ReGeo ISSN: 2177-3246

VALOR PROGNÓSTICO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E DE BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS EM PACIENTES HOSPITALIZADOS COM COVID-19

PROGNOSTIC VALUE OF COMPUTED TOMOGRAPHY AND INFLAMMATORY BIOMARKERS IN HOSPITALIZED PATIENTS WITH COVID-19

VALOR PRONÓSTICO DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA Y LOS BIOMARCADORES INFLAMATORIOS EN PACIENTES HOSPITALIZADOS CON COVID-19

https://doi.org/10.56238/revgeov17n9-128

Data de submissão: 21/08/2026 **Data de publicação:** 21/09/2026

Aryana Isabelle de Almeida Neves Siqueira
Doutoranda em Nutrição
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: aryana.siqueira@ebserh.gov.br

Edmundo Quintão dos Santos Junior
Médico
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: edmundoquint@gmail.com

Vinicius Camilo Silva de Alencar
Médico
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: viniciuscsa4@gamil.com

Josué de Oliveira Leitão
Médico
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: josue.leitão@famed.ufal.br

Amanda Cavalcante de Morais
Médica
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: amanda.xcavalcante@gmail.com

Layane Victoria Ananias da Silva
Médica
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: laiane.silva@famed.ufal.br

Leonardo Martins Aboim Inglês
Médico
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: leonardo.ingles@famed.ufal.br

ReGeo

ISSN: 2177-3246

Dárgaro Mauricio Lima Silva
Médico
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: mauricio.dragon@hotmail.com

Rozangela Maria de Almeida Fernandes Wyszomirska
Doutora em medicina
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: rozangela.wyszomirska@famed.ufal.br

RESUMO
Avaliar a associação entre achados radiológicos torácicos, gravidade clínica e comorbidades com desfechos em pacientes com COVID-19, bem como determinar o desempenho discriminatório de biomarcadores inflamatórios e parâmetros gasométricos na predição desses desfechos. Trata-se de estudo observacional, retrospectivo e unicêntrico, envolvendo 438 pacientes hospitalizados com COVID-19. As associações entre achados de imagem, gravidade clínica, comorbidades e óbito hospitalar foram avaliadas por regressão de Poisson, expressas em razões de prevalência (RP) e IC95%. O desempenho discriminatório dos biomarcadores inflamatórios (PCR, DHL e ferritina) e dos parâmetros gasométricos (pCO_2 e pO_2) foi analisado por curvas ROC. A tomografia computadorizada evidenciou comprometimento pulmonar em 92,7% dos pacientes, sendo acometimento superior a 75% independentemente associado à maior gravidade (RP=1,67; IC95%:1,27–2,18; p<0,001) e associação limítrofe com óbito hospitalar (RP=1,47; IC95%:0,98–2,21; p=0,05). A radiografia de tórax apresentou baixo valor prognóstico. A obesidade foi a única comorbidade independentemente associada ao maior acometimento pulmonar. Entre os biomarcadores, a DHL apresentou o melhor desempenho para predição de óbito (AUC=0,77), seguida da PCR (AUC=0,67). Nenhum marcador apresentou capacidade discriminatória relevante para alterações tomográficas. A tomografia computadorizada apresentou maior valor prognóstico que a radiografia de tórax para predição da gravidade da COVID-19. A obesidade associou-se independentemente ao maior acometimento pulmonar, enquanto a DHL foi o biomarcador com melhor capacidade discriminatória para óbito hospitalar. A utilização combinada de achados tomográficos e biomarcadores inflamatórios pode contribuir para a estratificação prognóstica de pacientes hospitalizados.

Palavras-chave: COVID-19. Tomografia Computadorizada. Biomarcadores. Radiografia de Tórax. Comorbidades.

ABSTRACT
To evaluate the association between thoracic radiological findings, clinical severity and comorbidities with outcomes in patients with COVID-19, as well as to determine the discriminatory performance of inflammatory biomarkers and blood gas parameters in predicting these outcomes. This is an observational, retrospective and single-center study involving 438 hospitalized patients with COVID-19. Associations between imaging findings, clinical severity, comorbidities and in-hospital mortality were evaluated by Poisson regression, expressed as prevalence ratios (PR) and 95%CI. The discriminatory performance of inflammatory biomarkers (CRP, LDH and ferritin) and blood gas parameters (pCO_2 and pO_2) was analyzed using ROC curves. Computed tomography showed pulmonary involvement in 92.7% of patients, with involvement greater than 75% independently associated with greater severity (PR=1.67; 95%CI:1.27–2.18; p<0.001) and borderline association with in-hospital mortality (PR=1.47; 95%CI:0.98–2.21; p=0.05). Chest radiography had low prognostic value. Obesity was the only comorbidity independently associated with greater pulmonary

involvement. Among the biomarkers, LDH showed the best performance for predicting mortality (AUC=0.77), followed by CRP (AUC=0.67). No marker showed relevant discriminatory capacity for tomographic alterations. Computed tomography showed greater prognostic value than chest radiography for predicting COVID-19 severity. Obesity was independently associated with greater pulmonary involvement, while LDH was the biomarker with the best discriminatory capacity for in-hospital mortality. The combined use of tomographic findings and inflammatory biomarkers may contribute to prognostic stratification of hospitalized patients.

Keywords: COVID-19. Computed Tomography. Biomarkers. Chest Radiography. Comorbidities.

RESUMEN

Evaluar la asociación entre hallazgos radiológicos torácicos, gravedad clínica y comorbilidades con los resultados en pacientes con COVID-19, así como determinar el desempeño discriminatorio de biomarcadores inflamatorios y parámetros gasométricos en la predicción de estos resultados. Se trata de un estudio observacional, retrospectivo y unicéntrico que involucra a 438 pacientes hospitalizados con COVID-19. Las asociaciones entre hallazgos de imagen, gravedad clínica, comorbilidades y mortalidad hospitalaria fueron evaluadas mediante regresión de Poisson, expresadas como razones de prevalencia (RP) e IC95%. El desempeño discriminatorio de biomarcadores inflamatorios (PCR, LDH y ferritina) y parámetros gasométricos (pCO_2 y pO_2) fue analizado mediante curvas ROC. La tomografía computarizada evidenció compromiso pulmonar en 92,7% de los pacientes, siendo el compromiso superior a 75% independientemente asociado con mayor gravedad (RP=1,67; IC95%:1,27–2,18; p<0,001) y asociación limítrofe con mortalidad hospitalaria (RP=1,47; IC95%:0,98–2,21; p=0,05). La radiografía de tórax presentó bajo valor pronóstico. La obesidad fue la única comorbilidad independientemente asociada con mayor compromiso pulmonar. Entre los biomarcadores, el LDH mostró el mejor desempeño para la predicción de mortalidad (AUC=0,77), seguido de la PCR (AUC=0,67). Ningún marcador mostró capacidad discriminatoria relevante para alteraciones tomográficas. La tomografía computarizada presentó mayor valor pronóstico que la radiografía de tórax para la predicción de la gravedad de COVID-19. La obesidad se asoció independientemente con mayor compromiso pulmonar, mientras que el LDH fue el biomarcador con la mejor capacidad discriminatoria para mortalidad hospitalaria. El uso combinado de hallazgos tomográficos y biomarcadores inflamatorios puede contribuir a la estratificación pronóstica de pacientes hospitalizados.

Palabras clave: COVID-19. Tomografía Computarizada. Biomarcadores. Radiografía de Tórax. Comorbilidades.

1 INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 continua a impactar a saúde global, apesar da expressiva redução no número de casos e óbitos. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde, foram registrados 8.564 casos confirmados em 2025, representando queda de 28,8% em relação a 2024, enquanto a letalidade permaneceu em torno de 2% (Brasil, 2025). Contudo, dados epidemiológicos indicam que a COVID-19 ainda responde por 53,3% dos óbitos por Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) causada por vírus respiratórios, com aumento de casos no Sul do país, especialmente entre idosos, imunocomprometidos e portadores de comorbidades (Fiocruz, 2025).

O trato respiratório é o principal sítio de infecção pelo SARS-CoV-2, podendo apresentar desde quadros leves até pneumonia e hipoxemia, com risco de evolução para SRAG e insuficiência respiratória fatal (Ackermann *et al.*, 2020; Hoffmann *et al.*, 2020; Chowdhury *et al.*, 2021). Diante de seu potencial de gravidade, torna-se essencial compreender seu espectro clínico e identificar indicadores prognósticos que possam orientar intervenções oportunas e reduzir complicações e mortalidade (Silva *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a radiografia de tórax (RXT) e a tomografia computadorizada de tórax (TCT) constituem ferramentas fundamentais para avaliação do comprometimento pulmonar na COVID-19. Embora a radiografia seja amplamente disponível e utilizada na avaliação inicial, a TCT apresenta maior sensibilidade para detecção de alterações parenquimatosas, incluindo opacidades em vidro fosco e consolidações periféricas, além de permitir estimar a extensão do acometimento pulmonar, aspecto diretamente relacionado ao prognóstico (Rubin *et al.*, 2020; Salehi *et al.*, 2020).

As principais alterações radiográficas incluem opacidades bilaterais em vidro fosco e consolidações periféricas, enquanto a TCT apresenta maior sensibilidade e acurácia diagnóstica, sendo considerada modalidade de primeira linha na avaliação de pacientes com COVID-19 (Bernheim *et al.*, 2020).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar o valor prognóstico da radiografia de tórax, da tomografia computadorizada e de biomarcadores inflamatórios na predição da gravidade e do óbito hospitalar em pacientes internados por COVID-19, bem como investigar a associação entre comorbidades e extensão do acometimento pulmonar.

2 METODOLOGIA

2.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo observacional, retrospectivo e unicêntrico, conduzido a partir da análise de prontuários eletrônicos de pacientes com diagnóstico confirmado de COVID-19, internados no

Hospital Universitário Professor Alberto Antunes, Maceió - Alagoas, um centro público de referência para tratamento de COVID-19, no nordeste do Brasil, no período de abril de 2020 a setembro de 2022.

2.2 PARTICIPANTES

Foram identificados 448 prontuários de pacientes hospitalizados com COVID-19, dos quais 438 preencheram os critérios de inclusão: idade ≥18 anos, ambos os sexos e resultado positivo para SARS-CoV-2 em amostras de swab nasofaríngeo e de orofaringe, detectado por RT-PCR. Foram excluídos os pacientes cujos prontuários apresentavam dados incompletos.

2.3 PROCEDIMENTOS E VARIÁVEIS

Os dados foram extraídos manualmente por quatro pesquisadores previamente treinados e posteriormente conferidos por dois revisores independentes, assegurando-se anonimização e confidencialidade. Divergências foram resolvidas por consenso, mediante revisão dos prontuários eletrônicos. Para assegurar a consistência dos dados foi realizado padronização das terminologias médicas e codificação dos resultados.

Foram analisadas variáveis clínicas (gravidade da doença, comorbidades e desfecho hospitalar), laboratoriais (hemoglobina, leucócitos, PCR, DHL, ferritina, creatinina e glicemia), gasométricas (pO_2 e pCO_2) e exames de imagem (radiografia e tomografia computadorizada de tórax).

A severidade da doença foi adaptada da classificação da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2020) em: 0 – não severa (doença moderada); 1 – severa; 2 – crítica.

A presença de comorbidades identificadas nos prontuários foram hipertensão arterial, diabetes mellitus, obesidade, cardiopatias, pneumopatias, entre outras. O desfecho clínico foi categorizado como alta hospitalar ou óbito.

As radiografias de tórax foram obtidas com aparelhos digitais fixos ou portáteis, nas projeções posteroanterior (PA) ou anteroposterior (AP), preferencialmente nas primeiras 24 horas de internação. Os laudos foram emitidos por radiologistas plantonistas e revisados por um segundo especialista; eventuais divergências foram resolvidas por um terceiro avaliador, coordenador do serviço de radiologia. A classificação seguiu o Consenso Fleischner (Rubin *et al.*, 2020): 0 = normal; 1 = opacidade difusa; 2 = consolidação.

As TCTs foram realizadas com varredura volumétrica do tórax, cortes finos (1,0–1,25 mm), sem contraste, e classificadas quanto ao grau de comprometimento pulmonar, conforme o escore de gravidade proposto por Wong *et al.* (2020): 0 = sem envolvimento; 1 = <25%; 2 = 25–50%; 3 = 50–75%; 4 = >75%.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram tabulados no Microsoft Excel® e analisados no software Jamovi (versão 2.3; https://www.jamovi.org), adotando-se nível de significância de 5% ($p<0,05$). As variáveis categóricas foram expressas em frequências absolutas e relativas, e as contínuas em média ± desvio-padrão. As associações foram avaliadas por meio dos testes Qui-quadrado e ANOVA, e as razões de prevalência (RP) foram estimadas por regressão de Poisson, considerando severidade, comorbidades, desfecho clínico e achados de imagem.

Para avaliação do desempenho discriminatório de variáveis, foram construídas curvas ROC utilizando o software MedCalc®. Foram calculadas as áreas sob a curva (AUC), respectivos intervalos de confiança de 95%, sensibilidade, especificidade e índice de Youden para determinação do ponto de corte ótimo. As curvas ROC foram representadas graficamente.

2.5 ASPECTOS ÉTICOS

O estudo foi registrado na Plataforma Brasil sob Nº 31116320.3.0000.5013 e aprovado pelo Comitê de Ética da instituição, parecer Nº 4.297.975.

3 RESULTADOS

As características demográficas, clínicas e radiológicas da população estudada são apresentadas na Tabela 1. Foram incluídos 438 pacientes hospitalizados com diagnóstico confirmado de COVID-19, com idade média de 54,9 ± 18,0 anos e predomínio do sexo masculino (53,2%). A maioria dos pacientes apresentou formas severas ou críticas da doença (65,8%), e a mortalidade hospitalar foi de 43,6%. As comorbidades mais frequentes foram hipertensão arterial (42,9%) e diabetes mellitus (32,8%). Entre os pacientes submetidos aos exames de imagem, a radiografia de tórax evidenciou predomínio de opacidades difusas (65,9%). Na tomografia computadorizada, 92,7% dos pacientes apresentaram comprometimento pulmonar, sendo que 46,0% dos pacientes submetidos à tomografia computadorizada apresentaram acometimento pulmonar superior a 50% do parênquima.

Tabela 1. Características demográficas, clínicas e achados de imagem da população estudada

Variável	Resultado
Características demográficas:	
Idade (anos), média ± DP (n= 438)	54,9 ± 18,0
Sexo masculino	233 (53,2%)
Sexo feminino	205 (46,8%)
Severidade da doença (n= 438):	
Não severa	150 (34,2%)
Severa	129 (29,5%)
Crítica	159 (36,3%)
Comorbidades (n=427):	
Hipertensão arterial	183 (42,9%)
Diabetes	140 (32,8%)
Imunodepressão/neoplasia	93 (21,7%)
Obesidade	48 (11,2%)
Tabagismo	39 (9,1%)
Pneumopatias	33 (7,7%)
Cardiopatias	24 (5,6%)
Radiografia de tórax (n=126):	
Sem alterações	23 (18,3%)
Opacidades difusas	83 (65,9%)
Consolidações	20 (15,9%)
Tomografia computadorizada (n=300):	
Sem alterações	22 (7,3%)
<25%	46 (15,3%)
25-50%	94 (31,3%)
50-75%	89 (29,7%)
>75%	49 (16,3%)
Desfecho clínico (n=427):	
Alta	241 (56,4%)
Óbito	186 (43,6%)

Fonte: Os Autores

Os resultados dos exames laboratoriais e gasométricos da população estudada estão apresentados na Tabela 2. Os exames laboratoriais evidenciaram perfil compatível com resposta inflamatória sistêmica, caracterizado por leucocitose e elevação da proteína C reativa, desidrogenase láctica e ferritina.com resposta inflamatória sistêmica, caracterizado por leucocitose (12.182 ± 10.558 células/μL) e elevação dos biomarcadores inflamatórios, incluindo proteína C reativa (131,7 ± 98,8 mg/L), desidrogenase láctica (474,6 ± 436,8 U/L) e ferritina (1.919 ± 2.382 ng/mL). Entre os parâmetros gasométricos, a pCO_2 média foi de 44,9 ± 21,9 mmHg e a pO_2 média de 94,7 ± 52,1 mmHg.

Tabela 2. Caracterização laboratorial e gasométrica da população estudada

Variável	Média ± DP
Hemoglobina (g/dL) (n= 420)	12,35 ± 2,96
Leucócitos (/µL) (n=418)	12.182 ± 10.558
PCR (mg/L) (n= 396)	131,7 ± 98,8
DHL (U/L) (n=245)	474,6 ± 436,8
Ferritina (ng/mL) (n=304)	1.919 ± 2.382
Creatinina (mg/dL) (n=413)	1,44 ± 1,75
Glicemia (mg/dL) (n=184)	187,6 ± 140,3
pCO_2 (mmHg) (n=168)	44,9 ± 21,9
pO_2 (mmHg) (n=166)	94,7 ± 52,1

*PCR: proteína C reativa; DHL: desidrogenase láctica; pCO_2: pressão parcial de dióxido de carbono; pO2: pressão parcial de oxigênio
Fonte: Autores

3.1 ASSOCIAÇÃO ENTRE EXAMES DE IMAGEM, COMORBIDADES E DESFECHOS CLÍNICOS

Os resultados da regressão de Poisson ajustada encontram-se apresentados na Tabela 3. As alterações identificadas na radiografia de tórax não se associaram significativamente à gravidade da COVID-19 nem ao óbito hospitalar, embora as razões de prevalência tenham permanecido acima da unidade, sugerindo tendência a maior risco. Esses achados indicam capacidade prognóstica limitada da radiografia convencional quando utilizada isoladamente para estratificação de risco.

Tabela 3. Associação entre achados radiológicos, comorbidades e desfechos clínicos em pacientes hospitalizados com COVID-19

Variável	RP bruta (IC95%)	p-valor	RP ajustada (IC95%)	p-valor
RXT × gravidade/óbito				
Opacidades difusas – Gravidade	1,08 (0,79–1,48)	0,59	1,06 (0,77–1,45)	0,71
Consolidações – Gravidade	1,23 (0,86–1,77)	0,25	1,18 (0,82–1,70)	0,35
Opacidades difusas – Óbito	1,56 (0,87–2,80)	0,13	1,38 (0,77–2,46)	0,27
Consolidações – Óbito	1,65 (0,85–3,18)	0,13	1,56 (0,81–2,98)	0,17
TCT × gravidade/óbito				
Comprometimento 50–75% – Gravidade	1,17 (0,89–1,55)	0,24	1,14 (0,86–1,51)	0,33
Comprometimento >75% – Gravidade	1,75 (1,34–2,29)	<0,001	1,67 (1,27–2,18)	<0,001
Comprometimento 50–75% – Óbito	1,22 (0,80–1,85)	0,34	1,10 (0,75–1,63)	0,6
Comprometimento >75% – Óbito	1,64 (1,07–2,50)	0,02	1,47 (0,98–2,21)	0,05
Comorbidades e desfechos clínicos				
Hipertensão arterial - RXT	1,16 (0,95–1,41)	0,14	1,13 (0,93–1,39)	0,2
Hipertensão arterial - TCT	1,14 (1,02–1,27)	0,01	1,09 (0,97–1,23)	0,11
Diabetes mellitus - RXT	0,90 (0,74–1,10)	0,34	0,84 (0,69–1,03)	0,09
Diabetes mellitus - TCT	1,05 (0,93–1,18)	0,37	1,00 (0,88–1,14)	0,9
Pneumopatias - RXT	0,90 (0,61–1,32)	0,59	0,87 (0,60–1,25)	0,45
Pneumopatias - TCT	1,01 (0,79–1,31)	0,89	1,04 (0,81–1,33)	0,73
Obesidade - RXT	1,32 (1,02–1,71)	0,02	1,33 (1,03–1,72)	0,02
Obesidade - TCT	1,15 (0,99–1,32)	0,05	1,16 (1,01–1,33)	0,03
Miocardiopatias - RXT	0,88 (0,68–1,14)	0,36	0,84 (0,65–1,08)	0,18
Miocardiopatias - TCT	1,00 (0,76–1,33)	0,94	0,96 (0,74–1,26)	0,8

* RP ajustadas para sexo e idade. Nas análises de radiografia, a categoria de referência foi "sem alterações"; nas análises tomográficas, a categoria de referência foi comprometimento pulmonar de 25–50%. RP: razão de prevalência; RTX: radiografia de tórax; TCT: tomografia computadorizada de tórax.
Fonte: Autores

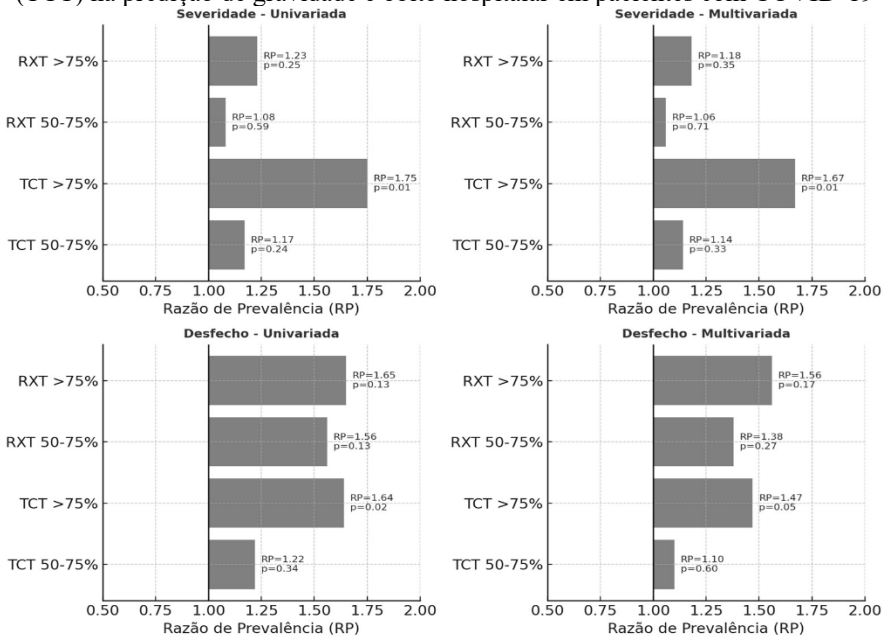
Em contraste, a tomografia computadorizada apresentou desempenho prognóstico superior. O comprometimento pulmonar entre 50% e 75% não se associou significativamente à gravidade da doença nem ao óbito hospitalar. Entretanto, pacientes com acometimento pulmonar superior a 75% apresentaram maior probabilidade de evolução para formas graves da COVID-19 (RP = 1,67; IC95%: 1,27–2,18; p < 0,001), mantendo associação limítrofe com o óbito hospitalar após ajuste para sexo e idade (RP = 1,47; IC95%: 0,98–2,21; p = 0,05).

Entre as comorbidades avaliadas, apenas a obesidade permaneceu independentemente associada à presença de alterações pulmonares tanto na radiografia de tórax (RP = 1,33; IC95%: 1,03–1,72; p = 0,02) quanto na tomografia computadorizada (RP = 1,16; IC95%: 1,01–1,33; p = 0,03). As demais comorbidades não apresentaram associações estatisticamente significativas após o ajuste para sexo e idade.

3.2 COMPARAÇÃO PROGNÓSTICA ENTRE RXT E TCT

A comparação entre os métodos de imagem evidenciou diferenças importantes quanto ao desempenho prognóstico (Figura 1). Enquanto a radiografia de tórax não apresentou associação estatisticamente significativa com a gravidade da doença ou com o óbito hospitalar, a tomografia computadorizada demonstrou maior capacidade de estratificação de risco.

Figura 1. Comparação do desempenho prognóstico da radiografia de tórax (RXT) e da tomografia computadorizada (TCT) na predição de gravidade e óbito hospitalar em pacientes com COVID-19



Fonte: Dados extraídos do Jamovi (2025) adaptado pelos autores

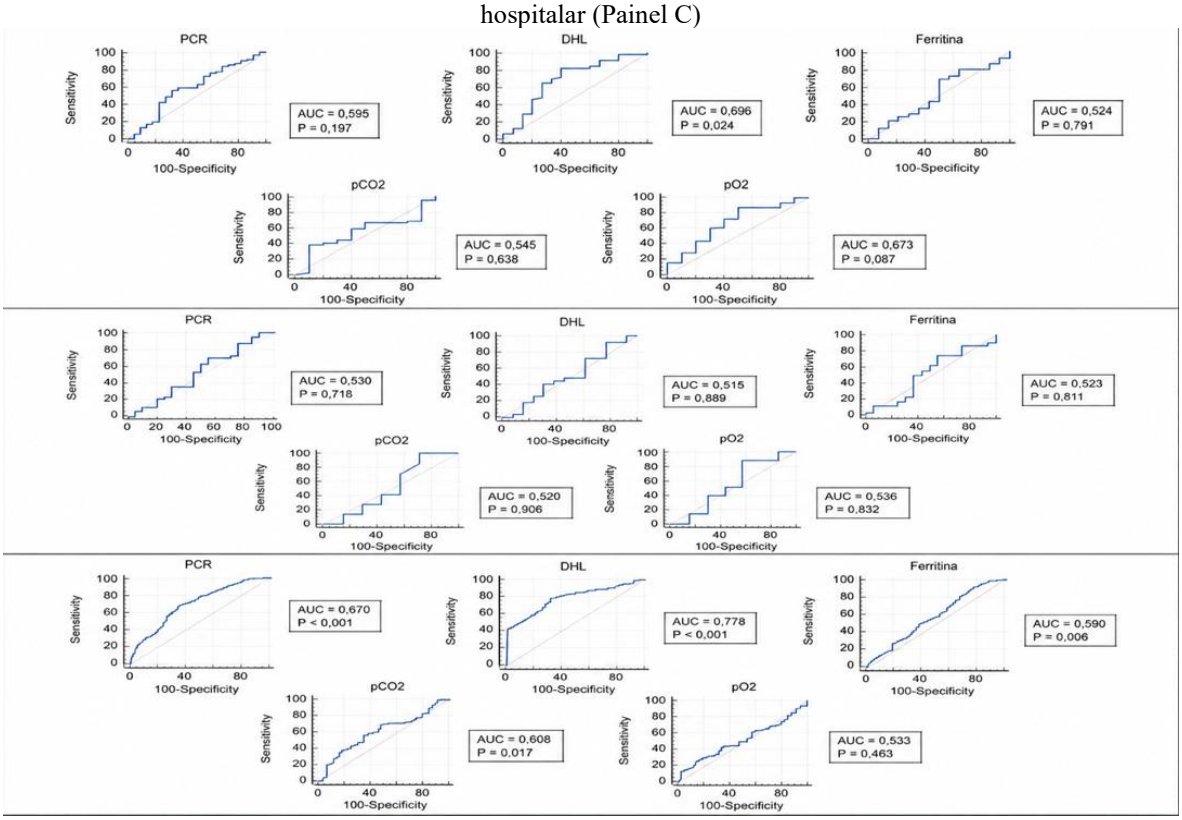
Pacientes com comprometimento pulmonar superior a 75% apresentaram maior probabilidade de evolução para formas graves da COVID-19. Em relação ao óbito hospitalar, observou-se associação limítrofe após ajuste para sexo e idade (RP = 1,47; IC95%: 0,98–2,21; p = 0,05).”

3.3 CAPACIDADE PREDITIVA DOS MARCADORES BIOLÓGICOS

A Figura 2 apresenta as curvas ROC dos biomarcadores inflamatórios e parâmetros gasométricos para predição de alterações na radiografia de tórax (Painel A), tomografia computadorizada (Painel B) e óbito intra-hospitalar (Painel C). Na radiografia de tórax, a DHL apresentou o melhor desempenho discriminatório (AUC = 0,69; IC95%: 0,56–0,80; p = 0,02), enquanto PCR, ferritina e parâmetros gasométricos mostraram baixo poder discriminatório. Para a tomografia computadorizada, nenhuma variável apresentou capacidade discriminatória relevante, com AUC variando entre 0,50 e 0,53. Em contraste, na predição do óbito intra-hospitalar, a DHL apresentou

a maior acurácia (AUC = 0,77; IC95%: 0,72–0,82; p < 0,001), seguida pela PCR (AUC = 0,67; IC95%: 0,62–0,71; p < 0,001), enquanto ferritina e pCO_2 apresentaram desempenho modesto e a pO_2 não demonstrou capacidade discriminatória. Esses achados evidenciam que os biomarcadores avaliados possuem maior utilidade prognóstica para mortalidade do que para predizer alterações estruturais pulmonares.

Figura 2. Curvas ROC dos biomarcadores inflamatórios e parâmetros gasométricos para predição de alterações na radiografia de tórax (Painel A), comprometimento pulmonar na tomografia computadorizada (Painel B) e óbito intra-hospitalar (Painel C)



Fonte: Dados extraídos do MedCalc (2025) adaptado pelos autores

4 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou 438 pacientes hospitalizados com COVID-19, sendo 53,2% homens e 46,8% mulheres. A maioria apresentou formas severas (32,4%) ou críticas (31,9%) da doença, conforme a classificação da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2020), resultados alinhados com Zhou *et al.* (2020) e Terwangne *et al.* (2020). A mortalidade global foi de 186 pacientes (43,6%), sem diferença relevante entre sexos (36,2% em homens e 40,9% em mulheres). A elevada taxa de óbitos reflete o perfil clínico da amostra, caracterizado por alta prevalência de comorbidades associadas à maior gravidade e piores desfechos, como descrito por Guan *et al.* (2020).

Na análise das alterações em radiografias de tórax (RXT), 65,9% dos pacientes apresentaram opacidades difusas e 15,9% exibiram consolidações, enquanto 18,2% não mostraram alterações

significativas. Na análise de regressão não foi observada associação estatisticamente significativa entre os achados radiográficos e a gravidade da doença ou o óbito hospitalar, apesar das razões de prevalência (RP) terem se mantido acima de 1. Embora as RP tenham permanecido acima da unidade, os intervalos de confiança incluíram o valor de referência, limitando a interpretação de associação independente. Esses resultados podem refletir a menor sensibilidade da radiografia convencional para quantificar a extensão do acometimento pulmonar, ou o número reduzido de pacientes submetidos ao exame (n=126) ou ainda a heterogeneidade das alterações radiográficas, corroborando evidências de Borakati *et al.* (2020), Mogami *et al.* (2021) e Pettenuzzo *et al.* (2022). Ainda assim, a RXT mantém utilidade como método de triagem inicial, especialmente em contextos de restrição de recursos, devendo ser complementada por tomografia computadorizada.

Entre os 300 pacientes submetidos à TCT, 92,7% apresentaram achados compatíveis com COVID-19, e apenas 7,3% não exibiram alterações típicas. O comprometimento pulmonar entre 50 e 75% foi observado em 29,7% dos pacientes, enquanto 16,3% apresentaram acometimento superior a 75%, com risco relativo significativamente maior de evolução para quadros mais graves (RP = 1,75; IC95% 1,34–2,29; $p < 0,01$), associação esta que se manteve após ajuste multivariado (RP = 1,67; IC95% 1,27–2,18; $p < 0,01$). Segundo Carvalho *et al.* (2020), tais graus de comprometimento estão associados a maior tempo de internação, necessidade de suporte ventilatório e maior mortalidade.

Observou-se também associação entre comprometimento acima de 75% à TCT com desfecho clínico desfavorável (RP = 1,64; $p = 0,02$ na análise univariada e RP = 1,47; $p = 0,05$ na multivariada ajustada). Esses resultados reforçam o papel da tomografia como ferramenta prognóstica robusta na COVID-19, com capacidade superior à radiografia para quantificar o acometimento pulmonar e estimar gravidade e desfechos clínicos confirmam observações de Francone *et al.* (2020), Abdel-Tawab *et al.* (2021) e Fillippenko *et al.* (2022), que identificaram envolvimento pulmonar ≥75% como preditor direto de evolução desfavorável e necessidade de UTI, bem como revisões sistemáticas de Zakariaee *et al.* (2022) e Majrashi *et al.* (2023).

Ao comparar os dois métodos de imagem (RXT e TCT) fica evidenciado a vantagem da tomografia (Figura 1) como ferramenta prognóstica superior à radiografia, com comprometimento pulmonar >75% associado a maior gravidade e mortalidade, validando seu uso para estratificação de risco na COVID-19.

Entre as comorbidades avaliadas, apenas a obesidade permaneceu independentemente associada ao maior acometimento pulmonar, como descrito por Zhang *et al.* (2021). Em revisão sistemática (Nigatu e Dessie, 2025) concluíram que comorbidades aumentavam a possibilidade de COVID-19 mais grave.

Um achado relevante foi a associação independente entre obesidade e presença de alterações pulmonares, tanto na RXT ($p < 0,02$) quanto na TCT ($p < 0,03$). Esses resultados destacam a obesidade como fator modulador da inflamação sistêmica e vulnerabilidade pulmonar ao SARS-CoV-2, conforme descrito por Simonnet *et al.* (2020). O tecido adiposo, além de atuar como reservatório viral, secreta citocinas pró-inflamatórias (IL-6, TNF-α) que amplificam a resposta imune desregulada, contribuindo para o estado de hiperinflamação característico das formas graves (Ryan e Caplice, 2020; Popkin *et al.*, 2020). Evidências adicionais sugerem que a obesidade pode antecipar o surgimento de quadros severos em pacientes mais jovens, possivelmente pela maior expressão de ACE2 e pela disfunção endotelial associada (Kass, Duggal e Cingolani, 2020).

A hipertensão arterial mostrou associação significativa com gravidade na análise univariada (RP = 1,14; IC95% 1,02–1,27; $p < 0,01$), mas perdeu significância após ajuste multivariado, possivelmente mediada por idade e obesidade. Hanif *et al.* (2024) relataram achados semelhantes, indicando que a hipertensão se relaciona mais fortemente à mortalidade do que à extensão de lesão pulmonar. Outras comorbidades — diabetes mellitus, pneumopatias crônicas e miocardiopatias — não apresentaram associações significativas, o que pode refletir variabilidade individual na resposta inflamatória ou limitações da sensibilidade dos métodos de imagem.

A desidrogenase láctica (DHL) foi o biomarcador que apresentou o desempenho mais consistente neste estudo, destacando-se tanto na predição de alterações na radiografia de tórax quanto, principalmente, na discriminação do óbito intra-hospitalar, quando alcançou a maior área sob a curva entre todos os marcadores avaliados (AUC = 0,77). Esse achado reforça o potencial da DHL como marcador prognóstico da gravidade da COVID-19. A DHL é uma enzima citoplasmática presente na maioria dos tecidos e liberada na circulação após dano à membrana celular, sendo reconhecida como marcador indireto de lesão tecidual, hipóxia e necrose. Na COVID-19, sua elevação reflete a extensão da lesão alveolar e da resposta inflamatória sistêmica, estando associada à síndrome do desconforto respiratório agudo, disfunção de múltiplos órgãos e pior prognóstico clínico. Esses mecanismos fisiopatológicos explicam seu elevado desempenho discriminatório observado neste estudo. Nossos resultados são consistentes com os de Henry *et al.* (2020), que demonstraram boa sensibilidade da DHL para predizer alterações radiográficas em pacientes com COVID-19, e com os achados de Zhang *et al.* (2020), que identificaram esse biomarcador como útil na avaliação da gravidade e no monitoramento da resposta ao tratamento. Além disso, revisões sistemáticas e meta-análises têm demonstrado associação consistente entre níveis elevados de DHL e maior risco de admissão em unidade de terapia intensiva, necessidade de ventilação mecânica e mortalidade hospitalar (Poggiali *et al*, 2020).

Entre os principais pontos fortes deste estudo destacam-se a robustez da amostra, composta por 438 pacientes, e o extenso período de inclusão, abrangendo diferentes fases da pandemia, o que amplia o poder estatístico e permite capturar distintas dinâmicas clínicas e epidemiológicas. A avaliação integrada de exames de imagem e biomarcadores laboratoriais associada a desfechos clínicos relevantes proporcionou uma análise abrangente da evolução dos pacientes, aumentando a relevância clínica dos achados. Adicionalmente, a condução do estudo em um cenário real de hospitalização reforça sua aplicabilidade prática e validade externa. Contudo, algumas limitações devem ser consideradas, incluindo o delineamento retrospectivo e de centro único, potencial viés de informação decorrente do uso de prontuários, ausência de medidas seriadas dos marcadores avaliados e falta de ajuste multivariado para fatores de confusão, como variantes virais, status vacinal e estratégias terapêuticas. Por fim, nem todos os pacientes realizaram radiografia, tomografia e exames laboratoriais, o que resultou em diferentes tamanhos amostrais entre as análises.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a estratificação prognóstica de pacientes hospitalizados com COVID-19 se beneficia de critérios rigorosos e combinados, evidenciando que métodos de imagem e biomarcadores exercem papéis distintos, porém complementares, na predição de gravidade e letalidade intra-hospitalar.

A tomografia computadorizada de tórax mostrou desempenho prognóstico superior em comparação à radiografia convencional. O acometimento do parênquima pulmonar superior a 75% na TCT configurou-se como um preditor independente de gravidade clínica e evolução desfavorável, associando-se a uma maior probabilidade no risco de progressão para formas críticas da doença e óbito, mesmo após o ajuste por fatores de confusão como sexo e idade.

A obesidade emergiu como a única comorbidade diretamente vinculada à maior extensão de lesão tecidual em ambas as modalidades de imagem, sublinhando seu papel como fator modulador da vulnerabilidade pulmonar. Entre os biomarcadores avaliados, a DHL apresentou o melhor desempenho discriminatório para mortalidade hospitalar, seguida da PCR.

Por fim, os achados indicam que a tomografia computadorizada apresenta maior capacidade prognóstica para estimar a gravidade da COVID-19, enquanto a DHL demonstrou maior capacidade discriminatória para mortalidade hospitalar.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao estatístico Mateus Macena, por sua colaboração na realização do tratamento dos dados, essenciais para este estudo.

REFERÊNCIAS

ABDEL-TAWAB, M. *et al.* A simple chest CT score for assessing the severity of pulmonary involvement in COVID-19. Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine, v. 52, p. 149, 2021. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8211934/pdf/43055_2021_Article_525.pdf.

ACKERMANN, M. *et al.* Pulmonary Vascular Endothelialitis, Thrombosis, and Angiogenesis in Covid-19. New England Journal Medicine, v. 383, n. 2, p. 120-128, 2020. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2015432.

BERNHEIM, A. *et al.* Chest CT findings in coronavirus disease-19 (COVID-19): relationship to duration of infection. Radiology, v. 295, n. 3, p. 200463, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7233369/.

BORAKATI, A. *et al.* Chest X-ray has poor sensitivity and prognostic significance in COVID-19: a propensity matched database study. BMJ Open, v. 10, p. e042946, 2020. Disponível em: https://bmjopen.bmj.com/content/10/11/e042946.

BRASIL. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico. Brasília: Ministério da Saúde, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2025/boletim-epidemiologico-volume-56-no-6-13-de-mai.pdf.

CARVALHO, A. *et al.* Chest CT imaging features of COVID-19 pneumonia: First radiological insights from Porto, Portugal. European Journal of Radiology Open, v. 7, p. 100294, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7698648/.

CHOWDHURY, M. E. H. *et al.* An Early Warning Tool for Predicting Mortality Risk of COVID-19 Patients Using Machine Learning. Cognitive Computation, v. 21, p. 1-16, 2021. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8058759/.

FILIPPENKO, Y. *et al.* Impact of COPD on clinical and CT characteristics of COVID-19-associated pneumonia: single tertiary center experience. Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine, v. 5, p. 245, 2022. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9707087/pdf/43055_2022_Article_932.pdf.

FRANCONE, M. *et al.* Chest CT score in COVID-19 patients: correlation with disease severity and short-term prognosis. European Radiology, v. 30, n. 12, p. 6808-6817, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7334627/.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (Fiocruz). Boletim InfoGripe. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2025. Disponível em: https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/Resumo_InfoGripe_2025_39.pdf. Acesso em: março 2025

GUAN, W. J. *et al.* Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. New England Journal of Medicine, v. 382, n. 18, p. 1708-1720, 2020. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2002032.

HANIF, A. *et al.* High Resolution Computed Tomography (HRCT) Imaging Features and Disease Severity in Patients with Clinically Severe COVID-19 Pneumonia Having Diabetes Mellitus and Hypertension Using Chest CT Severity Score (CHEST CT-SS). Pakistan Armed Forces Medical Journal, v. 74, n. 1, p. 31, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.51153/pafmj.v74il.7203.

HENRY, B. M. *et al.* Lactate dehydrogenase levels predict COVID-19 severity and mortality. American Journal of Emergency Medicine, v. 38, n. 9, p. 1722–1726, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7251362/.

HOFFMANN, M. *et al.* Sars-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. Cell, v. 181, n. 2, p. 271-280, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7102627/.

KASS, D. A.; DUGGAL, P.; CINGOLANI, O. Obesity could shift severe COVID-19 disease to younger ages. The Lancet, v. 395, n. 10236, p. 1544–1545, 2020. Disponível em: https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2931024-2.

MAJRASHI, N. A. *et al.* A Systematic Review of the Relationship between Chest CT Severity Score and Laboratory Findings and Clinical Parameters in COVID-19 Pneumonia. Diagnostics, v. 13, n. 13, p. 2223, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/diagnostics13132223.

MOGAMI, R. *et al.* Chest computed tomography in COVID-19 pneumonia: a retrospective study of 155 patients at a university hospital in Rio de Janeiro, Brazil. Radiologia Brasileira, v. 54, n. 1, p. 1-8, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rb/a/pX9Db4YYGXGDQgkwYx4CyQH/?format=html&lang=en.

NIGATU, B. Z.; DESSIE, N. T. Prevalence of comorbidities and their association with disease severity and mortality in COVID-19 patients: A systematic review and meta-analysis. Journal of Multimorbibity and Comorbidity, v. 15, p. 26335565251371256, 2025. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12394872/.

PETTENUZZO, T. *et al.* Chest X-ray Does Not Predict the Risk of Endotracheal Intubation and Escalation of Treatment in COVID-19 Patients Requiring Noninvasive Respiratory Support. Journal of Clinical Medicine, v. 11, n. 6, p. 1636, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/jcm11061636.

POGGIALI, E. *et al.* LDH and CRP as predictors of respiratory failure. Clinica Chimica Acta, v. 509, p. 135-138, 2020. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32531257/.

POPKIN, B. M. *et al.* Individuals with obesity and COVID-19: A global perspective on the epidemiology and biological relationships. Obesity Reviews, v. 21, n. 11, p. e13128, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7461480/.

RUBIN, G. D. *et al.* The Role of Chest Imaging in Patient Management During the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement From the Fleischner Society. Chest, v. 158, n. 1, p. 106-116, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7233395/.

RYAN, P. M.; CAPLICE, N. M. Is Adipose Tissue a Reservoir for Viral Spread, Immune Activation, and Cytokine Amplification in Coronavirus Disease 2019? Obesity, v. 28, n. 7, p. 1191-1194, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7264526/.

SALEHI, S. *et al.* Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review of imaging findings in 919 patients. American Journal of Roentgenology, v. 215, n. 1, p. 87-93, 2020. Disponível em: https://www.ajronline.org/doi/10.2214/AJR.20.23034.

SILVA, G. S. *et al.* Fatores intervenientes no tempo de internação hospitalar de pacientes com COVID-19. Revista Enfermagem Atual In Derme, v. 97, n. 2, p. e023084, maio 2023. Disponível em: https://revistaenfermagematual.com.br/revista/article/view/1865/2994.

SIMONNET, A. *et al.* High prevalence of obesity in severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2) requiring invasive mechanical ventilation. Obesity, v. 28, n. 7, p. 1195–1199, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7262326/.

TERWANGNE, C. *et al.* Predictive Accuracy of COVID-19 World Health Organization (WHO) Severity Classification and Comparison with a Bayesian-Method-Based Severity Score (EPI-SCORE). Pathogens, v. 9, n. 11, p. 880, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7692702/.

WONG, H. Y. F. *et al.* Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in Patients Positive for COVID-19. Radiology, v. 296, n. 2, p. E72-E78, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7233401/.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Clinical Management of COVID-19: Interim Guidance. Geneve: WHO, 2020. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/332196/WHO-2019-nCoV-clinical-2020.5-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 maio 2025.

ZAKARIAEE, S. S. *et al.* Association of chest CT severity score with mortality of COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. Clinical and Translational Imaging, v. 10, n. 6, p. 663-676, 2022. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9302953/.

ZHANG, J. J. *et al.* Clinical, radiological, and laboratory characteristics and risk factors for severity and mortality of 289 hospitalized COVID-19 patients. Allergy, v. 76, n. 2, p. 533-550, 2021. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7404752/.

ZHANG, Z. L. *et al.* Laboratory findings of COVID-19: meta-analysis. Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation, v. 23, p. 1–7, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7256350/.

ZHOU, F. *et al.* Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. The Lancet, v. 395, n. 10229, p. 1054-1062, 2020. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7270627/.