



Detecção de Covid-19 em raios X de pulmão

CPE 727 - Aprendizado Profundo

Raphael Nagao (rnatagao@cos.ufrj.br)

10 de dezembro de 2025

Sumário

1 Motivação

- ▶ Motivação
- ▶ Dataset: Covidx Cxr4
- ▶ Treinamento
- ▶ Modelos Treinados
- ▶ Conclusão e Próximos Passos
- ▶ Referências Bibliográficas



Motivação

1 Motivação

A Covid 19 foi uma doença que com certeza entrará para os livros de história pelo seu impacto na vida das pessoas e na sociedade durante o período da pandemia. A doença deixou as pessoas em isolamento durante cerca de 2 anos e tirou a vida de milhares. Uma grande dificuldade no período era o diagnóstico da doença. Uma vez que seus sintomas pareciam inicialmente o de uma gripe normal e existirem casos assintomáticos. Com isso, ela conseguiu muitas vezes infectar pessoas de forma despercebida e se proliferar rapidamente.

Dessa forma, um modelo de rede profunda capaz de detectar a doença em radiografias pulmonares, poderia ser uma ferramenta interessante para auxiliar no diagnóstico da doença.



Sumário

2 Dataset: Covidx Cxr4

- ▶ Motivação
- ▶ Dataset: Covidx Cxr4
- ▶ Treinamento
- ▶ Modelos Treinados
- ▶ Conclusão e Próximos Passos
- ▶ Referências Bibliográficas

Exemplos de Imagens

2 Dataset: Covidx Cxr4

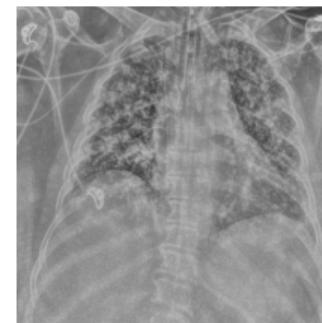


Figura: Exemplos de imagens do dataset [1]



Distribuição do Dataset

2 Dataset: Covidx Cxr4

Type	COVID-19 Negative	COVID-19 Positive	Total
train	10664	57199	67863
val	4232	4241	8473
test	4241	4241	8482

Figura: Distribuição das imagens no dataset [1].



Sumário

3 Treinamento

- ▶ Motivação
- ▶ Dataset: Covidx Cxr4
- ▶ Treinamento
- ▶ Modelos Treinados
- ▶ Conclusão e Próximos Passos
- ▶ Referências Bibliográficas



Hiperparâmetros e Otimizador

3 Treinamento

- **Otimizador:** optim.Adam
- **Épocas:** 200
- **Learning Rate:** 0.00001



Função de perda

3 Treinamento

- **BCEWithLogitsLoss**
 - pos_weight: 10664/57199
- Como o dataset é bastante desbalanceado, adiciona-se o pos_weight que vai adicionar um peso a classe positiva do BCEWithLogitsLoss. No caso, como a classe rara é a negativa, estamos dando um valor < 1 para o pos_weight.



Early Stopping e Scheduler

3 Treinamento

- **Early Stopping**
 - Patience: 50
 - Min_delta: 0.0
 - Value: ROC AUC
- **optim.lr_scheduler.ReduceLROnPlateau**
 - Mode: min
 - Factor: 0.5
 - Patience: 15
 - Valor: Average Loss de Validação



Calculo de Threshold e Validação

3 Treinamento

- Com o fim do treinamento carrega-se os parâmetros do melhor modelo pelo early stop
- Utilizando os dados de validação e o melhor modelo, calcula-se para ele o melhor threshold utilizando o **Índice de Youden** ($TPR - FPR$)
- Com o melhor threshold, geramos as seguintes figuras de mérito para o dataloader de teste:
 - ROC
 - Acurácia
 - Recall
 - Precisão
 - F1-Score



Sumário

4 Modelos Treinados

- ▶ Motivação
- ▶ Dataset: Covidx Cxr4
- ▶ Treinamento
- ▶ Modelos Treinados
- ▶ Conclusão e Próximos Passos
- ▶ Referências Bibliográficas



Modelos Treinados

4 Modelos Treinados

- DenseNet121 com transfer learning [2]
- ViT com transfer learning [3]
- Unet [4]
- Stack dos 3 modelos



Data Augmentation

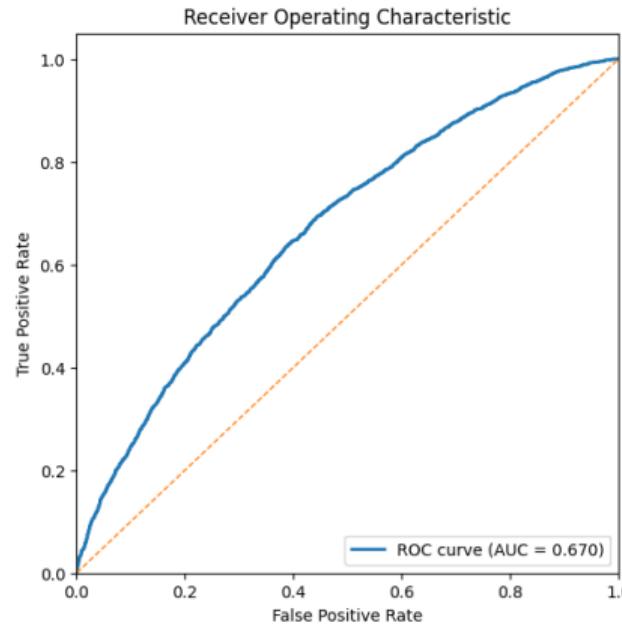
4 Modelos Treinados

- **Grayscale:** transforma a imagem em tons de cinza
- **Resize:** redimensiona a imagem (512x512 para Unet e Densenet e 224x224 para o ViT)
- **RandomResizedCrop:** corta e redimensiona a imagem (somente para Unet e Densenet)
- **RandomRotation:** rotaciona a imagem (10)
- **RandomAffine:** aplica uma transformação afim na imagem (degrees=0, translate=(0.02,0.02))
- **RandomErasing:** apaga aleatoriamente pixels da imagem ($p=0.2$)
- **Normalize:** Normaliza as imagens (utilizado na Densenet e ViT, pois foi feito transfer learning do modelo da ImageNet)

DenseNet

4 Modelos Treinados

- ROC





DenseNet

4 Modelos Treinados

- Figuras de Mérito
 - Threshold: 0.5238
 - Accuracy: 0.6247
 - Recall: 0.6922
 - Precision: 0.6098
 - F1-Score: 0.6484

DenseNet

4 Modelos Treinados

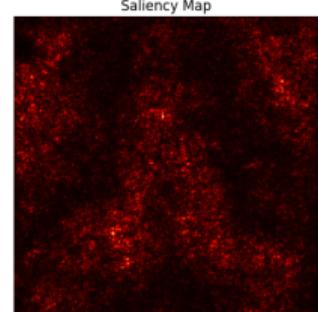
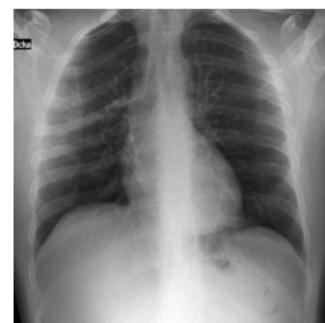
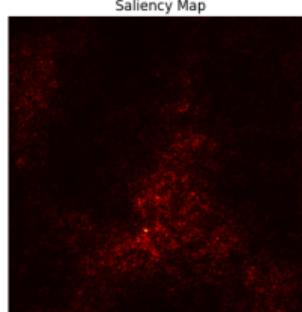
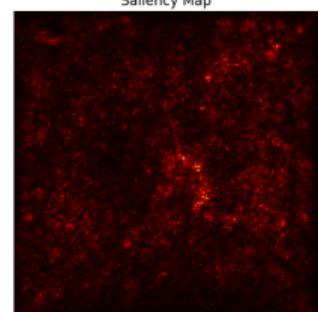
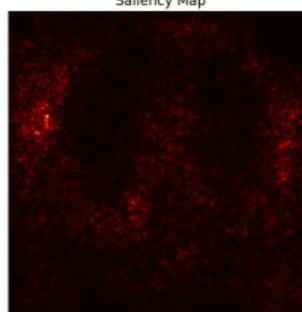
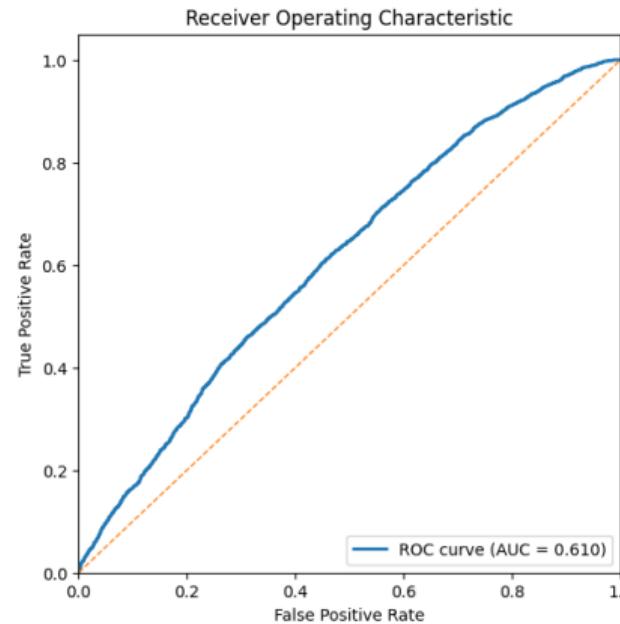


Figura: Exemplos de Mapas de Saliência Densenet

- ROC





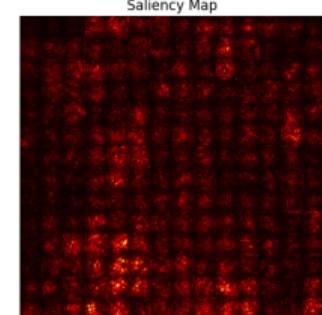
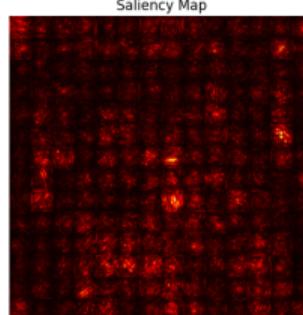
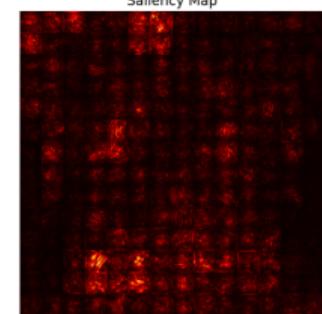
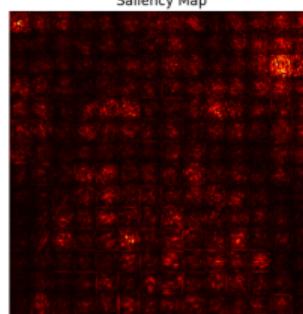
ViT

4 Modelos Treinados

- Figuras de Mérito
 - **Threshold:** 0.6025
 - **Accuracy:** 0.5776
 - **Recall:** 0.6125
 - **Precision:** 0.5726
 - **F1-Score:** 0.5919

ViT

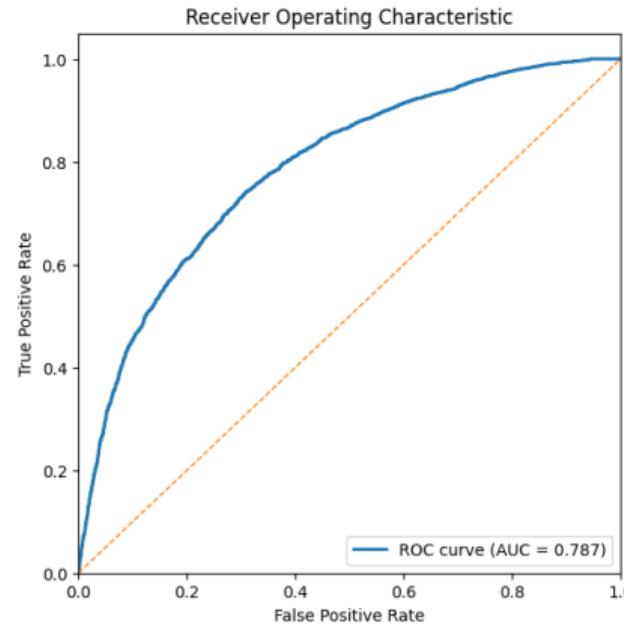
4 Modelos Treinados



Unet

4 Modelos Treinados

- ROC





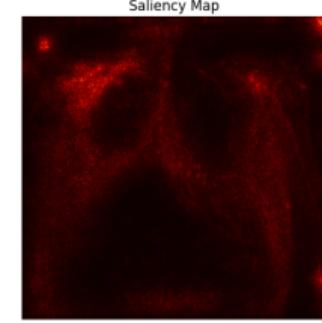
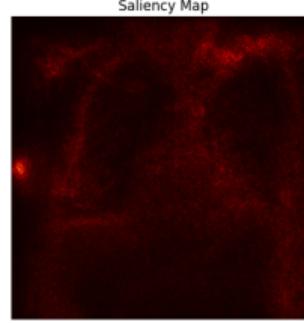
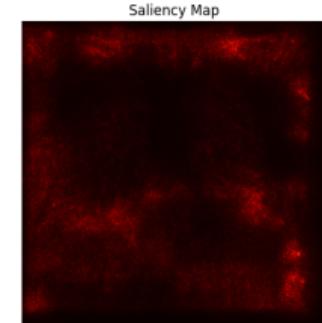
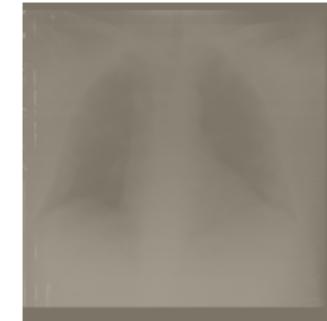
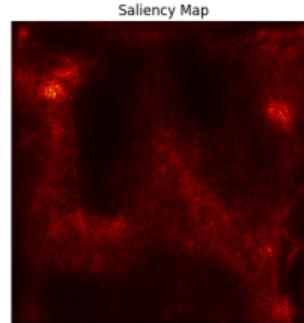
Unet

4 Modelos Treinados

- Figuras de Mérito
 - Threshold: 0.9790
 - Accuracy: 0.7162
 - Recall: 0.7406
 - Precision: 0.7061
 - F1-Score: 0.7229

Unet

4 Modelos Treinados





Stack de Modelos

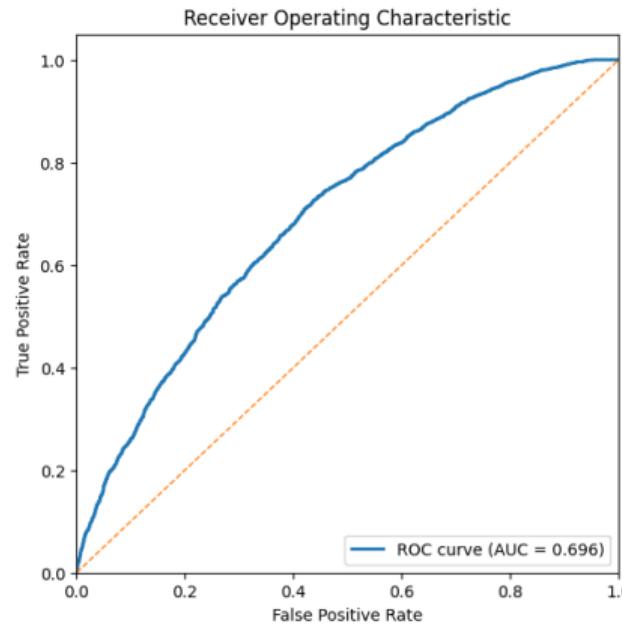
4 Modelos Treinados

- A fim de checar a possibilidade de os modelos estarem aprendendo casos complementares, foi pensada a construção de uma stack dos modelos, utilizando a média entre as probabilidades dos modelos
- Figuras de Mérito
 - **Accuracy:** 0.5517
 - **Recall:** 0.9842
 - **Precision:** 0.5277
 - **F1-Score:** 0.6870

Stack de Modelos

4 Modelos Treinados

- ROC





Sumário

5 Conclusão e Próximos Passos

- ▶ Motivação
- ▶ Dataset: Covidx Cxr4
- ▶ Treinamento
- ▶ Modelos Treinados
- ▶ Conclusão e Próximos Passos
- ▶ Referências Bibliográficas



Conclusão e Próximos Passos

5 Conclusão e Próximos Passos

- Entre os modelos gerados, claramente a Unet teve o melhor desempenho. Mesmo quando comparada ao Stack, tendo um resultado próximo e com uma performance melhor
- Como um próximo passo, seria interessante testar o treinamento dos modelos utilizando também máscaras para as imagens de pulmão. Essa ideia vem da observação dos mapas de saliência, uma vez que os modelos parecem estar observando muito mais as áreas fora do pulmão.

Sumário

6 Referências Bibliográficas

- ▶ Motivação
- ▶ Dataset: Covidx Cxr4
- ▶ Treinamento
- ▶ Modelos Treinados
- ▶ Conclusão e Próximos Passos
- ▶ Referências Bibliográficas



Referências Bibliográficas

6 Referências Bibliográficas

- [1] Kaggle (andyczhao), "Covidx-cxr2 dataset."
<https://www.kaggle.com/datasets/andyczhao/covidx-cxr2?select=val>, 2020.
Accessed: 09 Dec. 2025.
- [2] G. Huang, Z. Liu, L. van der Maaten, and K. Q. Weinberger, "Densely connected convolutional networks," 2018.
- [3] A. Dosovitskiy, L. Beyer, A. Kolesnikov, D. Weissenborn, X. Zhai, T. Unterthiner, M. Dehghani, M. Minderer, G. Heigold, S. Gelly, J. Uszkoreit, and N. Houlsby, "An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale," 2021.
- [4] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," 2015.



Referências Bibliográficas

6 Referências Bibliográficas

Detecção de Covid-19 em raios X de pulmão

*Obrigado pela Atenção!
Alguma Pergunta?*

brennorcs@poli.ufrj.br, guimaraes921@poli.ufrj.br, lucas.alexandre@coppe.ufrj.br,

rnagao@cos.ufrj.br