



PUC Minas

Tópicos em Engenharia de Software - 2025/1



Segmentação de doenças

em plantas utilizando

U-Net

Grupo:

Gabrielle Lira Dantas Wanderley
Henrique Santana Diniz
Joaquim de Moura Thomaz Neto
Maria Eduarda Chrispim Santana
Saulo Pereira Vasconcelos

Professor:

Leonardo Vilela Cardoso






Sumário

Pontos a discutir:

- Descrição do problema
- Solução
- Resultados
- Conclusão
- Referências bibliográficas



Introdução



Arquitetura U-Net

- 🌿 Foi proposta com foco na segmentação de imagens biomédica
- 🌿 Sua estrutura é caracterizada por um formato em "U", com dois caminhos principais:
 - Um caminho de contração, que captura o contexto geral da imagem.
 - Um caminho de expansão, que permite a localização precisa das informações.
- 🌿 As duas partes são conectadas por skip connections
- 🌿 Essa arquitetura se destacou por sua alta precisão, tornando-se referência em tarefas que exigem segmentação pixel a pixel com riqueza de detalhes.

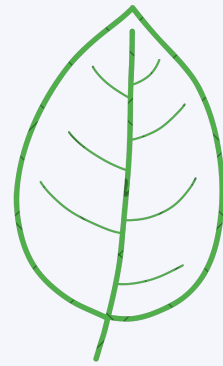
Uso da U-Net na Agricultura

- 🌿 A U-Net também pode ser aplicada na identificação de doenças em plantas, especialmente em folhas.
- 🌿 As doenças geralmente se manifestam por padrões visuais específicos, como:
 - Manchas,
 - Descoloração,
 - Alterações na textura.
- 🌿 A segmentação realizada pela U-Net permite reconhecer não só se a folha está doente, mas também exatamente quais partes dela estão afetadas.

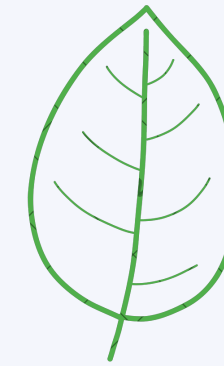


Figura 1. Folha com doença

Proposta



Este projeto propõe a utilização da U-Net para analisar imagens de folhas e identificar visualmente regiões afetadas por doenças.




O objetivo é desenvolver uma abordagem automatizada que forneça diagnósticos precisos, ajudando na prevenção e controle da disseminação de doenças nas plantas



Metodologia

1. Preparação dos dados

 Conjunto de imagens simuladas inspirado no dataset PlantVillage

 Organização em duas pastas

- Imagens RGB (folhas saudáveis ou doentes)
- Máscaras binárias (255 para área doente, 0 para saudável)

 Redimensionamento de todas as imagens para 256×256 px

2. Pré-processamento e Dataset

Pré-processamento

RGB normalizadas
para $[-1, 1]$

Máscaras convertidas
para escala de cinza e
binarizadas (limiar = 0.5)

Uso do DataLoader com

Batches de tamanho 4

Embaralhamento a
cada época

Facilita generalização
no treinamento

Criação da classe personalizada LeafDiseaseDataset
(PyTorch)

Associa imagens às máscaras

3. Avaliação de arquiteturas

U-Net

- 🌿 Skip connections que conectam encoder e decoder
- 🌿 Efetiva para detectar regiões pequenas e com bordas definidas
- 🌿 Recupera detalhes perdidos na codificação

Autoencoder

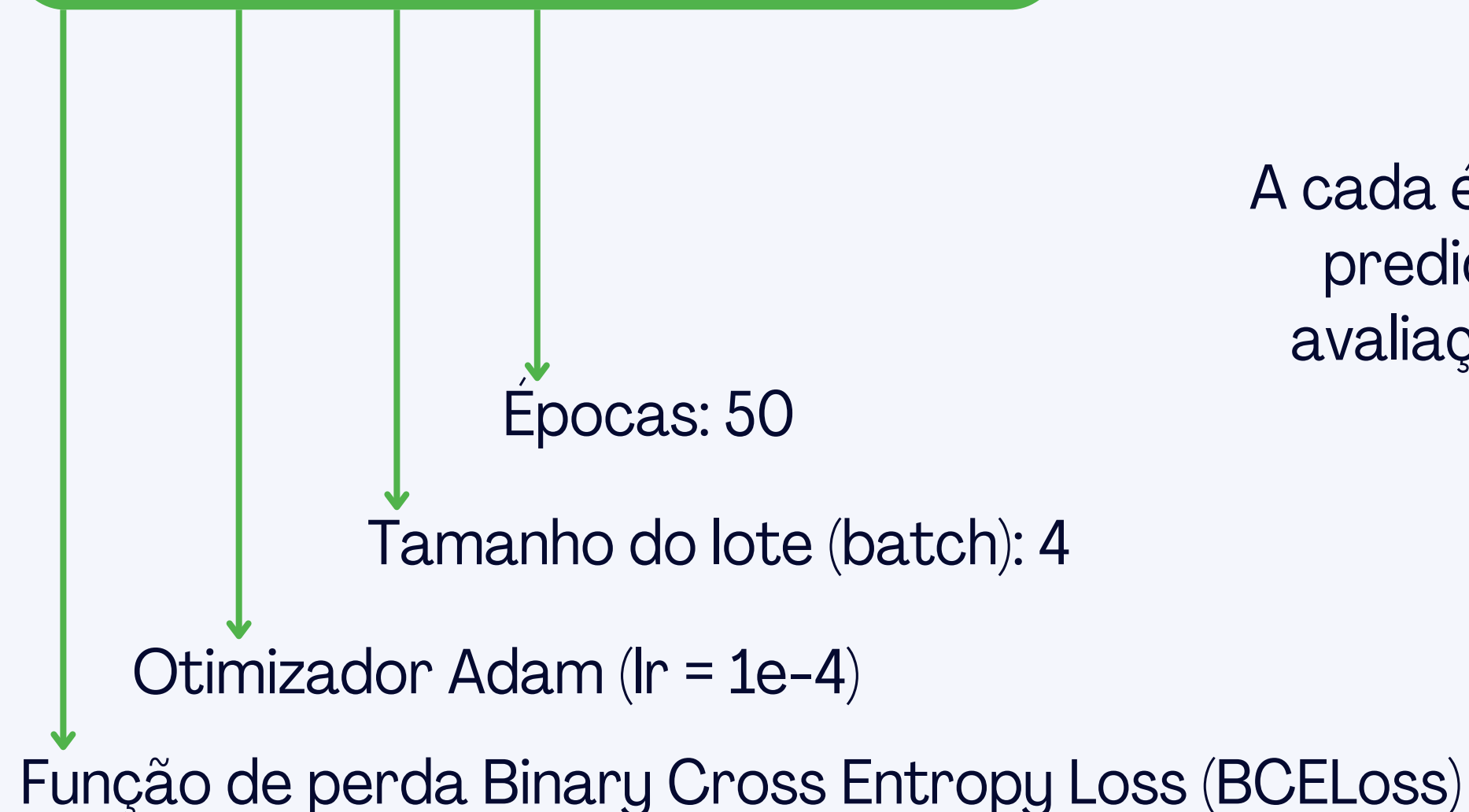
- 🌿 Usado como baseline para comparação
- 🌿 Bom para reconstrução geral, mas pouca precisão nos contornos das áreas doentes
- 🌿 Arquitetura simétrica e sem skip connections

ResUNet

- 🌿 Combina a U-Net com blocos residuais
- 🌿 Blocos residuais facilitam o fluxo de gradiente
- 🌿 Resulta em segmentações mais limpas, precisas e robusta

4. Treinamento

Parâmetros comuns a todos os modelos



Monitoramento

A cada época, foram salvas predições visuais para avaliação qualitativa dos resultados

Permitiu observar a evolução visual da segmentação ao longo do treinamento



Resultados

Imagem e Máscara

Original



Máscara binária



Figura 2. Exemplo de par de dados utilizado: folha de tomateira afetada máscara binária indicando a região doente (em branco)

Métricas quantitativas

Modelo	BCE Loss (mín.)	Época	IoU (média)
Autoencoder	0.190	44	0.65
U-Net	0.274	50	0.79
ResUNet	0.056	44	0.83

Tabela 1. Comparativo de desempenho entre as arquiteturas

Métricas quantitativas

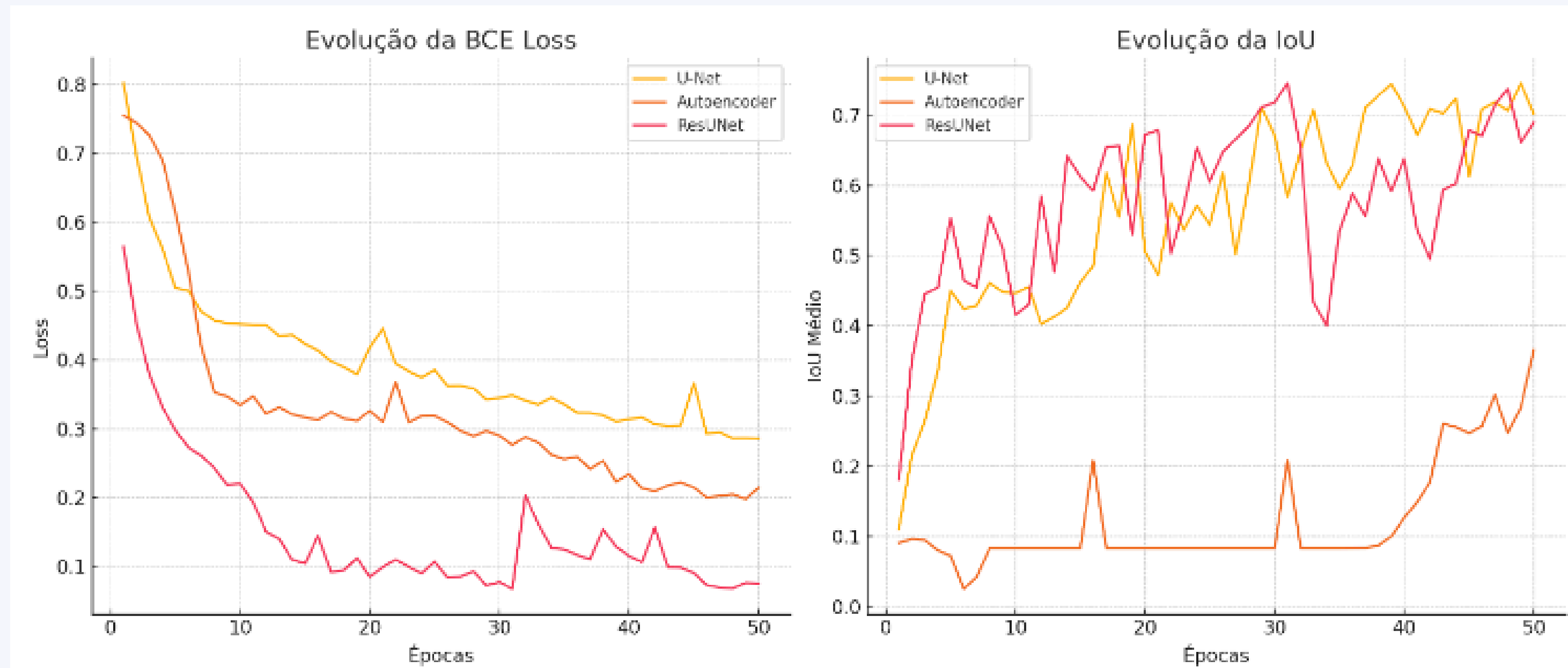


Figura 3. Evolução da BCE Loss (à esquerda) e da IoU (à direita) ao longo das épocas de treinamento para os três modelos.

Análise qualitativa

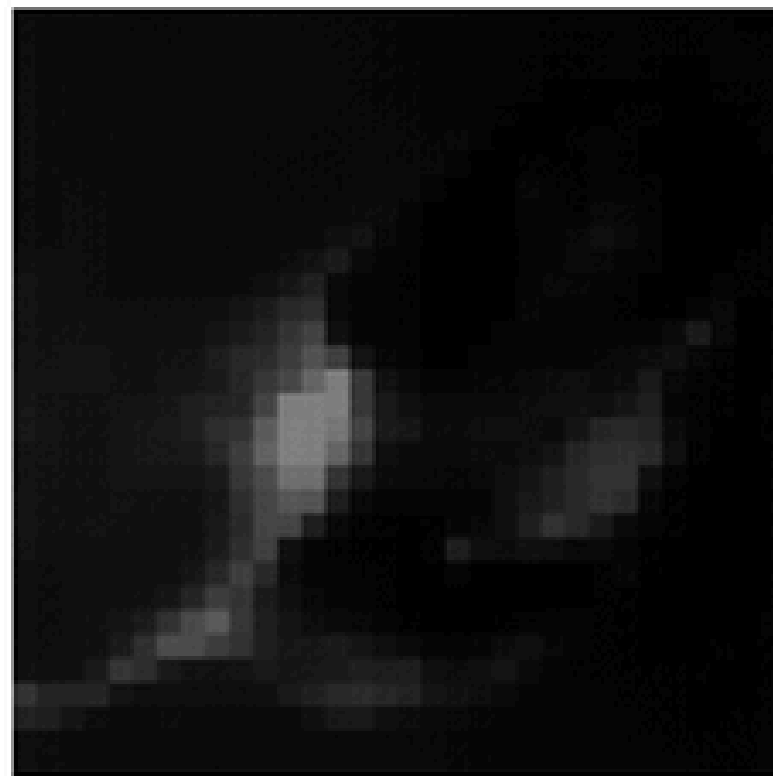


Fig. 5. *
(a) Autoencoder

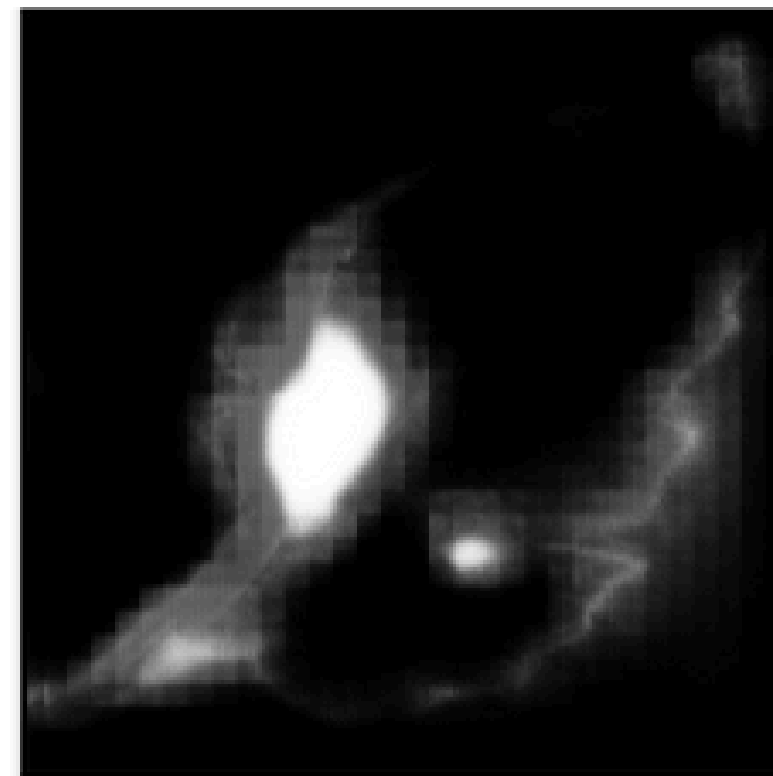


Fig. 6. *
(b) ResUNet

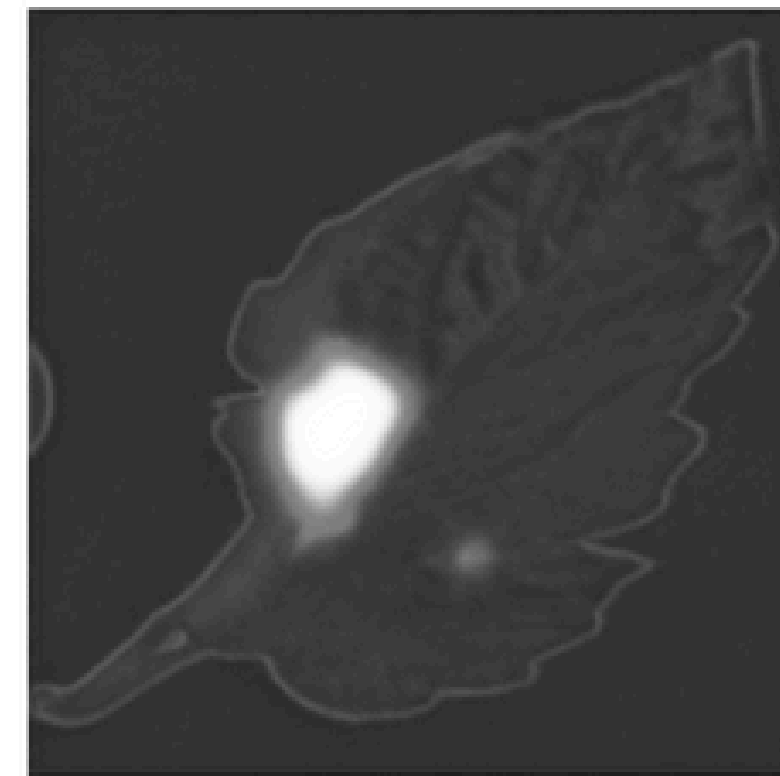


Fig. 7. *
(c) U-Net

Figura 4. Máscaras preditas pelos modelos Autoencoder, ResUNet e U-Net





Conclusões

SEGMENTAÇÃO DE DOENÇAS EM PLANTAS USANDO U-NET

O trabalho demonstrou que a arquitetura escolhida influencia diretamente a qualidade da segmentação, sendo que a ResUNet se destacou com os melhores resultados em métricas como IoU e BCE Loss, mostrando-se a alternativa mais promissora para aplicações agrícolas que exigem precisão no diagnóstico.

Trabalhos futuros

-  Pretende-se ampliar o conjunto de dados, adicionando mais imagens e anotações de qualidade
-  Avaliar outras culturas e tipos de doenças permitirá testar a robustez dos modelos

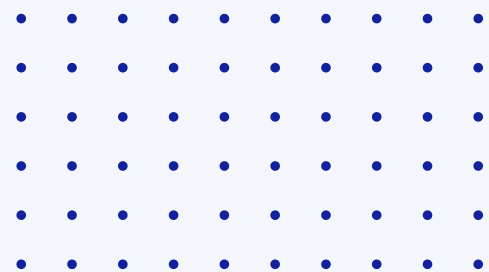
Referências Bibliográficas

RONNEBERGER, Olaf; FISCHER, Philipp; BROX, Thomas. **U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation.** In: Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015. Springer, 2015. p. 234–241. DOI: 10.1007/978-3-319-24574-4_28.

SILVA NETO, Humberto da. **Segmentação de pragas e doenças em folhas de café utilizando redes convolucionais.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Serra, 2023.

DEMILIE, Wubetu Barud. **Plant disease detection and classification techniques: a comparative study of the performances.** Journal of Big Data, [S.l.], v. 11, n. 5, p. 1–24, 2024.

SANTOS FILHO, Hermes Peixoto; TAVARES, Selma Cavalcanti Cruz de Holanda; MATOS, Aristóteles Pires de; COSTA, Valéria Sandra de Oliveira; MOREIRA, Wellington Antônio; SANTOS, Cláudia Cristina Ferreira dos. **Doenças, monitoramento e controle.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005.



Obrigada!

Grupo:

Gabrielle Lira Dantas Wanderley
Henrique Santana Diniz
Joaquim de Moura Thomaz Neto
Maria Eduarda Chrispim Santana
Saulo Pereira Vasconcelos

Professor:

Leonardo Vilela Cardoso

