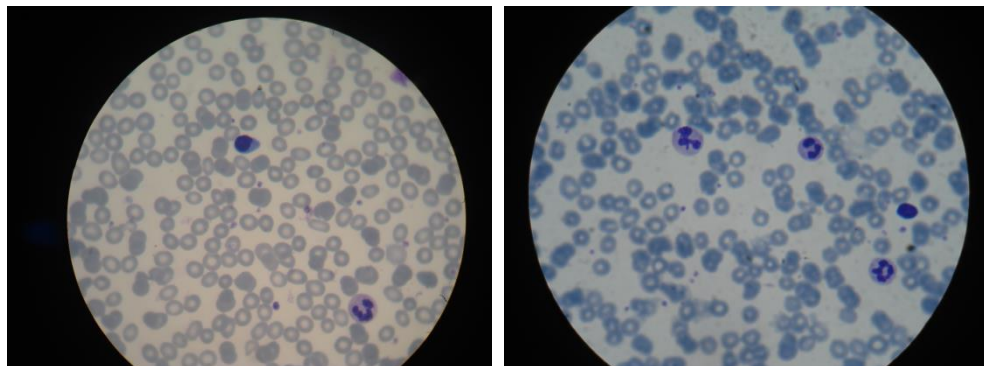
Trabalho Características	Fedechen et al. (2012)	Lohitha (2006)	Weber (1997)
Público alvo?	Especialista	Especialista	Especialista
Técnicas de classificação?	Contagem e validação de componentes	Rede neural	Matemática morfológica
Categoria de células?	Hemácias	Hemácias/Leucócitos	Linfomas

# Objetivos

Desenvolver um protótipo para reconhecimento de células do sistema imune do tipo linfócito e neutrófilo

## Objetivos específicos:

- I. efetuar a segmentação das células existentes em uma lâmina de sangue
- II. realizar a extração de características morfológicas das células
- III. classificar as células de acordo com o seu tipo: linfócitos e neutrófilos



# Requisitos

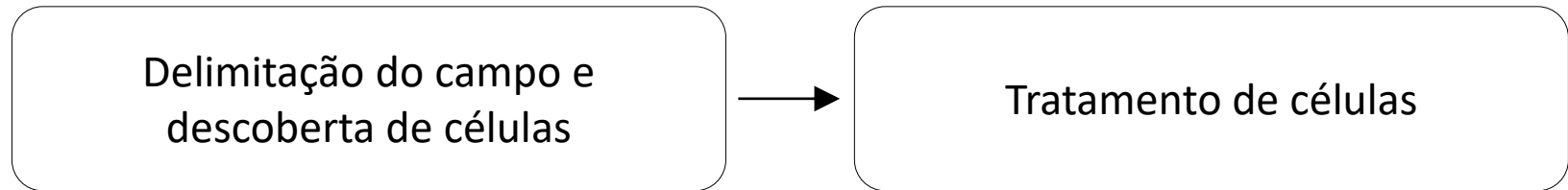
## **Requisitos funcionais:**

- RF01-permitir que o usuário selecione uma imagem
- RF02-utilizar técnicas de realce e segmentação a fim de gerar uma nova imagem, a partir da original, que mostre possíveis componentes de interesse
- RF03-realizar a extração do núcleo e citoplasma
- RF04-realizar o cálculo da área e circularidade
- RF05-classificar as células entre linfócitos e neutrófilos através de características morfológicas inferidas em uma rede neural

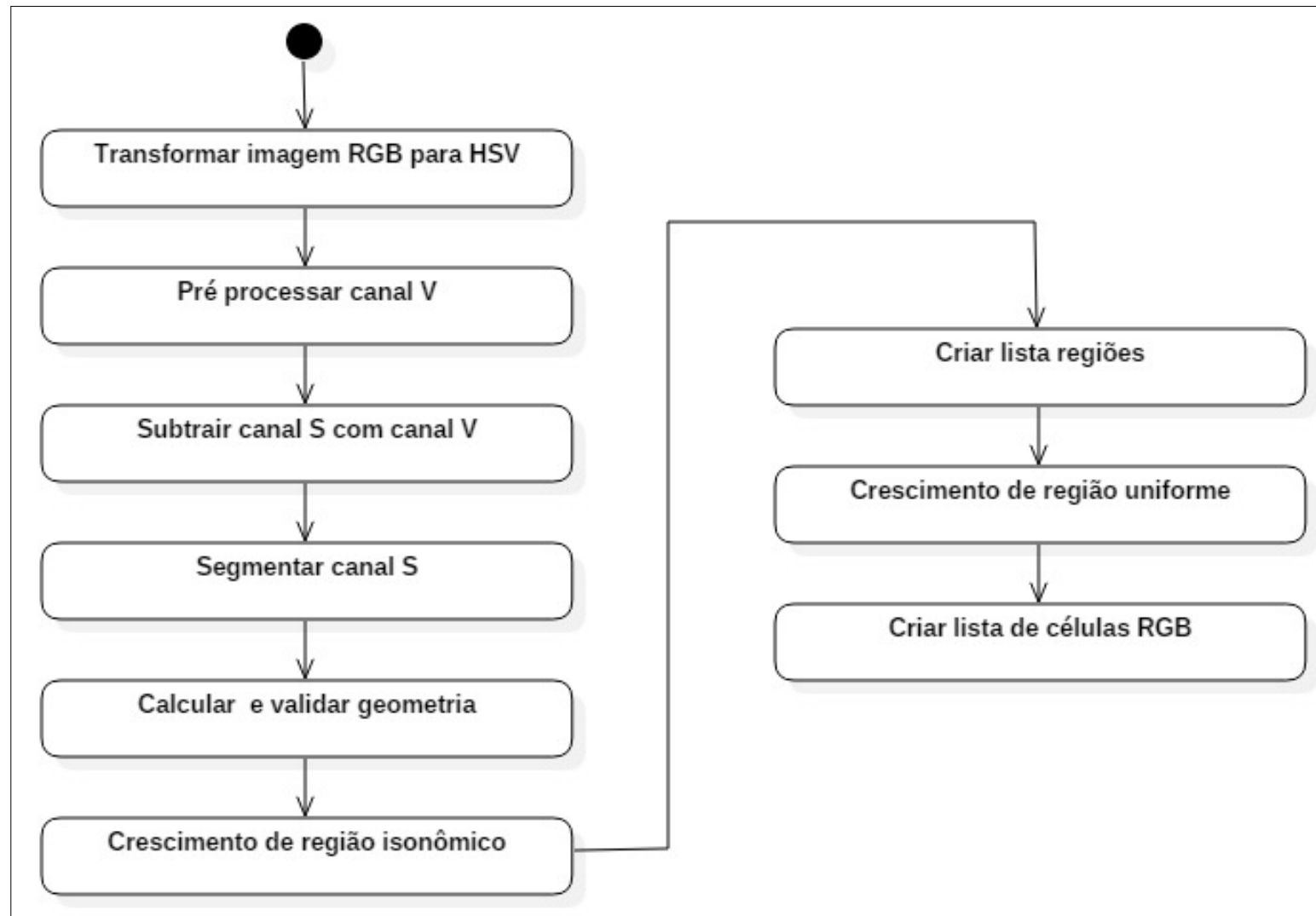
# Ferramentas utilizadas

- Java versão 8
- Eclipse versão neon
- Biblioteca: JavaCV versão 3.1
- Biblioteca: Encog versão 3.3

# Fluxo geral do protótipo



# Fluxo da delimitação do campo e descoberta de células



# Delimitação do campo: pré-processamento

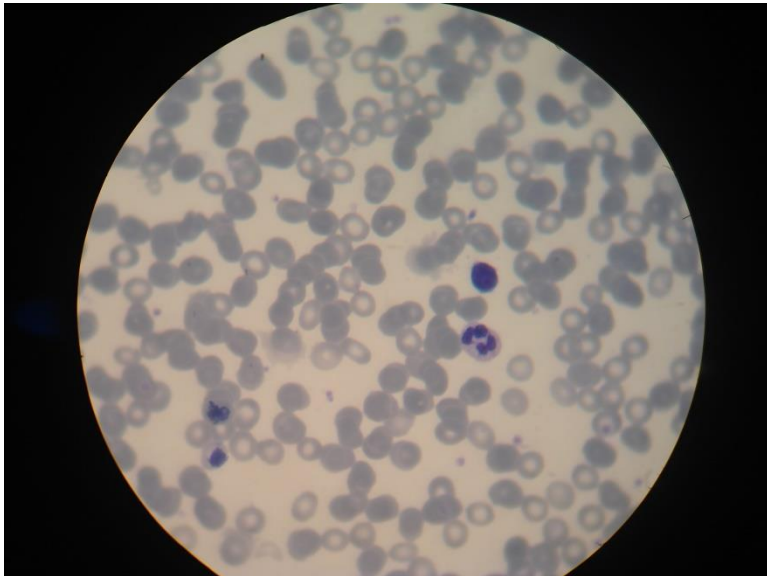


Imagem original

```
cvLoadImage(filepath,  
             CV_LOAD_IMAGE_COLOR);
```

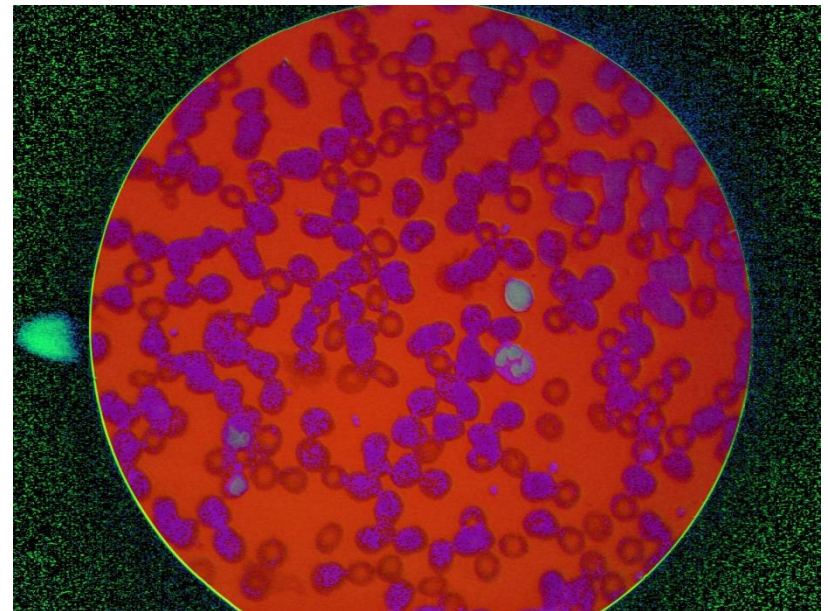


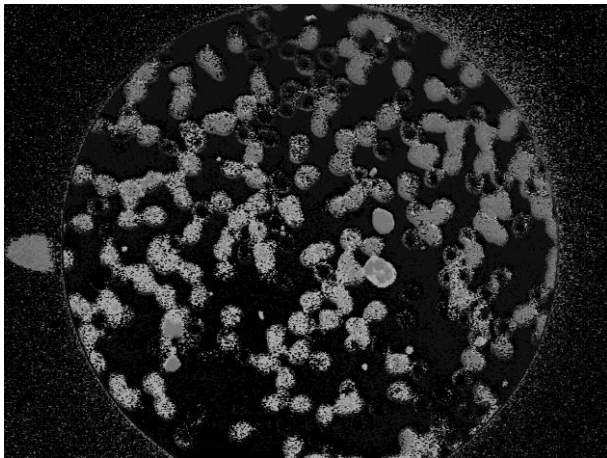
Imagem modelo HSV

```
cvCvtColor( src, dst, CV_BGR2HSV );
```

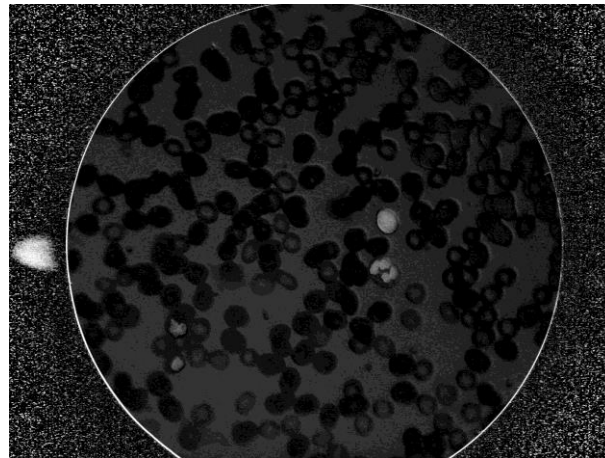
# Delimitação do campo: pré-processamento

## Separação de canais

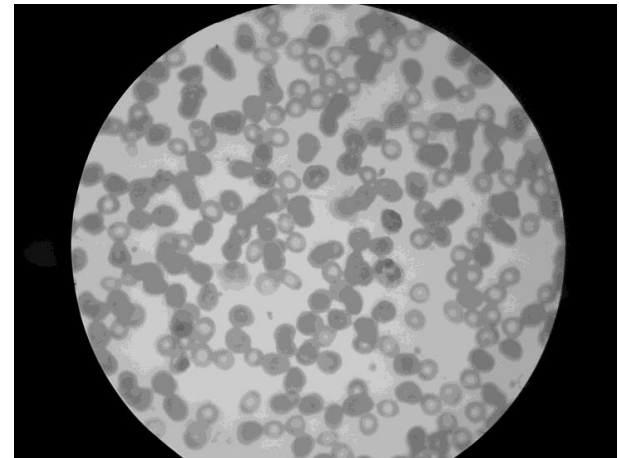
```
cvSplit( src, hue, sat, val, null );
```



Canal H



Canal S

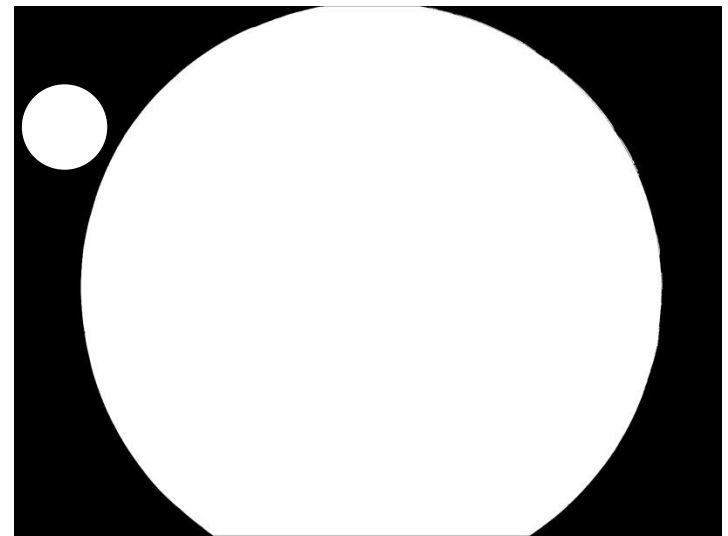
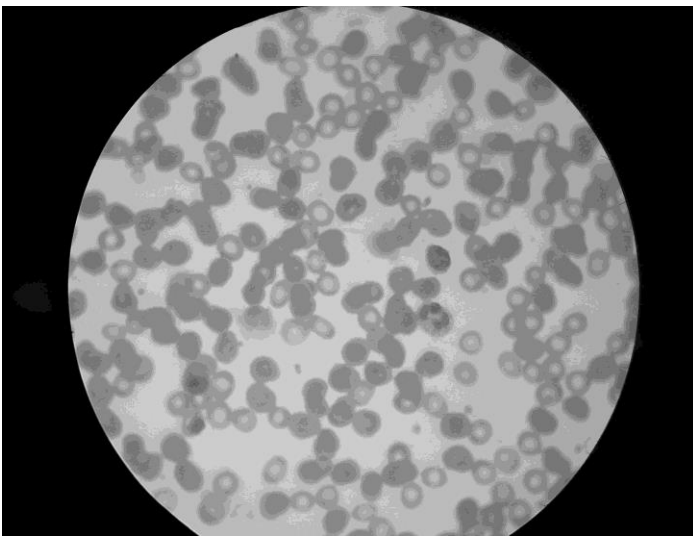


Canal V



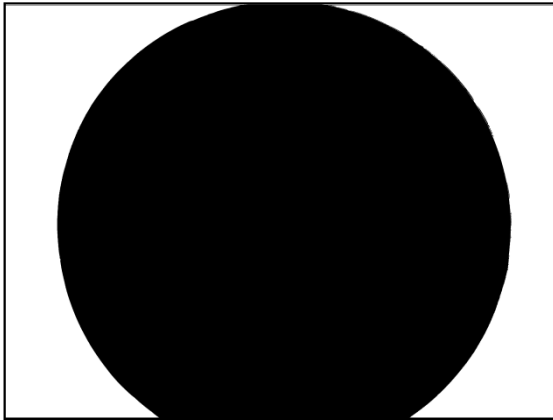
# Delimitação do campo: segmentação

## Limiarização

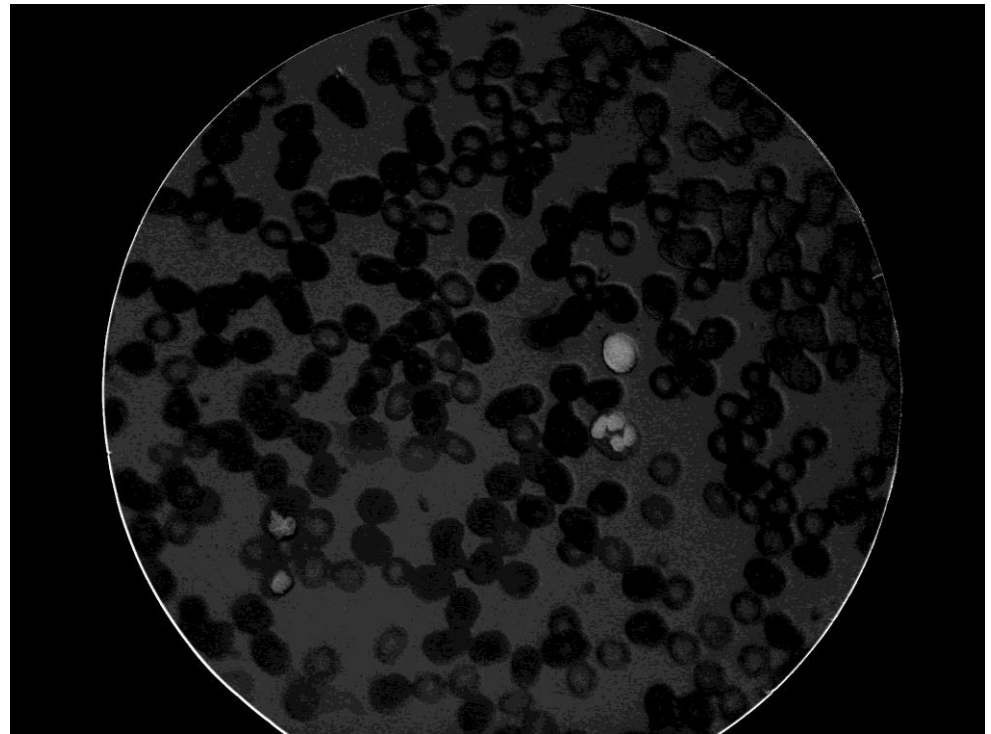
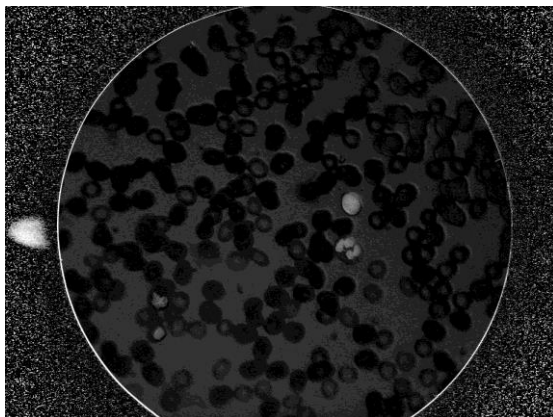


- Valor de limiar para separar em duas classes.
- Buscar maior componente

# Delimitação do campo: segmentação



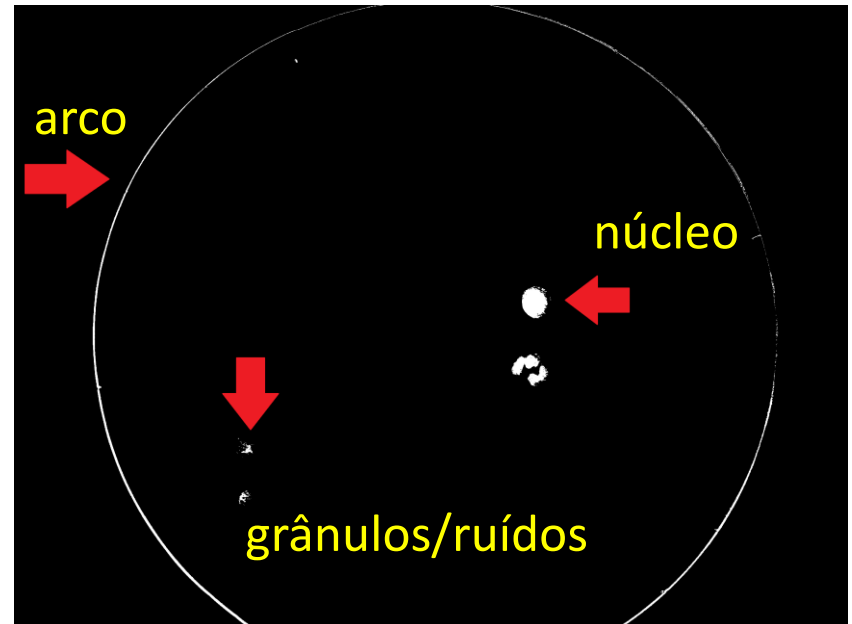
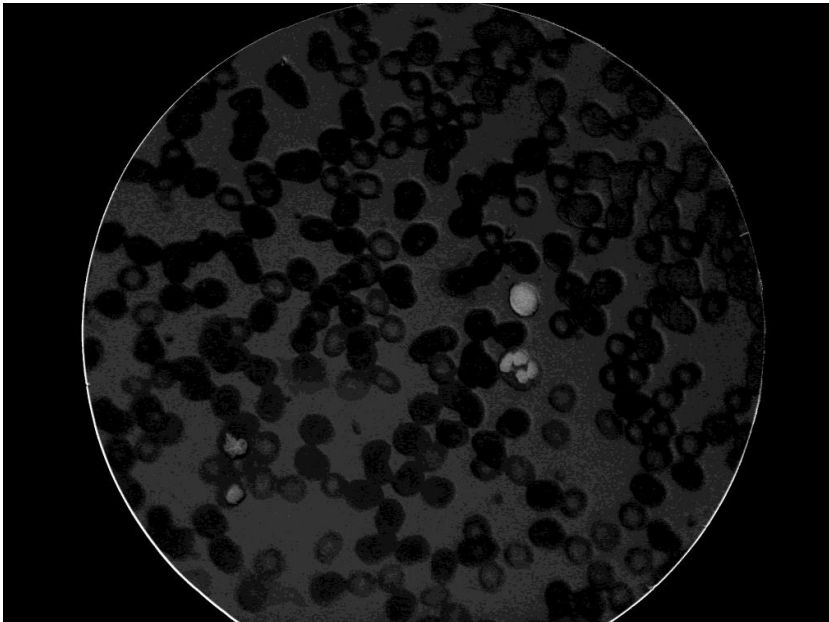
Subtração



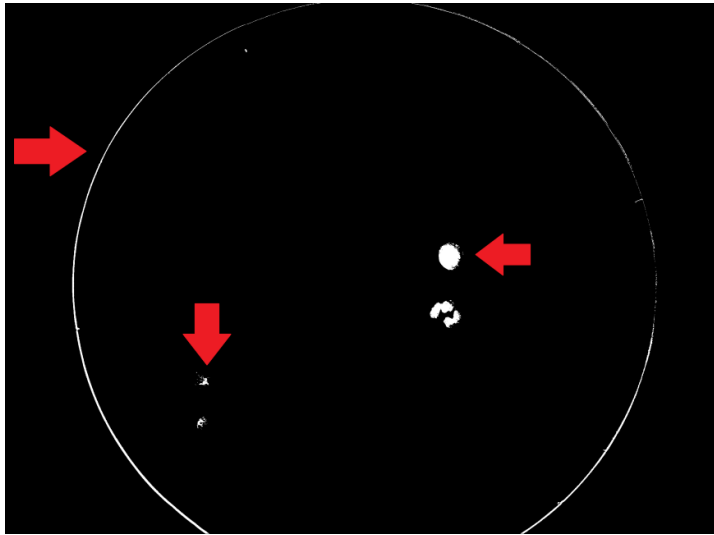
Delimitação da região do campo no canal S

# Descoberta de células: segmentação

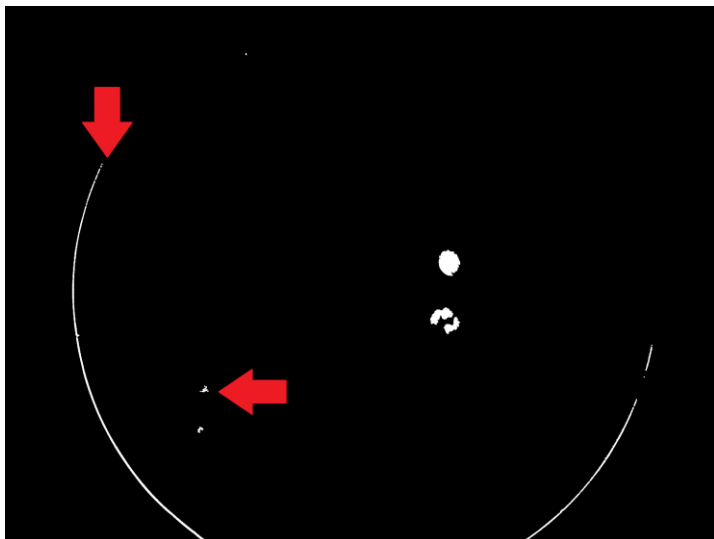
## Limiarização



# Descoberta de células: segmentação



Erosão

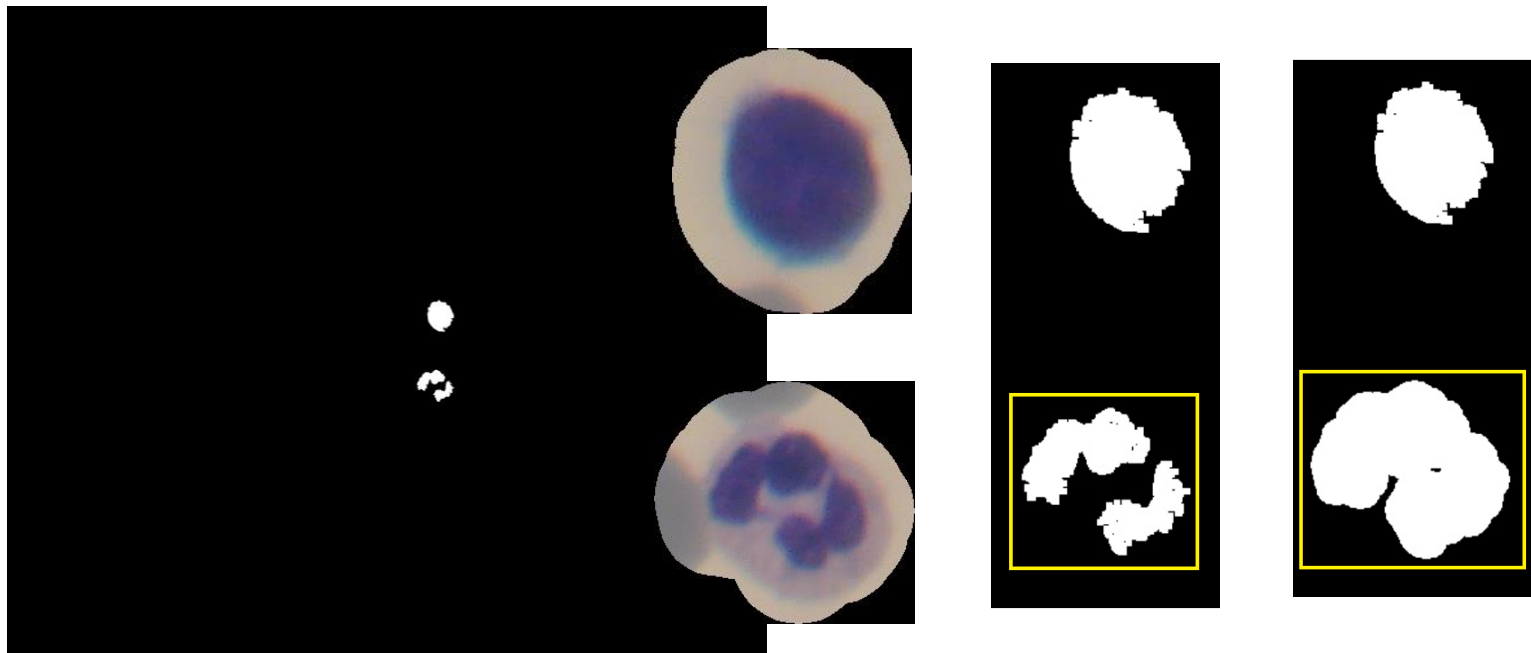


Validação geométrica



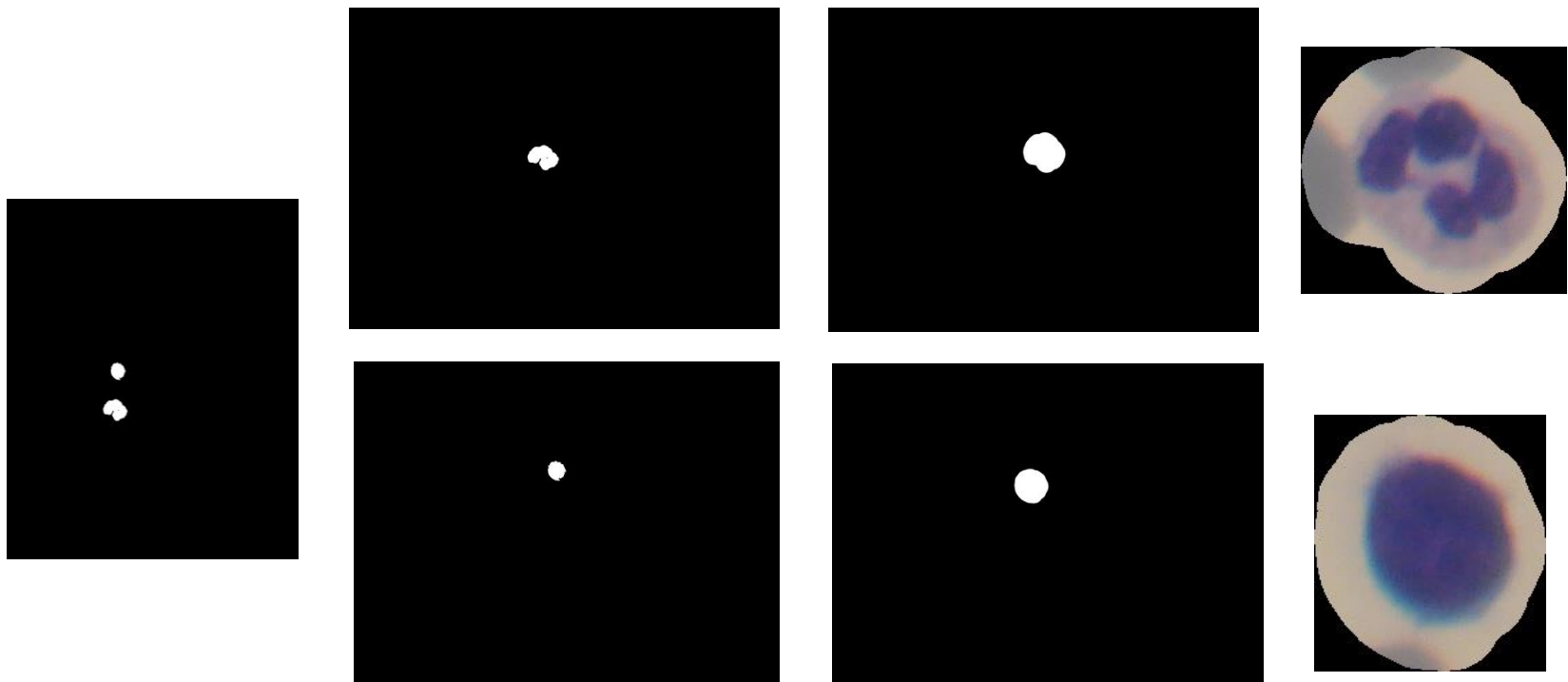
# Descoberta de células: segmentação

Crescimento de região isonômica



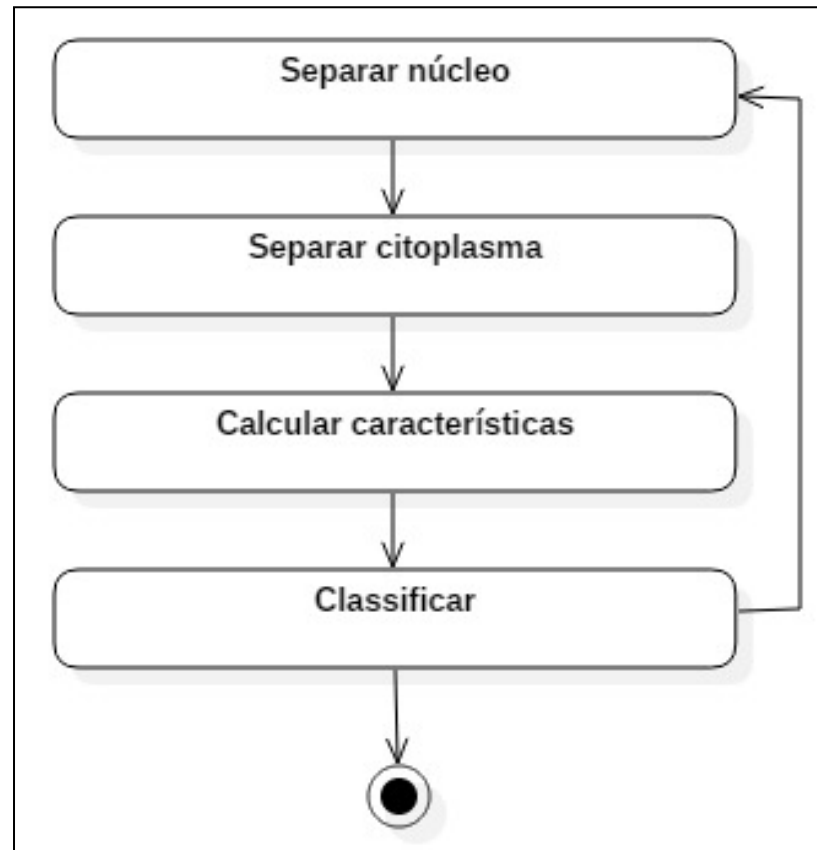
# Descoberta de células: segmentação

Criação da lista de células binárias.

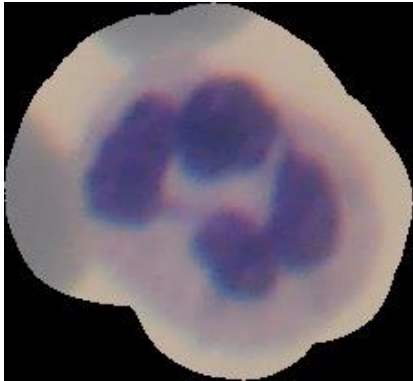


Crescimento de região uniforme.

# Fluxo do tratamento de células

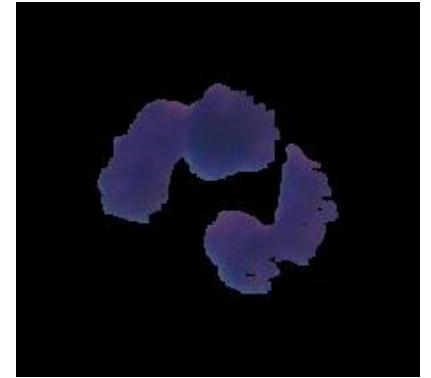


# Tratamento de células: extração do núcleo

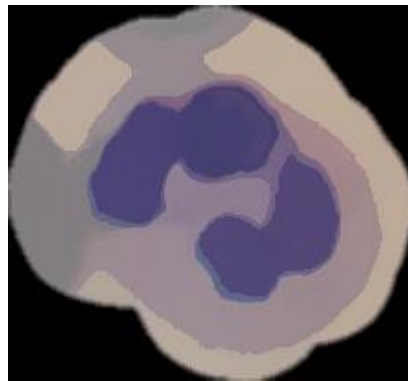


Célula isolada

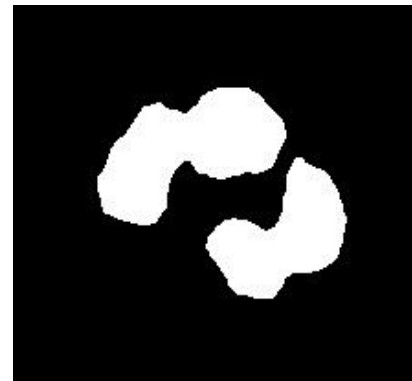
Resultado por limiarização



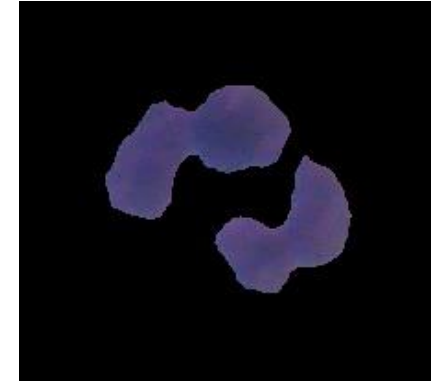
Resultado por clusterização



Clusterização



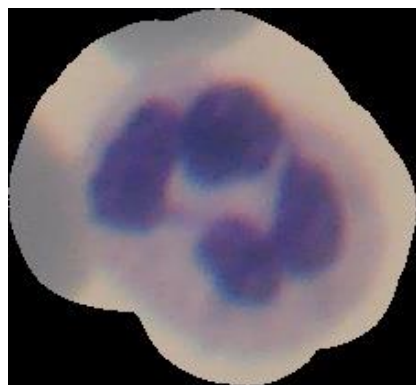
Limiarização



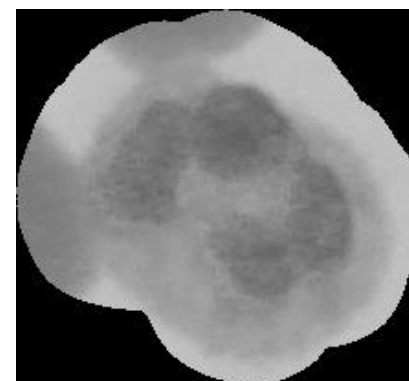
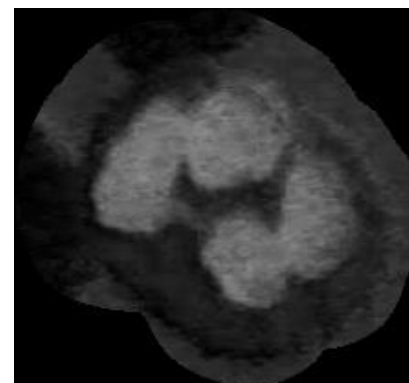
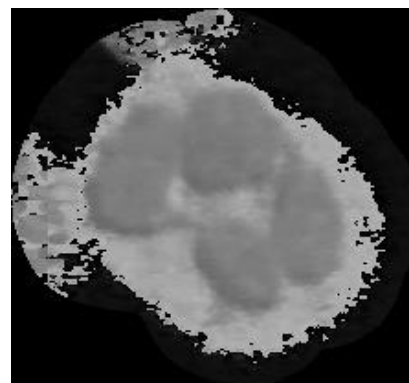
Núcleo



# Tratamento de células: extração do citoplasma



Canal HSV

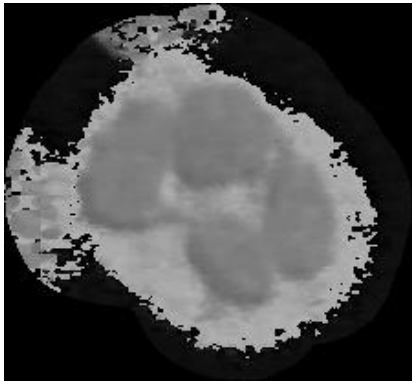


Lab, Luv, HLS, YCbcr, RGB, ...

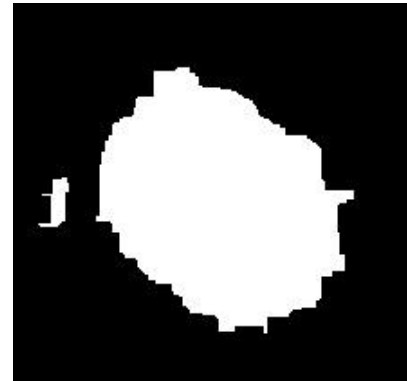
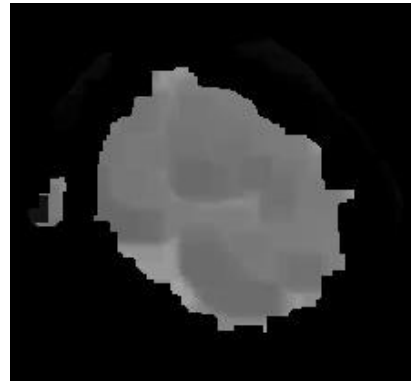
# Tratamento de células: extração do citoplasma

Operações Morfológicas

Reconstrução



Canal H



Seleção maior componente



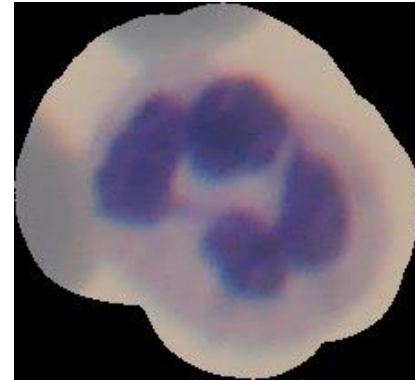
# Tratamento de células: extração do citoplasma



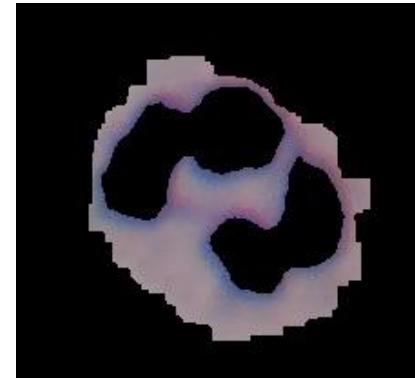
Subtração núcleo



Negação da máscara

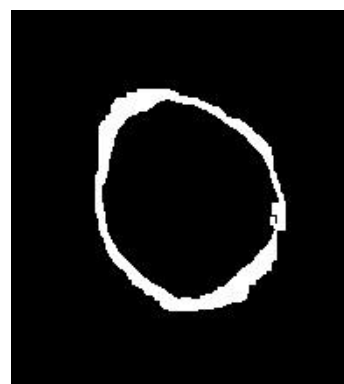
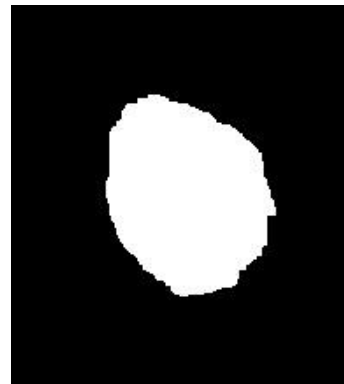
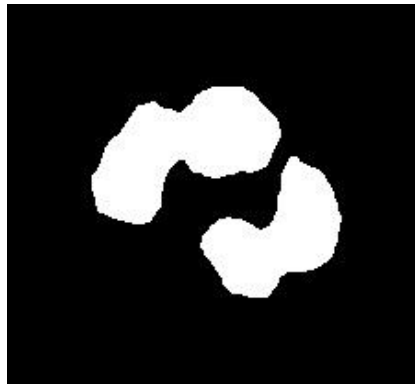


Subtração imagem  
origem



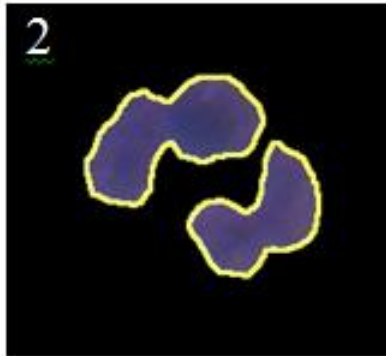
# Tratamento de células: calcular características

Características das partes da célula

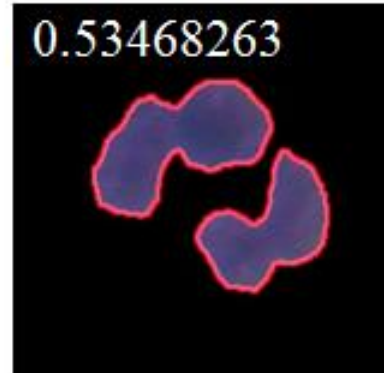


# Tratamento de células: calcular características

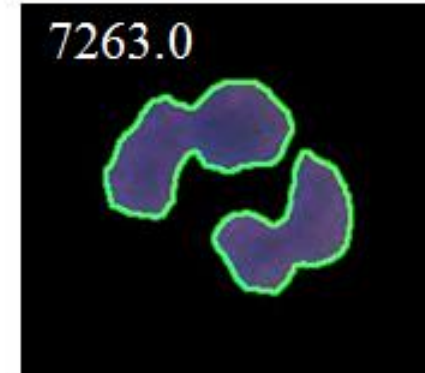
Qtd. Segmentos



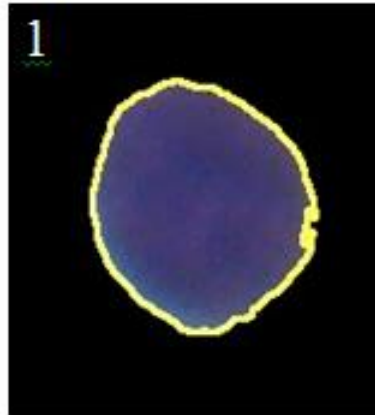
Circularidade



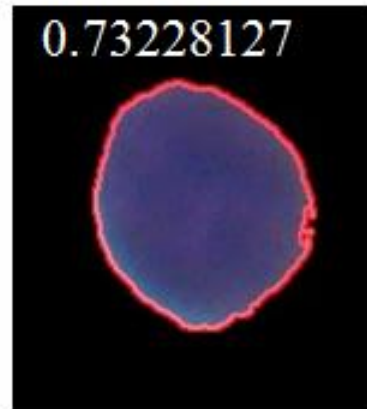
Tamanho área



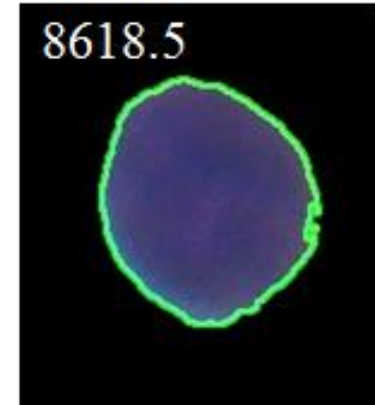
1



0.73228127

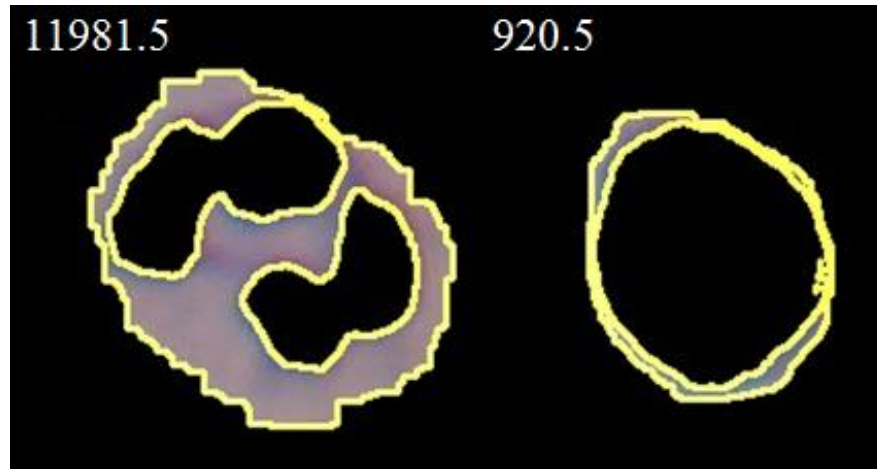


8618.5

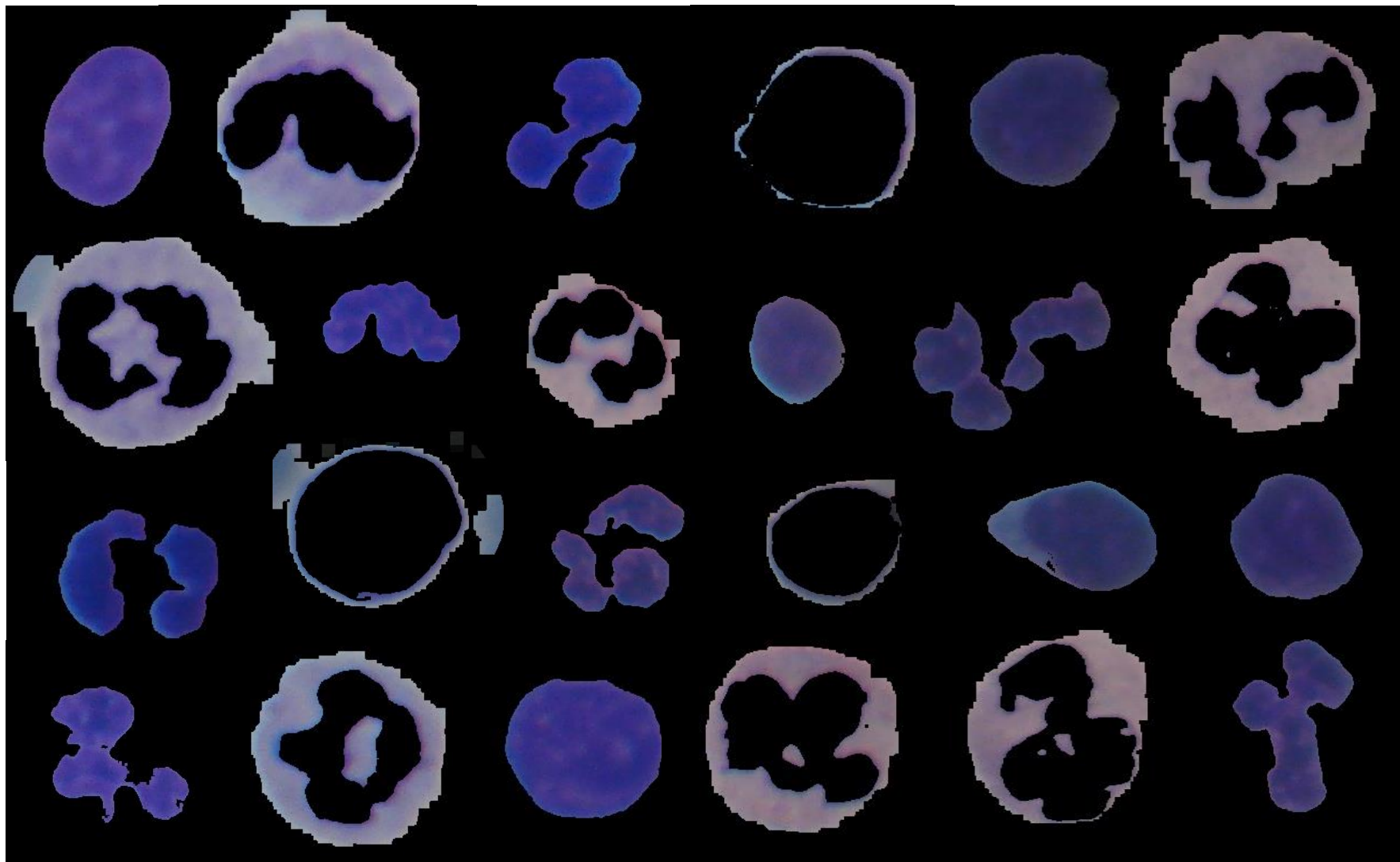


# Tratamento de células: calcular características

Tamanho área do citoplasma

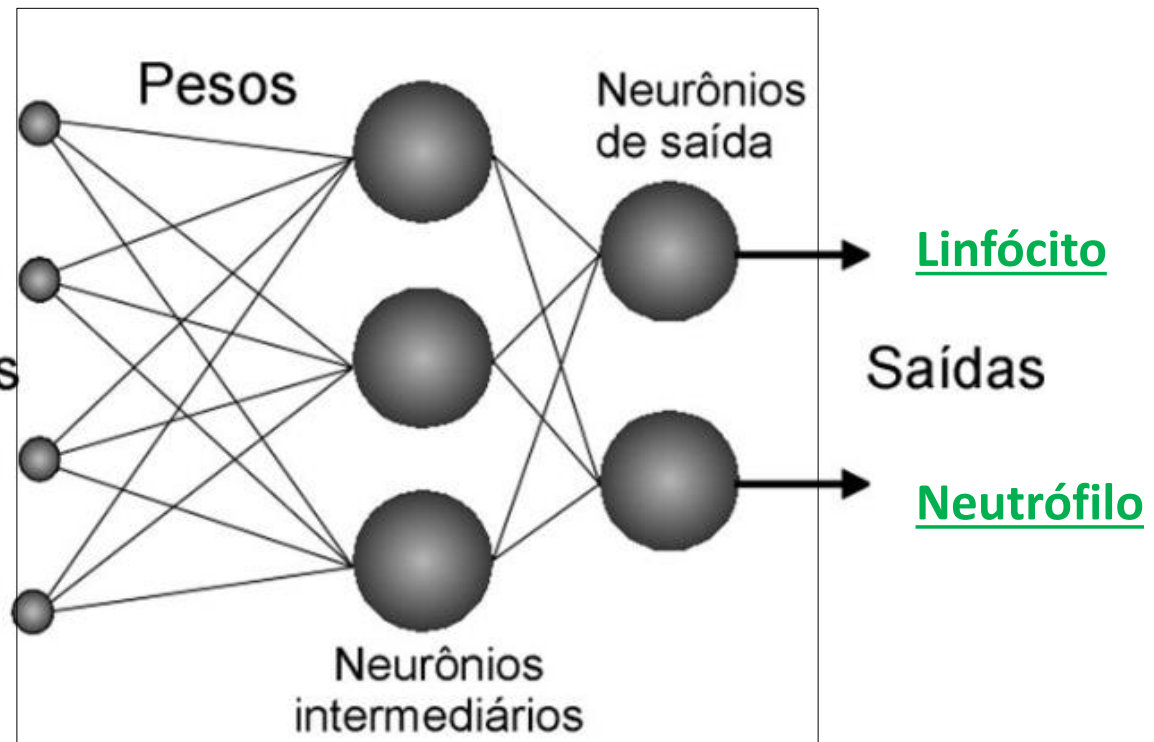
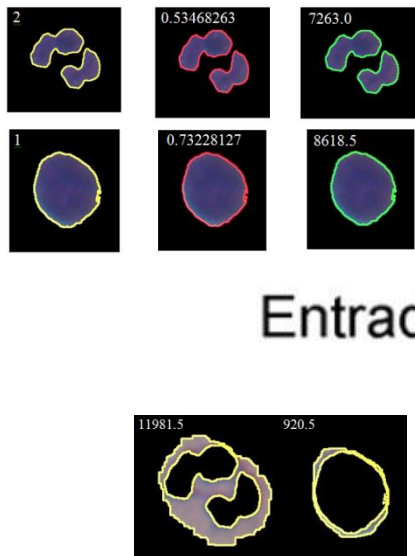


# Tratamento de células: classificação



# Tratamento de células: classificação

## RNA - Multilayer Perceptron





# Operacionalidade do protótipo

Informações Gerais

total células =3  
total linfócitos=2  
total neutrófilos=1

-----

Célula 0  
neutrophil  
N. Lóbulos=1  
N.  
Circularidade=0.47949803  
N. Área=9375.5  
C. Área=21183.0

-----

Célula 1  
limphocity  
N. Lóbulos=1  
N.  
Circularidade=0.86575943  
N. Área=8550.5  
C. Área=3756.0

-----

Célula 2  
limphocity  
N. Lóbulos=1  
N.  
Circularidade=0.7689933  
N. Área=11585.0  
C. Área=3763.5

Limiarização núcleo 140

Limiarização citoplasma 100

Salvar extração

Carregar Processar

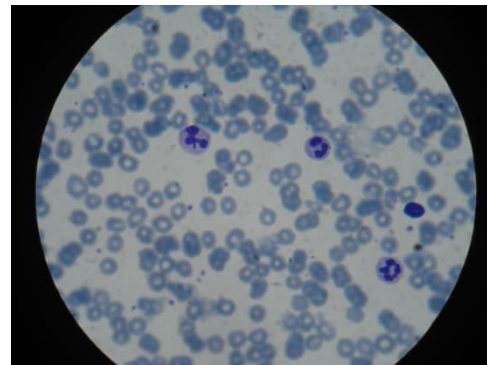
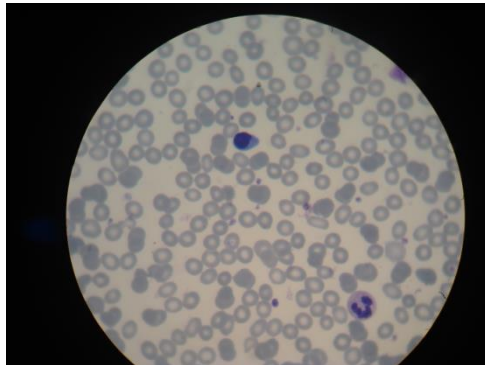
# Teste

- Montagem da base
- Experimento 1: Descoberta de células
- Experimento 2: Extração do núcleo
- Experimento 3: Extração do citoplasma
- Experimento 4: Classificação

# Montagem da base

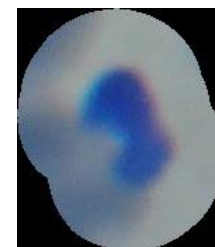
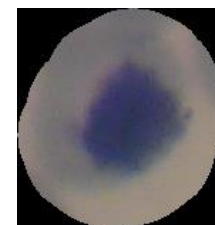
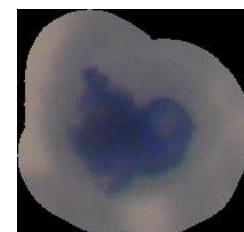
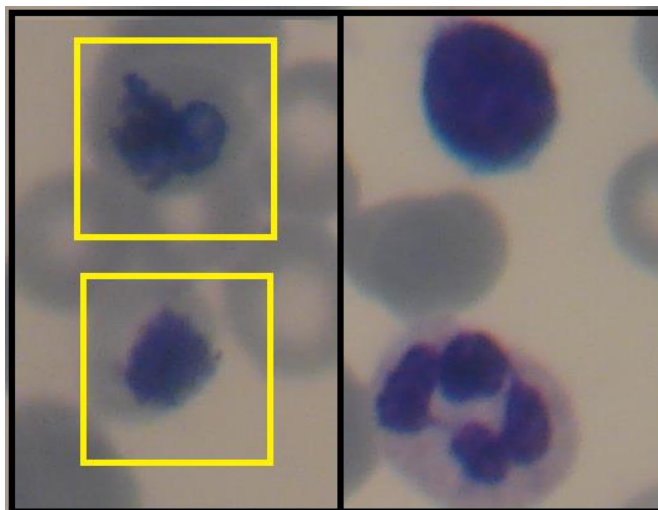
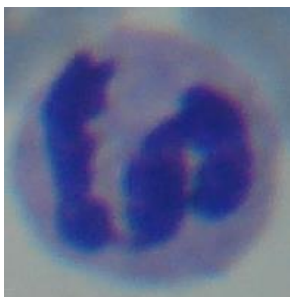
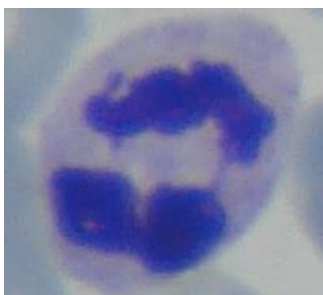
As imagens foram adquiridas em ambiente bem controlado, através de microscópio óptico por um profissional biomédico com uma câmera fotográfica normal.

Onde das 300 imagens capturadas, 200 foram descartadas por falta de foco, e destas 100 restante foram selecionadas 40 que apresentam o tipo deste trabalho, cujo contempla **89 células**.



# Experimento 1: Descoberta de células

Quantidade células reais	Quantidade células encontradas	Erros	Percentual consistência
89	94	5	94,7%

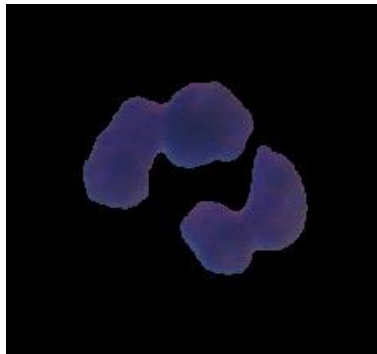


Dois neutrófilos duplicaram  
Três ruídos considerados neutrófilos

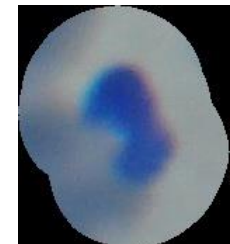
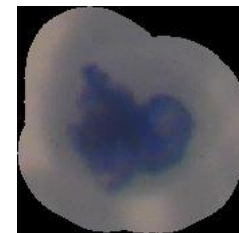
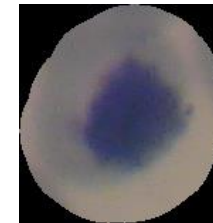
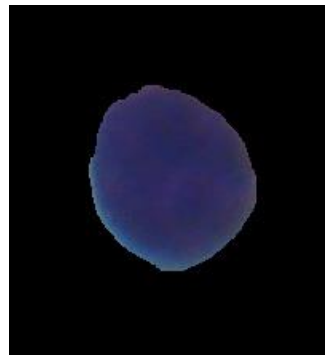
Células  
inconsistentes

# Experimento 2: Extração do núcleo

Quantidade células reais	Quantidade células encontradas	Erros	Percentual consistência
89	94	3	96,8%



Núcleos

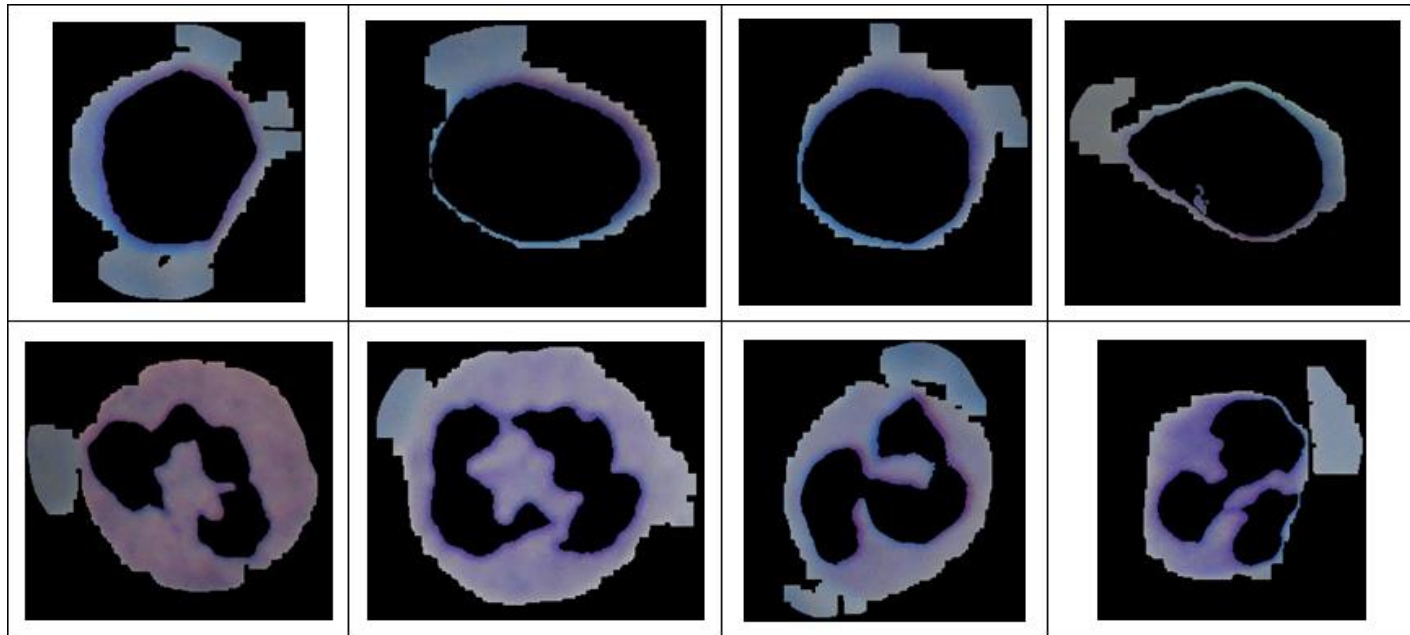


Núcleos/Células inconsistentes

# Experimento 3: Extração do citoplasma

Quantidade células reais	Quantidade células com ruído	Percentual inconsistente
89	23	20,47%

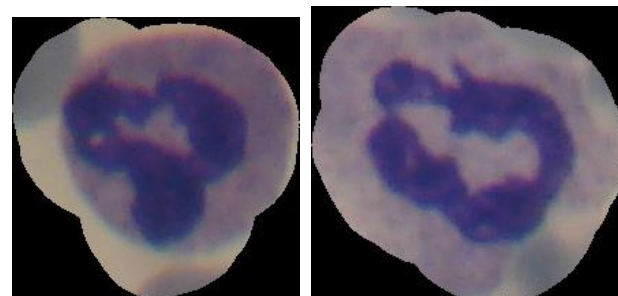
Citoplasmas inconsistentes



# Experimento 4: Classificação

## Linfócitos

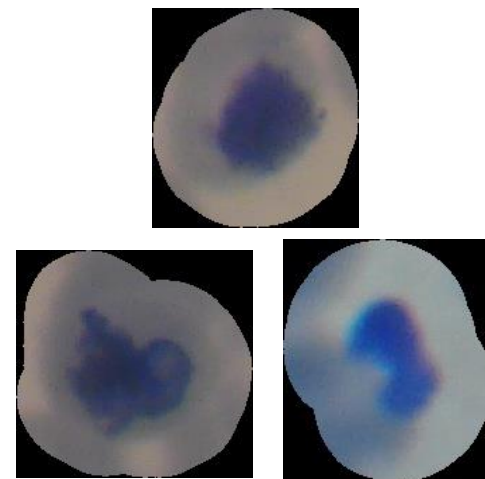
Quantidade real	Classificados	Acurácia
38	40	95%



Linfócitos inconsistentes

## Neutrófilos

Quantidade real	Classificados	Acurácia
51	54	94,4%



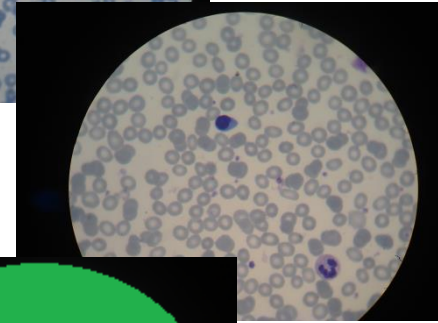
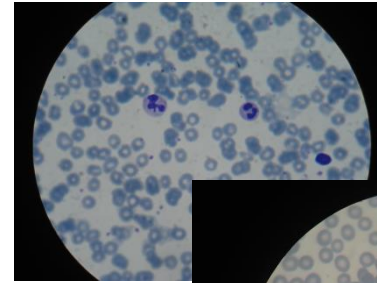
Neutrófilos inconsistentes

# Conclusões

- O primeiro objetivo que era realizar a segmentação das células teve uma série de desafios:
  - Delimitação da região do campo
  - União de lóbulos desconexos
  - Extração do núcleo: clusterização
  - Extração do citoplasma
- O segundo objetivo de extrair as características morfológicas da célula foi atendido com sucesso. Onde grau de circularidade, tamanho área e quantidade segmentos serviu de maneira adequada para distinguir células do restante da imagem.
- O terceiro e último objetivo, classificar às células, foi atendido. Contudo, o sucesso deste objetivo é intimamente ligado aos objetivos anteriores.



# Limitações



- A primeira limitação prevista pelo protótipo é a variação de equipamentos, lâmpadas, cores e tudo que vier impactar nas características de uma imagem.
- A base de dados da rede neural é um arquivo editável, embora seja possível alterar o *dataset*, o protótipo contempla apenas os tipos: linfócito e neutrófilo e, atende somente aos quatro atributos pré-definidos: quantidade lóbulos, média de circularidade dos núcleos, tamanho do núcleo e tamanho do citoplasma.

# Extensões

- Classificar tipos: basófilo, eosinófilo e monócito
- Transformar em uma aplicação para dispositivo móvel
- Transformar em uma aplicação *realtime*
- Transformar em uma aplicação de realidade aumentada
- Melhorar extração do citoplasma
- Melhorar a união lóbulos separados
- Avaliar imagens adquiridas de outros equipamentos
- Automatizar a definição dos limiares
- Avaliar imagens sem corante de realce

Demonstração

Obrigado!