

# Utilização da Inteligência Artificial para Padronização de Exames de Imagem de Pacientes com COVID-19

## Use of Artificial Intelligence to Standardize Imaging Exams of Patients with COVID-19

Sousa ISMA<sup>a</sup> e Gouveia CA<sup>b</sup>

a: Biomédica, graduada pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU, Brasil

b: Biomédico, Prof. Ms. pela Universidad Europea del Atlántico

### RESUMO

**Introdução:** A COVID-19 é uma síndrome respiratória aguda grave causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) descoberto em 2019 na cidade de Wuhan, na China, desde então, esse vem sendo responsável pela contaminação e morte de milhões por todo o globo. **Objetivo:** o objetivo desta revisão é abordar a importância da junção da inteligência natural com a artificial associada ao BIG DATA para a padronização de exames de imagem de pacientes com COVID-19. **Método:** Trabalho de revisão de literatura tendo como fonte de pesquisa artigos publicados nacionalmente e internacionalmente nos bancos de dados como Scielo, PubMed, Lilacs, Radiology, Google Acadêmico e sites governamentais confiáveis, no período compreendido entre os anos de 2004 e 2021. **Desenvolvimento:** Apresentação dos aspectos etiológicos e clínicos da COVID-19, discussão dos principais achados na tomografia computadorizada, utilização da Inteligência Artificial associada ao BIG DATA no contexto da pandemia, além da criação do programa RadVid-19 no Brasil. **Conclusão:** A incorporação da Inteligência Artificial associada ao BIG DATA à prática médica mostrou-se eficiente no suporte de diagnóstico, redução na taxa de erros, cruzamento de informações clínicas e auxílio na tomada de decisão.

**Descritores:** big data, COVID-19, inteligência artificial, proteção de dados, RadVid-19, tomografia computadorizada

### ABSTRACT

**Introduction:** Covid -19 is a severe acute respiratory syndrome caused by the new coronavirus discovered in 2019 in Wuhan City, China, since then, this has been responsible for the contamination and death of millions across the globe. **Objective:** The aim of this review is to address the importance of the combination of natural and artificial intelligence associated with BIG DATA for the standardization of imaging tests of patients with COVID-19. **Method:** Literature review work based on research articles published nationally and internationally in databases, such as Scielo, PubMed, Lilacs, Radiology, Google Scholar and trusted government sites, in the period between 2004 and 2021. **Development:** Presentation of the etiological and clinical aspects of COVID-19, discussion of the main findings in computed tomography, use of Artificial Intelligence associated with BIG DATA in the context of the pandemic, in addition to the creation of the RadVid-19 program in Brazil. **Conclusion:** The incorporation of Artificial Intelligence associated with BIG DATA into medical practice proved to be efficient in diagnostic support, reduction in error rate, cross-cutting of clinical information and assistance in decision-making.

**Descriptors:** big data, COVID-19, artificial intelligence, data protection, RadVid-19, computed tomography

## INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, na China, surgiram os primeiros casos de uma infecção pulmonar de etiologia desconhecida. Mais tarde, em março de 2020, após a disseminação da doença para outros países, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou a pandemia pelo SARS-CoV-2<sup>1</sup>.

O SARS-CoV-2, agente etiológico da COVID-19, é um vírus envelopado de RNA+ capaz de se manifestar de uma simples gripe a uma síndrome respiratória aguda grave, podendo levar o indivíduo a óbito. As manifestações mais comuns são: febre, anosmia, ageusia, mialgia, tosse seca e sinais de pneumonia<sup>2,3</sup>. Por se tratar de uma síndrome que acomete principalmente os pulmões, aparelhos como a Tomografia Computadorizada e o Raio-X tornaram-se extremamente importantes no auxílio diagnóstico e mapeamento de lesões pulmonares; além disso, novas tecnologias como a Inteligência Artificial (IA) e o BIG DATA mostraram-se eficientes no combate a pandemia ao automatizar tarefas manuais e analisar dados com profundidade e precisão<sup>4</sup>.

Segundo a OMS, até outubro de 2021, o mundo apresentava mais de 246 milhões de casos e 4 milhões de óbitos por COVID-19, já o Brasil possuía mais de 21 milhões de casos confirmados e 600 mil óbitos, tornando-se o terceiro país com o maior número de infecções e o segundo país com mais óbitos<sup>5</sup>.

Com o avanço dos meios tecnológicos, torna-se a cada dia mais viável a integração de máquinas e programas que auxiliam a medicina. Sendo assim, o objetivo desta revisão é abordar a importância da utilização de inteligência artificial para padronização de exames de imagem de pacientes com COVID-19.

A disseminação exacerbada da COVID-19 exigiu o recrutamento de diversas frentes de batalha que visam o combate e erradicação do vírus, sendo necessário muitas vezes a união de tecnologias em prol desse objetivo, portanto, o artigo traz à tona a importância do trabalho em conjunto da inteligência natural com a artificial em torno de um bem comum.

## MÉTODO

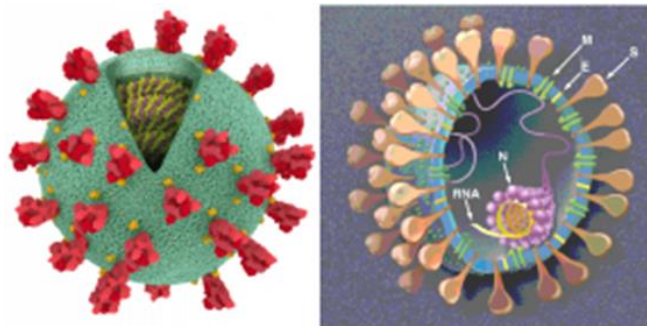
Para elaboração do trabalho foi realizada uma revisão de literatura tendo como fonte de pesquisa artigos publicados nacionalmente e internacionalmente nos bancos de dados como Scielo, PubMed, Radiology, Lilacs, Google Acadêmico e sites governamentais confiáveis, no período compreendido entre os anos de 2004 e 2021.

## COVID-19 – Agente etiológico

O coronavírus é um vírus envelopado de RNA positivo (sentido 5'3') capaz de infectar tanto humanos, quanto animais. Existem 4 classes de coronavírus, são elas: alfa, beta, gama e deltacoronavírus<sup>2,6</sup>.

O SARS-CoV-2 é um betacoronavírus de origem zoonótica e que pertence à família Coronaviridae, é considerado um RNA mensageiro, pois induz a produção de novas proteínas virais nos endossomos (vesículas celulares) com o auxílio dos ribossomos ligados ao retículo endoplasmático rugoso e do complexo de Golgi<sup>6</sup>.

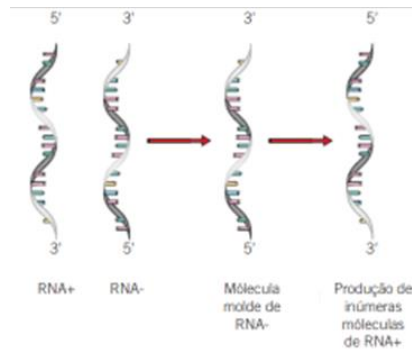
Sua estrutura é composta por 4 proteínas (Figura 1), sendo bem semelhantes aos demais coronavírus: a proteína de envelope (E), a proteína spike (S), a proteína do nucleocapsídeo (N) e a glicoproteína de membrana (M). A proteína S tem como função promover a adesão do vírus na célula hospedeira, ligando-se principalmente, a enzima conversora de angiotensina 2 (ACE2), presente nas células pulmonares. Após a ligação entre a proteína S e o receptor ACE2, o vírus invade a célula através da fusão de sua membrana lipídica com a membrana plasmática celular e introduz seu material genético, esse é multiplicado no interior do endossomo, produzindo proteínas virais<sup>1,6</sup>.



**Figura 1: Estrutura do SARS-CoV-2.**

Representação do SARS-CoV-2, evidenciando suas proteínas estruturais e material genético<sup>6</sup>.

A RNA polimerase pré-existente no vírus auxiliará na produção de novas moléculas de RNA+, ou seja, a molécula de RNA+ mãe (RNA do vírus invasor) produzirá RNA- e esse será modelo para a produção de novas molécula de RNA+, sendo descendentes da molécula mãe, como exemplificado na figura 2<sup>6</sup>.



**Figura 2: Replicação viral**

Exemplificação da produção de novas moléculas de RNA+<sup>6</sup>

A disseminação descontrolada do SARS-CoV-2 gerou mutações relevantes do ponto de vista clínico e epidemiológico, as variantes de atenção (VOC-Variant of Concern) possuem maior grau de infectividade e gravidade, são elas: B.1.1.7, B.1.351, P.1/P.2 e B.1.617, identificadas no Reino Unido, África do Sul, Brasil (Manaus e Rio de Janeiro) e Índia, respectivamente<sup>7</sup>.

### Aspectos Clínicos

A COVID-19 é caracterizada pela síndrome respiratória aguda grave, sendo o período médio de incubação do vírus entre 4 e 14 dias<sup>1</sup>. Apesar de ser caracterizada majoritariamente como uma doença de risco para idosos e pessoas com comorbidades médicas, a SARS-CoV-2 pode acometer indivíduos de diversas idades e estilos de vida<sup>3</sup>.

A manifestação da doença é classificada entre assintomática, leve, moderada e grave. Os sintomas leves são semelhantes às síndromes gripais e não apresentam sinais de pneumonia; em casos moderados o paciente apresenta febre, dispneia, hipóxia, anosmia (perda do olfato), ageusia (perda do paladar), tosse seca, fadiga, mialgia e sinais de pneumonia; já os casos graves manifestam distúrbio respiratório grave, taquipneia, saturação de O<sub>2</sub>, linfopenia, choque séptico, perturbação neurológica, falência múltipla de órgão, podendo levar o paciente a óbito<sup>3</sup>.

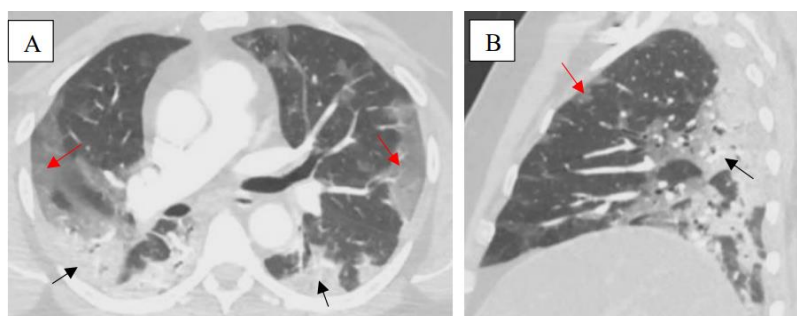
O diagnóstico da COVID-19 é realizado através do exame de reação em cadeia da polimerase por transcriptase reversa (RT-PCR) por amostra de secreção de nasofaringe e orofaringe, exames de sorologia para anticorpos IgM/IgG e exames de imagens são considerados medidas de diagnóstico complementares<sup>3</sup>.

### Achados significativos em tomografia computadorizada

De acordo com o Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, a Tomografia Computadorizada é indicada em casos em que o paciente apresenta quadro clínico e laboratorial suspeito, pacientes sintomáticos hospitalizados, para pesquisa de complicação, diagnóstico alternativo, quadro de tromboembolismo pulmonar (TEP) e pacientes RT-PCR positivo para SARS-CoV-2 em estágio avançado<sup>4</sup>.

Os principais achados em Tomografia Computadorizada de pacientes com COVID-19 são: opacidade em vidro fosco, consolidação (Figura 3), consolidação alveolar com broncogramas, pavimentação em mosaico (Figura 4), espessamento de septo interlobular e intralobular, alterações bilaterais, lesões em 4 ou 5 lobos pulmonares, distribuição periférica e predileção posterior. Achados como nódulos, cavidades, derrame pleural e linfonomegalia são considerados raros e sugerem a possibilidade de coinfeção<sup>4,8</sup>.

As alterações tomográficas variam de acordo com o estágio da doença, sendo o pico entre 6 e 11 dias após o início dos sintomas; a recuperação é lenta, podendo apresentar lesões residuais temporárias ou permanentes<sup>4</sup>.



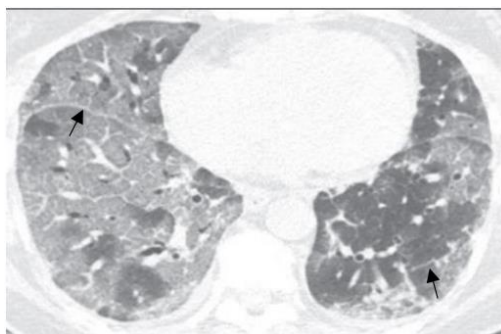
**Figura 3: Tomografia Computadorizada de Tórax**

TC de tórax em corte axial (A) e em corte sagital (B) de paciente RT-PCR positivo para SARS-Cov-2. As imagens apresentam consolidação (seta preta) e opacidade em vidro fosco (seta vermelha) multifocais, bilaterais e periféricas<sup>4</sup>.

A Radiological Society of North America e o sistema COVID-19 Reporting and Data System (CO-RADS) estabeleceram categorias para a produção de um relatório estruturado das tomografias computadorizadas de tórax, classificando os achados pulmonares em quatro padrões<sup>4,9</sup>:

- TC típica: presença de opacidade em vidro fosco, pavimentação em mosaico, consolidação periférica multifocais e bilaterais.
- TC indeterminada: opacidade em vidro fosco difusas, sem distribuição característica e unilateral.
- TC atípica: presença de consolidação lobar, cavidade e micronódulos centrolobulares.

- TC negativa: ausência de opacidade em vidro fosco ou consolidação.



**Figura 4: Tomografia Computadorizada de Tórax**

TC de tórax em corte axial de paciente RT-PCR positivo para SARS-CoV-2. A imagem apresenta pavimentação em mosaico bilateral (seta preta), com opacidades em vidro fosco associadas a espessamentos septais interlobulares<sup>4</sup>.

## Utilização da Inteligência Artificial

### Objetivos da utilização da Inteligência Artificial

A inteligência artificial (IA) é um ramo da ciência da computação que tem como objetivo estudar, desenvolver e empregar sistemas que simulem a capacidade humana na percepção de um problema, identificando seus componentes com a finalidade de propor e/ou tomar decisões como soluções para um desafio<sup>10</sup>. A adesão e aumento de recursos para a utilização da inteligência artificial na prática médica impulsionou a mudança da medicina convencional para a medicina dos 4Ps (preventiva, preditiva, personalizada e proativa)<sup>11</sup>.

O objetivo da utilização da IA durante a pandemia é amparar os profissionais da saúde na detecção e diferenciação da COVID-19 das demais síndromes respiratórias, e associada aos exames de imagem, auxiliar na quantificação e classificação de lesões pulmonares, realçar pontos na imagem não visíveis a olho nu, integrar dados clínicos e laboratoriais, priorizar laudos, notificar casos suspeitos e confirmados, e sobretudo, otimizar tempo e minimizar os erros de diagnóstico<sup>12,13</sup>.

Vale ressaltar que a IA não se resume somente a auxílio diagnóstico da doença, sua atuação é infinita, mostrando-se eficiente também no estudo da disseminação e evolução do SARS-CoV-2 pelos países, averiguar possíveis mutações virais, na estruturação de protocolos, auxílio na elaboração de vacinas e orientação terapêutica, além de atuar como assistente virtual para profissionais da saúde<sup>13</sup>.

## Construção da Inteligência Artificial

A IA é composta por diferentes algoritmos, estratégias de tomada de decisão e um relatório de dados. Sua construção é um projeto multidisciplinar, onde são necessários profissionais com visões diferentes sobre saúde<sup>10</sup>.

O processo de construção da inteligência tem início com a escolha dos profissionais que atuarão na coleta de dados e desenvolvimento do projeto, são eles: médicos, radiologistas, pesquisadores, engenheiros de dados e cientistas de dados. Os radiologistas possuem um papel de suma importância na estruturação de um relatório contendo os principais achados tomográficos e suas características em pacientes positivos para COVID-19. A seguir tem início a fase de modelagem da inteligência, de caráter qualitativo, descritivo e de levantamento de dados, esse momento é dividido em 3 etapas: (1) segmentação pulmonar, afim de compreender suas limitações; (2) pré processamento de imagem e classificação da pneumonia, que tem como função realçar os achados para tomada de decisão da inteligência; (3) detecção e caracterização dos achados. Após análise e validação dos dados por radiologistas e pesquisadores, engenheiros de dados e especialistas na área da computação iniciarão a construção e validação dos modelos de IA<sup>11</sup>.

Metodologias como análise de dados tabulares, processamento de linguagem e visão computacional podem auxiliar na construção da IA<sup>13</sup>. A tabulação de dados, que consiste na divulgação de dados abertos e de grande volume, associada ao data mining (técnica para descoberta de padrões nas bases de dados, por meio de algoritmos computacionais) e machine learning (técnica de predição, associação ou agrupamento dos dados) podem auxiliar o profissional da saúde em momentos críticos, que exijam decisões rápidas e que possui ausência de alguns recursos, por exemplo imagens de baixa resolução<sup>14</sup>. O processamento de linguagem natural (PLN) consiste na capacidade das máquinas de compreenderem a linguagem humana e, a partir disso, possam extrair de textos a informação contida neles<sup>13</sup>. Já a visão computacional tem sido utilizada no campo da imagem médica digital, essa possui como base uma função  $f(x, y)$  em escala de níveis de cinza dividida em coordenadas espaciais que pode ser representada por uma matriz, cujos índices de linhas e de colunas identificam um ponto de imagem (pixel), em outras palavras, a visão computacional contribui para que máquinas extraíam dados e informações a partir de imagens<sup>15</sup>. O deep learning (técnica de aprendizado profundo) tem sido a principal tecnologia utilizada nos últimos anos, que consiste na avaliação de dados em imagem, vídeo e/ou áudio usando redes neurais<sup>16</sup>.

Com o descontrole da pandemia, novos programas foram criados e testados, como o CT-FastNet, que usa o ResNet-50 (Deep Residual Learning for Image Recognition/Aprendizagem

Residual Profunda para Reconhecimento de Imagem) e a função de ativação Soft -Root-Sign (SRS – Modelo de deep learning mais efetivo), esse obteve acurácia de 98,9% na detecção da COVID-19 em exames de tomografia computadorizada. O processo de criação desse programa se dividiu em 6 etapas<sup>17</sup>:

1. Efetuar a segmentação de imagens em blocos de TC de tórax de pacientes positivos para COVID-19
2. Validar os testes por meio do uso de 3 diferentes bases de dados de imagens de TC de tórax.
3. Propor e testar modelos de deep learning: foi selecionada a função que possui melhor desempenho de generalização e velocidade de aprendizado mais rápida
4. Propor um método de detecção do COVID-19 a partir de TC usando ResNet-50 para aumento da acurácia na detecção do COVID-19.
5. Aplicar a função de Ativação Soft-Root-Sign (SRS) em conjunto com a ResNet-50 para a diminuição do tempo de treinamento das imagens, obtendo a solução denominada de CT-FastNet.
6. Avaliar o desempenho final

Alguns países já investiram e implementaram softwares com algoritmos de inteligência, como é o caso da China, que possui um software capaz de realizar a leitura de uma imagem tomográfica em apenas 15 segundos; já o Equador, utilizando um algoritmo da empresa Huawei, foi o primeiro país da América Latina a implementar um sistema auxiliar com IA para diagnóstico de COVID-19, esse sistema armazena e compara imagens radiológicas de pacientes de todo o mundo; no Brasil, foi criada a plataforma RadVid-19, que também utiliza o algoritmo da Hae, e coleta exames radiológicos e tomográficos de casos suspeitos e confirmados de COVID-19<sup>18</sup>.

Ainda que haja benefícios, a IA não é uma ciência exata e ainda pode apresentar certo grau de imprecisão, sua capacidade de autoaprendizado pode gerar resultados indesejados e imprevistos pelos seus desenvolvedores, são os chamados “black box problem” (problema da caixa preta), onde os algoritmos executam uma ação, mas não sabem explicar ao homem como a decisão foi tomada, sendo assim, torna-se imprescindível o papel do médico e do radiologista para o diagnóstico final da doença<sup>18</sup>.

### **Inteligência Artificial associada ao Big Data**

BIG DATA é entendido como uma ciência de dados associada a sistemas computacionais que conseguem analisar e extrair informações que apresentam padrões<sup>16</sup>. Há diversos tipos de BIG DATA com focos diferentes, no contexto da pandemia os seguintes modelos são



considerados importantes: (1) molecular, dados obtidos por meio de técnicas laboratoriais; (2) imagem, dados obtidos através da extração de informações de imagens clinicamente relevantes; (3) digital e computacional, dados obtidos através meios digitais<sup>19</sup>.

Segundo Nicholson Price, BIG DATA é um fenômeno de caráter quantitativo, populacional e individual, caracterizado pelos “três V’s”: volume (grande quantidade de dados), variedade (heterogeneidade dos dados) e velocidade (acesso rápido aos dados)<sup>18</sup>; autores como Ishwarappa e Anuradha ainda incluem veracidade (necessário que os dados sejam verdadeiros) e valor (informações relevantes) as características do BIG DATA<sup>16</sup>. O uso adequado dos 5 adjetivos garante um alto grau de confiança, e associados aos algoritmos da inteligência artificial ganham fundamento para o desenvolvimento de estratégias e tomada de decisões, de referência cruzada através de base de dados, diagnóstico e orientação de tratamento para algumas doenças, além do monitoramento da doença em tempo real<sup>20,21</sup>.

Start-ups de diversas localidades veem investindo nessa tecnologia, como é o caso da Blue Dot, em Toronto, que usa um sistema de vigilância da COVID-19; ou da Infervision, que emprega plataformas de imagens médicas de deep learning para agilizar o diagnóstico da doença através do reconhecimento de características pulmonares; e da Alipay, do grupo Alibaba, que desenvolveu aplicativos baseados em IA, com base em parâmetros como auto-relato do estado de saúde, histórico de viagens e contatos, auxiliando na identificação de casos de COVID-19<sup>19</sup>.

A perspectiva para o futuro é que a IA e o BIG DATA estejam atrelados ao desenvolvimento de uma sociedade sustentável, saudável e resiliente, onde as tomadas de decisão são baseadas em evidências claras e precisas<sup>19</sup>.

### **Relação entre Big Data e proteção de dados**

O BIG DATA aproxima cada vez mais a tecnologia do ser humano, porém essa poderosa ferramenta deve resguardar de fora democrática o titular dos dados apresentados; a relação entre a proteção de dados e o BIG DATA é fundada em três paradoxos: (1) transparência, caracterizar de onde, quando e como os dados foram coletados; (2) identidade, especificar o método da coleta de dados e a finalidade do mesmo; (3) poder, ação dos programas de segurança e de correção de falhas da tecnologia adotados<sup>22</sup>.

Em 1983 a American College of Radiology (ACR) e a National Electrical Manufacturers Association (NEMA) se juntaram para desenvolver um sistema de comunicação digital. Foi em 1993, que surgiu a terceira versão, utilizada até os dias atuais, do sistema de padrão de transferência de imagem médica - DICOM (digital imaging and communications in medicine),

que tem como objetivo armazenar, transferir e comunicar diagnósticos, imagens médicas e informações relevantes de diferentes localidades. As informações e imagens radiológicas/tomográficas são armazenadas contendo delimitadores de informações (tags), que permitem a leitura de arquivos mantendo a integridade do paciente, um exemplo disso é que o nome desses indivíduos não é divulgado<sup>23</sup>.

Dados pessoais relacionados a saúde são considerados dados pessoais sensíveis, esses devem ser digitalizados mantendo o sigilo e transparência e respeitando a autonomia do paciente; a Interpol (Organização Internacional de Polícia Criminal) reforça a necessidade que hospitais e organizações de saúde têm em melhorar a proteção de dados de seus pacientes, uma vez que seu conteúdo se tornou o principal alvo de hackers durante a pandemia<sup>18</sup>.

Apesar dos benefícios, a utilização da IA e do BIG DATA devem passar pelo conselho de ética e jurídico a fim de proteger tanto o paciente quanto seus dados pessoais. Lecuona e Villalobos-Quesadas afirmam que “Cientistas de dados, engenheiros, o Estado e o setor da saúde, entre outros envolvidos, devem avaliar o risco-benefício do uso dessas tecnologias, não as restringindo, mas criando os mecanismos legais, técnicos e tecnológicos que garantam que nenhum direito seja violado, e um primeiro passo nessa direção é garantir que a informação clínica não seja terceirizada sem qualquer tipo de restrição”<sup>16, 21</sup>.

### **Programa RADVID-19**

O Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC) criaram a plataforma RadVid-19, visando a formação de um núcleo de pesquisadores, radiologistas brasileiros, profissionais das ciências da computação e exatas para desenvolver um programa de auxílio diagnóstico, através do uso da Inteligência Artificial, na epidemia da COVID-19 no Brasil. Os hospitais devem realizar um cadastro no site RADVID-19 e enviar sua base de dados com exames radiológicos e tomográficos; o programa, através da IA, realizará a leitura dessas imagens e indicará se o paciente está ou não com achados característicos da COVID-19, apresentando também o grau de comprometimento pulmonar<sup>18,23</sup>.

O programa tem como objetivo melhorar o atendimento e diagnóstico do paciente, com identificação rápida e eficaz da COVID-19, além do emprego mais eficiente de recursos médicos, otimizando o uso de exames diagnósticos e ocupação de leitos e hospitais<sup>23</sup>.

## CONCLUSÃO

A incorporação da Inteligência Artificial associada ao BIG DATA à prática médica no contexto da pandemia da COVID-19 mostrou-se eficiente no suporte de diagnóstico, redução na taxa de erros, cruzamento de informações clínicas e auxílio na tomada de decisão. Devido a possíveis interpretações diferentes interobservadores das imagens médicas, principalmente nos achados por TC. É de suma importância termos padrões previamente definidos como ferramenta computacional na caracterização das doenças, auxiliando assim os médicos e radiologistas a emitirem laudos cada vez mais precisos com o auxílio desta poderosa ferramenta. Vale ressaltar que a utilização desses programas nunca substituirá a atuação e a importância dos médicos radiologistas e profissionais na aquisição de imagens médicas, mas atuará como suporte a eles. A aplicação dessas tecnologias inicia um novo momento na sociedade e na medicina, com uma visão moderna de saúde, prestação de serviço e cuidado.

## REFERÊNCIAS

1. Souto XM. COVID-19: Aspectos Gerais e Implicações Globais. *Recial - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara*. 2020; 2 (1): 12-36. DOI: 10.46636/recital.v2i1.90
2. Velavan TP, Meyer CG. The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine and International Health*. 2020; 25 (3): 278-80. DOI: 10.1111/tmi.13383
3. Iser BPM, Sliva I, Raymundo VT, Poletto MB, Trevisol FS, Bobinski1 F. Definição de Caso Suspeito da COVID-19: Uma Revisão Narrativa dos Sinais e Sintomas Mais Frequentes Entre os Casos Confirmados. *Epidemiologia e Serviço em Saúde*. 2020; 29 (3): e2020233: 11. DOI: 10.5123/S1679-49742020000300018
4. Meirelles GSP. COVID-19: Uma Breve Atualização para Radiologistas. *Radiol Bras*. 2020 Set/Out; 53 (5): 320-28. DOI: 10.1590/0100-3984.2020.0074
5. Dados obtidos através do website da Organização Mundial da Saúde em “WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard” acessado em 10 de maio de 2021. Disponível em: <https://covid19.who.int/>
6. Uzunian A. Coronavírus SARS-CoV-2 e Covid-19. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratoria*. 2020; 56: e3472020: 4. DOI: 10.5935/1676-2444.20200053
7. Freitas ARR, Giovanetti M, Alcantara LCJ. Emerging variants of SARS-CoV-2 and its public health implications. *Interamerican Journal of Medicine and Health*. 2021; 4: 8. DOI: 10.31005/iajmh.v4i.181
8. Song F, Shi N, Shan F, et al. Emerging 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. *Radiology*. 2020; 295 (1): 210–17. DOI: 10.1148/radiol.2020200274
9. Simpson S, Kay FU, Abbara S, et al. Radiological Society of North America Expert Consensus Document on Reporting Chest CT Findings Related to COVID-19: Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020; 2 (2): e200152: 10. DOI: 10.1148/ryct.2020200152
10. Lobo LC. Inteligência Artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica. *Brasília: Revista Brasileira de Educação Médica*. 2018; 42 (3): 3-8. DOI: 10.1590/1981-52712015v42n3RB20180115EDITORIAL1

11. Holzinger A, Rucker C, Ziefle M. *Smart Health: Open Problems and Future Challenges*. 1 ed: Springer International Publishing. 2015. 1-20. DOI: 10.1007/978-3-319-16226-3
12. Bai HX, Wang R, Xiong Z, et al. Artificial Intelligence Augmentation of Radiologist Performance in Distinguishing COVID-19 from Pneumonia of Other Origin at Chest CT. *Radiology*. 2020; 296 (3): 156-65. DOI: 10.1148/radiol.2020201491
13. Neves BC. Metodologias, Ferramentas e Aplicações da Inteligência Artificial nas Diferentes Linhas do Combate a COVID-19. *Revista de Biblioteconomia e Ciência da Informação*. 2020; 6 (2): 44-57. DOI: 10.46902/2020n2p44-57
14. Fernandes FT, Filho ADPC. Perspectivas do Uso de Mineração de Dados e Aprendizado de Máquina em Saúde e Segurança no Trabalho. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*. 2019; 13: 12. DOI: 10.1590/2317-6369000019418
15. Santos MK, Ferreira Júnior JR, Wada DT, Tenório APM, Barbosa MHN, Marques PMA. Artificial Intelligence, Machine Learning, Computer-aided Diagnosis, and Radiomics: Advances in Imaging Towards to Precision Medicine. *Radiol Bras*. 2019; 52 (6): 387-96. DOI: 10.1590/0100-3984.2019.0049
16. Márquez DJ. Inteligência Artificial e Big Data como Soluções a COVID-19. *Rev. Bioética y Derecho*. 2020; 50: 315-331. ISSN: 1886-5887
17. Barbosa RC, Rosa RL, Silva KCNd, Rodriguez DZ. CT-FastNet: Detecção de COVID-19 a partir de Tomografias Computadorizadas (TC) de Tórax usando Inteligência Artificial. *Curitiba: Brazilian Journal of Development*. 2020; 6 (7): 50315-30. DOI:10.34117/bjdv6n7-619
18. Neto MK, Silva RdG, Nogaroli R. Inteligência Artificial e Big Data no Diagnóstico e Tratamento da COVID-19 na América Latina: Novos Desafios à Proteção de Dados Pessoais. *Revista Brasileira de Direitos Fundamentais & Justiça*. 2020, 14 (1): 149-78. DOI: 10.30899/dfj.v0i0.974
19. Bragazzi NL, Dai H, Damiani G, Behzadifar M, Martini M, Wu J. Como Big Data e Inteligência Artificial Podem Ajudar a Gerenciar Melhor a Pandemia da COVID-19. *Int. J. Aprox. Res. Public Health*. 2020; 17 (9), 3176: 8. DOI: 10.3390/ijerph17093176
20. Price II WN. *Artificial Intelligence in Health Care: Applications and Legal Implications*. *The SciTech Lawyer*. 2017; 14 (1): 10-13.
21. de Lecuona I, Villalobos-Quesada M. European Perspectives on Big Data Applied to Health: The Case of Biobanks and Human Databases. *Dev World Bioeth*. 2018; 18 (3): 291-8. DOI: 10.1111/dewb.12208
22. Szinvelski MM, Arceno TS, Francisco LB. Perspectivas Jurídicas da Relação Entre Big Data e Proteção de Dados. *Perspectivas em Ciência da Informação*. 2019; 24 (4): 132-144. DOI: 10.1590/1981-5344/4188
23. Caritá EC, Matos ALM, Azevedo-Marques PM. Ferramentas para Visualização de Imagens Médicas em Hospital Universitário. *Radiol Bras*. 2004; 37 (6): 437-440. DOI: 10.1590/S0100-39842004000600010
24. Informações obtidas através do website da plataforma RADVID-19 acessado em 31 de março de 2021. Disponível em: <https://radvid19.com.br/>