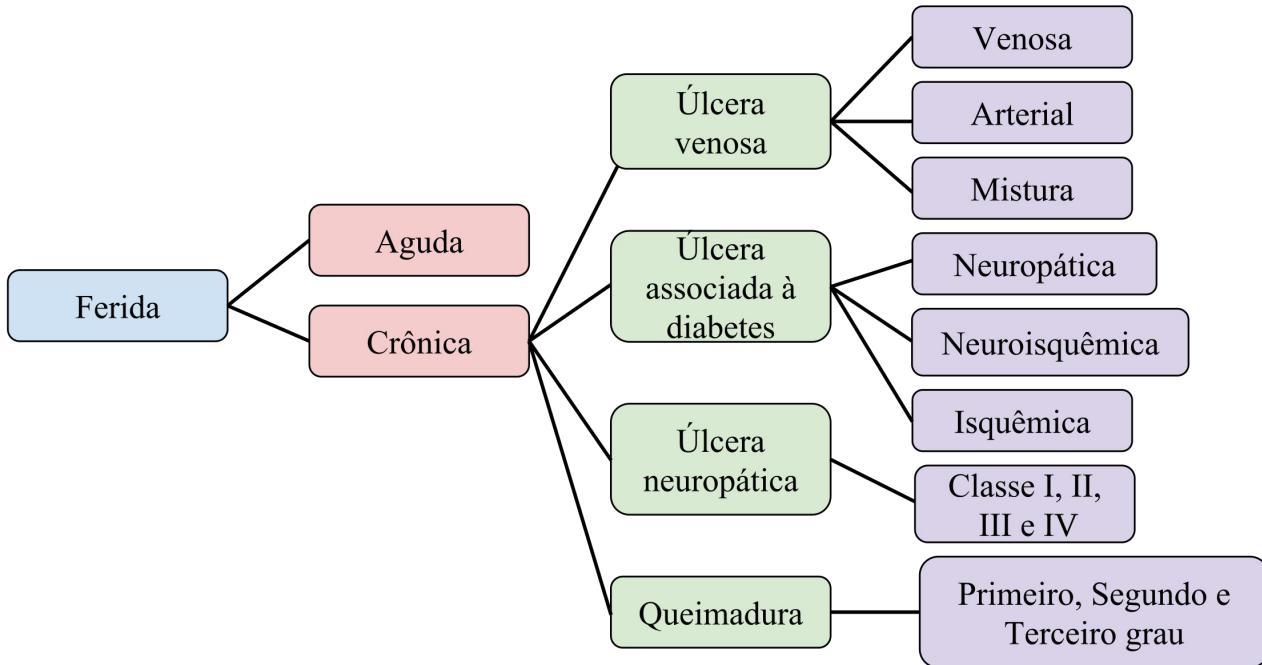


Combinando abordagens supervisionadas e não supervisionadas para segmentação de imagens de úlceras em membros inferiores

Wellington Silva
Orientador: Dr. Prof. Marcos Bêdo
Coorientador: Dr. Prof. Rodrigo Erthal



Introdução





Motivação

- **Fotografias de úlceras no membro inferior**

- Apoiar a análise dos dermatologistas
- Caracterização de tecidos
- Processo não intrusivo
- Gravação de imagens baseada em smartphone
- Gerenciamento de fotos digitais





Objetivo

Objetivo principal:

Projetando uma abordagem de agrupamento por divisão e conquista para análise de ferida

Desafios de Processamento



Remoção de fundo

Cores de pele diversificadas

"Fronteiras" da ferida

Tecido saudável

Grupos Potenciais



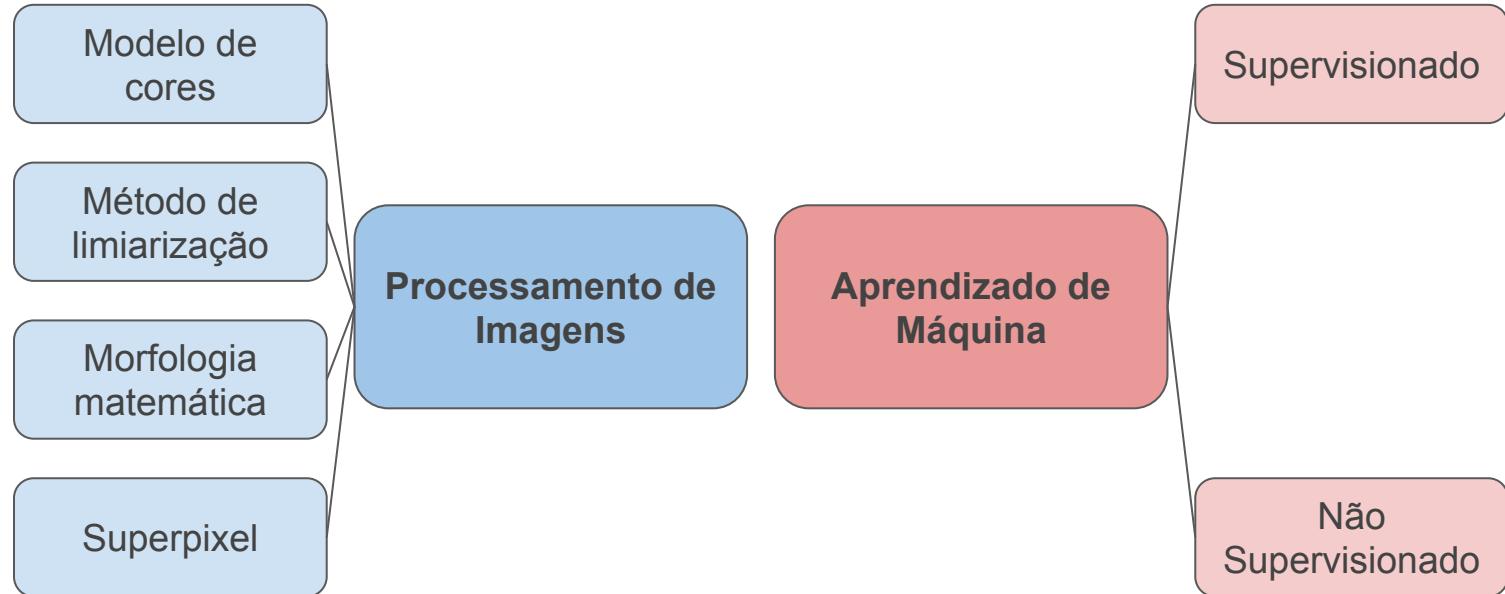
Mistura de tecidos feridos

Tecido fronteiriço

Reepitelização

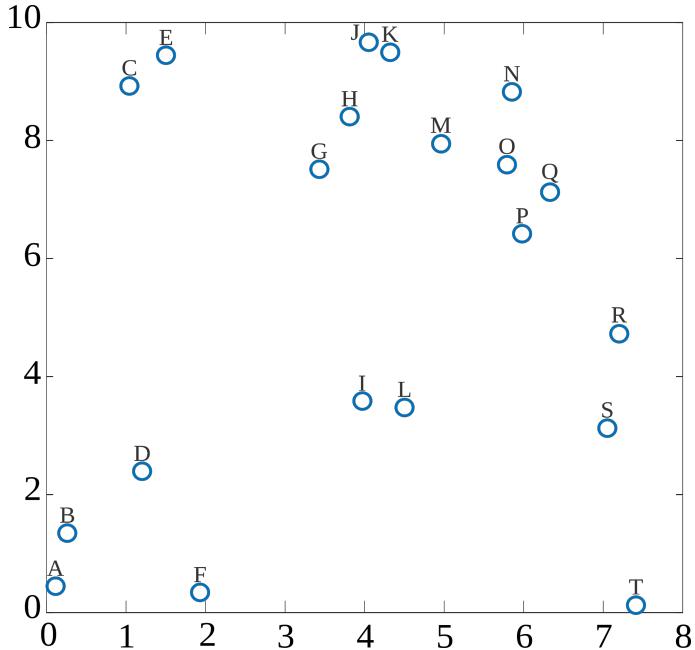


Conceitos relacionados





Método: DBSCAN

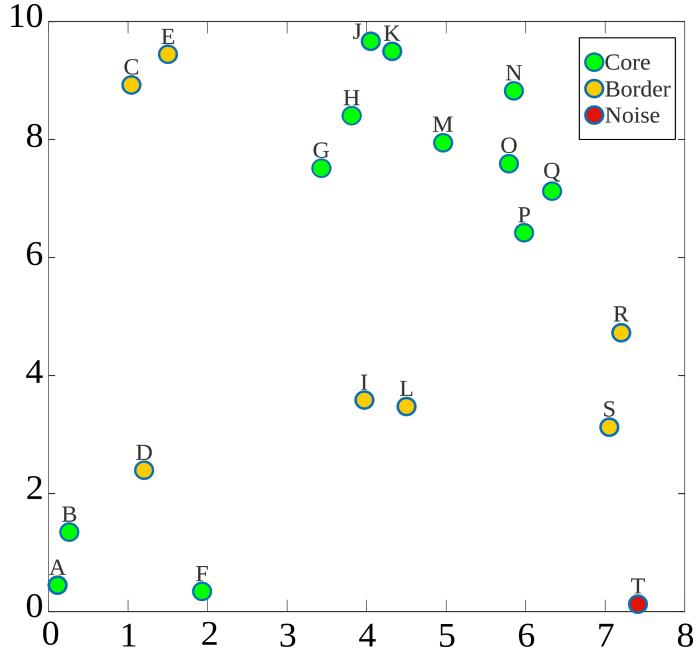


Distância máxima = 2

Número de vizinhos = 2

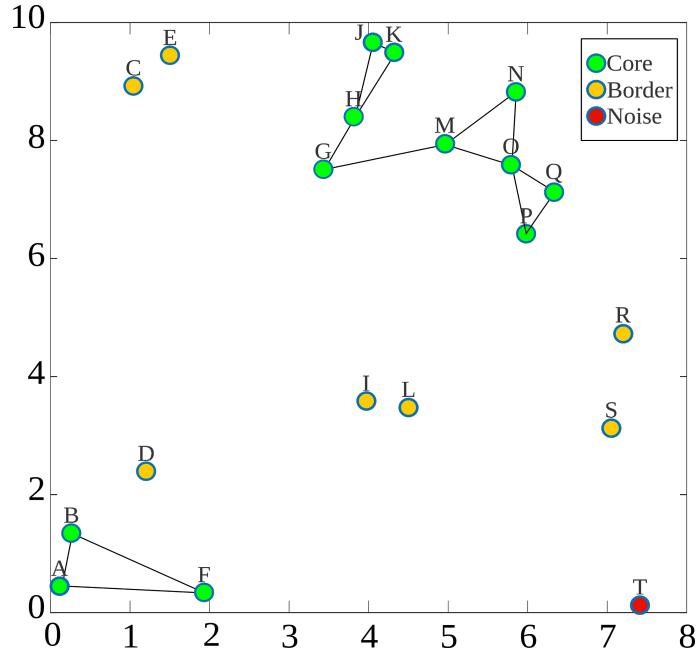


Método: DBSCAN



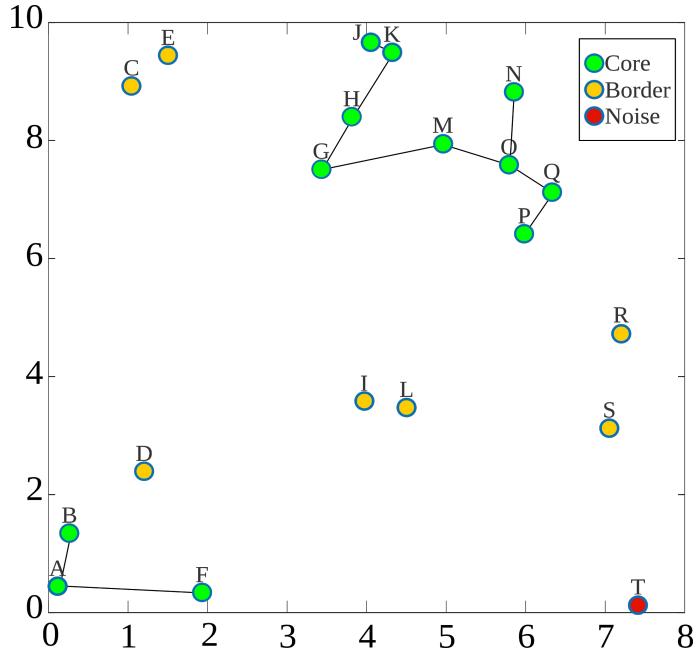


Método: DBSCAN



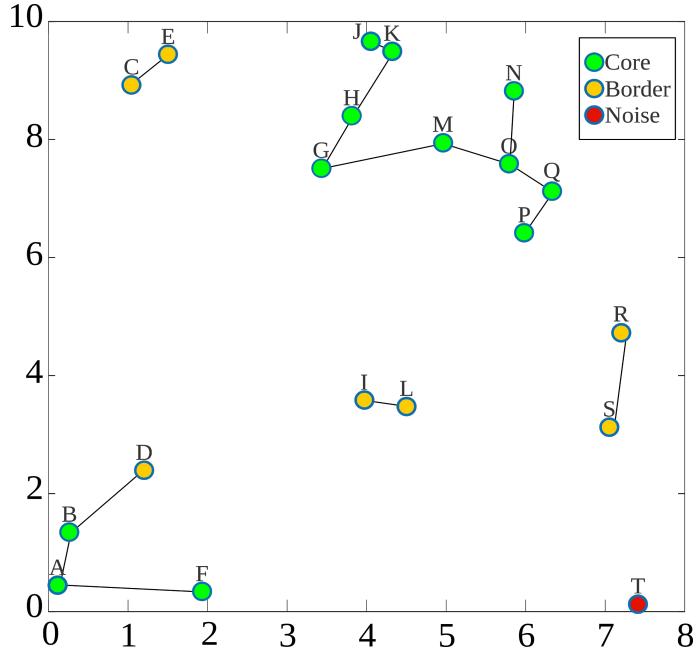


Método: DBSCAN



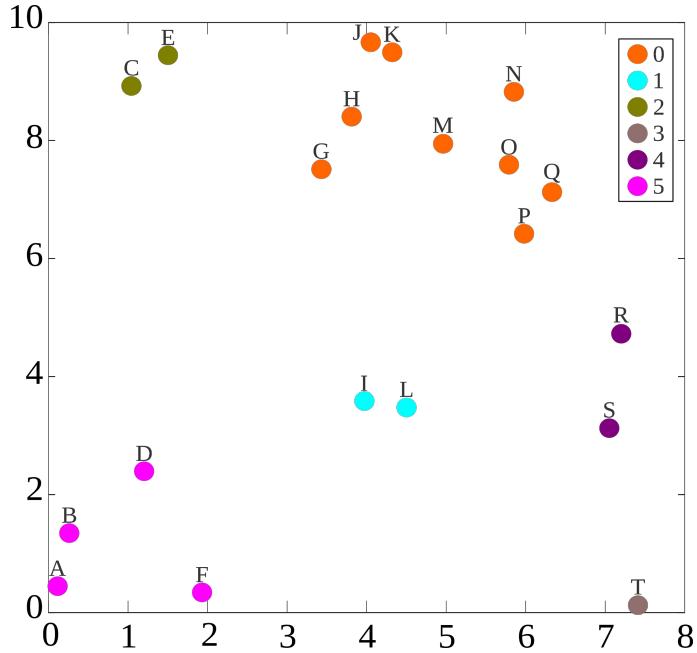


Método: DBSCAN





Método: DBSCAN





Dataset - ULCER_SET

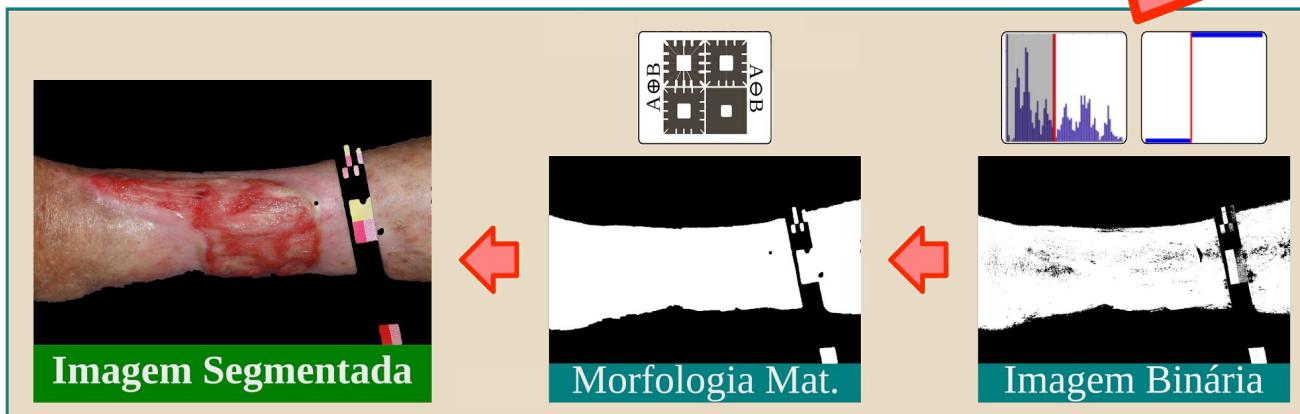
- Curadoria de Pereira et al. (2013)
 - **217 fotografias** de úlceras venosas e arteriais em membros inferiores
 - Pacientes independentes com diferentes cores de pele, idade e tratamentos
 - Lençóis azuis e brancos foram usados para enfatizar o contraste
 - Fotos foram tiradas com a mesma câmera, ângulo e distância.





Proposta Ad-hoc

Introdução
Conceitos
Métodos
Resultados
Conclusão

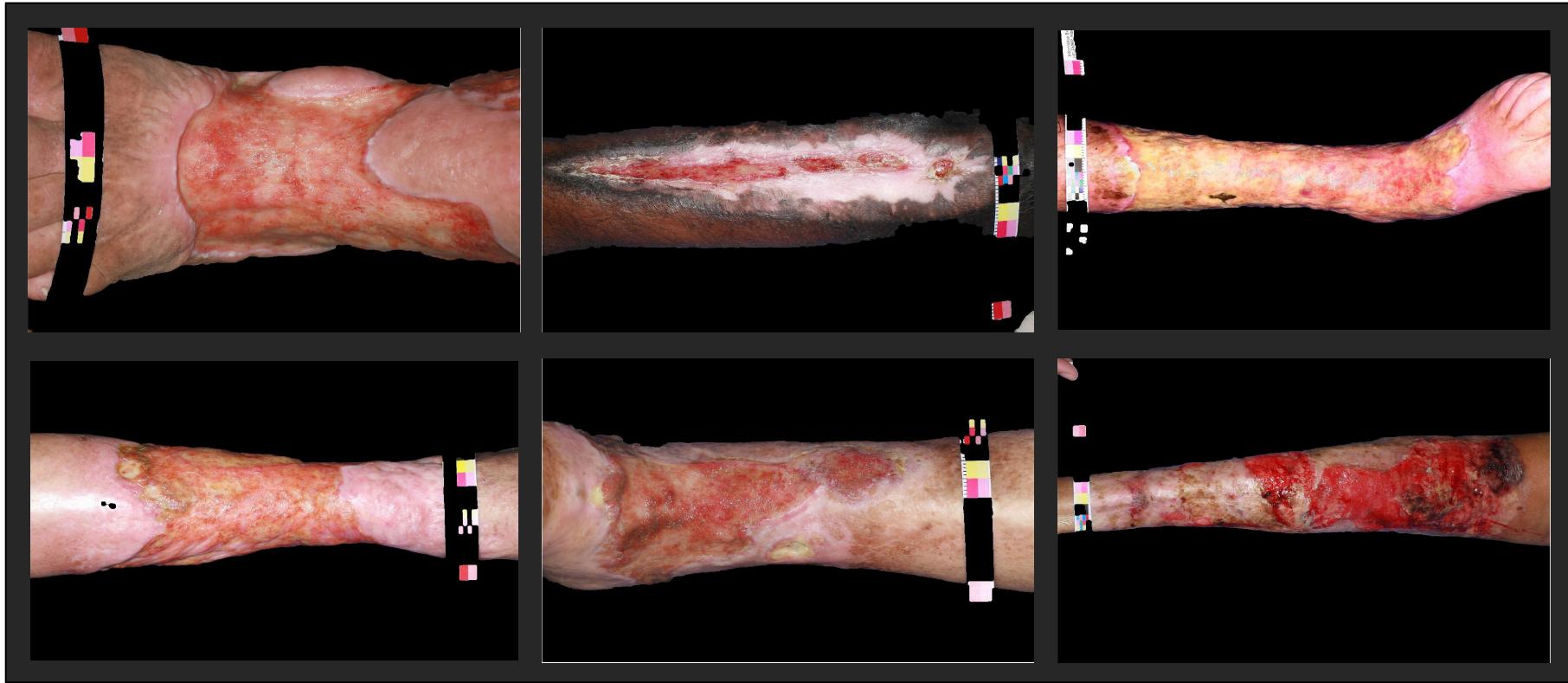




ANOTi
Research Group

Resultado: Ad-hoc

Introdução
Conceitos
Métodos
Resultados
Conclusão



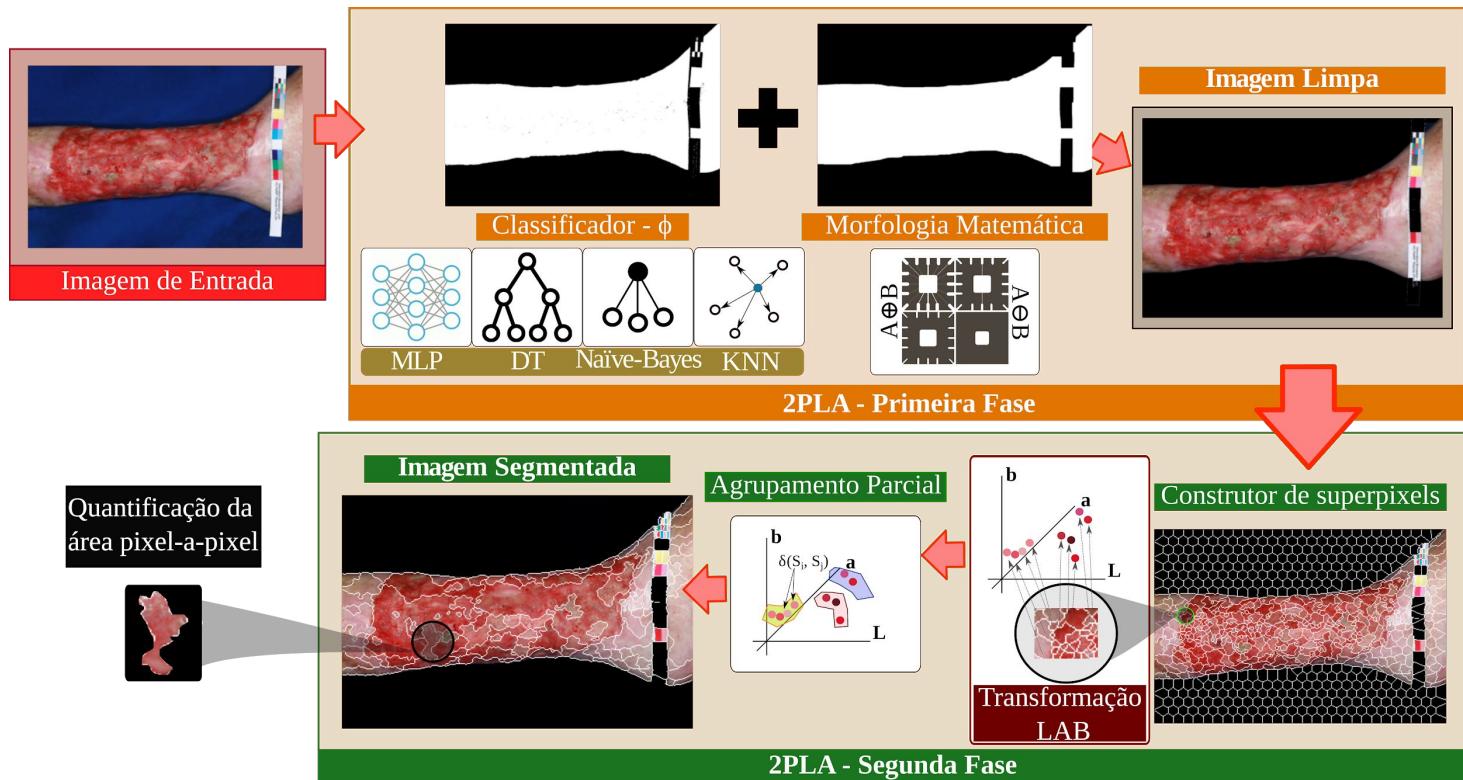
Combinando abordagens supervisionadas e não supervisionadas para segmentação de imagens de úlceras em membros inferiores



ANOTi
Research Group

2PLA - Two-Phase Learning Approach

Introdução
Conceitos
Métodos
Resultados
Conclusão



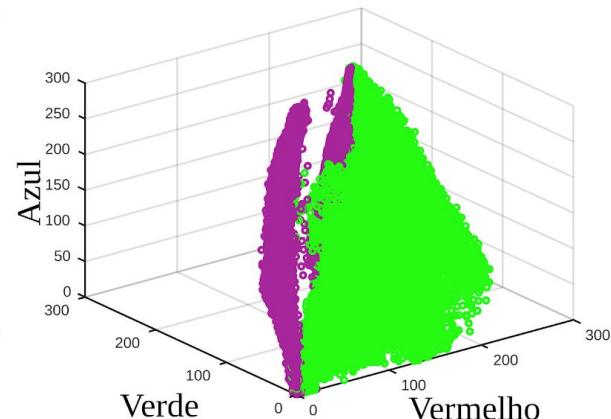
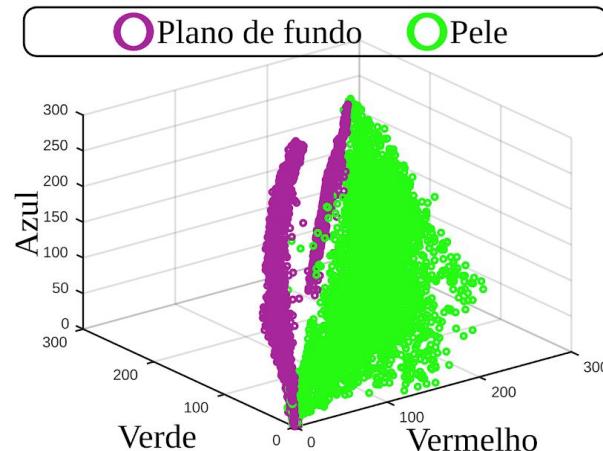
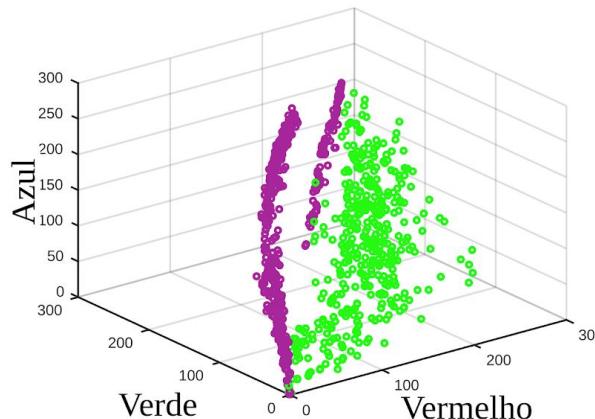


2PLA - 1ª Fase de parametrização

- Pedimos a especialistas que fornecessem uma segmentação manual de 40 imagens representativas do ULCER_SET
- **Resultado:**
 - Milhões de pixels rotulados como “plano de fundo” ou “pele”
 - Os pixels da pele formam bordas, granulação, fibrina e áreas de necrose
- **Conjunto de treinamento:**
 - Amostragem estratificada de pixels rotulados no espaço de cores RGB
 - Tamanho variados: 1.10^1 , 1.10^2 , 1.10^3 , 1.10^4 , e 1.10^5
 - Alimentado por validação cruzada de 10 porções



2PLA - 1^a Fase de parametrização



Amostragem 1.10^3

Amostragem 1.10^4

Amostragem 1.10^5



2PLA - 1^a Fase de parametrização

- Encontrando o classificador mais adequado
 - Tamanho do conjunto de treinamento: $1 \cdot 10^1$, $1 \cdot 10^2$, $1 \cdot 10^3$, $1 \cdot 10^4$, e $1 \cdot 10^5$
 - Média *Coeficiente de Cohen–Kappa*

Classificador	Tamanho da Amostra					$\bar{\mu}$	μ
	$1 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^5$		
Naïve-Bayes	0,156	0,710	0,793	0,797	0,805	0,804	0,652
Bayes-Net	0,038	0,423	0,639	0,722	0,743	0,739	0,513
kNN	0,675	0,874	0,967	0,967	0,971	0,970	0,890
MLP-LM	0,697	0,895	0,953	0,967	0,972	0,971	0,896
MLP-RPROP	0,423	0,829	0,929	0,958	0,968	0,967	0,821
DecisionTree	0,493	0,790	0,922	0,967	0,970	0,969	0,828
RandomForest	0,350	0,854	0,947	0,967	0,972	0,971	0,818
<i>Otsu</i>	0,000	0,000	0,027	0,038	0,037	0,038	0,020

Média Ponderada

Média Simples

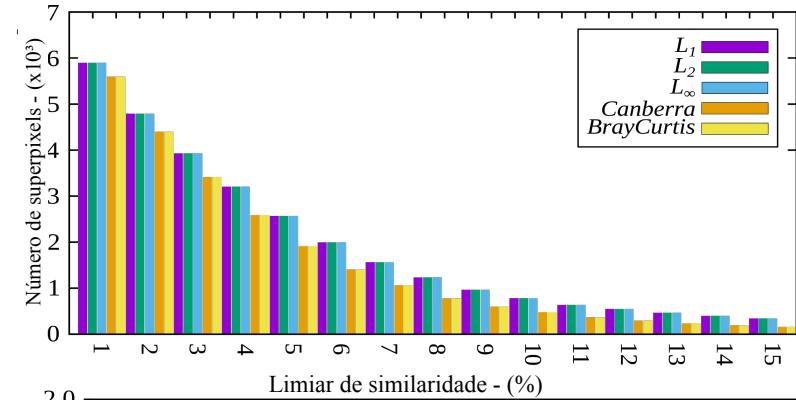


2PLA - 2^a Fase de parametrização

- **Superpixels de imagens ULCER_SET**
 - Definido como 550 para ULCER_SET, conforme indicado por Chino et al. (2018)
 - *ICARUS: Retrieving Skin Ulcer Images through Bag-of-Signatures. In: CBMS, pp. 82-87*
- **Extrator de características**
 - Valor médio de superpixel no espaço de cores LAB (3 dimensões)
- **Método de Agrupamento: DBSCAN**
 - Funções de distância:
 - L_1 , L_2 , L_∞ , Canberra, e BrayCurtis
 - Limiar de semelhança ξ :
 - porcentagem variável de similaridade máxima do LAB variando de 0,5% a 15%

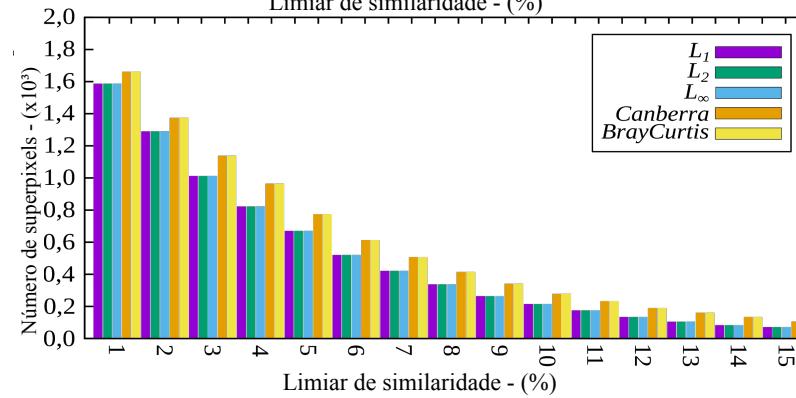


2PLA - 2^a Fase de parametrização



40 imagens

- Canberra e BrayCurtis apresentaram uma maior variação em relação ao número de clusters
- Funções L_1 , L_2 , e L_∞ são mais estáveis
- Na média, Função L_1 produziu menos clusters

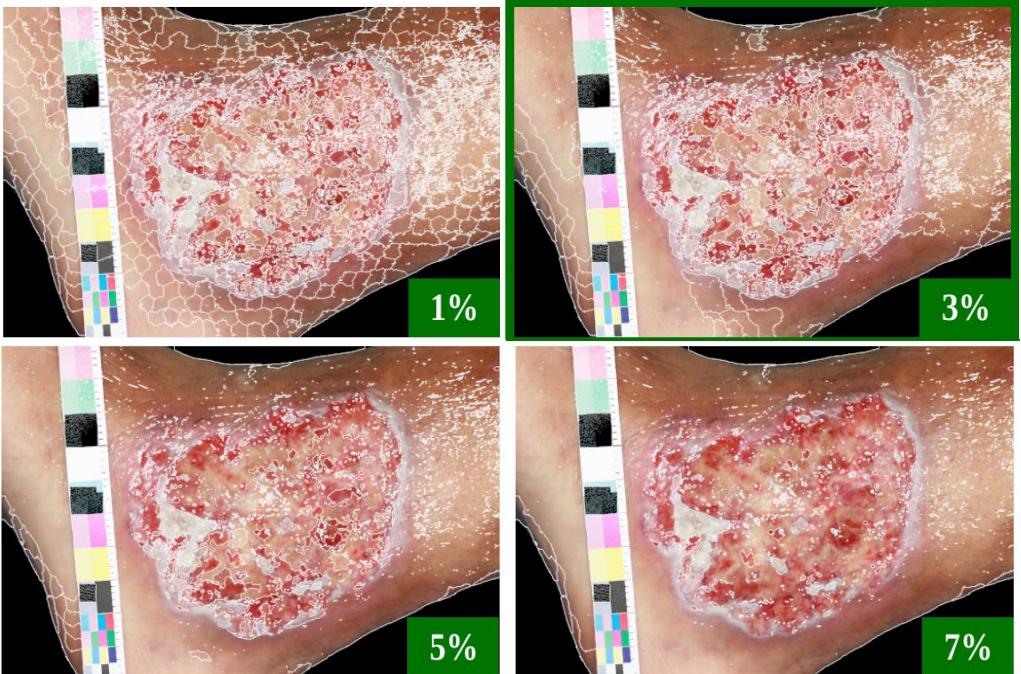




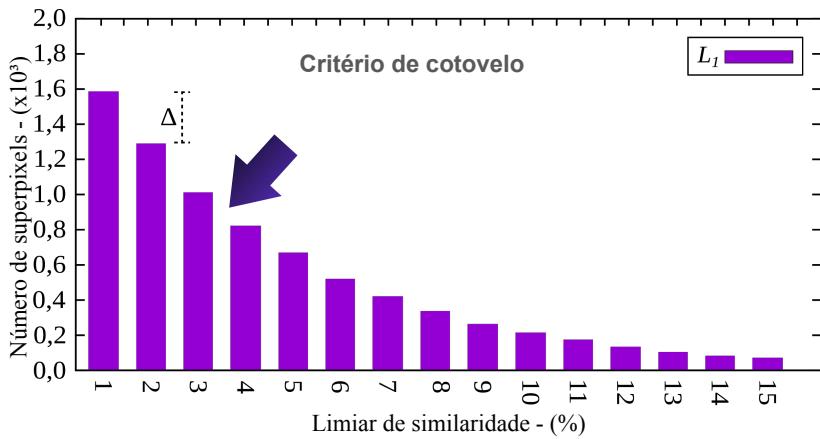
ANOTi
Research Group

Introdução
Conceitos
Métodos
Resultados
Conclusão

2PLA - 2^a Fase de parametrização



40 imagens



- Ponto de corte determinado pela primeira das duas barras consecutivas cuja relação de diferença não excede um limiar Δ
- Limiar Δ variando de 5% para 20%
- O corte mais frequente foi $\xi = 3\%$



ANOTi
Research Group

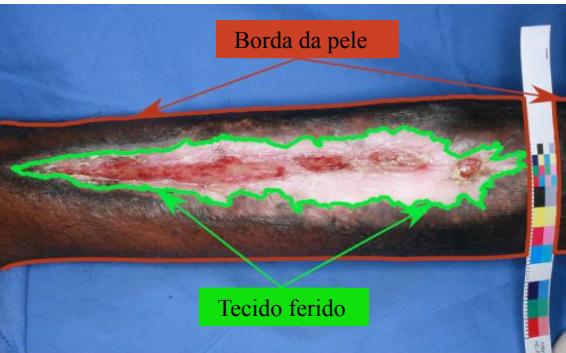
Resultado: 2PLA

Introdução
Conceitos
Métodos
Resultados
Conclusão



Resultado

- 04 novas imagens do ULCER_SET
 - São marcadas manualmente por especialistas
- 2PLA Configuração
 - Classificador MLP-LM + 550 Superpixels + Função de distância L_1 + Limiar 3%
- Erro Absoluto Médio (MAE)
 - Pixel-a-pixel correspondência de manual vs. Segmentação do 2PLA



MAE = 0,05; Variância = 0,01



Conclusão

- ❑ Auxiliar o diagnóstico de úlcera
- ❑ Abordagem que ressalta as áreas:
 - ❑ Adjacente à lesão
 - ❑ Tecido saudável
- ❑ Redução do custo computacional
- ❑ Descarte de dados irrelevantes



ANOTi
Research Group

Prêmios

Introdução
Conceitos
Métodos
Resultados
Conclusão

[Convite para re-apresentação na SNCT INFES] - Implementação de extratores de característica para imagens de úlcera venosa. In: 1 a Etapa da V Semana de Desenvolvimento Acadêmico. Niterói: Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis, 2017.



[Menção Honrosa - Finalist Paper] - A Two-Phase Learning Approach for the Segmentation of Dermatological Wound. In: Proceedings of 32nd International Symposium on Computer-Based Medical Systems. Cordoba/ESP: IEEE, 2019.





Trabalho Futuro

- Comparar amostras de tecidos
- Construir um aplicativo para hospedar o sistema 2PLA
- Processamento das imagens feito em nuvem
- Realizar consulta ao banco de dados
- Sugerir tratamento baseados em diagnósticos similares



ANOTi
Research Group

Obrigado

Combinando abordagens supervisionadas e não supervisionadas para segmentação de imagens de úlceras em membros inferiores

Wellington Silva
Orientador: Dr. Prof. Marcos Bêdo
Coorientador: Dr. Prof. Rodrigo Erthal