

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA AUTOMATIZAR A TRIAGEM DOS EXAMES DE RAIOS-X DE TÓRAX DE PACIENTES SUSPEITOS DE COVID-19

Amanda Gonçalves dos Reis<sup>1</sup>, Guilherme Ribeiro Brandão<sup>1</sup>, Letícia Fernandes de Almeida<sup>2</sup>, Samara Lana da Rocha<sup>3</sup>, Eduardo Henrique Gonçalves Moreira<sup>1</sup>, Roberson C. D. Graças<sup>4</sup>, Edyene Cely Amaro Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Centro Universitário Una*

*Av. Maria Glória Rocha, 175 Lote 01 Letra B - Bitacula, Contagem - MG, Brasil.*

*amandagdreis09@gmail.com, guiribrandao@gmail.com, ehgmoreira@gmail.com, edyene.oliveira@prof.una.br.*

<sup>2</sup>*Universidade São Judas Tadeu*

*Rua Taquari, 546 - Mooca, São Paulo - SP*

*leticiafa231@gmail.com.*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Minas Gerais*

*Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte - MG, 1270-901, Brasil.*

*samaraIana-rocha@gmail.com*

<sup>4</sup>*Centro Universitário Una Guajajaras,*

*Rua Guajajaras, 175, Centro Belo Horizonte - MG, CEP 30180-100, Brasil.*

*robersonfox@gmail.com*

**Resumo:** Em 11 de março de 2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou pandemia da Covid-19, doença causada pelo novo coronavírus (Sars-Cov-2) e no Brasil o primeiro caso foi registrado em 26 de fevereiro de 2020. Depois disso, os números cresceram e continuaram a aumentar. Em casos mais graves essa enfermidade causa uma espécie de fibrose pulmonar que é caracterizada pela formação excessiva de tecido que engrossa as paredes dos tecidos pulmonares prejudicando a elasticidade e a troca gasosa do pulmão. Isto posto, recomenda-se a realização do raio-x de tórax ou de tomografia computadorizada (TC) para os casos mais graves dessa patologia. Como o exame de raio-x tem um custo menor do que o de TC, seu acesso é mais amplo, sendo encontrado em grande parte das unidades de saúde. Diante disso, com o intuito de apoiar e automatizar o trabalho dos profissionais da saúde, esta pesquisa tem como objetivo utilizar a linguagem de programação Python para desenvolver um algoritmo de Redes Neurais Convolucionais (RNC) para agilizar a triagem dos exames de raio-x de tórax de pacientes suspeitos de Covid-19. Em testes iniciais constatou-se uma acurácia de 98%.

**Palavras-Chave:** aprendizado de máquina, Covid-19, inteligência artificial, raio-x de tórax, redes neurais convolucionais.

## 1 Introdução

O Corona vírus vem de uma família de vírus que acomete em grande escala o sistema respiratório e as vias respiratórias. Os primeiros casos surgiram em 1937, mas apenas em 1965 foi classificado como corona. O vírus foi batizado com esse nome após uma análise de Vítor de Lima Bezerra, et. al[1] que comprovava o formato similar ao de uma coroa.

Em dezembro de 2019, um novo vírus dessa família veio à tona e o primeiro caso foi diagnosticado na China. Em março de 2020 teve a confirmação do primeiro caso no Brasil e desde então os casos só aumentaram.

Diante disso a realização do exame de raio-x de tórax em pacientes mais graves ou com suspeita de Covid-19 se tornou algo muito comum desde que se iniciou a pandemia, pois ele é acessível e mais rápido na detecção de alguma patologia decorrente da doença. Porém diante da alta demanda e no aumento constante no número de casos e da falta de outros exames para a confirmação do vírus o raio-x se tornou um grande aliado para a detecção do Covid-19, deixando os profissionais de saúde saturados com a quantidade de exames a serem realizados.

Assim, o objetivo deste trabalho foi implementar um modelo de redes neurais para buscar alternativa de análise que usa como base exames de imagem para fins de triagem do Covid-19. Ao avaliar uma imagem, é possível dizer se o caso em questão é suspeito de ser ou não Covid-19. Isso pode ajudar na condução de tratamentos e principalmente agilizar os resultados dos pacientes.

## **2 Referencial teórico**

### **2.1 Exames de imagens para auxiliar o diagnóstico da Covid-19**

Segundo cartilha, “Diretrizes para diagnóstico e tratamento da Covid” do Ministério da Saúde do Brasil (MS)<sup>1</sup>, em 07 de maio de 2020, foi recomendado a realização de exames de raio-x de tórax em todos os pacientes com suspeita de pneumonia. Isso, pois são encontrados infiltrados pulmonares unilaterais em 25% dos pacientes e infiltrados pulmonares bilaterais em 75% dos pacientes. Outrossim, na Tomografia Computadorizada (TC) de tórax achados anormais foram relatados em 97% dos pacientes. Geralmente a TC mostra múltiplas áreas lobulares e subsequentes bilaterais de opacidade ou consolidação em vidro fosco em maior parte de pacientes. Sendo que, em crianças pequenas opacidades nodulares em vidro fosco são o achado mais comuns de acordo com o MS.

O indício de pneumonia viral na TC pode anteceder um teste positivo de RT-PCR<sup>2</sup> para SARS-CoV-2 em alguns pacientes. Todavia, pacientes assintomáticos podem ter um exame de TC que apresenta anormalidades e alguns pacientes podem apresentar um achado normal em TC de tórax, apesar de um RT-PCR positivo. Em 17 de abril de 2020 o MS recomendava a solicitação de uma TC do tórax em todos os pacientes com acometimento do trato respiratório inferior.

Ademais, o MS conta com um banco de dados com imagens de TC para auxiliar no diagnóstico da Covid-19 por meio do suporte da empresa de tecnologia Maida.Health<sup>3</sup>. A Figura 2 a seguir mostra uma TC de tórax de uma paciente com RT-PCR positivo para Covid-19. As imagens de TC de alta resolução mostram opacidades pulmonares periféricas com atenuação em vidro fosco, essas marcadas com asteriscos. Esse exame foi feito 5 dias após o início do quadro. Tais dados são do Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem (CBR)<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup><https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/atencao-mulher/diretrizes-para-diagnostico-e-tratamento-da-covid-19-ms/>

<sup>2</sup> Teste de biologia molecular que diagnostica tanto a COVID-19, a Influenza ou a presença de Vírus Sincicial Respiratório (VSR) normalmente até o oitavo dia de início de sintomas.

<sup>3</sup> <https://covid-19.maida.health/entrar> acessado em 01/08/2020.

<sup>4</sup>[https://www.telessaude.unifesp.br/images/downloads/Guia%20CBR\\_Achados%20de%20imagem%20na%20COVID-19\\_Indicac%CC%A7a%CC%83o%20e%20interpretac%CC%A7a%CC%83o\\_20\\_03\\_20.pdf](https://www.telessaude.unifesp.br/images/downloads/Guia%20CBR_Achados%20de%20imagem%20na%20COVID-19_Indicac%CC%A7a%CC%83o%20e%20interpretac%CC%A7a%CC%83o_20_03_20.pdf) acessado em 01/08/2020.

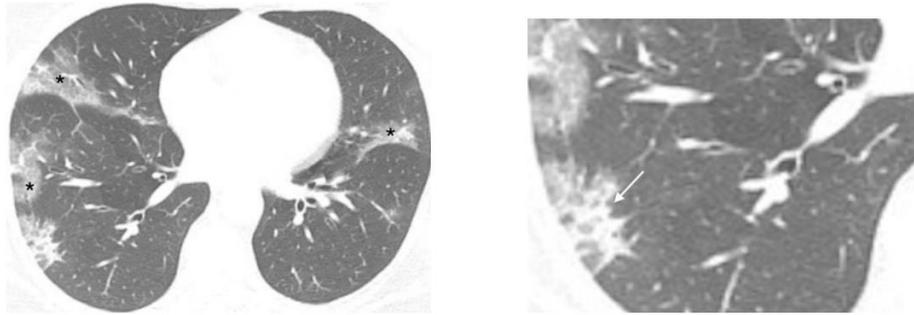


Figura 2. Tomografia Computadorizada de tórax de paciente com Covid. Fonte: CBR.

### 3 Trabalhos correlatos

Desde o início da pandemia do Covid-19 diversos trabalhos relacionados ao uso da Inteligência Artificial (IA) em exames de imagem para auxiliar o diagnóstico da doença foram desenvolvidos. Os estudos foram realizados principalmente com exames de TC por possuir imagens de alta resolução, mas radiografias e ultrassonografia também foram alvo de pesquisa, devido a sua maior acessibilidade na maioria das unidades de saúde.

Destaca-se o trabalho de Harrison X. Bai, et al.[2] que desenvolveram um sistema de IA que diferencia a Covid-19 de outras pneumonias no exame de TC do tórax. Os autores também avaliaram o desempenho do radiologista sem e com o programa e concluíram que a assistência da IA melhorou o desempenho dos radiologistas na diferenciação entre Covid-19 e pneumonias de outras doenças. O resultado obtido demonstra a eficácia de modelos de IA no auxílio de diagnósticos em exames de imagem.

Outrossim, evidencia-se o projeto de J. P. Cohen., P. Morrisom e Lan Dao[3] que segundo os autores pode melhorar drasticamente a identificação do Covid-19 através de um sistema baseado no aprendizado profundo. Os pesquisadores organizaram um banco de dados aberto no Github<sup>5</sup> com diversas imagens de exames de TC e radiografia de tórax de pacientes com Covid-19 e com outros tipos de pneumonia. Tais imagens foram amplamente compilados a partir de sites como Radiopaedia.org e Sociedade Italiana de Radiologia Médica. Foi de grande importância na aquisição de imagens para o banco de dados deste trabalho.

### 4 Métodos e Aplicação

O objetivo deste trabalho foi implementar um modelo de RNA através da linguagem de programação Python, onde será apresentado ao algoritmo imagens de radiografias e ele deverá identificar se elas possuem potencial para diagnóstico da Covid-19.

#### 4.1 Método

Foi iniciada a coleta de dados, sendo os dados divididos em três conjuntos:

- Conjunto de Dados Para Treino – Utilizado para treinar o algoritmo a criar o modelo
- Conjunto de Dados Para Validação – Utilizado para Avaliar o Modelo durante o treinamento
- Conjunto de Dados Para Teste – Utilizado para Validar a Performance do Modelo Já criado.

<sup>5</sup> <https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset> acessado em 04/06/2020.

As imagens que formam os conjuntos de dados foram retiradas do site KAGGLE<sup>6</sup> e representam o total de 5.368 imagens, sendo 2.678 de pulmão saudável e 2.690 de pulmão com padrões de pacientes com Covid-19. Para uma maior visualização das informações, segue a tabela abaixo:

Tabela 1. Conjunto de Dados.

Tipo de Imagem	Treino	Validação	Teste
Pulmão Saudável	2.150	460	68
Pneumonia	2.130	470	90
Ambos	4.280	930	158

Neste trabalho foi utilizado algoritmo de otimização Adam (Adaptive Moment Estimation). O algoritmo Adam é um método de otimização de funções estocásticas a partir de gradientes de primeira ordem baseado na estimação adaptativa de momento de ordem inferior, segundo Liset V. Romaguera[4] o algoritmo combina vantagens de outros algoritmos como AdaGrad e RMSprop, o que torna Adam um excelente método para a otimização da Rede Neural. Após a construção da rede é iniciado o treinamento, onde ela irá aprender a identificar um pulmão saudável a partir de alguns parâmetros de acordo com os pixels, como é a estrutura óssea, pulmão e outros órgãos que porventura podem aparecer em uma radiografia, como na Figura 3.



Figura 3. Raio-X de Tórax de paciente saudável. Fonte: Kaggle.

Após isso ele irá identificar a pneumonia viral que possui uma característica de espalhamento em ambos os lados como na Figura 4.

---

<sup>6</sup> <https://www.kaggle.com/praveengovi/coronahack-chest-xraydataset>

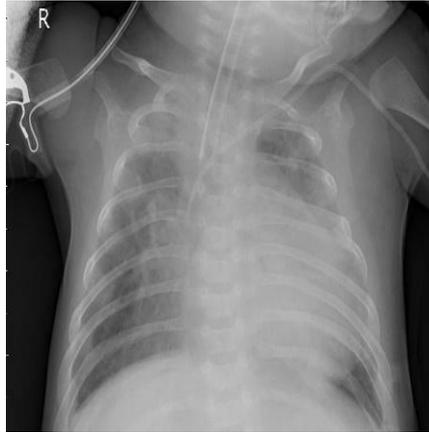


Figura 4. Raio-X de Tórax de paciente com Covid-19. Fonte: Kaggle.

#### 4.2 Aplicação

O Projeto pode ser aplicado em hospitais e ambulatórios para auxiliar no diagnóstico de pacientes com Covid-19 por meio de radiografias pulmonares.

A radiografia do paciente será inserida no sistema e poderá apresentar os resultados “normal” para pacientes que não possuem nenhuma anomalia ou “pneumonia” para pacientes que possuem alterações nos exames.

### 5 Análise de resultados

Inicialmente, foi utilizado o algoritmo de otimização RMSPROP com 2.680 imagens. Em um teste com 10 imagens, sendo elas: 5 de pulmões normais e 5 com pneumonia. A IA conseguiu identificar corretamente as 5 imagens de pulmões normais e somente 1 imagem de pulmões com pneumonia. Desse modo, identificou-se que a IA desenvolvida teve dificuldade em reconhecer imagens de radiografia que estavam com algum problema respiratório.

Como um modelo de aprendizado profundo necessita de muitos dados, foram acrescentadas mais imagens no banco de dados para alcançar melhores resultados. Com o aumento de dados, a perda de aprendizado reduziu, além disso, foi alterado o algoritmo de otimização para o Adam chegando em 84% de precisão sem nenhuma queda no resultado de teste, a perda caiu para 32% e a IA obteve sucesso em 8 imagens de testes que foram passadas, sendo novamente 10 imagens. Em relação ao treinamento, a IA apresentou bons resultados sofrendo pouca variação ao treinar o modelo atingindo 89% de precisão.

Por fim, o banco de dados foi aumentado, com o total final de 5.368 imagens e continuou-se com o uso do algoritmo Adam, pois apresentou melhores resultados que o RMSPROP. Ademais, alguns parâmetros foram ajustados e assim a perda de aprendizado de 23%, conforme o Gráfico 1 e precisão de teste foi de 94%, de acordo com o Gráfico 2.

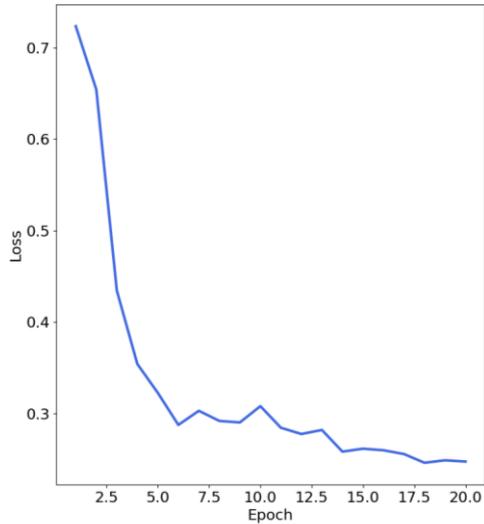


Gráfico 1. Perda

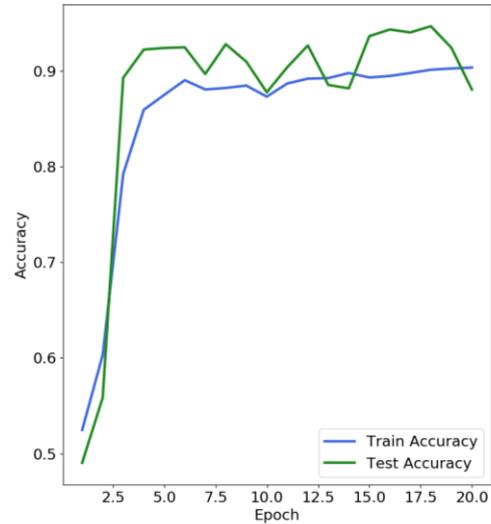


Gráfico 2. Acurácia do algoritmo.

## 6 Conclusão

Esta pesquisa não tem o objetivo de substituir o teste RT-PCR e nem mesmo a função do radiologista e sim auxiliá-lo no diagnóstico. Com a identificação dos exames de raio-x de tórax de possíveis infectados pelo algoritmo, obtém-se uma otimização no processo de triagem. Dessa forma, o tempo do diagnóstico pelo radiologista será reduzido, o que conseqüentemente pode reduzir as lotações em hospitais e centros de diagnóstico por imagem.

Por meio da análise dos resultados, considera-se viável a utilização de um modelo de redes neurais para a identificação da Covid-19 em exames de raio-x de tórax. Tendo em vista os bons resultados obtidos com o aperfeiçoamento do algoritmo, acredita-se que com o aumento do banco de dados pode-se obter ainda mais precisão.

**Agradecimentos.** Ao grupo Anima Educação pela oportunidade e a orientadora Edyene Oliveira por nos auxiliar em todos os passos deste projeto.

**Declaração de autoria.** Os autores confirmam que são as únicas pessoas responsáveis pela autoria deste trabalho e que todo o material que foi incluído aqui como parte do presente artigo é de propriedade (e autoria) dos autores ou tem a permissão dos proprietários para serem incluídos aqui.

## **Referências**

- [1] Vitor de Lima Bezerra, Thomás Bezerra dos Anjos, Lilian Emanuelle Santos de Souza, Thiago Bezerra dos Anjos, Alexia Mercês Vidal, Auvani Antunes da Silva Júnior. “SARS-CoV-2 como agente causador da COVID-19: Epidemiologia, características genéticas, manifestações clínicas, diagnóstico e possíveis tratamentos”. Publicado no Brazilian Journal of Health Review, em 17/07/2020.
- [2] Harrison X. Bai, Robin Wang, Zeng Xiong, Ben Hsieh, Ken Chang, Kasey Halsey, Thi My Linh Tran, Ji Whae Choi, Dong-Cui Wang, Lin-Bo Shi, Ji Mei, Xiao-Long Jiang, Ian Pan, Qiu-Hua Zeng, Ping-Feng Hu, Yi-Hui Li, Fei-Xian Fu, Raymond Y. Huang, Ronnie Sebro, Qi-Zhi Yu, Michael K. Atalay e Wei-Hua Liao “AI Augmentation of Radiologist Performance in Distinguishing COVID-19 from Pneumonia of Other Etiology on Chest CT” Publicado on-line na RSNA em 27 de abril de 2020.
- [3] J. P. Cohen., P. Morrisom e Lan Dao “COVID-19 Image Data Collection” - pré-impressão arXiv, em 25 março 2020.
- [4] Liset V. Romaguera. “Segmentação do miocárdio em imagens de MRI cardíaca utilizando redes neurais convolutivas” tese de mestrado da Universidade Federal do Amazonas. 2017.