

## Editorial

### A Ciência no mundo pós-pandemia

Após os primeiros casos conhecidos na China em dezembro de 2019, o vírus SARS-Cov-2 se alastrou rapidamente além fronteiras levando a Organização Mundial de Saúde (OMS) a declarar em 30 de janeiro de 2020 o estado de “Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII)”, o mais alto nível de alerta, e, em 11 de março de 2020, a COVID-19 foi caracterizada como uma pandemia pela OMS.

Pouco tempo após essa declaração, a maioria dos países iniciou períodos de *lockdown* total, situação inédita na história mundial. Vivi esse período conturbado em Portugal, onde moro e o Ministério da Saúde teve uma importância fundamental na comunicação com a população, emitindo comunicados diários com a evolução da situação e indicando os passos a seguir para manter a segurança de todos. Tudo isso com base nas informações dos especialistas. Como nunca, o conhecimento científico foi a única ferramenta útil para lidar com a realidade e enfrentar a pandemia. No caso de Portugal, um país com uma população envelhecida e, por isso, muito vulnerável, foi a ciência que permitiu que a percentagem de vítimas não tenha sido avassaladora.

O que aprendemos, o que sabemos agora no mundo pós-pandemia? Acredito que a pandemia tenha trazido para o centro da sociedade, de novo, a importância da ciência e de como ela funciona: quase sendo uma entidade orgânica viva, em constante adaptação e aperfeiçoamento que avança e traz esperança à humanidade. E que se quer para o futuro mais e melhor ciência! O que se deseja também é que a ciência esteja centrada na melhoria da qualidade de vida das populações e na preservação do planeta.

A disseminação da ciência é um passo fundamental do processo, e a *Cadernos de Prospecção* cumpre, com mais esta edição, a sua vocação de veículo transmissor de conhecimento. Nesta edição especial, “Covid-19: o mundo pós-pandemia”, são apresentados artigos de um total de 34 autores, pertencentes a 16 instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação de 12 estados distintos do Brasil.

Boas leituras e viva a Ciência!!

Ana Maria Álvares Tavares da Mata

Professora Adjunta do Instituto Politécnico de Setúbal (ESTS-IPS), Portugal  
Investigadora do CINEA, Centro de Investigação em Energia e Ambiente do IPS, Portugal  
Investigadora do iBB, Instituto de Bioengenharia e Biociências,  
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

# Inteligência Artificial na Prevenção da COVID-19: prospecção no contexto epidemiológico no mundo pós-pandêmico

*Artificial Intelligence in the Prevention of COVID-19: prospecting in the epidemiological context in the post-pandemic world*

*Robson Almeida Borges de Freitas<sup>1</sup>*

*Humbérila da Costa e Silva Melo<sup>1</sup>*

*Margarete Almeida Freitas de Azevedo<sup>1</sup>*

*Antonio Martins de Oliveira Junior<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, PI, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE, Brasil

## Resumo

A pandemia ocasionada pela COVID-19 motivou o desenvolvimento científico e tecnológico para seu enfrentamento. A Inteligência Artificial (IA) entra como um ramo capaz de auxiliar no controle epidemiológico e na prevenção da doença. O objetivo deste artigo é realizar a prospecção científica e tecnológica sobre IA no contexto epidemiológico e de prevenção no mundo pós-pandêmico. Tais informações podem contribuir para combater novas crises de saúde. A plataforma Lens.org foi utilizada para averiguar trabalhos científicos e patentes relacionando IA, prevenção e epidemiologia com a COVID-19. Foram encontrados 57 artigos e 19 patentes, destas, uma patente que cita um artigo e quatro patentes que são citadas em novas tecnologias. Observa-se que a IA se tornou um aliado no controle epidemiológico, na prevenção e no diagnóstico da COVID-19 e pode contribuir com a análise de grande volume de dados, na geração de estratégias de controle, na condução de testes e na criação de medicamento ou vacinas.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Epidemiologia. COVID-19.

## Abstract

The pandemic caused by COVID-19 motivated scientific and technological development to face it. Artificial Intelligence (AI) enters as a branch capable of assisting in epidemiological control and disease prevention. The objective of this article is to carry out scientific and technological prospecting on AI in the epidemiological and prevention context. Such information can contribute to combating new health crises. The Lens.org platform was used to investigate scientific works and patents relating AI, prevention, epidemiology and COVID-19. 57 articles and 19 patents were found, of these, one patent that cites an article and four patents that are cited in new technologies. It is observed that AI is an ally in epidemiological control, in the prevention and diagnosis of COVID-19 and can contribute to the analysis of large volumes of data, in the generation of control strategies, in the conduct of tests and in the creation of medicine or vaccines.

Keywords: Artificial Intelligence. Epidemiology. COVID-19.

Área Tecnológica: Ciência da Computação. Propriedade Intelectual. Saúde Pública.



# 1 Introdução

A pandemia ocasionada pelo surgimento do vírus SARS-CoV-2 e pela moléstia causada nas pessoas que o contraíam, a qual se deu o nome de COVID-19, motivou o desenvolvimento científico e tecnológico nas diversas áreas de conhecimento. A soma de esforços oriundas de uma situação de vida ou morte possibilitou avanços significativos em um curto espaço de tempo em todo o mundo (FREITAS *et al.*, 2020; KHEMASUWAN; COLT, 2021; MALIK, 2021; PICCIALLI *et al.*, 2021). No campo da computação, os cientistas, programadores e profissionais que trabalham com Inteligência Artificial (IA) e suas técnicas derivadas, como Aprendizagem de Máquina e Aprendizagem Profunda, puderam aplicar seus conhecimentos para a resolução de problemas de prevenção e controle epidemiológico da doença (FREITAS *et al.*, 2020; KHEMASUWAN; COLT, 2021; MALIK, 2021; PICCIALLI *et al.*, 2021).

Com isso, entende-se como necessário ilustrar os avanços científicos e tecnológicos refletidos na publicação de artigos e patentes. Com esse panorama, é possível evidenciar os esforços no combate à COVID-19, a quantidade de publicações, as patentes geradas e as soluções desenvolvidas, assim como os atores mais evidentes dentro da metodologia do estudo. Ademais, concentra-se no enfoque epidemiológico e de prevenção com o uso da IA no mundo pós-pandêmico.

Nesse sentido, como evidenciar a contribuição da IA no campo da prevenção e epidemiologia? Para tanto, busca-se compreender como a IA contribuiu no enfrentamento à moléstia mundial em termos de controle da doença e levantar os casos tecnológicos resultantes para registro. Logo, o objetivo do estudo é realizar a prospecção científica e tecnológica sobre Inteligência Artificial no contexto epidemiológico e de prevenção no mundo pós-pandêmico.

Como justificativa para a busca do propósito, pode-se creditar ao âmbito da Propriedade Intelectual a manutenção de informações relativas aos avanços tecnológicos e suas aplicabilidades para acesso à comunidade em geral. Ademais, as implementações da IA no âmbito da prevenção e controle epidemiológico devem ser exploradas e trazidas a público para discussão, aplicação e implementação de melhorias aqui discutidas para elucidação das contribuições da IA no enfrentamento à COVID-19.

## 1.1 Epidemiologia e Prevenção da COVID-19 com Inteligência Artificial

Diante dos episódios macabros da pandemia da COVID-19, cientistas debruçaram-se na proposição de abordagens para enfrentamento, e, dentro das técnicas estudadas, ressalta-se o uso da Inteligência Artificial (IA) para controle da infecção, diagnóstico clínico, processamento de testes clínicos e previsão da progressão da doença (CHEN *et al.*, 2021; DONG *et al.*, 2021). Nessa linha, o uso da Inteligência Artificial pode contribuir com a prevenção, diagnóstico e controle da transmissão.

De acordo com Nassem *et al.* (2020), as contribuições da IA podem ser sintetizadas em quatro temáticas para melhor compreensão. Em uma primeira perspectiva, a IA, juntamente com a mineração de dados, pode agilizar precisamente a identificação de casos para contribuir em crises de saúde. Em uma segunda vertente, a IA pode colaborar com a triagem, o rastreamento e o diagnóstico da COVID-19, atuando com redes inteligentes para previsão de futuros surtos.

Em uma terceira temática, a IA pode ajudar no desenvolvimento de medicamentos, análise de proteínas e formulação de vacinas. Por fim, a IA, de acordo com o estudo, pode minimizar a carga de trabalho humano para analisar uma vasta quantidade de dados médicos para prevenção de predição epidemiológica, principalmente para países com poucos recursos.

Em continuidade, Santus *et al.* (2021) discutem sobre as medidas restritivas adotadas pelos governos e suas consequências sociais e econômicas sentidas em maior proporção pelos menos abastados. Na era das mídias sociais, das redes sociais e da Web 2.0, as notícias falsas e a desinformação são presentes e difíceis de serem verificadas por pessoas comuns, e, segundo a pesquisa, a IA pode promover o combate a notícias falsas com sistemas de verificação e de informação.

Dong *et al.* (2021) exploram que a detecção e a prevenção de casos durante uma pandemia podem ser automatizadas com o uso de grande volume de dados tratados pela IA. A visão computacional pode ser utilizada para identificar indivíduos com sintoma de febre, o reconhecimento facial pode ser usado para rastrear indivíduos com tal sintoma em aglomerações, além de fornecer estatísticas de transmissão. Com isso, pode-se encontrar epidemias em estágio inicial, rastrear contatos com doentes, detectar e prever risos epidêmicos.

## 1.2 Inteligência Artificial e Aplicações na Pandemia

Em termos de aplicações da IA na pandemia da COVID-19, Huang *et al.* (2021) ressaltam em seu estudo que as técnicas de IA podem diagnosticar precocemente um paciente com COVID-19 com modelos computacionais, diferenciando até mesmo de uma gripe, e também auxiliando no diagnóstico por imagens de tórax. Tais argumentações são corroboradas por XU *et al.* (2021).

Com base na localização geográfica, na genética, na epigenética e em características socioeconômicas, a IA pode auxiliar os médicos a adaptar intervenções preventivas e terapêuticas no ambiente clínico e hospitalar. Com esses dados, pode-se analisar a probabilidade de sucesso de um tratamento para um determinado paciente, assim como avaliar a probabilidade de o paciente desenvolver uma determinada doença. Isso ocorre com o sequenciamento do genoma humano e do uso de IA para estudar fenótipos, correlações genotípicas e ambientais entre doenças, e, com isso, otimizar o tratamento e a alocação de recursos (SANTUS *et al.*, 2021).

Rao e Vazquez (2020) relatam que o uso de algoritmos de IA podem ser adicionados à rotina de utilização dos smartphones para minerar possíveis casos de COVID-19 por meio da rotina de interação do usuário com uma ferramenta de coleta de dados *on-line*. As questões de coleta abordam sobre viagens, sinais e sintomas dos respondentes para gerar um índice de risco de infecção, indicando a necessidade de quarentena para mitigar os riscos.

Para Khemasuwan e Colt (2021), as aplicações da IA para combate à pandemia possuem algumas limitações que precisam ser analisadas. São exemplos de limitações: (a) Questões éticas sobre uso dos dados e seus impactos sociais e econômicos na vida individual; (b) Carência de estudos prospectivos de validação e de melhoria de algoritmos da área da saúde; (c) Testes realizados com pouco volume de dados, ou com dados únicos e pré-existentes.

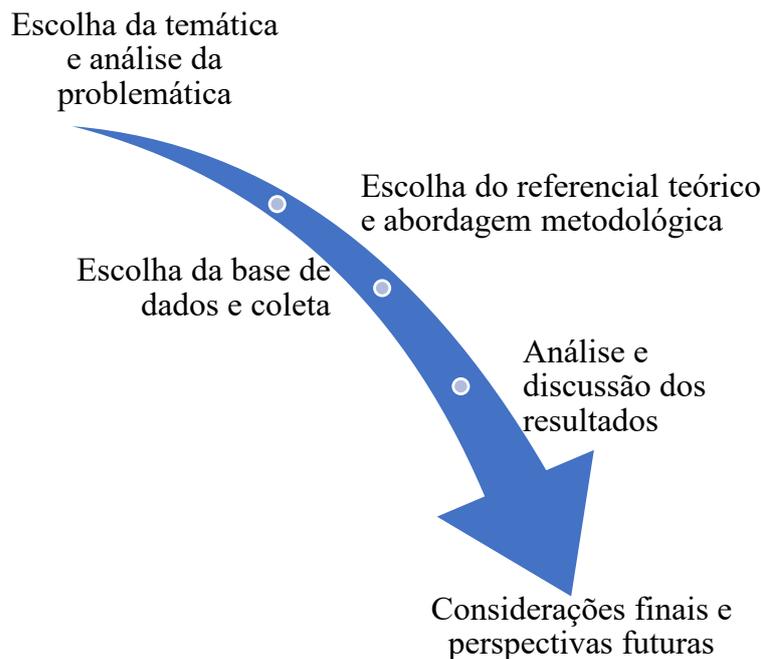
A literatura clarifica as contribuições da IA na prevenção e mitigação do impacto da doença, com isso, avança-se para os procedimentos metodológicos na próxima seção.

## 2 Metodologia

No quesito metodológico, a pesquisa possui natureza aplicada com abordagem quantitativa. Com procedimentos documentais, a metodologia quanto aos objetivos busca explorar e descrever os fenômenos envolvidos na temática.

Para ilustração do processo metodológico, a Figura 1 ilustra os passos para alcançar o objetivo proposto.

**Figura 1** – Delineamento metodológico



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

A plataforma Lens.org foi escolhida para a coleta e análise dos dados. A escolha da plataforma se deu pela robustez da sua base de dados e pela versatilidade nas buscas por artigos e patentes. Além disso, a plataforma possibilita a extração de gráficos baseados na análise dos dados pesquisados. A busca utilizou filtros de data, a qual foi limitada aos anos de 2020 e 2021, visto que no ano de 2022 estavam em curso as investigações. Foram pesquisados artigos e patentes na referida plataforma.

Os termos inseridos foram: COVID-19, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EPIDEMIOLOGIA e PREVENÇÃO. Os termos foram inseridos em inglês com a utilização da lógica Booleana para filtragem dos termos. Para assegurar a fidelidade do método, os termos utilizados foram: (COVID-19 AND epidemiology AND prevention AND artificial AND intelligence). Portanto, buscou-se o relacionamento da COVID-19 com IA, epidemiologia e prevenção.

Na próxima seção, serão apresentados os resultados de artigos científicos e de patentes encontrados na pesquisa. Após a ilustração dos resultados, serão realizadas a discussão dos achados e a análise das informações obtidas.

### 3 Resultados e Discussão

Das publicações no mundo pós-pandemia, para os termos pesquisados, foram encontrados 57 artigos, e um foi citado em documento de patente. Em origem geográfica, a Figura 2 apresenta os países que se destacaram na produção científica relacionada com os termos da pesquisa.

**Figura 2** – Países e produção científica sobre os termos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo na plataforma Lens.org (2022)

Em ordem de número de produções científicas, os Estados Unidos da América (EUA) posicionam-se como o país melhor colocado, o Reino Unido em segundo, seguido pela China em terceiro. Países como o Canadá (5), Austrália (4), Índia (3), Países Baixos (3), Paquistão (3) e Suíça (3) aparecem com publicações e merecem ser destacados. Observa-se os Estados Unidos da América (21) como principal envolvido nas publicações relacionadas com COVID-19, epidemiologia, prevenção e IA. Em segundo, tem-se o Reino Unido com 18 publicações, seguido da China com oito publicações.

A China, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022), teve um dos menores índices de evolução da COVID-19 durante a pandemia e é reconhecidamente um dos maiores implementadores da IA (UNCTAD, 2021). Os Estados Unidos, conforme indicação dos resultados, é notadamente um dos principais produtores mundiais de artigos sobre IA (UNCTAD, 2021). O Reino Unido possui número relevante de publicações de artigos como exposto na Figura 2, e é reconhecidamente um dos produtores de vacinas eficazes no mundo, o que confirma a necessidade de estudos para prevenção e controle epidemiológico.

Países desenvolvidos como Estados Unidos e Inglaterra possuem indicativos de investimento, desenvolvimento e aplicações da IA, tanto no âmbito privado quanto no público. Tais números fazem especular que, no futuro, a IA poderá ser aplicada em diversas finalidades que possam contribuir no enfrentamento de novas pandemias. Reflete-se que o uso da IA poderá contribuir com o controle informacional, dados estatísticos mais precisos, controle de circulação e também em tendências de tecnologias para lazer e diversão.

Para países como o Brasil, nota-se que as pesquisas sobre IA em todos os seus contextos carecem de ampliação e de aplicabilidade, ou seja, leva-se a crer que os esforços devem ser melhorados para que a sociedade brasileira possa equiparar suas tecnologias com a de países desenvolvidos.

As derivações dos artigos encontrados são ilustradas na Figura 3, na qual é mostrada a quantidade de trabalhos para cada instituição, limitando-se às dez que mais publicaram.

**Figura 3** – Instituições que publicaram artigos sobre a temática



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo na plataforma Lens.org (2022)

As instituições que mais produziram, em termos geográficos, quando somadas, são oriundas do Reino Unido. São elas: Universidade de Londres (5), Universidade de Oxford (3), Universidade de Liverpool (3) e Universidade de Cambridge (2). Somam-se 13 artigos publicados pelas Universidades do Reino Unido, mostrando a relevância da participação das Universidades no combate à COVID-19 e na busca por soluções para a crise epidemiológica. Vale ressaltar que o desenvolvimento de uma das principais vacinas utilizadas na campanha vacinal do Brasil se originou do Reino Unido.

A vacina Oxford-AstraZeneca é vinculada à Universidade de Oxford, que sediou o arcabouço desenvolvimentista da tecnologia aplicada na vacina. O imunizante utiliza-se da técnica de vetor viral não replicante de adenovírus de chimpanzé com inserção da proteína do vírus Sars-CoV-2. A vacina da Oxford-AstraZeneca foi licenciada pela Fiocruz para desenvolvimento e produção do composto preventivo no Brasil por meio de acordo com a empresa AstraZeneca (GUIMARÃES, 2020; STEVANIM *et al.*, 2020).

As Universidades de Wuhan e Pequim, ambas na China, possuem quatro publicações quando consideradas geograficamente. Nota-se que em Wuhan, local dos primeiros relatos de infecções, os cientistas promoveram estudos que relacionam os temas estudados, desse modo, acredita-se que eles buscavam alternativas para o controle da infecção.

As principais editoras dos estudos pesquisados estão elencadas na Figura 4.

**Figura 4** – Editoras que publicaram os artigos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo na plataforma Lens.org (2022)

As revistas que mais publicaram foram: *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.* (IEEE) (5 publicações) e *Elsevier Limited* (4 publicações). A revista com título: *IEEE acess: practical innovations open solutions* publicou quatro artigos, enquanto a revista *IEEE Internet of things journal* publicou um artigo. Ambas foram publicadas pela editora IEEE. Já a editora *Elsevier Limited* publicou quatro artigos nas revistas de título: *Chaos, solitons, ans fractals; Cities (London, England); Health & place; e Informatics in medicine unlocked*. Evidencia-se a qualidade das bases indexadoras dos artigos e os esforços por parte dos periódicos de engenharia e medicina para divulgar as pesquisas e achados dentro das temáticas multidisciplinares (Inteligência Artificial, Epidemiologia, Prevenção e COVID-19).

As principais áreas de estudos presentes nos dados levantados estão descritas na Figura 5.

**Figura 5** – Áreas dos artigos encontrados na pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo na plataforma Lens.org (2022)

Com base na Figura 5, pode-se notar a presença das áreas de Inteligência Artificial (9 ocorrências), Aprendizagem Profunda (*Deep Learning*, com 5 ocorrências) e Informática (13 ocorrências). As áreas com maior número de ocorrências são: Medicina, COVID-19 e Pandemia. A Aprendizagem Profunda (AP) é relacionada com a IA, e com base nos termos pesquisados, A AP pode ser utilizada para tratar grandes volumes de dados para gerar informações epidemiológicas, predição de avanços de casos e avaliar se as medidas governamentais possuem influência na taxa de transmissão (FREITAS *et al.*, 2020). Observa-se também a prevalência de pesquisas ligadas às áreas de governo e saúde pública.

A produção científica e suas publicações em formato de artigo podem fundamentar o desenvolvimento de patentes. Nos dados pesquisados, foi observado um artigo citado por uma patente relacionada com os termos pesquisados e que foi concedida em maio de 2022. O Quadro 1 sintetiza a patente e o artigo utilizado como referência para a tecnologia.

**Quadro 1** – Informações sobre a patente citada pelo artigo da pesquisa

NOME DA PATENTE	NÚMERO DE REFERÊNCIA/ÁREA PCT	ARQUIVAMENTO	CONCESSÃO
<i>Automatic method to delineate or categorize an electrocardiogram</i>	US 11331034 B2 - A61B5, G16H50	1º de outubro de 2021	17 de maio de 2022
NOME DO ARTIGO	NÚMERO DE REFERÊNCIA	PALAVRAS-CHAVE	INSTITUIÇÕES DOS AUTORES
<i>Smartwatch Electrocardiogram and Artificial Intelligence for Assessing Cardiac Rhythm Safety of Drug Therapy in the COVID-19 Pandemic. The QT-logs study</i>	10.1016/j.ijcard.2021.01.002	<i>artificial intelligence, covid-19, hydroxychloroquine, azythromycine, qtc-interval, smartwatch</i>	Aix-Marseille University Department of Epidemiology and Health Economics, APHM, Marseille, France Cardiologs Technologies, Paris, France Harvard University Institut Cardiovasculaire Paris-Sud, Hôpital Privé Jacques Cartier, Ramsay, Massy, France

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

A patente exibida no Quadro 1 é um método informático para classificação e delineamento de sinais ECG (Eletrocardiograma). Possui funcionalidade atrelada aos sistemas computacional, analisa anomalias e gera gráficos. São três inventores originários da França, com a tecnologia depositada pela Cardiologia Tech Sas. As áreas do Tratado Internacional de Patentes são descritas como de medição para fins de diagnóstico por ondas ultrassônicas, sônicas ou infrassônicas e para Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) especialmente adaptadas para monitoramento, gestão, operação de dispositivos médicos ou instalações de saúde (RAPIN; JIA; MASSIAS, 2022).

Já o artigo do Quadro 1 possui relação com o uso da IA para avaliar os intervalos cardíacos em um *smartwatch*. O artigo aborda sobre pacientes que realizam terapia medicamentosa para a COVID-19 e precisam monitorar os ciclos cardíacos e indica o uso de *smartwatch* para esse fim. O artigo possui autores da França, sendo que um dos autores é filiado à Universidade Harvard. Nota-se que o artigo e a patente possuem relação nas propostas diante da pandemia da COVID-19 (MAILLE *et al.*, 2021).

Ainda se tratando do artigo do Quadro 1, a utilização de monitores cardíacos para tratamentos medicamentosos no combate à COVID-19, mais especificamente com a utilização da Hidroxicloroquina e Azitromicina, foi estudada com a finalidade de avaliar a condição de saúde causada pelos efeitos adversos da terapia. Como é de conhecimento público, a Hidroxicloroquina foi amplamente defendida como possível tratamento dentro do que foi chamado de “Kit COVID” no Brasil. Com o uso indiscriminado dessas drogas, é plausível a criação de tecnologias para prever possíveis complicações cardíacas causadas pela terapia medicamentosa em excesso.

Em prosseguimento, a Tabela 1 expõe os três artigos com maior número de citações por outros trabalhos acadêmicos. Buscou-se relevância nos artigos encontrados e, para isso, tem-se as citações como indicador.

**Tabela 1** – Artigos com maior número de citações

NOME DO ARTIGO	PUBLICAÇÃO	CITAÇÕES EM ARTIGOS
1 – <i>Epidemiology and transmission of COVID-19 in 391 cases and 1286 of their close contacts in Shenzhen, China: a retrospective cohort study.</i>	2020	1.396
2 – <i>A modified deep convolutional neural network for detecting COVID-19 and pneumonia from chest X-ray images based on the concatenation of Xception and ResNet50V2.</i>	2020	236
3 – <i>Artificial Intelligence and COVID-19: Deep Learning Approaches for Diagnosis and Treatment</i>	2020	237

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Os três artigos foram publicados em 2020 e, pelo lapso temporal, tiveram condições de terem mais citações pela comunidade científica. O artigo 1 estudou o tempo de início dos sintomas até a confirmação, isolamento e admissão no hospital de 391 casos, como também analisou os fatores que influenciaram os riscos de transmissão. O artigo preocupou-se em estimar dias de isolamento, possíveis contatos de risco, influência dos assintomáticos, dias de internação, entre outras variáveis sobre a COVID-19. Membros da equipe são vinculados à laboratórios de IA e esse artigo foi publicado na *Lancet Infectious Diseases* (BI *et al.*, 2020). O artigo apresentou 1.396 citações nos dados encontrados, sendo o artigo mais citado e com grande diferença numérica.

Com os ensaios de IA para monitoramento das infecções, é possível prever cenários de infecção dentro dos contextos das cidades e/ou metrópoles acometidas por infecções de rápida disseminação. O uso de IA pode contribuir no controle de infecções com a ilustração de progressão da doença em diferentes cenários e, para isso, é necessário o desenvolvimento de técnicas de Aprendizagem de Máquina específicos para tais enfrentamentos.

O artigo 2 da Tabela 1 aborda sobre o uso de IA, com a técnica de Redes Neurais, para detectar COVID-19 e pneumonia com imagens do raio-X do tórax. O algoritmo classifica as imagens em normal, pneumonia e COVID-19. A precisão para detectar casos de COVID-19 foi de 99,50%, e a precisão média geral para todas as classes (pneumonia e normal) é de 91,4%. Ressalta-se a utilização de uma base de dados de código aberto para alcançar os resultados. O artigo foi publicado nas bases da Elsevier (RAHIMZADEH; ATTAR, 2020).

Em outra perspectiva, o uso da IA pode contribuir com a criação de mecanismos de auxílio ao diagnóstico e ao tratamento de doenças. No caso da COVID-19, como a moléstia causa

graves danos a órgãos internos, a utilização da IA para diagnóstico de imagens pode colaborar com indicadores de progressão e de regressão da doença, fazendo com que os médicos possam avaliar seus protocolos, assim como as respostas individuais de seus pacientes a tratamentos diferentes.

O artigo 3 trata do uso da IA para diagnóstico e tratamento, especificamente, métodos de *Deep Learning* (DL), incluindo Redes Contraditórias Generativas (GANs), Máquina de Aprendizagem Extrema (ELM) e Memória de Longo/Curto Prazo (LSTM). O artigo propõe estratégias para utilizar as técnicas descritas no combate à COVID-19, elaborando também com o uso de Redes Neurais Artificiais. O estudo utilizou-se da bioinformática como abordagem para formar uma plataforma para médicos e pesquisadores, com a intenção de acelerar o processo de diagnóstico e tratamento com o uso de IA. O artigo foi publicado na *IEEE Access* (JAMSHIDI *et al.*, 2020).

A IA pode contribuir em contextos de redes de compartilhamentos. Com o desenvolvimento de soluções baseadas em IA, a medicina pode evoluir de maneira isonômica em diferentes países e situações com o compartilhamento de informações precisas e a correta análise dos imensos volumes de dados. Como uma das funções da IA é tratar grandes bases de dados, pode-se atribuir aos algoritmos o maior trabalho da análise que pode ser executada por IA e com isso as equipes de enfrentamento ficam livres para concentrarem-se em outras tarefas.

Com as evidências dos artigos é possível aferir que, cientificamente, a Inteligência Artificial possui aplicabilidades na busca por controles epidemiológicos e na prevenção de pandemias. Portanto, o investimento em ensino, pesquisa e extensão dentro das temáticas de IA são cruciais como estratégia de desenvolvimento de um país, pois o surgimento de métodos para a contenção de crises como foi a ocasionada pela COVID-19 pode mitigar os danos por meio de recursos que possam ser produzidos com essa tecnologia.

Os resultados obtidos na consulta de patentes são apresentados a seguir. Com os termos selecionados, foram encontrados 19 registros de patentes agrupados por família simples, nas quais seis foram depositadas em 2020, 12 em 2021 e uma das patentes possui data de pedido em 2018 e teve a concessão em 2021 com a aplicabilidade na pandemia. Das 19 patentes, apenas seis possuem a concessão, e, com exceção da patente depositada em 2018, as patentes com pedido durante a pandemia levaram aproximadamente 10 meses para serem concedidas. A Classificação Internacional das Patentes (CIP) dos resultados obtidos está, em sua maioria, nas áreas de: Tecnologia de Informação e Comunicação, Ciência Médica ou Veterinária, Bioquímica e Microbiologia.

Em análise da jurisdição dos documentos observados, tem-se que 11 são patentes com pedidos internacionais feitos pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual e oito possuem jurisdição nos Estados Unidos da América.

Da amostra coletada, há quatro patentes citadas por outras e agrupadas por família simples, ou seja, filtra-se as repetições de patentes de diferentes jurisdições. A Tabela 2 sintetiza as informações.

**Tabela 2** – Patentes da amostra que foram citadas por outros documentos de patente

PATENTE	DEPOSITANTE	SITUAÇÃO
1 – <i>Predictive analysis and interventions to limit disease exposure</i>	Vignet Inc	Concedida
2 – <i>Potentiators of Antimicrobial and/or Antiviral Agents</i>	Massachusetts Inst Technology	Em análise
3 – <i>Methods and systems of prioritizing treatments, vaccination, testing and/or activities while protecting the privacy of individuals</i>	Ehrlich Gal	Concedida
4 – <i>Integrated health data capture and analysis system</i>	Labrador Diagnostics Llc	Concedida

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Nas patentes da Tabela 2, há três tecnologias concedidas. A patente 1 ambienta-se na análise preditiva para limitar a exposição à COVID-19 com intervenções. A tecnologia utiliza-se de Aprendizagem de Máquina para prever um nível de exposição e indicar um provável procedimento para prevenção da doença. Essa tecnologia está relacionada com a área Informática e saúde, com manipulação ou processamento de dados médicos. Os autores são dos Estados Unidos da América (PRADUMAN; SCHILLING; KLEIN, 2020).

Conforme exposto, o uso de mecanismos de IA pode contribuir para o monitoramento e o controle de casos e de exposições a pessoas infectadas. Além de monitorar, tais mecanismos podem ser agregados a dispositivos de *hardware* para um monitoramento de sinais vitais e biológicos de indivíduos.

A patente 2 trata de potencializadores de agentes antimicrobianos e/ou antivirais, para tanto, traz um método próprio e que busca capacitar os efeitos dos medicamentos. A área da patente é indicada como: Preparações para finalidades médicas, odontológicas e higiênicas (COLLINS *et al.*, 2020).

Continuando, a utilização da IA como tecnologia experimental de alto rendimento para descoberta de mecanismos biológicos para tratamento de saúde tem sido capaz de propor novas abordagens medicamentosas.

A patente 3 discorre sobre métodos e sistemas de priorização para tratamento, vacinação e atividades com proteção da privacidade dos usuários. O sistema mapeia os dispositivos dos usuários via *id* e possibilita verificar contatos de risco e de aglomeração, além de possibilitar uma escala de priorização de vacina para os sujeitos (GAL; MAIER, 2020). A patente 3 foi depositada por Ehrlich Gal e Fenster Maier, ambos Israelenses, nas áreas de Informática para manipulação e processamento de dados médicos.

A patente 4 foi depositada por Labrador Diagnostics LLC, por inventores dos EUA. A patente 4 possui áreas relacionadas com processamento via computadores de dados médicos por um sistema de captura e análise em tempo real. O sistema pode notificar autoridades, governos locais, regionais e nacionais quando um evento de aglomeração foi detectado (HOLMES *et al.*, 2021).

Diante do contexto das patentes 3 e 4, observa-se o uso da IA para criação de mecanismos de urgência para monitoramento e controle da disseminação de casos de doenças. Observa-se que as técnicas de Aprendizagem de Máquina aliada à procedimentos de controle Epidemio-

lógico podem colaborar com informações cruciais para decisões em meio a cenários de crise. O uso da IA não possui limitação evidente, visto que podem ser integradas em dispositivos e em rede, podem exprimir panoramas de contágio e de causa e efeito (em situações de avaliação de medidas), além de poderem contribuir com mecanismos de entretenimento e de lazer para os casos de isolamento e distanciamento social.

Nos dados analisados deste trabalho, pôde-se observar que os países com maior domínio da Inteligência Artificial e suas técnicas conduziram a produção científica com a manifestação em publicações de artigos em revistas. As Universidades tiveram papel fundamental nos estudos e publicações sobre IA e, por conseguinte, deram sustentação para criação de tecnologias em forma de patentes. Como consequência, as patentes geraram novos estudos e novas patentes, com a reformatação, criação e evolução tecnológica. A Figura 6 apresenta o esquema relatado.

**Figura 6** – Ciclo evidenciado com os dados da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Nos documentos de proteção tecnológica, foi possível observar que, na condução do enfrentamento à pandemia, os artigos científicos serviram de sustentação para a criação de produtos tecnológicos. Esses produtos despertaram o interesse da comunidade científica, governamental e empresarial em concentrar esforços para superação da infinidade de desafios que a COVID-19 trouxe.

Nesse sentido, as patentes servem para proteger as tecnologias criadas para a demanda que surgiu e são alternativas para a comunidade mundial utilizar tais tecnologias, mediante os acordos patentários, no combate à COVID-19.

## 4 Considerações Finais

O presente estudo possibilitou aproximar a compreensão de como a Inteligência Artificial foi utilizada durante o período pandêmico de 2020 a 2021, ou seja, como os cientistas e inventores buscaram contribuir para o enfrentamento da COVID-19 e quais as perspectivas podem ser observadas no mundo pós-pandêmico. Os artigos e patentes criados nos anos de pandemia deixaram um legado informacional e de soluções que podem servir como base para outras crises de saúde e de orientação para países com baixos índices de desenvolvimento se programarem tecnológica e cientificamente.

Nota-se a presença do progresso de estudos científicos indo em direção à criação de patentes e inovação no combate à crise gerada pela COVID-19. Esse avanço é benéfico e esperado quando as publicações relevantes buscam solucionar os problemas com tecnologias. O uso da IA foi efetivo no diagnóstico, prevenção, predição e tratamento da COVID-19. Quando se possuem grandes volumes de dados, a IA pode auxiliar nos processos repetitivos e acelerar a criação de soluções, por exemplo, vacinas, monitoramento de aglomeração, sistemas de saúde em tempo real e acompanhamento dos impactos das medidas restritivas.

O controle epidemiológico do número de casos e sua gravidade é importante para a criação ou a redução do número de leitos hospitalares, aquisição de medicamentos e equipamentos pelos serviços de saúde, flexibilização de medidas sanitárias como o uso de máscaras e reforço ou ampliação da cobertura vacinal. Sem o controle da infecção, os recursos materiais e humanos podem entrar em colapso. Portanto, a análise preditiva é um aliado para verificar se as medidas restritivas são eficazes, e até mesmo realizar simulações de causa e efeito por meio da utilização das grandes bases de dados que foram geradas durante a pandemia. Tais dados podem ser analisados com o uso de IA para gerar estratégias adicionais em novas crises de saúde.

## 5 Perspectivas Futuras

A IA pode ser utilizada para analisar os grandes volumes de dados gerados durante a pandemia. Esses dados possuem diversas características, por exemplo: informações sobre disseminação de casos, número de óbitos, geração de patentes, dados de aglomeração com posterior aumento no número de casos e dados gerados após a implementação de medidas restritivas. Com a análise dos dados, pode-se gerar um monitoramento mais eficiente e utilizar estratégias que possuam maior probabilidade de sucesso.

Em termos clínicos, a IA pode contribuir com o diagnóstico por imagem da evolução da doença e até mesmo com um diagnóstico diferencial. Para países economicamente vulneráveis, o uso da IA pode contribuir na criação de vacinas e seus testes. Para tanto, os governos e as empresas devem favorecer o Capital e a Propriedade Intelectual no que for possível para que em um novo momento pandêmico possua ferramentas para reduzir os óbitos.

Nesse contexto, analisar as tecnologias e os estudos que indiquem as estratégias que funcionaram durante a pandemia é crucial para o controle epidemiológico e a prevenção de doenças. Quando possível, o compartilhamento das bases de dados deve ser incentivado para que a comunidade científica possa atuar em novas soluções por meio de treinamento de IA

em bases de dados validadas. Por fim, a integração das tecnologias nos diversos dispositivos de comunicação, como: smartphones, notebooks e smartwatches, levando em consideração a questão da privacidade e do benefício gerado.

## Referências

- BI, Qifang *et al.* Epidemiology and transmission of COVID-19 in 391 cases and 1286 of their close contacts in Shenzhen, China: a retrospective cohort study. **The Lancet Infectious Diseases**, [s.l.], v. 20, n. 8, p. 911-919, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30287-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30287-5).
- CHEN, Jianguo *et al.* A survey on applications of artificial intelligence in fighting against COVID-19. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, [s.l.], v. 54, n. 8, p. 1-32, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1145/3465398>.
- COLLINS James J. *et al.* **Massachusetts Inst Technology US, Massachusetts Gen Hospital US, Collins James J US, Bhattacharyya Roby**. Depositante: WIPO, WO 2020/227530 A1, 2020.
- DONG, Jiancheng *et al.* Application of big data and artificial intelligence in COVID-19 prevention, diagnosis, treatment and management decisions in China. **Journal of Medical Systems**, [s.l.], v. 45, n. 9, p. 1-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01757-0>.
- FREITAS, Robson Almeida Borges *et al.* Prospecção científica sobre epidemiologia e prevenção da COVID-19 aliada a inteligência artificial. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 2 COVID-19, p. 543-543, 2020. DOI: <https://doi.org/10.9771/cp.v13i2.36190>.
- GAL, Ehrlich; MAIER, Fenster. **Methods and systems of prioritizing treatments, vaccination, testing and/or activities while protecting the privacy of individuals**, USA, US 11107588 B2, 2020.
- GUIMARÃES, Reinaldo. Vacinas anticovid: um olhar da saúde coletiva. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 25, p. 3.579-3.585, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020259.24542020>.
- HOLMES, Elizabeth A. *et al.* **Labrador Diagnostics LLC**. Depositante: Integrated health data capture and analysis system, USA, US 11195624 B2. 2021.
- HUANG, Shigao *et al.* Artificial intelligence in the diagnosis of COVID-19: Challenges and perspectives. **International Journal of Biological Sciences**, [s.l.], v. 17, n. 6, p. 1.581, 2021. DOI: <https://doi.org/10.7150/ijbs.58855>.
- INFORME, E. N. S. P. *et al.* **Fiocruz desenvolve novas vacinas para enfrentar Covid-19**. [S.l.: s.n.], 2021.
- JAMSHIDI, Mohammad *et al.* Artificial intelligence and COVID-19: deep learning approaches for diagnosis and treatment. **Ieee Access**, [s.l.], v. 8, p. 109581-109595, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001973>.
- KHEMASUWAN, Danai; COLT, Henri G. Applications and challenges of AI-based algorithms in the COVID-19 pandemic. **BMJ Innovations**, [s.l.], v. 7, n. 2, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjinnov-2020-000648>.
- LENS.ORG. **[Base de dados – Internet]**. Cambia; Queensland University of Technology, 2020. Disponível em: <https://www.lens.org/>. Acesso em: 1º ago. 2022.

- MAILLE, Baptiste *et al.* Smartwatch electrocardiogram and artificial intelligence for assessing cardiac-rhythm safety of drug therapy in the COVID-19 pandemic. The QT-logs study. **International Journal of Cardiology**, [s.l.], v. 331, p. 333-339, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2021.01.002>.
- MALIK, Yashpal Singh *et al.* How artificial intelligence may help the Covid-19 pandemic: Pitfalls and lessons for the future. **Reviews in Medical Virology**, [s.l.], v. 31, n. 5, p. 1-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/rmv.2205>.
- NASEEM, Maleeha *et al.* Exploring the potential of artificial intelligence and machine learning to combat COVID-19 and existing opportunities for LMIC: a scoping review. **Journal of Primary Care & Community Health**, [s.l.], v. 11, p. 2150132720963634, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1177/2150132720963634>.
- OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Painel do Coronavírus da OMS (Covid)**. [2022]. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 27 ago. 2022.
- PICCIALLI, Francesco *et al.* The role of artificial intelligence in fighting the COVID-19 pandemic. **Information Systems Frontiers**, [s.l.], v. 23, n. 6, p. 1.467-1.497, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10131-x>.
- PRADUMAN, Jain; SCHILLING, Josh; KLEIN, Dave. **Vignet Inc.** Depositante: Potentiators of Antimicrobial and/or Antiviral Agents. WIPO, 2020.
- RAHIMZADEH, Mohammad; ATTAR, Abolfazl. A modified deep convolutional neural network for detecting COVID-19 and pneumonia from chest X-ray images based on the concatenation of Xception and ResNet50V2. **Informatics in Medicine Unlocked**, [s.l.], v. 19, p. 100360, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100360>.
- RAO, Arni S.R. Srinivasa; VAZQUEZ, Jose A. Identification of COVID-19 can be quicker through artificial intelligence framework using a mobile phone-based survey when cities and towns are under quarantine. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, [s.l.], v. 41, n. 7, p. 826-830, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/ice.2020.61>.
- RAPIN, Jérémy; JIA, Li; MASSIAS, Mathurin. **Cardiologs Technologies SAS**. Depositante: Automatic method to delineate or categorize an electrocardiogram. EUA, US11331034B2, 2022.
- SANTUS, Enrico *et al.* Artificial intelligence-aided precision medicine for COVID-19: strategic areas of research and development. **Journal of Medical Internet Research**, [s.l.], v. 23, n. 3, p. e22453, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.2196/22453>.
- STEVANIM, Luiz Felipe *et al.* **Uma vacina para a humanidade**: da expectativa à realidade, os esforços para se chegar a uma vacina contra Covid-19 acessível à população. 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/43683>.
- UNCTAD. **Catching technological waves**: Innovation with equity. Technology and innovation report 2021. 2021. Disponível em: [https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf). Acesso em: 1º ago. 2022.
- XU, Zhenxing *et al.* Artificial intelligence for COVID-19: Battling the pandemic with computational intelligence. **Intelligent Medicine**, [s.l.], 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.imed.2021.09.001>.

## Sobre os Autores

### **Robson Almeida Borges de Freitas**

*E-mail:* robson.freitas@ifpi.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5888-6022>

Doutor em Ciências da Propriedade Intelectual pela UFS em 2021.

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Floriano, Rua Francisco Urquiza Machado, n. 462, Meladão, Floriano, PI. CEP: 64800-000.

### **Humbérila da Costa e Silva Melo**

*E-mail:* humberila@ifpi.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8923-3235>

Mestra em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pela UECE em 2020.

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Rua Projetada, s/n, Uberaba, Oeiras, PI. CEP: 64500-000.

### **Margarete Almeida Freitas de Azevedo**

*E-mail:* margaretemel@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0261-1481>

Mestra em Epidemiologia em Saúde Pública com Ênfase nas Doenças Relacionadas à Pobreza pela Fiocruz em 2015.

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Rua Nascimento, n. 746, Centro, Angical, PI. CEP: 64410-000.

### **Antonio Martins de Oliveira Junior**

*E-mail:* amartins.junior@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8635-7048>

Doutor em Engenharia Química pela UFRJ em 2006.

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Reitoria, Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000

## Apêndice – Relação de patentes encontradas para os termos da pesquisa

NOME	DEPOSITANTES	SITUAÇÃO	NÚMERO IDENTIFICADOR	DATA DE REGISTRO
<i>Wastewater system to monitor pathogens and methods of use</i>	Pangolin llc	Em análise	WO 2021/242911 A1	26/05/2021
<i>Ai and data system to monitor pathogens in wastewater and methods of use</i>	Pangolin llc	Em análise	WO 2021/247408 A1	28/05/2021
<i>Intelligent workflow analysis for treating covid-19 using exposable cloud-based registries</i>	Hoffmann la roche	Em análise	WO 2021/236288 A2	22/04/2021
<i>Systems and methods for generating a viral alleviation program</i>	Kpn innovations llc	Concedida	US 11164669 B1	29/12/2020
<i>Mailable inspector collector</i>	Depillis gretchen Jolie	Concedida	US 11077436 B1	29/09/2020
<i>Designer peptide opsonins</i>	New jersey inst technology	Em análise	US 2021/0388031 A1	16/06/2021
<i>Digital health tools to predict and prevent disease transmission</i>	Vignet inc	Concedida	US 11127506 B1	05/08/2020
<i>Predictive analysis and interventions to limit disease exposure</i>	Vignet inc	Concedida	US 11056242 B1	05/08/2020
<i>Matrix bound vesicles (mbv) for treatment of acute respiratory distress syndrome</i>	Univ pittsburgh commonwealth sys higher education	Em análise	WO 2021/211885 A1	15/04/2021
<i>Using resilient systems inference for estimating hospital acquired infection prevention infrastructure performance</i>	Platt lisa	Em análise	WO 2021/163223 A1	10/02/2021
<i>Systems and methods to detect pathogens</i>	Pangolin llc	Em análise	WO 2021/247398 A1	28/05/2021
<i>Potentiators of antimicrobial and/or antiviral agentes</i>	Massachusetts inst technology	Em análise	WO 2020/227530 A1	07/05/2020
<i>Sensor systems and methods for characterizing health conditions</i>	Level 42 ai	Em análise	WO 2021/224888 A1	08/05/2021
<i>Instant early stage disease detection by decoding organic compound signatures</i>	Postrel Richard	Em análise	WO 2021/222910 A2	04/06/2021
<i>Methods and systems of prioritizing treatments, vaccination, testing and/or activities while protecting the privacy of individuals</i>	Ehrlich gal	Concedida	US 11107588 B2	30/11/2020
<i>Pro-adrenomedullin for prognosing disease progression in severe acute respiratory syndrome (sars)</i>	Brahms gmbh	Em análise	WO 2021/204770 A1	06/04/2021
<i>Device, system, and method for reducing coronasomnia to enhance immunity and immune response</i>	Neuroenhancement lab llc	Em análise	US 2021/0338973 A1	14/07/2021
<i>Methods and compositions for treating ma viral infections</i>	Model medicines inc	Em análise	WO 2021/247601 A1	01/06/2021
<i>Integrated health data capture and analysis system</i>	Labrador diagnostics llc	Concedida	US 11195624 B2	13/04/2018

# Transferência de Tecnologia e seus Aspectos Negociais e Jurídicos: estudo de caso do Capacete ELMO no contexto da pandemia da Covid-19

*Technology Transfer and its Business and Legal Aspects: case study of  
the ELMO Helmet in the context of the Covid-19 pandemic*

Ana Carolina Matos<sup>1</sup>

Juliana Corrêa Crepalde Medeiros<sup>2</sup>

Tecia Vieira Carvalho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>3</sup>Núcleo de Estudos e Pesquisa do Norte e Nordeste, Fortaleza, CE, Brasil

## Resumo

Este trabalho pretende contribuir com a gestão da transferência de tecnologia entre Instituições Científicas e Tecnológicas e de Inovação (ICTs), governo e empresas, cooperando com o alinhamento entre a segurança jurídica e a negociação no processo. Para embasar a pesquisa, foi realizado um estudo de caso do licenciamento do capacete ELMO, uma tecnologia desenvolvida pela Universidade Federal do Ceará e outras cinco instituições de natureza jurídica distintas do ecossistema cearense de inovação. Foi adotado como fundamentação teórica o modelo da tríplice hélice e o conceito de Universidade Empreendedora. Como metodologia principal, utilizou-se a observação participante. Os resultados mostraram que os principais obstáculos na gestão da transferência da tecnologia foram as diferenças culturais e de missões dos parceiros, a ausência ou a desatualização de suas políticas de inovação e o desconhecimento sobre o Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação. Por outro lado, as boas práticas identificadas apontaram que a divisão temática de grupos de trabalho para nivelamentos e alinhamentos favoreceu a comunicação e a confiança durante as etapas negociais e jurídicas da transferência de tecnologia.

Palavras-chave: Transferência de Tecnologia. Universidade Empreendedora. Tríplice Hélice.

## Abstract

This work aims to contribute to the management of technology transfer between Scientific and Innovation Institutions, government and companies, cooperating with the alignment between legal certainty and negotiation in the process. To support the research, a case study was carried out on the licensing of the ELMO helmet, a technology developed by the Federal University of Ceará and five other legal institutions distinct from the Ceará innovation ecosystem. The triple helix model and the concept of Entrepreneurial University were adopted as theoretical foundations. As the main methodology, participant observation was used. The results showed that the main obstacles in the management of technology transfer were the cultural and mission differences of the partners, the absence or outdatedness of their innovation policies and the lack of knowledge about the Legal Framework for Science, Technology and Innovation. On the other hand, the good practices identified showed that the thematic division of working groups for leveling and alignment favored communication and trust during the business and legal stages of the technology.

Keywords: Technology Transfer. Entrepreneurial University. Triple Helix.

Área Tecnológica: Propriedade Intelectual. Gestão da Inovação. Transferência de Tecnologia.



# 1 Introdução

Em janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OPAS, 2020) chamou a atenção das autoridades para um surto de coronavírus e, em março do mesmo ano, declarou a pandemia em consequência da Covid-19, termo usado para a doença clínica causada pelo SARS-CoV-2. O aumento de casos dessa enfermidade desencadeou uma crise sanitária de proporções globais na busca pela contenção do vírus e por medidas para evitar sua propagação.

Nesse contexto, muitos pacientes foram admitidos em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) devido à Insuficiência Respiratória Hipoxêmica Aguda (IRHA) e necessitaram de suporte ventilatório não invasivo ou invasivo. A mortalidade desses pacientes foi alta em muitas regiões, como no Ceará. Pacientes com doença grave, sobrecarga de UTIs e falta de equipamentos, incluindo ventiladores capazes de oferecer ventilação mecânica segura e eficiente, podem ter contribuído para isso.

Diante desse cenário, criou-se uma força-tarefa multidisciplinar no Estado do Ceará, Brasil, constituída por seis instituições locais, como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI/CE), Escola de Saúde Pública do Ceará (ESP/CE), Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fundação Edson Queiroz (UNIFOR) e Esmaltec (empresa privada do ramo de eletrodomésticos), para desenvolver uma nova tecnologia que promovesse a interface para a aplicação de ventilação não Invasiva (VNI). A tecnologia foi denominada ELMO, um capacete de respiração assistida não invasivo, com aplicabilidade no tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda hipoxêmica por Covid-19, depositada como patente de modelo de utilidade sob o n. BR 20 2020 014212 2.

A fim de garantir que o capacete chegasse aos pacientes, formaram-se, em paralelo, três grupos de trabalho temático: (a) o de natureza gestora, para as tomadas de decisões estratégicas (organizacionais e comerciais); (b) o de natureza científica, para tratar dos temas relacionados ao produto (desenvolvimento, estudos de viabilidade e clínicos, prototipagem, aprovação em conselhos, comitês, comissões e Anvisa), e (c) o de natureza técnico-jurídica, responsável pelas decisões em propriedade intelectual e transferência de tecnologia, formado pelos departamentos jurídicos e Núcleos de Inovação Tecnológica das instituições parceiras. Será usado este último como recorte metodológico deste trabalho.

Essa cooperação incluiu as entidades governamentais, empresariais e universitárias, como preconiza o Modelo da Tríplice Hélice, cuja tese aponta que a universidade está deixando de ter um papel social secundário, ainda que importante, de prover ensino superior e pesquisa, e está assumindo um papel primordial equivalente ao da indústria e do governo, como geradora de novas indústrias e empresas (ETZKOWITZ; ZHOU, 2017).

Absorveu também importantes Instituições Científicas e Tecnológicas e de Inovação (ICTs) públicas e privadas, que estiveram diretamente envolvidas no desenvolvimento e transferência de tecnologia do ELMO para que o ciclo da inovação – desde a ideia até o uso da tecnologia em hospitais – fosse completado, provocando impacto social na sociedade que demandava, com urgência, soluções tecnológicas que fossem capazes de enfrentar os problemas de saúde causados pela pandemia instalada.

Destaca-se, neste trabalho, a Universidade Federal do Ceará (UFC), que, além de ser a única universidade pública envolvida no processo, teve um papel relevante para o desenvolvimento do ELMO, participou diretamente, com o seu Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), denominado Coordenadoria de Inovação Tecnológica (CIT/UFCINOVA) – do processo de transferência de tecnologia, auxiliando em três dos principais pilares: 1. proteção (patente de modelo de utilidade); 2. regularização (contratos de cogestão entre os parceiros); e, sobretudo, 3. transferência de tecnologia propriamente dita (licenciamento da patente em cotitularidade para uso e exploração comercial pela empresa Esmaltec).

No que tange a índices relacionados, especificamente, ao número de patentes depositadas, a universidade já ocupou, em 2016, o 4º lugar entre as instituições sediadas no Brasil que mais depositou patentes de invenção no País, de acordo com Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI, 2017). É importante ressaltar que a Universidade Federal do Ceará esteve, em 2019, entre as dez melhores Instituições de Ensino Superior (IES) na dimensão de inovação do *ranking* Universidades Empreendedoras (BRASIL JÚNIOR, 2019), figurando, atualmente, na 7ª posição.

Como outrora mencionado, a universidade cearense conta com uma política de inovação (Resolução CONSUNI n. 38/2017 da UFC) que regulamenta, entre outros importantes temas, os casos de transferência de tecnologia que envolvam a instituição. A política prevê, por exemplo, a divisão de *royalties* entre seus inventores quando do licenciamento para uso e exploração de tecnologias de titularidade da UFC, bem como dá preferência às Fundações de Apoio a ela vinculadas, baseada no Marco Legal de CT&I, para a gestão financeira e administrativa desse tipo de contrato, visando a simplificar e a flexibilizar a gestão de eventuais recursos advindos da exploração das tecnologias licenciadas.

Em 2019, via CIT/UFCINOVA, a universidade realizou o primeiro processo de licenciamento de tecnologia de patente de invenção de titularidade da universidade, que coadunou no produto “Natchup”, BR 10 2018 067952, cujo licenciamento fora formalizado em 29/03/2019 e ainda é comercializado no mercado. O processo foi marcado por inúmeros desafios e dificuldades já identificadas na literatura que permeiam desde as diferentes culturas do ambiente acadêmico e do empresarial, as finalidades e missões divergentes de cada instituição, o horizonte e a perspectiva diversa de tempo desses atores, aos obstáculos relacionados à compreensão jurídica de acordo com a natureza de cada instituição envolvida (ARAÚJO, 2017; DINIZ; CRUZ; CORREA, 2018; RIBEIRO; MENDONÇA; DINIZ, 2021).

A pesquisa buscou avançar a partir desse contexto, com o intuito de contribuir com a melhor compreensão do estudo de caso ELMO não somente por parte da universidade, mas também pelos demais atores do ecossistema de inovação que influenciam o desenvolvimento do Ceará e do país.

A relevância e o impacto do trabalho são justificados pelo fato de o ELMO ser um caso de sucesso de transferência de tecnologia no enfrentamento da Covid-19, com grande impacto social, bem como pela sua abrangência frente ao ecossistema cearense e brasileiro de inovação, tendo vencido o prêmio como projeto mais inovador no 9º Congresso Brasileiro de Inovação da Indústria (2022), considerado o maior evento de inovação da América Latina, conquistando na ocasião 60% dos quase 25 mil votos no país, concorrendo entre 25 casos.

A experiência estudada trouxe boas práticas técnico-jurídicas em transferência de tecnologia entre ICTs (públicas e privadas), empresas e Estado, sob o recorte metodológico do Modelo

da Tríplice Hélice. Nesta pesquisa, por ocasião das diversas interpretações acerca do tema da transferência de tecnologia, será tratado como licenciamento de patente.

## 2 Metodologia

Com o objetivo de avaliar o reflexo dos fatores normativos e teóricos na transferência de tecnologia, a metodologia aplicada é a de pesquisa teórico-empírica, de abordagem qualitativa, com o método de estudo de caso uma orientação de categorização na análise dos dados, evidenciados por meio de coleta documental e observação direta em campo (BAUER; GASKELL, 2002; CRESWELL, 2010).

Dentro desse enquadramento, utilizou-se a “observação participante ou observação ativa”, que consiste na participação real do conhecimento na vida da comunidade, do grupo ou de uma situação determinada, uma vez que uma das autoras desta pesquisa fez parte do grupo de trabalho técnico-jurídico do caso estudado.

## 3 Resultados e Discussão

A Coordenadoria de Inovação Tecnológica (CIT), vinculada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG), é o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da UFC, responsável por apoiar a gestão da Política de Inovação da instituição (Resolução n. 38/CONSUNI, de agosto de 2017). Entre outras ações, a CIT promove a proteção, a regularização de direitos e a transferência das criações desenvolvidas na UFC para o mercado, viabilizando a geração de produtos, processos e serviços em benefício da sociedade.

O NIT, que tem papel central na consolidação do Marco Legal de CT&I de Inovação das ICTs, segundo Muraro e Dubeux (2019, p. 111), depende desta para criar condições necessárias para o seu pleno funcionamento. Seguindo a linha de construção de uma universidade empreendedora, que pode ser compreendida em algumas dimensões (ETZKOWITZ; ZHOU, 2017; AUDY; FERREIRA, 2006), no que tange ao desenvolvimento de unidades focadas na conexão com a sociedade, necessário se mostra o desenvolvimento de estratégias de marketing e comunicação a fim de fomentar a promoção e acompanhamento do relacionamento da ICT com empresas, aproximando estes entes em negociações buscando o gerenciamento eficiente de acordos de transferência de tecnologia.

Ao longo dos anos, a UFC protegeu 264 ativos de propriedade intelectual (236 patentes e 28 programas de computador). Entre as patentes, 30 foram concedidas até o fechamento deste trabalho. Em termos de transferência de tecnologia, muito embora a UFC tenha um extenso portfólio de tecnologias, há apenas dois licenciamentos de patentes que constam no mercado em produtos, rendendo *royalties* para a instituição (Natchup e ELMO). Pensando nesses números, Jorio e Crepalde (2018) criaram um estudo preliminar das etapas de desenvolvimento dos Núcleos de Inovação Tecnológica e classificaram os NITs brasileiros em três estágios distintos de equilíbrio pautados na eficiência entre a proteção de ativos de PI e a transferência dessas tecnologias.

De acordo com a classificação dos autores, o NIT da UFC é desequilibrado e está em evolução deficiente, haja vista que embora tenha realizado centenas de processos de PI, não conseguiu alcançar uma dezena de processos de TT. Os NITs nesse quadrante devem envidar esforços para desenvolver seu potencial de transferência de tecnologia, pois apresentam um processo de evolução deficiente.

Pensando nisso, sob a ótica de ser o NIT o gestor da política de inovação e representar a ICT nas ações de parceria voltadas sobretudo para a transferência de tecnologia, a Coordenadoria de Inovação Tecnológica desenvolveu o conceito da marca “UFCInova”, a fim de consolidar o compromisso e a responsabilidade da Universidade com a inovação e gerar uma melhor comunicação entre a academia e as empresas, fortalecendo sua imagem. A “UFCInova” foi pensada como uma marca promocional do NIT da UFC, a fim de que o setor produtivo, o público interno e a sociedade em geral possam identificar mais facilmente ações inovadoras da Universidade.

Para além da melhoria da comunicação entre academia e empresas, achados apontam que a estrutura dos NITs interfere sobre o processo de transferência de tecnologia (GARNICA; TORCOMIAN, 2009), haja vista que o principal papel desse setor é construir pontes do mundo acadêmico para o setor empresarial, o que está alinhado à transformação da universidade na atualidade, já que deixa de ser vista apenas como instituição tradicionalmente voltada para o ensino e a pesquisa e começa a se mostrar também focada na colaboração com partes externas interessadas, do bojo da chamada universidade empreendedora (FERNÁNDEZ-NOGUEIRA *et al.*, 2018).

Compreender as necessidades estruturais para que um NIT seja uma ferramenta efetivamente transformadora desses cenários diante da universidade em que se está inserido se mostra essencial para que a instituição consiga mensurar onde envidar esforços em prol da conexão com a sociedade.

### **3.1 Dos Resultados do Estudo de Caso ELMO: mapeamento de obstáculos e proposição de boas práticas**

O contexto turbulento e incerto da pandemia gerou um estado de exceção que exigiu o desenvolvimento do ELMO de forma célere, superando entraves científicos, técnicos e jurídicos de modo acelerado, sem deixar de lado a segurança jurídica e sem provocar riscos àquela população que o utilizaria, por isso, a estratégia utilizada para atravessar os obstáculos multidisciplinares (científicos, negociais, jurídicos e tecnológicos) foi executada.

### **3.2 Da Atuação Grupo de Trabalho Técnico-Jurídico: etapas**

As atuações deste grupo nasceram a partir das interações alinhadas pelos representantes do GT desde a busca de anterioridade para possível patenteamento, passando pela criação do instrumento de cogestão, até a finalização do licenciamento sem exclusividade para uma das instituições codesenvolvedoras, etapa final esta que pode ser apresentada como um processo complexo, que exige um fornecedor comprometido a transferir conhecimento necessário e um receptor com capacidade adequada de absorção (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2016) e é necessário que seja estabelecida a partir de uma sólida parceria de modo a resultar no desenvolvimento de novas competências e inovação (GALINA *et al.*, 2021).

Ou seja, apesar de complexa, a TT é uma ferramenta que, quando bem dominada, desempenha um papel importante para facilitar e acelerar o aprendizado recíproco e orquestrado entre os atores nela envolvidos (ÁVILA; ALVES; ZAWISLAK, 2018). E foi nessa base de aproximação, confiança e comunicação que o grupo técnico-jurídico desenvolveu o seu trabalho, como se verá nas próximas seções.

### 3.3 Da Proteção dos Ativos – Patente e Marca, Contrato de Cogestão e do Contrato de Licenciamento

Após a elaboração dos documentos patentários pelo Grupo de Trabalho (GT) Técnico-Jurídico, em 10 de julho de 2020, foi depositada, em cotitularidade, a patente de modelo de utilidade BR 20 2020 014212 2, referente à tecnologia, denominada “Capacete hiperbárico para suporte respiratório não invasivo com pressão positiva”.

Ulteriormente, para complementar a proteção do produto, ainda em 2020, foi criada a marca do “ELMO: capacete de respiração assistida” e registrada, na data de 18 de janeiro de 2021, em cotitularidade e na apresentação mista, de natureza produto e/ou serviço e com elemento nominativo: “ELMO: Capacete de Respiração Assistida”, sob o número do processo: 921824106 (Figura 1).

**Figura 1** – Logomarca ELMO



Fonte: SUS (2022)

Importante salientar que a cotitularidade de marcas foi o regime escolhido pelo grupo de trabalho para seguir a mesma linha de proteção patentária, haja vista serem seis os titulares requerentes e com iguais direitos. Em 16 de novembro de 2021, houve o deferimento do pedido de registro de marca pelo INPI, e esta foi concedida, entrando em vigor no dia 25 de janeiro de 2022.

Considerando capacidade técnica dos profissionais e instituições envolvidas em idealizar, materializar e testar o capacete, com a necessidade de urgente industrialização, distribuição e comercialização da tecnologia protegida, frente à pandemia que se alastrava no país, e ainda o interesse da indústria nacional em produzi-lo com fim de minimizar a demanda por equipamentos de respiração mecânica e, conseqüentemente, os efeitos da pandemia, a pesquisa foi desenvolvida em colaboração entre as instituições já mencionadas neste estudo.

Dentro do grupo de instituições desenvolvedoras, havia a empresa Esmaltec, uma empresa brasileira de eletrodomésticos, pertencente ao Grupo Edson Queiroz, com sede em Maracanaú, no Estado do Ceará, que, desde o início das tratativas, já havia apontado interesse em ser fabricante do capacete.

A partir disso, com a finalidade de regularizar os direitos de propriedade intelectual envolvidos, bem como reconhecer mutuamente os direitos e obrigações dos coproprietários, além de dar a segurança jurídica necessária para a exploração da tecnologia, o Grupo de Trabalho

Técnico-Jurídico passou a se reunir semanalmente para elaborar os dois instrumentos jurídicos que serviriam para a manutenção dos ativos e a transferência de tecnologia requerida, quais sejam: (a) o termo de cogestão, documento prático dos Núcleos de Inovação Tecnológica, também denominado instrumento de regularização de direitos, que é o utilizado na Universidade Federal do Ceará; e em paralelo; e (b) o contrato de (licenciamento para) exploração da tecnologia também foi elaborado e discutido, a fim de que fossem assinados na mesma data, perfazendo três importantes pilares para a inovação que perpassa a administração pública: propriedade intelectual (proteção), regularização de direitos (acordo entre cotitulares) e transferência de tecnologia (licenciamento para exploração).

Essa prática corrobora com o que alegam Furtado, Pradella e Kipper (2012), segundo os autores, para que a transferência de tecnologia ocorra, é necessário que se faça a formalização de um contrato que estipule as cláusulas e as condições da transferência de tecnologia vinculadas ao objeto desse contrato. Logo, o contrato é o instrumento jurídico pelo qual o titular (ou os cotitulares) de patente outorga a terceiros o direito de uso e de exploração da invenção desenvolvida, sendo os meios encontrados para que a ICT, por meio do seu NIT, concretize essa relação.

Quanto ao termo de cogestão, esse instrumento jurídico teve como objeto a regularização da titularidade e o reconhecimento mútuo – entre as seis instituições de naturezas jurídicas distintas – acerca dos direitos e obrigações (Quadro 1) sobre a tecnologia intitulada “Capacete hiperbárico para suporte respiratório não invasivo com pressão positiva”, objeto de depósito de pedido de patente de número BR 20 2020 014212 2.

**Quadro 1** – Cláusulas da cogestão do ELMO

1 Responsabilidade, direitos e obrigações	O responsável pelo requerimento e acompanhamento do pedido de patente e da marca: SENAI. Forma de decisão: Proteção, fabricação e comercialização decidida em comum acordo. Despesas da manutenção da patente são rateadas na proporção da titularidade (igualmente);
2 Exploração da tecnologia e doações	Liberado o uso não comercial e interno da tecnologia aos cotitulares e para o uso comercial, o pagamento de royalties será feito em partes iguais para todos. As licenciantes podem promover a doação dos ELMOs, inclusive através de licenciamento a terceiros, mediante prévia comunicação e autorização destas partes. Já a licenciente fabricante (Esmaltec) poderá promover doação sem necessidade de prévia autorização das partes, sendo suficiente simples comunicação, nos termos do contrato de exploração da patente.
3 Coordenação técnica do contrato	Gestores do Grupo de Trabalho Técnico-Jurídico, um representante de cada instituição, com a responsabilidade pela solução e pelo encaminhamento de questões técnicas que surgirem. A autora deste trabalho faz parte, contratualmente, deste grupo;
4 Vigência e não concessão de carta-patente	Caso não seja concedida a carta-patente da tecnologia pelos órgãos competentes, as partes definirão em instrumento específico as condições relativas ao “know-how”;
5 Direitos e deveres dos inventores/autores	Quando da utilização e/ou publicação dos conhecimentos gerados pela pesquisa, de maneira integral ou parcial, deverá sempre ser mencionado o nome e/ou a marca de todas as PARTES envolvidas;
6 Condições gerais	O presente instrumento é parte complementar do Contrato de Exploração de Patente firmado entre as PARTES em 02/06/2021, aplicando-se, no que couber, as disposições deste (Contrato de Exploração de Patente) ao presente termo. Em caso de divergência, direta ou indireta, entre o presente instrumento, juntamente com eventuais anexos e aditivos, e o Contrato de Exploração de Patente, prevalece este (Contrato de Exploração de Patente) em detrimento daqueles;

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2022)

Vale ressaltar que, como estratégia, o NIT do Senai foi mutuamente escolhido para liderar a gestão da propriedade intelectual em disposição contratual para dar maior organização ao processo de gestão dessa inovação por contar, no ambiente privado, com largo portfólio de serviços, desde a análise de viabilidade da inovação, passando pela proteção junto ao INPI, até a realização da transferência da tecnologia para o mercado. Além disso, importa salientar que esse NIT contava também, em seu corpo técnico, à época, com uma advogada com mestrado profissional em propriedade intelectual e transferência de tecnologia para inovação pelo PRO-FNIT/IFCE, o que facilitou a comunicação e a confiança dentro do GT.

Quanto ao contrato de licenciamento para exploração, considerando a sua natureza jurídica, é necessário elaborá-lo descrevendo itens negociados e responsabilidades definidas. A elaboração de um contrato de licenciamento envolve também aspectos negociais de predominância jurídica/administrativa. A gestão dessa etapa é também fundamental, uma vez que está entre as principais queixas dos atores envolvidos no processo de licenciamento sobre a morosidade de trâmites de ordem administrativa (GARNICA; TORKOMIAN, 2009).

O instrumento relacionado ao ELMO foi elaborado descrevendo itens negociados a partir das decisões mais relevantes e com responsabilidades definidas, com vigência de cinco anos, haja vista envolver tais aspectos de natureza administrativa, que se travestiram em cláusulas – neste trabalho, transcritas as principais – que deram identidade ao instrumento jurídico firmado (Quadro 2).

**Figura 3** – Cláusulas do contrato de licenciamento do ELMO

1 Objeto	A licença, a título <b>oneroso, sem</b> exclusividade, pelos <b>LICENCIANTES</b> à <b>LICENCIANTE FABRICANTE (Esmaltec)</b> , dos direitos para uso, desenvolvimento, produção, exploração comercial, prestação de serviços ou obtenção de qualquer vantagem econômica relacionada à <b>TECNOLOGIA</b> . Não implica transferência de titularidade e a licença é conferida para exploração em área geográfica restrita ao Brasil;
2 Responsabilidades, direitos e obrigações principais das licenciantes	<b>Licenciantes:</b> Possibilitar que terceiros utilizem as informações e os processos para fins de industrialização e comercialização, objeto da patente e/ou <i>Know How</i> supra descrito, desde que autorizado pelas <b>PARTES</b> , bem como a <b>LICENCIANTE FABRICANTE</b> não poderá realizar sublicenciamento ou transferência sem autorização prévia dos demais <b>LICENCIANTES</b> . Quando solicitada e de acordo com a disponibilidade do pesquisador que faça parte dos quadros/preste serviços aos demais <b>LICENCIANTES</b> , prestar consultorias à <b>LICENCIANTE FABRICANTE</b> .
2 Responsabilidades, direitos e obrigações principais da licenciente fabricante	<b>Licenciante Fabricante:</b> Industrializar e comercializar os produtos, processos e/ou serviços decorrentes da patente em todo território nacional e, se for o caso, no exterior, mediante aviso prévio e o pagamento de royalties, bem como mediante a formalização de termo aditivo que determine o território e a todas as condições relacionadas a industrialização e a comercialização de produtos, processos e/ou serviços decorrentes da patente. Obter autorização prévia e formal dos demais <b>LICENCIANTES</b> para o sublicenciamento ou transferência da tecnologia para qualquer outra empresa, inclusive às pertencentes ao mesmo grupo econômico.
3 Valor e forma de pagamento	A <b>LICENCIANTE FABRICANTE</b> pagará aos <b>LICENCIANTES</b> o percentual de <b>5% (cinco por cento)</b> sobre o <b>Faturamento Líquido</b> , resultante da comercialização da tecnologia e/ou produtos desenvolvidos a partir da patente e reduzidos dos tributos incidentes, devoluções e bonificações, a título de Royalties, sendo 1% (um por cento) para cada uma das <b>LICENCIANTES</b> ;
4 Licenciamento a terceiros (sublicenciamento)	A <b>LICENCIANTE FABRICANTE</b> poderá licenciar a terceiros os direitos de uso, industrialização/produção e comercialização do(s) produto(s) oriundos da tecnologia licenciada, mediante autorização prévia aos <b>LICENCIANTES</b> , que participarão do contrato com o terceiro como anuentes. A <b>LICENCIANTE FABRICANTE</b> repassará ao terceiro licenciado todas as instruções delineadas no presente contrato, em especial de propriedade intelectual e sigilo, bem como a possibilidade de controle por meio de auditoria independente. No caso de sublicenciamento a terceiros, deverá ser respeitado o direito dos <b>LICENCIANTES</b> ao recebimento de <i>Royalties</i> .

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2022)

### 3.4 Do Mapeamento de Barreiras e Identificação de Boas Práticas na Transferência de Tecnologia

Mesmo em se tratando de um processo exitoso de transferência de tecnologia, é possível mapear os obstáculos identificados no ELMO, os quais já são reiterados pela literatura e relevantes para explicar o desempenho do estudo de caso em referência. A pesquisa identificou algumas barreiras no estudo de caso, que estão organizados nesta pesquisa sob as perspectivas de pelo menos dois contextos apontados por Diniz (2018) e adaptados, quais sejam: a) contexto relacional (confiança; nível de interação social, diferenças culturais entre as partes); e b) contexto de ICT pública (política de inovação; burocracia; setores de apoio a TT), haja vista que metade das instituições parceiras são públicas.

No contexto relacional, como se trata de um caso multiorganizacional, com seis instituições envolvidas, as grandes diferenças culturais e de missões entre as instituições parceiras trouxeram dificuldades que interferiram diretamente no horizonte de tempo para a finalização da transferência. O obstáculo percebido a partir desse contexto foi a demanda de esforços adicionais para alinhamento no interesse na parceria, já que diante do cenário pandêmico e de isolamento social, a interação pessoal necessária para as negociações e as formulações de contratos restou dificultada. Além disso, outro obstáculo foi a necessidade de nivelamento para a compreensão da legislação do Marco Legal, precipuamente acerca da propriedade intelectual e da transferência de tecnologia entre os setores jurídicos e NITs dessas instituições de maneira simultânea.

No contexto público da parceria, Cavalcante, De Almeida e Renault (2019) aduzem que é ainda viva a raiz cultural de que comercializar um produto gerado por uma instituição pública vai contra os preceitos desta, que teria como função preceitos sociais. Para além disso, os achados indicaram a existência de processos rígidos de transferência de tecnologia e ausência de políticas de inovação que regulamentem a Lei de Inovação e a inexistência de setores especializados na temática que apoiem essa atividade e negociem, com profissionalismo, os termos relativos a esse contexto, haja vista que um elemento marcante dessa cooperação é o seu caráter negocial.

Esse aspecto é particularmente intenso nas relações entre Estado e empresários, em que se verifica a aproximação entre diversos entes, a qual é implementada principalmente por acordos, tanto entre entes públicos como entre estes e particulares, o que implica harmonizar Direito Público e Direito Privado, duas áreas com conhecidas diferenças, como, por exemplo, a de aplicação do contrato civil, no qual as partes têm ampla autonomia para determinar seu conteúdo, e a de prevalência do contrato ou do convênio administrativo, no qual o ente estatal, por se utilizar de recursos públicos, geralmente precisa demonstrar de modo claro que está autorizado por lei a celebrar o acordo nos termos e cláusulas nele estabelecidos (DINIZ; NEVES, 2017).

Segundo Araújo (2017), a burocracia das instituições públicas é o maior obstáculo na interação de transferência de tecnologia, seguida pelo não cumprimento de prazos e falhas na comunicação. No caso ELMO, foram identificados também obstáculos na quantidade de exigências apresentadas ao processo de instrução jurídica da cogestão e de licenciamento, no que tange à formalização de contratos, além das dificuldades de negociação principalmente acerca das questões relacionadas à Propriedade Intelectual e ao pagamento de *royalties*, o que corrobora com as barreiras mais encontradas diante da revisão da literatura da área. As procuradorias jurídicas das instituições públicas foram identificadas como uma barreira ao processo, pois, muitas vezes, esse setor apresentou uma visão conservadora e até incompatível com o

Marco Legal (que tornou flexível o processo de TT ao setor produtivo), fator que vai ao encontro dos estudos de Diniz e Neves (2017).

Some-se a isso o fato de que apenas uma das três instituições públicas tinham política de inovação à época do licenciamento, fatores que, unidos, interferiram com grande impacto no processo de transferência de tecnologia, sobretudo no que tange ao desgaste de tempo. Prova disso é que a distância, em tempo – da data em que a empresa licenciante (Esmaltec) recebeu a autorização da Anvisa para explorar a tecnologia, mesmo mês em que houve o último teste clínico do equipamento – até a assinatura o contrato de licenciamento, foi de pelo menos oito meses, prazo quatro vezes maior do que o utilizado para a finalização da prototipagem e primeiro uso do ELMO em pacientes.

O estudo identificou que o fator crise deu velocidade à linha do tempo do produto, mas tal celeridade não foi acompanhada em razão dos motivos já apontados e pela instrumentalização jurídica da parceria. Muito embora haja recentes alterações no ordenamento jurídico voltado para o estímulo à inovação, ainda é necessário um complexo esforço de compreensão e articulação entre os atores envolvidos acerca desse arcabouço de normas, regulamentos e interpretações. Sobre isso, segundo Coutinho, Foss e Mouallem (2017, p. 15), “[...] tão importante quanto entender como se dá a inovação em uma economia em desenvolvimento como a brasileira é decifrar as razões pelas quais ela deixa de ocorrer mesmo na presença de um aparato jurídico concebido para fomentá-la”.

Além desses obstáculos, ainda no contexto de ICT pública, é necessário apontar o desafio identificado no que se refere a recursos humanos para transferência de tecnologia, principalmente no que se refere internamente às universidades brasileiras, que são atores importantes no processo de inovação no Brasil pelo conhecimento acumulado e pelo potencial de criarem produtos ou processos inovadores, já que o setor privado neste país não tem cultura de atividades em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (PALETTA; SILVA; SANTOS, 2014).

No ELMO, apenas uma das instituições públicas, à época do processo, entre três existentes, contava com um NIT estruturado e capaz de interagir diante da complexidade da transferência. Esse resultado discute diretamente com as condições ainda precarizadas, a nível de disposição organizacional das instituições públicas de pesquisa brasileiras, pois essa estrutura não acompanha as possibilidades de transferência do grande volume de conhecimento do país, o que tem causado retenção e obsolescência tecnológica. A demanda social do ELMO, frente ao contexto pandêmico, foi decisiva para mitigar essa barreira.

Diniz, Cruz e Correa (2018) apontam que os relacionamentos mais próximos e frequentes tornam as transferências mais rápidas e econômicas, pois facilitam a compreensão do conhecimento transferido por parte do destinatário, o que ajuda a reduzir as diferenças culturais entre as organizações. Importa destacar que resultados de pesquisas que analisam fatores que influenciam nessa relação apontam que um relacionamento estreito, baseado em cooperação e confiança, é um fator que favorece a transferência de tecnologia, uma vez que minimiza a percepção de distância cultural entre os ambientes acadêmico, governamental e empresarial, alinhando interesses na parceria com a intensificação dos vínculos sociais, possibilitando que todas as partes se envolvam nas diferentes etapas do processo.

Tomando como referência esses obstáculos, constatou-se como decisivo para o alcance dos resultados dessa transferência a boa relação entre os parceiros e a confiança entre estes, haja

vista que, pelo contexto pandêmico, tratava-se de decisões urgentes desde a proteção, passando pela regularização de direitos, cogestão e o chegando ao licenciamento da patente.

Dentro do contexto relacional, a divisão de grupos de trabalhos temáticos foi criada para que os esforços fossem balizados com o fomento de diálogos formais e informais direcionados a ser encontrada uma linguagem comum – dentro do Modelo da Tríplice Hélice (ETZKOWITZ; ZHOU, 2017) – para as mais diversas culturas absorvidas na parceria do ELMO, reforçando o compromisso das partes do projeto. Com reuniões rotineiras, em que todos os pontos de dúvidas e dificuldades eram discutidos e decididos entre todos, destaca-se, pelo recorte metodológico deste trabalho, no GT técnico-jurídico, uma vez que nele estiveram os profissionais do direito e setores especialistas em transferência de tecnologia (como o NIT da UFC), que contribuíram para o nivelamento dos parceiros e encontraram, juntos, a segurança jurídica desta relação.

Nesse ponto, este estudo propõe a continuidade do diálogo interinstitucional fomentado e enriquecido com o ELMO, visando a uma ainda maior aproximação, conexão e confiança entre ICTs, governo, organizações intermediárias e empresas, com o propósito de reduzir estas e de outras barreiras que foram mitigadas pelo contexto pandêmico. São elas: a promoção de eventos e encontros entre os parceiros (redução da distância social), a consultoria e promoção de ações visando a reduzir o processo burocrático (redução da distância organizacional) e a promoção de projetos em que os agentes envolvidos compartilhem espaço físico ou promovam frequentes reuniões (redução da distância geográfica), como afirmam Villani, Rasmussen e Grimaldi (2016). Essas autoras concluem que a proximidade organizacional, geográfica e social entre universidades, governo e empresas pode servir como substitutos para a proximidade cognitiva e que tais ações são muito facilitadas por meio da presença de organizações intermediárias.

No contexto das questões jurídicas, salienta-se a importância do trabalho feito pela Câmara Permanente da Ciência, Tecnologia e Inovação do Departamento de Consultoria da Procuradoria-Geral Federal – CP-CT&I, criada pela Portaria PGF n. 556, de 14 de junho de 2019, que elaborou modelos que servem como ponto de partida para a confecção dos instrumentos jurídicos a serem utilizados no âmbito do Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei n. 10.973/2004 e Decreto n. 9.283/2018). Essa Câmara é responsável não somente para acompanhar temas sobre o assunto, mas também para desenvolver minutas de instrumentos jurídicos que facilitem a realização pelas ICTs dos modelos de parcerias previstos no marco normativo.

Entre essas minutas, no recorte deste estudo, há a aba intitulada “Contratos que envolvem Transferência de Tecnologia no Marco Legal de CT&I” em que constam *check list* documental e modelos acerca da temática, além de parecer que expõe os motivos da redação dos instrumentos jurídicos, buscando conceituá-los e diferenciá-los entre si, esclarecendo controvérsias em relação a naturezas jurídicas das relações possibilitadas pelo marco legal, a fim de uniformizar o entendimento das procuradorias jurídicas federais que representam as ICTs públicas.

No contexto do ELMO, como a lei é nacional e havia uma universidade pública federal envolvida, foi utilizado um contrato de licenciamento espelhado no modelo da AGU, o que trouxe segurança no trâmite junto à Procuradoria Federal da UFC (PF/UFC) que, por estratégia e boa prática, foi a última a analisar o documento entre os parceiros. A PF/UFC teve, passo a passo, ciência dos encaminhamentos e decisões tomadas durante as reuniões do GT técnico-jurídico, com interesse de ter maior aproximação com o objeto dos contratos utilizados e compreender o contexto da cooperação antes mesmo de receber o processo para consulta jurídica.

## 4 Considerações Finais

Os resultados alcançados neste estudo colocam para os formadores das políticas de inovação nas universidades, aqueles envolvidos com as temáticas da propriedade intelectual e transferência de tecnologia, seja na indústria, seja no governo, uma oportunidade para ampliar a percepção sobre o contexto que circunda a implementação de NITs no Brasil.

O estudo de caso ELMO permitiu que se trouxesse à luz alguns obstáculos e boas práticas relacionados ao ecossistema de inovação cearense, bem como tornou possível concluir que, em se tratando de caso multiorganizacional (público-privado), as grandes diferenças culturais e de missões entre as instituições parceiras podem trazer dificuldades que interferem diretamente no horizonte de tempo para a finalização da transferência de tecnologia.

## 5 Perspectivas Futuras

Em relação aos limites da pesquisa, ressalta-se que se tratou de estudo de caso dentro do contexto da Covid-19 e apresentou resultados advindos de um ano após o firmamento dos contratos de cogestão e licenciamento. Isso sugere o potencial do trabalho em rede para a transferência de conhecimento e aponta a direção que pode ser usada como reflexão para o que ainda é necessário para o aumento de casos de licenciamentos de tecnologias protegidas.

Para a UFC, sugere-se que (a) atualize a sua política de inovação de acordo com a regulamentação do Marco legal advinda pelo Decreto n. 9.283/2018 (Lei n. 13.243/2016) e (b) crie um modelo de gestão de das etapas do processo de licenciamento com a finalidade de mitigar o desequilíbrio do seu NIT.

Para os demais parceiros do ELMO, sugere-se que (a) invistam conjuntamente na manutenção e inserção de dados na vitrine tecnológica e de competências (dos pesquisadores) da UFC, envidando esforços para a pesquisa da universidade seja melhor exposta, a fim dar eficiência à transferência e (b) criem e fomentem, sob a ótica empresarial, especializações e cursos em gestão de negócios que tragam a temática de transferência de tecnologia, visando ao nivelamento de conhecimentos sobre a matéria na base de formação de pessoas.

Isso porque o apoio privado nas parcerias-público privadas deve ser uma construção mais simbiótica e menos parasitária (MAZZUCATO, 2014), importando que seja encorajado ao parceiro privado que se esforce conjuntamente ao parceiro público no enfrentamento dos desafios construtores de inovações. Mazzucato (2014, p. 28) finaliza: “[...] quando o Estado é organizado eficientemente, sua mão é firme, mas não pesada, proporcionando a visão e o impulso dinâmico, acontecem coisas que de outra forma não aconteceriam [...]”, como o caso ELMO.

Para o governo cearense, em especial, sugere-se que (a) atualize a lei estadual que regulamenta no Estado do Ceará a Lei de Inovação de acordo com o Marco Legal e que (b) se aproxime mais da UFC em grupos temáticos de PI e TT por meio não somente das suas universidades estaduais, mas, sobretudo, das suas secretarias que tocam o tema de ciência, tecnologia e inovação, com a finalidade de criação de rotas conjuntas de fortalecimento do ecossistema.

## Referências

- ARAÚJO, Janaína Coelho. **A contribuição da comunicação nos processos de transferência de tecnologias nas universidades: o caso da UFMG**. 2017. 106p. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- AUDY, Jorge Nicolas; FERREIRA, Gabriela Cardozo. **Entrepreneurial University: a view from PUCRS**. [s.l.]: Innovation and Entrepreneurialism in the University, 2006. p. 412.
- ÁVILA, Ariane Mello Silva; ALVES, André Cherubini; ZAWISLAK, Paulo Antônio. Technology Transfer and Capacity Building in the Brazilian Shipbuilding and Offshore Industry. **International Journal of Business Management and Economic Research (IJBMER)**, [s.l.], v. 9, n. 5, p. 1.430-1.441, 2018.
- BATTISTELLA, Cinzia; DE TONI, Alberto F.; PILLON, Roberto. Inter-organisational technology/knowledge transfer: a framework from critical literature review. **J. Technol. Transf.**, [s.l.], v. 41, p. 1.195-1.234, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9418-7>.
- BAUER, Martin W.; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- BRASIL JÚNIOR. **Ranking de universidades empreendedoras**. São Paulo. 2019. Disponível em: <https://universidadesempreendedoras.org/wp-content/uploads/2019/10/ranking-2019.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.
- CAVALCANTE, Fernando Victor; ALMEIDA, Monique Brandão Comes de; RENAULT, Thiago Borges. Intervenientes dos processos de transferência tecnológica em uma instituição de ciência e tecnologia: o caso Fiocruz. **Revista Gestão & Tecnologia**, [s.l.], v. 19, n. 2, p. 217-239, 2019.
- COUTINHO, Diogo R.; FOSS, Maria Carolina; MOUALLEM, Pedro Salomon B. (org.). **Introdução, inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e institucionais**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 1-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/9788580392821-00>. Disponível em: [openaccess.blucher.com.br/article-details/00-20808](http://openaccess.blucher.com.br/article-details/00-20808). Acesso em: 20 maio 2022.
- CRESWELL, JOHN. H. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DINIZ, Daniela Martins. **Fatores críticos da transferência de conhecimento entre universidade e empresa: o estudo de caso da universidade federal de minas gerais (UFMG)**. 2018. 197f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2018.
- DINIZ, Daniela Martins; CRUZ, Marina de Almeida; CORREA, Victor Silva. Fatores críticos da transferência de conhecimento entre universidade e empresa (U-E). **REAd – Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 230-252, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-2311.210.83919>. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-2311.210.83919>. Acesso em: 27 abr. 2022.
- DINIZ, Davi Monteiro; NEVES, Rubia Carneiro. Universidade Federal, Política de Inovação e Núcleos de Inovação Tecnológica: sua interação em face do Marco Legal de Inovação. In: GONÇALVES, Everton das Neves; KNOERR, Fernando Gustavo; CLARK, Giovani. (coord.). **Transformações na ordem social e econômica e regulação**. Florianópolis: Conpedi, 2017. p. 14-20.

ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/4gMzWdcjVXCMp5XyNbGYDMQ/>. Acesso em: 2 ago. 2021.

FERNÁNDEZ-NOGUEIRA, Donna *et al.* The entrepreneurial university: a selection of good practices. **Journal of Entrepreneurship Education**, [s.l.], v. 21, n. 3, 2018.

FURTADO, João Carlos; PRADELLA, Simone; KIPPER, Liane Mählmann. **Gestão de processos da teoria à prática**: aplicando a Metodologia de Simulação para a Otimização do Redesenho de processos. São Paulo: Atlas, 2012.

GALINA, Simone Vasconcelos Ribeiro *et al.* Transferência de tecnologia e o desenvolvimento de Vacina Covid-19: uma análise do processo em parcerias envolvendo o Brasil. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 31., 2021, *on-line*. **Anais [...]**. Minas Gerais, Grupo de Estudos e Pesquisas em Administração, 2021.

GARNICA, Leonardo Augusto; TORKOMIAN, Ana Lúcia Vitale. Gestão de tecnologia em universidades: uma análise do patenteamento e dos fatores de dificuldade e de apoio à transferência de tecnologia no Estado de São Paulo. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 16, n. 4, p. 624-638, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000400011>.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Boletim Mensal de Propriedade Industrial Ranking dos Depositantes Residentes 2016**: estatísticas preliminares. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/aceso-a-informacao/boletim-mensal/arquivos/documentos/boletim-ranking-2016.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2022.

JORIO, Ado; CREPALDE, Juliana. Estudo preliminar das etapas de desenvolvimento dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT): análise do equilíbrio entre a atividade de proteção de propriedade intelectual e transferência de tecnologia. **Parcerias Estratégicas**, [s.l.], v. 23, n. 47, p. 49-62, 2018.

MAZZUCATO, Mariana. **O Estado Empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MURARO, Leopoldo Gomes; DUBEUX, Rafael (org.). **Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Salvador: Editora JusPODIVM, 2019.

PALETTA, Francisco Carlos; SILVA, Leonardo Gonçalves; SANTOS, Thamyres Vieira. A universidade como agente de geração e difusão de informação, ciência e tecnologia. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 62-81, 2014.

OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia**. OPAS. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/news/11-3-2020-who-characterizes-covid-19-pandemic>. Acesso em: 12 dez. 2022.

RIBEIRO, Elaine Marques de Menezes; MENDONÇA, Fabrício Molica; DINIZ, Daniela Martins. Fatores críticos da transferência de tecnologia: estudo de caso de uma Universidade Federal de Minas Gerais. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 4, p. 1.017-1.034, 2021. DOI: <https://doi.org/10.9771/cp.v14i4.42677>.

SUS – SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE. **Elmo é eleito melhor case de inovação do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://sus.ce.gov.br/elmo/capacete-elmo-e-eleito-melhor-case-de-inovacao-do-brasil-em-votacao-popular/>. Acesso em: 14 out. 2022.

VILLANI, Elisa; RASMUSSEN, Einar; GRIMALDI, Rosa. How intermediary organizations facilitate university – Industry technology transfer: a proximity approach. **Technological Forecasting and Social Change**, [s.l.], v. 114, p. 86-102, 2016.

## Sobre as Autoras

### **Ana Carolina Ferreira Matos**

*E-mail:* carolmatos@ufc.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4340-5633>

Mestre.

Endereço profissional: Coordenadoria de Inovação Tecnológica, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Bloco 848, Av. Mister Hull, n. 2.965, Pici, Fortaleza, CE. CEP: 60440-900.

### **Juliana Corrêa Crepalde Medeiros**

*E-mail:* jucrepalde@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6715-9214>

Doutora.

Endereço profissional: Avenida Antônio Carlos, n. 6.627, Unidade Administrativa II, Pampulha, Belo Horizonte, MG. CEP: 31270-901.

### **Teciã Vieira Carvalho**

*E-mail:* tecia.carvalho@nepen.org.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9999-5009>

Doutora.

Endereço profissional: NEPEN, Rua Felino Barroso, n. 643, Fátima, Fortaleza, CE. CEP: 60050-130.

# Prospecção Tecnológica sobre o Setor de Plataformas de Inteligência Artificial Aplicadas ao Reposicionamento de Drogas Contra a COVID-19

*Technological Prospection on Artificial Intelligence Sector Applied to Repurposing Drugs Against COVID-19*

Mauro André Damasceno de Melo<sup>1</sup>

Carlos Alberto Machado da Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Bragança, PA, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, PA, Brasil

## Resumo

Em um mundo pós-pandemia, em que as cadeias de transmissão do vírus SARS-CoV-2 ainda se farão presentes, é clara a necessidade do domínio dos algoritmos de aprendizado de máquina em sistemas de inteligência artificial com o objetivo de testar a reutilização de drogas já existentes contra a COVID-19. Para prospectar a produção científico-tecnológica sobre o tema, foi realizada uma busca do termo *repurposing* AND *drugs* AND *machine learning* AND COVID nas bases Web of Science, Orbit e Lens (2017 a 2022). Foram identificados 71 registros bibliográficos com autores estruturados em dois grupos, sendo o segundo detentor dos documentos mais recentes. Foram identificadas nove classes de IPCs com os principais domínios tecnológicos relacionados ao tema e todos distribuídos em 42 documentos ativos de patentes. Destes, quatro se encontravam concedidos às empresas “RO5” e “Precisionlife”. Das 50 *startups* mais promissoras de 2022, apenas duas desenvolvem esse tipo de tecnologia, o que reforça o entendimento sobre o número ainda pequeno de *players* no setor e evidencia o horizonte promissor para essa área de produção de tecnologia.

Palavras-chave: Pandemia. Inteligência Artificial. Fármacos.

## Abstract

In a post-pandemic world where the transmission chains of the SARS-CoV-2 virus will still be present, there is a clear necessity to understand machine learning algorithms in artificial intelligence systems with the aim of testing the repurposing drugs against COVID-19. To prospect the scientific-technological production on the subject, a search for the term *repurposing* AND *drugs* AND *machine learning* AND COVID was carried out in the *Web of Science*, *Orbit* and *Lens* databases (2017 to 2022). We identified 71 bibliographic records with authors structured in two groups, with the 2nd group answering by the most recent documents. Nine classes of IPCs were identified with the main technological domains related to the topic and all distributed in 42 active patent documents. Of these, 4 were granted to “RO5” and “Precisionlife” companies. Of the 50 most promising startups in 2022, only two develop this type of technology, which reinforces the existence of a small number of players in this sector and highlights the promising horizon for this area of technology production.

Keywords: Pandemic. Artificial Intelligence. Drugs.

Área Tecnológica: Aprendizado de Máquinas. Produção de Fármacos.



# 1 Introdução

Em dezembro de 2019, o mundo testemunhou o aparecimento do que certamente seria o evento contemporâneo de maior pressão impulsora de novas adaptações sociais e tecnológicas já vistas nos últimos tempos. Tudo começou com a identificação de um paciente com manifestações clínicas de síndrome respiratória aguda causada por coronavírus (SARS-COV-2) na província de Hubei, em Wuhan, China (ZHOU; YANG; WANG, 2020). Desde então, os casos de infecção se espalharam por todo o mundo e atingiram em 19 de maio de 2022 a marca de 520,912,257 pessoas infectadas e um número de óbitos registrados equivalente a 6,272,408 registrados pela Organização Mundial da Saúde (GONG *et al.*, 2022).

O novo contexto apresentado à sociedade mundial por meio da pandemia da COVID-19 forçou empresas e pesquisadores do mundo todo a procurarem por maneiras eficazes de enfrentar os desafios impostos pelo patógeno, desenvolvendo mecanismos terapêuticos de cura por meio da busca por medicamentos já existentes e potencialmente candidatos para o tratamento (SABER-AYAD; SALEH; ABU-GHARBIEH, 2020). A COVID-19 apresentou manifestações clínicas importantes e céleres, que não faziam e não fazem distinções de raças, climas ou regiões continentais, ensinando novas formas de o ser humano trabalhar, novas alternativas de protocolos médicos e novo padrão comportamental mundial. Segundo Ruiz Estrada (2020), o novo contexto apresentado à sociedade mundial, devido à pandemia da COVID-19, forçou empresas e pesquisadores a procurarem por maneiras eficazes de enfrentar os desafios impostos por aquele vírus.

A transmissão respiratória direta de pessoa para pessoa amplificou rapidamente a disseminação do coronavírus. Na ausência de opções de tratamento clinicamente comprovadas, o gerenciamento clínico da COVID-19 incluiu gerenciamento de sintomas, medidas de prevenção e controle de infecções, cuidados de suporte otimizados e suporte de terapia intensiva em doenças graves ou críticas (RAHMAN *et al.*, 2021).

Atualmente os esforços na tentativa de controlar a infecção causada pela COVID-19 apresentam-se na forma de duas principais abordagens. A primeira é por meio do desenvolvimento já estruturado de vacinas capazes de imunizar as pessoas especificamente contra uma determinada variante do patógeno; e a segunda abordagem está pautada no desenvolvimento de drogas capazes de impedir a multiplicação do vírus (PAWEŁCZYK; ZAPRUTKO, 2020). Um número considerado de potenciais drogas já existentes e com mecanismos de ação diversos foi avaliado e selecionado como possível candidato para o tratamento da COVID-19, muitas dessas drogas já usadas terapêuticamente e com propriedades antivirais (SABER-AYAD; SALEH; ABU-GHARBIEH, 2020; VANDEN EYNDE, 2020; ZHOU *et al.*, 2020).

A exemplo disso, tem-se o avanço na aplicação da ferramenta de Inteligência Artificial (IA) em sistemas de reconhecimento por identificação facial, por meio da detecção por imagens geradas por drones capazes de identificar indivíduos infectados em ambientes públicos (NGUYEN; WAURN; CAMPUS, 2020), ou em superprocessadores capazes de identificar novas conformações proteicas e vacinas para o controle do vírus (BULLOCK *et al.*, 2020). De acordo com McCarthy (2004), a IA corresponde à ciência de se fazer “máquinas inteligentes”, ou mais especificamente programas de computador inteligentes. Kolluri *et al.* (2022) afirmam que a IA

corresponde a uma técnica usada para criar sistemas com comportamento semelhantes ao dos humanos. Considerando que a inteligência humana se relaciona com a capacidade do cérebro de observar, processar e responder a um ambiente externo que muda constantemente, tem-se que a IA não apenas busca o entendimento do cérebro humano, mas também elabora sistemas inteligentes capazes de reagir de forma segura e eficaz a estímulos externos dinâmicos do ambiente (KOLLURI *et al.*, 2022). Considera-se como aprendizado de máquina (*machine learning*) uma aplicação da IA em que ela se faz presente por meio de algoritmos que são treinados em bancos de dados, como é o caso do chamado “aprendizado profundo” (*deep learning*), o qual é inspirado na estrutura do cérebro humano e recebe o nome de “redes neurais artificiais” (KOLLURI *et al.*, 2022).

O uso da IA no contexto do reposicionamento de fármacos é um tema que vem sendo frequentemente abordado em trabalhos científicos (KOROMINA; PANDI; PATRINOS, 2019; TANOLI; VÄHÄ-KOSKELA; AITTOKALLIO, 2021; URBINA; PUHL; EKINS, 2021; MOHAPATRA *et al.*, 2020). O investimento em uma nova droga chega a custar em média \$1,3 bilhão de dólares inicialmente, com tempo estimado para o desenvolvimento compreendendo entre 5,9 a 7,2 anos (exceto aqueles relacionados ao câncer – 13,1 anos), resultando em uma proporção de aproximadamente 13,8% de montante inicial dos programas de desenvolvimento de medicamentos sendo aprovado em agências reguladoras (DIMASI; GRABOWSKI; HANSEN, 2016; WONG; SIAH; LO, 2019).

O mecanismo de atividade biológica de uma proteína é determinado por sua estrutura tridimensional (3D), resultado direto da sequência unidimensional (1D) dos resíduos de aminoácidos que formam a molécula. Conhecer a estrutura 3D de tais moléculas possibilita o entendimento dos mecanismos biológicos associados e auxilia na descoberta de novas terapias que podem modular a ação de tais moléculas para tratar patologias específicas (KOLLURI *et al.*, 2022). Um exemplo disso está na plataforma AlphaFold, desenvolvida pela Google Inc. (*DeepMind*) e que consiste em uma rede de IA baseada em um sistema de “redes neurais”, treinado em bancos de dados de estruturas de proteínas, e usada para prever a conformação 3D dessas moléculas por meio de sequências simples de aminoácidos (SENIOR *et al.*, 2019; SENIOR *et al.*, 2020).

Recentemente, Beck *et al.* (2020) desenvolveram um modelo preditivo de interação droga-alvo baseado em aprendizado de máquinas (*deep learning*) para avaliar as afinidades das interações a partir de sequências de aminoácidos e sem informações estruturais (3D) da proteína. Esses mesmos autores identificaram diversas drogas antivirais, como atazanavir, remdesivir, efavirenz, ritonavir e dolutegravir, como sendo medicamentos potencialmente reaproveitados como candidatos para o tratamento de infecções por SARS-CoV-2 em ensaios clínicos.

A necessidade de um protocolo mais ágil na identificação de potenciais fármacos responderia a uma demanda tanto de pacientes, em uma perspectiva terapêutica, quanto das empresas, sob ótica dos negócios. É nesse contexto que a IA apresenta-se como uma ferramenta atrativa para auxiliar na busca por novas drogas devido à sua capacidade de acelerar muitos aspectos na descoberta de numerosos fármacos.

O presente estudo teve como objetivo o levantamento de dados bibliográficos e patentários relacionados ao uso de ferramentas de inteligência artificial no reposicionamento (reutilização) de fármacos para o combate ao SARS-CoV-2.

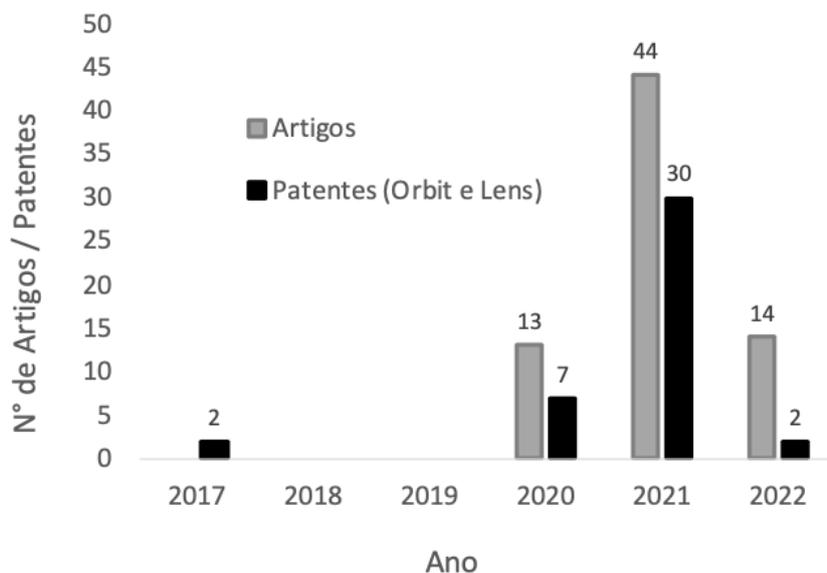
## 2 Metodologia

Para a realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bases de dados científicos e de patentes referentes ao estado da arte das tecnologias associadas a fármacos já existentes e reaproveitados (reutilizados) no combate ao novo coronavírus (SARS-COV-2), identificados por meio de protocolos envolvendo aprendizagem de máquina (IA). O recorte temporal compreendeu o período de janeiro de 2017 a maio de 2022 (término desta pesquisa). A estratégia de busca consistiu da utilização do termo *repurposing* AND *drugs* AND “*machine learning*” AND COVID, delimitando-se à procura nos títulos e resumos dos registros. Para a pesquisa bibliográfica, utilizou-se a base de dados Web of Science, e, para a pesquisa de registros de patentes, foram utilizadas as bases Orbit e Lens, sendo considerados os resultados obtidos de 2017 até o ano corrente, não estando inclusos os pedidos em período de sigilo legal. A escolha das bases de patentes Orbit e Lens se deu em virtude de estas apresentarem as melhores funcionalidades entre as ferramentas de busca pagas e gratuitas, diferencial comprovado previamente pelos resultados apresentados por Pires, Ribeiro e Quintella (2020).

Para uma melhor compreensão dos dados relativos a termos presentes nos títulos dos documentos e associados entre si, utilizou-se o *software* VOSviewer 1.6.18 para avaliar a rede de termos presentes no título dos documentos, assim como o período de existência deles. Para conferir uma maior robustez às análises estatísticas de *cluster* e temporal realizadas para os principais termos associados às tecnologias obtidas nas bases de dados, foram utilizados parâmetros de 1.000 interações e “*random start*” também de 1.000 durante o uso do *software* VOSviewer 1.6.18.

## 3 Resultados e Discussão

Foram identificados na base de dados da Web of Science 71 registros de documentos bibliográficos contendo o termo de busca *repurposing* AND *drugs* AND “*machine learning*” AND COVID, dos quais, 47 foram artigos, 24 artigos de revisão e cinco *preprints*. As principais editoras associadas foram Elsevier (17), Springer Nature (12) e Mdpi (7). Os trabalhos corresponderam aos anos de 2020 (13), 2021 (44) e 2022 (14) (Figura 1). Foi possível observar que os cinco países com maior número de produções no tema são Estados Unidos (23), Índia (12), Inglaterra (8), Itália (8) e Brasil (7), sendo as cinco categorias mais frequentes nos documentos encontrados correspondendo à “*Biochemistry Molecular Biology*”, “*Pharmacology Pharmacy*”, “*Chemistry Multidisciplinary*”, “*Computer Science Interdisciplinary Applications*” e “*Mathematical Computational Biology*”.

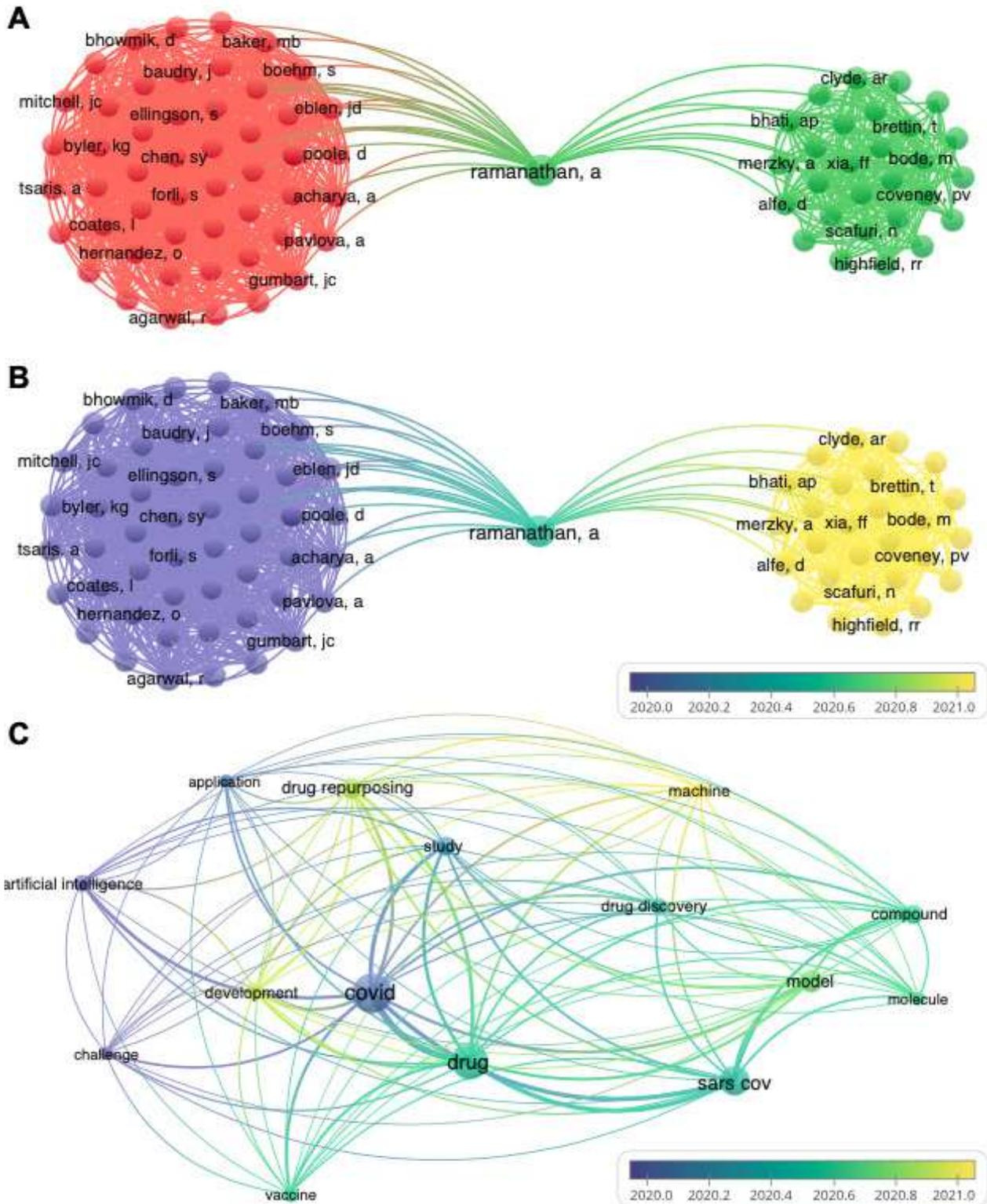
**Figura 1** – Dados bibliográficos e patentários para o termo de busca *repurposing AND drugs AND “machine learning” AND COVID* no período de 2017 a 2022

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

O estreito intervalo temporal dos documentos produzidos entre 2020 e 2022 com pico de produção em 2021 reflete o nível de especificidade dos termos de busca utilizados, uma vez que estes dizem respeito ao contexto da pandemia do novo coronavírus. A rede de autoria/coautoria gerada pelo programa VOSviewer e baseada nos 71 registros obtidos na base bibliográfica Web of Science identificou 483 pesquisadores distribuídos em dois grupos (*clusters*) e conectados pelo autor Ramanathan A. (pertencente ao *cluster 2*) (Figura 2A), mostrando que a produção científica dos últimos anos para o termo de pesquisa em questão restringe-se a dois grandes grupos de pesquisadores. O recorte temporal da rede de autoria/coautoria mostra que os autores do *cluster 2* estão presentes nos documentos mais recentemente publicados (2021) (Figura 2B). Acompanhar as ações dos autores pertencentes ao *cluster 2*, assim como suas publicações, talvez possa contribuir para a identificação precoce de possíveis futuros ativos em estado inicial de maturidade tecnológica, possibilitando, assim, a tomada de decisão consciente por parte de empresas competidoras e/ou financiadoras da área quanto às estratégias de investimento nas tecnologias associadas à IA para reuso de fármacos contra o SARS-CoV-2.

O mapa de coocorrência de termos identificou um total de 2.126 termos, dos quais, 24 foram selecionados por apresentarem no mínimo 15 ocorrências. Os termos selecionados e suas respectivas ocorrências foram: covid (191); drugs (159); artificial intelligence (34); compound (39); repurposing (61) e drug discovery (30). Os termos que se apresentaram mais recentes entre todos os analisados (2.021) e presentes nos documentos bibliográficos dizem respeito à *machine learning*, reutilização de fármacos e desenvolvimento, todos associados aos dois principais termos “COVID” e “fármacos” (Figura 2C). Tais achados validam a especificidade do tema associada aos termos de busca utilizados e deixam claro que o “desenvolvimento” de “fármacos” por meio de algoritmos pautados em protocolos de “*machine learning*” contra a COVID são recentes.

**Figura 2** – Redes de autoria/coautoria (A: *Clusters* e B: Temporal) e mapa de coocorrências de termos (C) para os dados bibliográficos obtidos na base da Web of Science



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com o *software* VOSviewer

Nove classes de IPCs reivindicadas pelos requerentes no momento das solicitações de registro das tecnologias (A61, G16, G06, C12, G01, C07, B01, C02, G05) foram identificadas no extrato obtido das bases Orbit e Lens (Tabela 1). A classe G16 referente à “Tecnologia de Informação e Comunicação Especial Adaptada para Campos de Aplicação Específicos” apresenta-se como

sendo a mais expressiva e respondendo por 14 subclasses. O resultado aponta para 51 grupos de IPCs reivindicados nos pedidos de proteção de patentes para o termo de busca em análise.

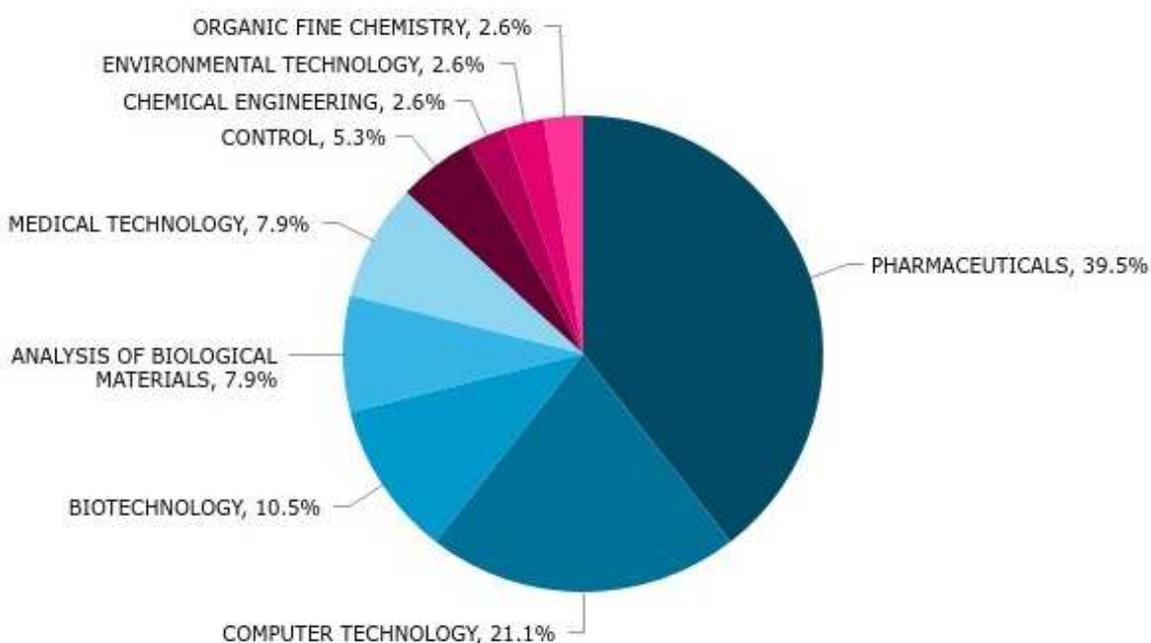
**Tabela 1** – Códigos IPC presentes nas tecnologias-alvo do estudo

CLASSES	TOTAL DE SUBCLASSES	GRUPOS
A61	12	A61P31/A61K31/A61K38/A61K9/A61P11/A61B5/A61K39/A61K45/A61B6/A61K35/A61K41/A61K47
G16	14	G16H50/G16H20/G16C20/G16H70/G16B5/G16B15/G16B20/G16B30/G16B40/G16H40/G16B25/G16B45/G16C60/G16H10
G06	9	G06N3/G06N5/G06F17/G06N20/G06F16/G06E1/G06F30/G06K9/G06N7
C12	3	C12Q1/C12N9/C12N15
G01	1	G01N33
C07	7	C07K14/C07C233/C07D211/C07D213/C07D409/C07D413/C07K16/
B01	2	B01L3/B01L7
C02	1	C02F1
G05	2	G05B13/G05B17

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Os principais domínios tecnológicos identificados para as famílias de patentes levantadas nas duas bases de dados apontam para os termos “Produtos Farmacêuticos”; “Informática” e “Biotecnologia”, correspondendo a 39,5, 21,1 e 10,5%, respectivamente (Figura 3).

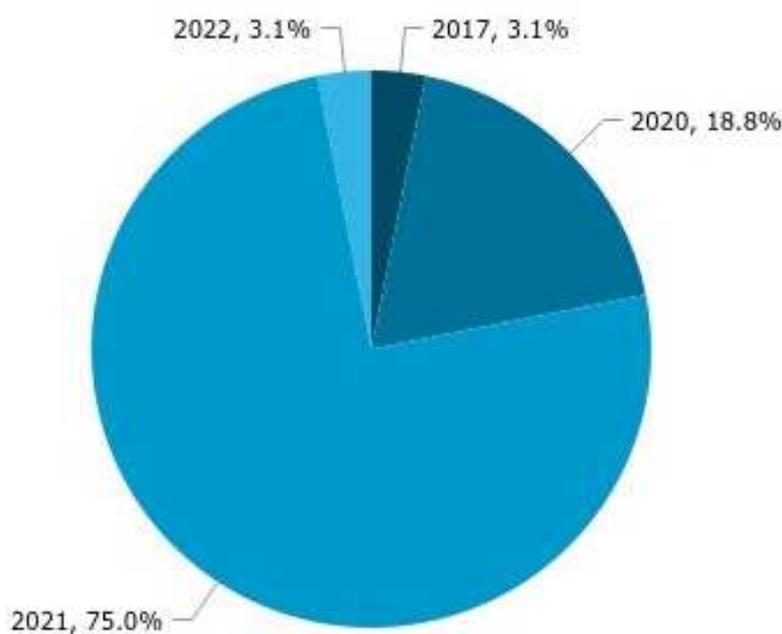
**Figura 3** – Domínio tecnológico dos pedidos de patente identificados



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo e gerado com o software Orbit

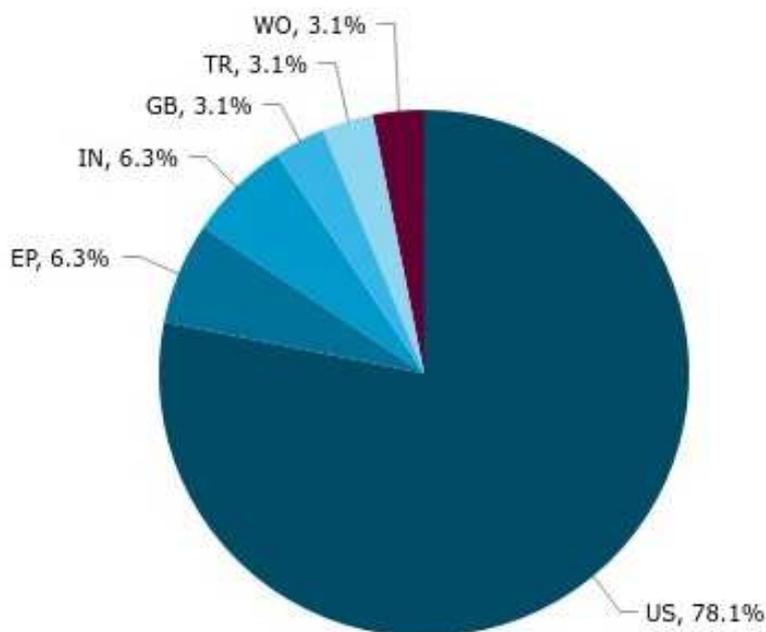
As buscas realizadas em ambas as bases de dados, Orbit e Lens, identificaram a existência de 41 documentos ativos referentes ao período de 2017 a 2022 (Figura 4), sendo 38 ainda em processo de espera por exame e quatro concedidos (WO2018/086761, US11264140, US11080607 e US10948887), com o país líder em número de registros (31) e detentor das duas únicas concessões conferidas até o momento identificado como sendo os Estados Unidos (EUA) (Figura 5). Segundo os dados de ambas as bases consultadas, os requerentes (*applicants*) mundiais de patentes para a tecnologia em questão se organizam em 39 *players* (Figura 6), com destaque para os quatro mais expressivos associados a um maior número de registros de patentes e representados pelas organizações “Broad Institute INC”, “Howard Hughes Medical Institute”, “Massachusetts Institute of Technology (MIT)” e “Precisionlife”.

**Figura 4** – Recorte temporal (2017-2022) para os pedidos de registro de patentes na área



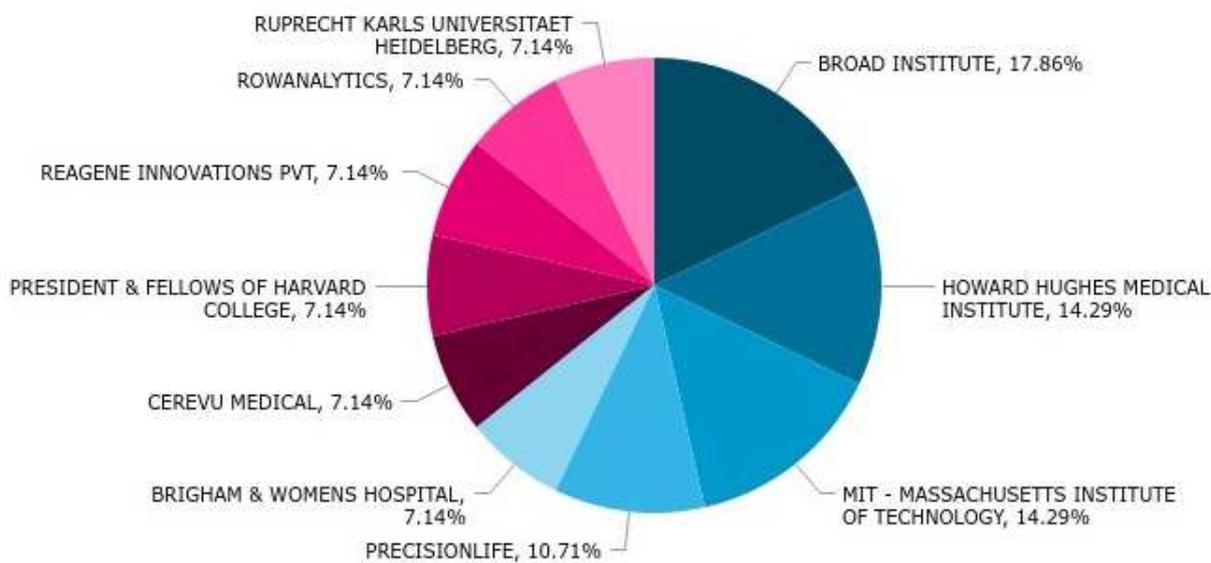
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo e gerado com o *software* Orbit

**Figura 5** – Prioridade unionista



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo e gerado com o *software* Orbit

**Figura 6** – Principais empresas (*players*) no contexto de produção das tecnologias



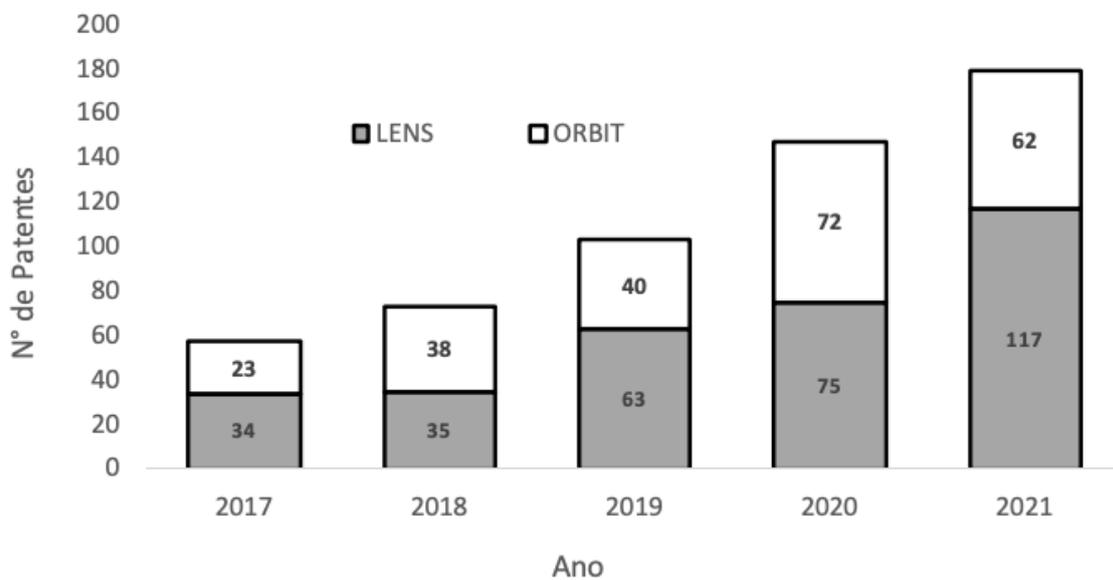
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo e gerado com o *software* Orbit

O número de registros observado para o mesmo recorte temporal (2017-2022) e sem o termo COVID mostrou a existência de 235 documentos ativos na base de dados Orbit e 324 na base Lens (Figura 7). Nesta avaliação, foi possível perceber a presença dos requerentes “Broad Institute INC” e “Massachusetts Institute of Technology” entre os cinco mais expressivos, acompanhando a busca prévia com o termo COVID incluso. Os Estados Unidos ainda se configuram

como o detentor do maior número de registros, e os resultados apontam para um incremento no número de pedidos de registro envolvendo a obtenção de fármacos por meio de protocolos estruturados em estudos de *machine learning*, com aumento expressivo a partir de 2019.

Cruzando os dados das publicações identificadas na base Web of Science com os pedidos de registro encontrados nas bases de patentes Orbit e Lens, identificou-se que apenas o autor Chang F. X. encontra-se presente tanto no periódico publicado quanto no pedido de registro relacionado. O trabalho em questão (DOI: 10.48550/arXiv.2202.05145) publicado em 2022 aborda questões relativas a métodos, banco de dados e aplicações de protocolos de aprendizado de máquinas (*machine learning*) na reutilização de drogas já existentes.

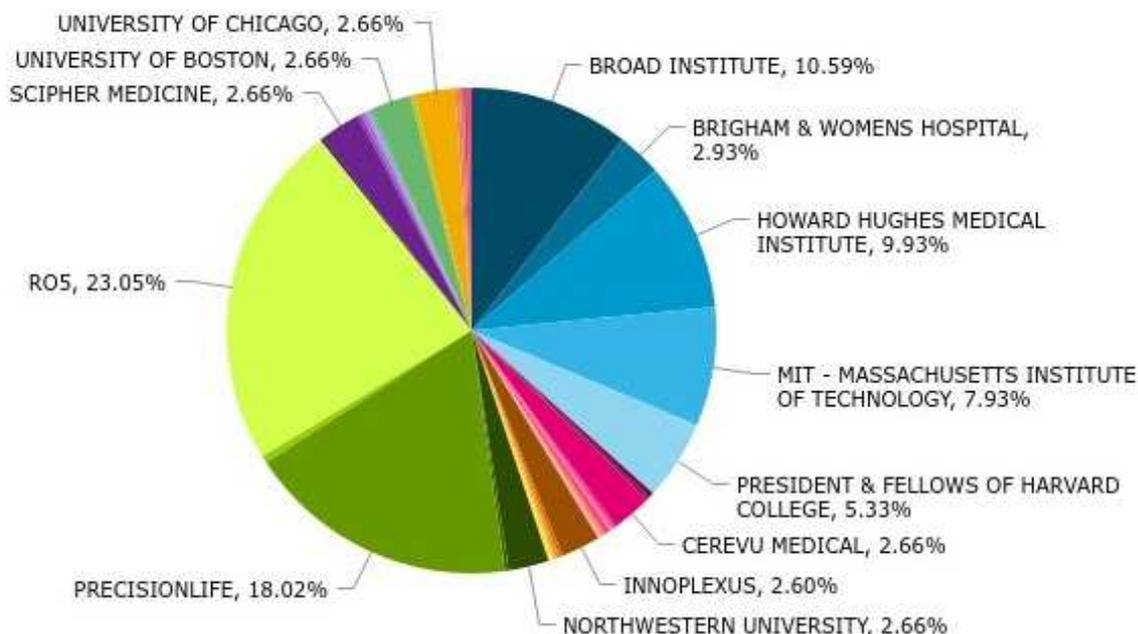
**Figura 7** – Registros de patentes das bases Orbit e Lens com o termo de busca alterado (*repurposing AND drugs AND “machine learning”*) no período de 2017 a 2021



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo e gerado com o *software* Orbit

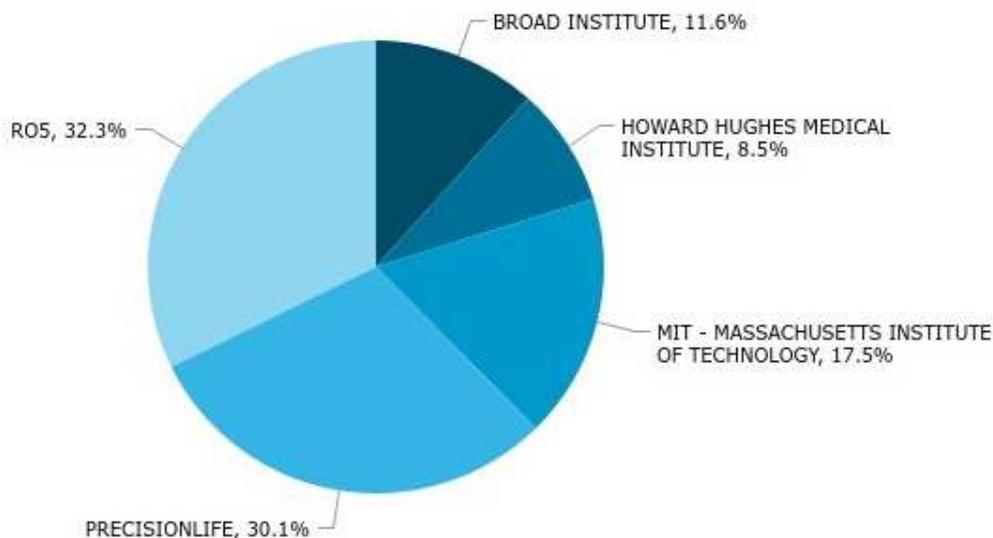
As quatro únicas concessões até o momento identificadas pela pesquisa realizada nas bases Lens e Orbit dizem respeito aos grupos “*Rowanalytics*”, “*RO5*”, “*RO5 AI*” e “*Precisionlife*”, com os maiores valores de índice de valor de portfólio (Figura 8) e índice de impacto da tecnológico (Figura 9) identificados para as empresas “*RO5*” e “*Precisionlife*”.

**Figura 8** – Índice do valor de portfólio das empresas



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo e gerado com o software Orbit

**Figura 9** – Índice de impacto tecnológico



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo e gerado com o software Orbit

Fundada em Londres no ano de 2018 como uma *startup* de biotecnologia e inteligência artificial, a empresa RO5 (<https://www.ro5.ai/patent-page>) recentemente apresentou os resultados dos testes de reutilização de drogas baseados em protocolos de aprendizado de máquina (*machine learning*) por meio do seu modelo RO5 Bioactivity, caracterizando seis moléculas (Nelfinavir, Saquinavir, Itacitinib, Kynostatin-272, BOG-INS-6c2-1 e BEN-VAN-d2b-11) capazes de bloquear a replicação do novo coronavírus (YANG *et al.*, 2020). Atualmente, a companhia apresenta nove outras patentes concedidas e aguarda a análise de 10 pedidos. O portfólio de

ferramentas e de aplicações apresentado pela RO5 deixa claro que esse grupo possui pretensões que vão além da descoberta de novos fármacos apenas para a COVID-19. Ainda segundo Yang *et al.* (2020), simulações de encaixe subsequentes indicam que Nelfinavir e Itacitinib são os mais promissores para o reaproveitamento de drogas, com farmacocinética favorável e dados experimentais encorajadores para o tratamento da replicação viral e hiperinflamação, respectivamente.

Segundo o INPI, até 2020, as terapias contra a COVID-19 tinham como alvo vários mecanismos patogênicos, incluindo a neutralização de receptores ECA2 ou epítomos de proteína S de SARS-CoV-2, a interrupção das vias endocíticas usando arbidol ou inibidores de quinase antiJanus, a inibição de RNA-RNA polimerase dependente usando análogos de nucleotídeos como o remdesivir, medicamentos imunossupressores ou moléculas com ação na resposta imune (corticoides, interferons, anticorpos monoclonais contra citocinas inflamatórias, células-tronco mesenquimais) e administração de plasma convalescente juntamente com numerosos medicamentos com efeito ainda não comprovado contra o SARS-CoV-2, mas com potencial atividade antiviral (antirretrovirais, antimaláricos, antibióticos) (INPI, 2020). O uso da inteligência artificial no contexto do reposicionamento de fármacos vem ampliar em muito esse arsenal terapêutico.

A modulação farmacológica da família Janus quinase (JAK), por exemplo, já havia alcançado resultados terapêuticos clinicamente significativos para o tratamento de doenças inflamatórias e hematopoiéticas. Dos vários compostos inibidores seletivos de JAK1 investigados clinicamente, o Itacitinib havia se demonstrado eficiente em reduzir a gravidade dos sintomas de artrite e acelerar a recuperação dos pacientes (COVINGTON *et al.*, 2020). No contexto da pandemia da COVID-19, o Itacitinib vem se destacando como droga reposicionada com sucesso.

Inicialmente conhecida como RowAnalytics, a atual Precisionlife (<https://precisionlife.com>) foi fundada em 2015 e apresenta-se como uma empresa de biotecnologia e saúde sediada em Oxfordshire, Reino Unido. Possui um portfólio de serviços também estruturados em desenvolvimento e caracterização (por meio de protocolos de IA) de fármacos candidatos para o tratamento de doenças. Resultados apresentados pela Precisionlife revelaram o potencial de centenas de medicamentos (447) já registrados e comercializados por 177 empresas biofarmacêuticas, respondendo às necessidades de inúmeros pacientes e disponibilizando receita adicional de vários bilhões de dólares às empresas detentoras dos direitos das patentes destes fármacos (DAS; BEAULAH; GARDNER, 2022). Em parceria recente com uma empresa (SanoGenetics) detentora de dados genéticos de 3.000 indivíduos adultos que sofrem de sintomas prolongados de COVID 19, a Precisionlife pretende nos próximos anos identificar fatores de risco e potenciais medicamentos-alvo para o tratamento de pacientes que se enquadrem nesse contexto.

O investimento privado mundial em inteligência artificial em 2021 foi equivalente a US\$ 93,5 bilhões, mais do que o dobro investido em 2020, sendo a área médica e de saúde responsável por receber os maiores valores de investimento privado nos últimos cinco anos (US\$ 28,9 bilhões) (ZHANG *et al.*, 2022). Em 2022, a Forbes lançou a lista das 50 *startups* especializadas em Inteligência Artificial mais promissoras no mercado americano e canadense (<https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/04/50-empresas-de-ia-para-ficar-de-olho-em-2021/>). Integrando esse time estavam as empresas “GenSsis Therapeutics” e “Verge Genomics”, ambas especializadas em minerar drogas para o tratamento de doenças humanas por meio do uso de protocolos de inteligência artificial e aprendizado de máquina. No entanto, o que se percebe é uma lista ainda muito pequena de *players* produzindo tecnologia na área, o que torna os investimentos no setor bastante promissores.

Quando o objetivo é o combate eficaz contra o novo coronavírus, sabendo que ainda não existem terapias efetivas e de acesso amplo para a obtenção de vacinas, isso passa a ser a primeira barreira a ser transposta, sendo a segunda a procura por novas drogas capazes de impedir a infecção e combater o vírus. Savin, Chukavina e Pushkarev (2022) recentemente propuseram uma classificação (baseada em algoritmos de aprendizado de máquinas) de mais de 250 mil *startups* registradas no banco de dados da Crunchbase, estruturadas em 38 categorias em que a área das tecnologias farmacêuticas foi evidenciada como uma das que mais recebeu investimentos nos últimos anos. De acordo com esses autores, um dos motivos estaria na inserção de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial, computação em nuvem, entre outros (SAVIN; CHUKAVINA; PUSHKAREV, 2022).

## 4 Considerações Finais

Ainda em 2020, um estudo publicado por pesquisadores brasileiros relacionando epidemiologia e prevenção da COVID-19 aliada à Inteligência Artificial já apontava para a ausência de dados em bases bibliográficas, indicando naquele momento a necessidade do uso das ferramentas de IA aliadas aos dados epidemiológicos no sentido de gerar resultados preditivos mais robustos, reduzindo margens de erro e diminuindo o tempo de resposta das análises (DE FREITAS *et al.*, 2020).

Os resultados aqui apresentados neste estudo prospectivo mostram que o setor do mercado de fármacos responsável por reposicionamento de drogas a partir do uso de algoritmos de aprendizado de máquinas, específicos para o combate às infecções do novo coronavírus, não apenas constitui uma área ainda em desenvolvimento e passível de suntuosos investimentos, mas também apresenta-se como a alternativa mais eficaz para um futuro incerto no que se refere a possíveis ondas de variantes do próprio SARS-COV-2 ou o surgimento de patógenos distintos.

## 5 Perspectivas Futuras

Percebe-se, portanto, que possivelmente o tão esperado contexto pós-pandemia não necessariamente excluirá as cadeias de transmissão futuras da COVID-19, juntamente com suas variantes e a capacidade de escape à proteção vacinal (GONG *et al.*, 2022). Assim, é evidente que o conhecimento profundo das premissas que envolvem a construção de algoritmos baseados em ferramentas de IA como aprendizado profundo (*deep learning*) e redes neurais (*neural networks*), combinados com bases de dados de proteínas e de domínio adequado em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), será de fundamental importância para o desenvolvimento de novos fármacos e/ou reuso eficaz dos já existentes nos próximos anos, tanto para o combate à COVID-19 quanto para outras terapias.

Frente a questões como a necessidade de obtenção rápida de fármacos eficientes em um contexto de futuros surtos epidemiológicos ou de novas pandemias, a necessidade de dominar tal técnica de mineração de drogas certamente se tornará comum nos próximos anos. Assim, os autores deste trabalho entendem que tal área de P&D certamente atrairá muitos investimentos nos próximos anos e será de fundamental importância para a manutenção precisa do controle epidemiológico de tais surtos.

## Referências

- BECK, B. R. *et al.* Predicting commercially available antiviral drugs that may act on the novel coronavirus (SARS-CoV-2) through a drug-target interaction deep learning model. **Computational and Structural Biotechnology Journal**, [s.l.], v. 18, p. 784-790. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2020.03.025>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- BULLOCK, J. *et al.* **Mapping the landscape of artificial intelligence applications against COVID-19**. 2020. p. 1-14. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2003.11336>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- COVINGTON, M. *et al.* Preclinical characterization of itacitinib (INCB039110), a novel selective inhibitor of JAK1, for the treatment of inflammatory diseases. **Eur. J. Pharmacol.**, [s.l.], v. 885, p. 173505, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.173505>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- DAS, S.; BEAULAH, K.; GARDNER, S. Systematic indication extension for drugs using patient stratification insights generated by combinatorial analytics. **Cell Patterns**, [s.l.], v. 3, n. 6, June, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.patter.2022.100496>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- DE FREITAS, R. A. B. *et al.* Prospecção científica sobre epidemiologia e prevenção da COVID-19 aliada a inteligência artificial. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 2, Edição Especial COVID-19, p. 543-543, abril, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/cp.v13i2.36190>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- DIMASI, J. A.; GRABOWSKI, H. G.; HANSEN, R. W. Innovation in the pharmaceutical industry: new estimates of R&D costs. **J. Health Econ.**, [s.l.], v. 47, p. 20-33, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2016.01.012>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- GONG, W. *et al.* SARS-CoV-2 variants and COVID-19 vaccines: Current challenges and future strategies. **International Reviews of Immunology**, [s.l.], p. 1-22, 2022.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Observatório de Tecnologias Relacionadas à COVID-19 – Medicamentos**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tecnologias-para-covid-19/patentes-de-medicamentos-covid-19>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- KOLLURI, S. *et al.* Machine learning and artificial intelligence in pharmaceutical research and development: a review. **The AAPS Journal**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 1-10, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1208/s12248-021-00644-3>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- KOROMINA, M.; PANDI, M. T.; PATRINOS, G. P. Rethinking drug repositioning and development with artificial intelligence, machine learning, and omics. **Omics: A Journal of Integrative Biology**, [s.l.], v. 23, n. 11, p. 539-548, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/omi.2019.0151>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- MCCARTHY, J. What is artificial intelligence. **URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.html>**, 2004. Disponível em: <http://cse.unl.edu/~choueiry/S09-476-876/Documents/whatisai.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- MOHAPATRA, S. *et al.* Repurposing therapeutics for COVID-19: Rapid prediction of commercially available drugs through machine learning and docking. **PLoS ONE**, [s.l.], v. 15, n. 11, p. e0241543, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241543>. Acesso em: 8 dez. 2022.

- NGUYEN, T. T.; WAURN, G.; CAMPUS, P. **Artificial intelligence in the battle against coronavirus (COVID-19): a survey and future research directions**. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36491.23846>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- PAWEŁCZYK, A.; ZAPRUTKO, L. Anti-COVID drugs: repurposing existing drugs or search for new complex entities, strategies and perspectives. **Future Medicinal Chemistry**, [s.l.], v. 12, n. 19, p. 1.743-1.757, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4155/fmc-2020-0204>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- PIRES, E. A.; RIBEIRO, N. M.; QUINTELLA, C. M. Sistemas de Busca de Patentes: análise comparativa entre Espacenet, Patentscope, Google Patents, Lens, Derwent Innovation Index e Orbit Intelligence. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 1, p. 13-29, março, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/cp.v13i1.35147>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- RAHMAN, S. *et al.* Epidemiology, pathogenesis, clinical presentations, diagnosis and treatment of COVID-19: a review of current evidence. **Expert Ver. Clin. Pharmacol.**, [s.l.], v. 14, n. 5, p. 601-621, 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1080/17512433.2021.1902303>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- RUIZ ESTRADA, M. A. The uses of drones in case of massive Epidemics contagious diseases relief humanitarian aid: Wuhan-COVID-19 crisis. **SSRN Electron. J.**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3546547>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- SABER-AYAD, M.; SALEH, M. A.; ABU-GHARBIEH, E. The rationale for potential pharmacotherapy of COVID-19. **Pharmaceuticals**, [s.l.], v. 13, n. 5, p. 96, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ph13050096>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- SAVIN, I.; CHUKAVINA, K.; PUSHKAREV, A. Topic-based classification and identification of global trends for startup companies. **Small Business Economics**, [s.l.], p. 1-31, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11187-022-00609-6>. Acesso em: 08/12/2022
- SENIOR, A. W. *et al.* Protein structure prediction using multiple deep neural networks in the 13th Critical Assessment of Protein Structure Prediction (CASP13). **Proteins**, [s.l.], v. 87, p. 1.141-1.148, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/prot.25834>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- SENIOR, A. W. *et al.* Improved protein structure prediction using potentials from deep learning. **Nature**, [s.l.], v. 577, n. 7.792, p. 706-710, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1923-7>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- TANOLI, Z.; VÄHÄ-KOSKELA, M.; AITTOKALLIO, T. Artificial intelligence, machine learning, and drug repurposing in cancer. **Expert Opinion on Drug Discovery**, [s.l.], v. 16, n. 9, p. 977-989, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17460441.2021.1883585>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- URBINA, F.; PUHL, A. C.; EKINS, S. Recent advances in drug repurposing using machine learning. **Current Opinion in Chemical Biology**, [s.l.], v. 65, p. 74-84, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2021.06.001>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- VANDEN EYNDE, J. J. COVID-19: a brief overview of the discovery clinical trial. **Pharmaceuticals**, [s.l.], v. 13, n. 4, p. 65, 2020.
- WONG, C. H.; SIAH, K. W.; LO, A. W. Estimation of clinical trial success rates and related parameters. **Biostatistics**, [s.l.], v. 20, n. 2, p. 273-286, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/biostatistics/kxx069>. Acesso em: 8 dez. 2022.
- YANG, Z. *et al.* **Ro5 Bioactivity Lab**: Identification of Drug Candidates for COVID-19 (ChemRxiv). Cambridge: Cambridge Open Engage, 2020. Disponível em: [10.26434/chemrxiv.12275741.v1](https://doi.org/10.26434/chemrxiv.12275741.v1). Acesso em: 8 dez. 2022.

ZHANG, Daniel *et al.* The AI Index 2022 Annual Report. *In: AI INDEX STEERING COMMITTEE, STANFORD INSTITUTE FOR HUMAN-CENTERED AI, STANFORD UNIVERSITY, March, 2022. Anais [...]. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2205/2205.03468.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2022.*

ZHOU, P.; YANG, X. L.; WANG, X. G. A pneumonia out- break associated with a new coronavirus of probable bat origin. **Nature**, [s.l.], v. 579, n. 7.798, p. 270-273, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>. Acesso em: 8 dez. 2022.

ZHOU, Y. *et al.* Network-based drug repurposing for novel coronavirus 2019-nCoV/SARS-CoV-2. **Cell Discov.**, [s.l.], v. 6, n. 14, p. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41421-020-0153-3>. Acesso em: 8 dez. 2022.

## Sobre os Autores

### Mauro André Damasceno de Melo

*E-mail:* mauroandremelo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8316-5713>

Doutor em Biologia Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2012.

Endereço profissional: Instituto Federal do Pará (IFPA), Rua dos Bragançanos s/n, Bairro: Vila Sinhá, Bragança, Pará. CEP: 68600-000.

### Carlos Alberto Machado da Rocha

*E-mail:* carlos.rocha@ifpa.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3037-1323>

Doutor em Neurociências e Biologia Celular pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2009.

Endereço profissional: Instituto Federal do Pará (IFPA), Av. Almirante Barroso, n. 1.155, Bairro: Marco, Belém, Pará. CEP: 66093-020.

# Prospecção Tecnológica sobre o Uso Medicinal de *Cannabis Sativa* para Tratamento da Covid-19

## *Technological Prospection on the Medicinal Use of Cannabis sativa for the Treatment of Covid-19*

Carmem Luíza Sartório<sup>1</sup>

Deize Pereira Alexandrino Dias Santos<sup>2</sup>

Lúvia Carla de Melo Rodrigues<sup>1</sup>

Paulo José Lima Juíz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, BA, Brasil

### Resumo

A Covid-19 caracteriza-se por disfunções orgânicas que podem repercutir na qualidade de vida do paciente e gerar sobrecarga no atendimento clínico do sistema público de saúde. A *Cannabis* medicinal tem despertado o interesse na comunidade científica, visto que pesquisas comprovam a segurança, a eficácia, o restabelecimento da homeostase e a conseqüente desmedicalização. Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar o desenvolvimento científico e tecnológico sobre o uso medicinal de produtos à base de *Cannabis* e seus princípios ativos na Covid-19. A sintaxe utilizada para acessar os dados foi (COVID AND CANNAB+) /TI/AB/CLMS e palavras-chave *cannabinoid*, *cannabidiol* nos campos de busca título, resumo e reivindicações. Foram encontrados 24 documentos de patentes, depositadas especialmente nos Estados Unidos por empresas e Universidades. O desenvolvimento tecnológico mostrou o potencial terapêutico da planta. Há uma tendência de crescente investimento para o desenvolvimento de medicamentos à base de *Cannabis*, o que aponta como promissores os estudos nessa área.

Palavras-chave: *Cannabis* medicinal. Covid Longa. Fitocannabinoides.

### Abstract

Covid-19 is characterized by organ dysfunctions which can affect the patient's quality of life and generate an overload in the public health system. Medicinal *Cannabis* has been aroused interest in the scientific community, as researches have been proved its safety, efficacy, reestablishment of homeostasis and, consequently, demedication. Therefore, the objective of this study was to verify the scientific and technological development on the medicinal use of *Cannabis*-based products. The syntax used to access the data was (COVID AND CANNAB+) /TI/AB/CLMS, and keywords *cannabinoid*, *cannabidiol* in the title, abstract and claims search fields. 24 patent documents were found, deposited especially in the United States by companies and Universities. Technological development has shown the therapeutic potential of *Cannabis*. There is a trend towards increasing investment in drug development by using *Cannabis*, which points to promising studies in this area.

Keywords: Medicinal *Cannabis*. Long Covid. Phytocannabinoids.

Áreas Tecnológicas: Saúde. Imunologia. Fisiologia. Farmacologia.



# 1 Introdução

Considerando o impacto causado pela maior pandemia descrita na atualidade, avoluma-se a busca por alternativas terapêuticas para a Covid-19, uma doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2, que pode resultar em uma hiperativação do sistema imunológico, promovendo superexpressão de citocinas pró-inflamatórias, especialmente IL-6 e TNF- $\alpha$  na circulação, responsáveis por uma resposta inflamatória local e sistêmica. Esses efeitos culminam com inflamação pulmonar, febre, resfriado, tosse, dor óssea e problemas respiratórios, podendo causar pneumonia e fibrose pulmonar (HALEEM; JAVAID; VAISHYA, 2020). São descritas ainda alterações extrapulmonares, ou seja, que atingem outros sistemas, como distúrbios cardiovasculares, hematológicos, no sistema nervoso central, trato gastrointestinal, hepatobiliar e renal. Além dos efeitos descritos na fase infecciosa do vírus, também há o relato, cada vez mais frequente, de efeitos deletérios sobre a saúde geral do indivíduo, experimentada por pacientes após a fase aguda da Covid-19 (CASCELLA *et al.*, 2022), a chamada condição Pós-Covid ou Covid longa (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022). Segundo o Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 2022), a Covid longa compreende um quadro prolongado de Covid no qual o paciente apresenta um quadro diverso de sinais e sintomas.

Embora os sintomas e sua gravidade possam variar muito entre os indivíduos, alguns dos sintomas comuns associados à Covid longa incluem fadiga, falta de ar, dor, distúrbios do sono e disautonomia, o que leva a uma perda de qualidade de vida, além de gerar sobrecarga dos sistemas de atenção à saúde devido à necessidade de planejamento e de desenvolvimento de estratégias para um atendimento multidisciplinar (AL-ALY; XIE; BOWE, 2021). A necessidade de tratamento e de suporte contínuo para pessoas que sofrem de Covid longa tem sido cada vez mais reconhecida, a exemplo: o National Health System (NHS) Norte-Americano e unidades especializadas no Sistema Único de Saúde (SUS), entre outros. Destaca-se também o interesse do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) que recentemente lançou uma convocatória para projetos de pesquisa que contribuam para o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação do Brasil na temática de Covid longa, avançando com o conhecimento na área e gerando dados que possam servir de subsídio para o enfrentamento no âmbito do sistema de saúde brasileiro (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2022).

Portanto, apesar do acesso à vacinação, a disseminação do SARS-CoV-2, suas variantes e os efeitos agudos ou prolongados causados pela Covid-19, ressaltam a necessidade da utilização de medicamentos eficazes e seguros e que evitem complicações a longo prazo. Nesse contexto, há um crescente interesse com relação ao uso de produtos derivados da *Cannabis*, o que resulta no desenvolvimento de novas tecnologias e fomento ao empreendedorismo e à inovação (THE GREEN HUB, 2020).

Esse tipo de tratamento tem uma origem ancestral, tendo sido utilizado há mais de 2.000 a.C. para diversas afecções, especialmente aquelas de origem inflamatória (CROCCO, 2020). *Cannabis sativa* é uma espécie do Gênero *Cannabis* (Família Cannabaceae) provavelmente indígena do continente Asiático (SMALL, 2015) e que tem sido utilizada para diversas finalidades, desde a fabricação de tecidos (GROOM, 2014) até o uso medicinal (RUSSO *et al.*, 2008). A *Cannabis* medicinal tem como premissa o restabelecimento da homeostase e restabelecimento da saúde e bem-estar. São descritos diversos benefícios advindos de seus componentes – terpenos, flavonoides e fitocanabinoides. Esses últimos, especialmente o  $\Delta^9$ -THC (tetrahydrocannabinol) e

o CBD (canabidiol) têm uma miríade de ações e possibilidades de uso terapêutico já consagrados, e outros identificados por observação empírica, bem como em estudos básicos e clínicos.

Nesse contexto, merece destaque o efeito anti-inflamatório, neuroprotetor e imunomodulador do CBD, que é isento de efeitos psicoativos (KHODADADI *et al.*, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2012), tendo sido apontado para potencial uso na infecção causada pelo SARS-CoV-2. Essa relação da Covid-19 com *Cannabis* medicinal tem sido demonstrada em estudos clínicos e pré-clínicos (HOLST; NOWAK; HOCH, 2022).

Nesse contexto, foi identificado, em modelos 3D artificiais de tecidos humanos (das vias aéreas e intestinais), que extratos de *Cannabis sativa* diminuem os níveis de proteína ACE2 e TMPRSS2, ambas requeridas para a entrada do SARS-CoV-2 nas células hospedeiras (WANG *et al.*, 2020). Também foi demonstrado que ácidos canabinólicos do cânhamo evitam a entrada do SARS-CoV-2 ao ligar-se à proteína Spike (VAN BREEMEN *et al.*, 2022). Foi relatado que o CBD inibe a infecção por SARS-CoV-2 em estudos *in vitro* (células) e *in vivo* (camundongos), bloqueando a replicação do SARS-CoV-2 em células epiteliais do pulmão, regulando positivamente a resposta ao estresse do retículo endoplasmático do hospedeiro e as vias de sinalização do interferon. Em um estudo realizado pelo National COVID Cohort Collaborative, com grupos pareados, foi demonstrado que o CBD (100 mg/ml de solução oral por prontuário médico) reduziu significativamente os resultados dos testes positivos para SARS-CoV-2, destacando, portanto, potencial preventivo do CBD em infecção por SARS-CoV-2, especialmente no estágio inicial (NGUYEN *et al.*, 2022).

Há estudos registrados no ClinicalTrials.org (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT04997395) em andamento, onde está sendo verificada a viabilidade de uma formulação contendo canabidiol (CBD) de amplo espectro, com o objetivo de avaliar a segurança do CBD no tratamento de pessoas com diagnóstico positivo para Covid Longa (ClinicalTrials.org, 2021). No Brasil há um estudo em andamento na fase 3 em voluntários humanos (JORNAL DA USP, 2021). Segundo Crippa *et al.* (2021), estudos sobre a dose e a segurança são necessários para comprovar o uso do CBD na Covid-19.

Os resultados mencionados, nos estudos básicos e clínicos, apontam para um cenário de intensa pesquisa direcionada para a busca de novos fármacos para o tratamento da Covid-19 e suas sequelas, o que impacta diretamente no desenvolvimento de tecnologias por Universidades e Institutos de Pesquisa, bem como inovação em empresas, incentivando o crescimento no número de depósito de patentes sobre o tema. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi verificar o desenvolvimento científico e tecnológico sobre o uso medicinal de *Cannabis sativa* e de seus princípios ativos frente à pandemia de Covid-19. Foram analisados de forma prospectiva depósitos de patentes relacionados ao uso medicinal de *Cannabis* direcionados ao tratamento de Covid-19 e suas sequelas.

## 2 Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado por meio de uma pesquisa documental exploratória em banco de patente e em *sites* de periódicos científicos, caracterizada como uma abordagem qualitativa e quantitativa.

O mapeamento de patentes foi realizado por meio da base de dados Orbit Intelligence, produzido pela Questel Orbit Inc, empresa franco-americana, uma das líderes globais nesse segmento desde a década de 1970. A sintaxe utilizada para acessar os dados sobre patentes relacionadas ao uso medicinal de *Cannabis sativa* e seus derivados foi (COVID AND CANNAB+) /TI/AB/CLMS. A estratégia de busca teve como objetivo identificar os documentos tanto pelo nome científico da espécie vegetal como pelos princípios ativos *cannabinoid*, *cannabidiol*. As palavras-chave foram, portanto, digitadas nos campos de busca TI=Título, AB=Abstract e CLMS= reivindicações, segundo mostrado na sintaxe. Considerando o objetivo do presente trabalho, qual seja, apresentar o desenvolvimento tecnológico sobre uso medicinal de *Cannabis* no período da pandemia de Covid, utilizou-se como lapso temporal, apenas informações patentárias após o ano de 2020, sendo a pesquisa realizada no dia 15/09/2022. Os critérios de exclusão para a seleção dos trabalhos foram: 1) exclusão de patentes em duplicatas e não relacionadas; 2) exclusão de patentes relacionadas a processos para extração de princípios ativos; 3) exclusão de patentes relacionadas a dispositivos usados para administração.

O referencial teórico sobre o tema foi descrito em livros, artigos, teses e nos sites de busca Scielo, Lilacs, Pubmed.

Para análise e descrição dos resultados, foram plotados figuras e quadro com o objetivo de mapear as tecnologias desenvolvidas, os principais inventores e titulares de patentes e os países onde as patentes foram depositadas.

### 3 Resultados e Discussão

Com base na estratégia de busca adotada, foram encontrados 40 documentos de patentes. Após a aplicação dos critérios de exclusão, foram selecionados para análise 24 documentos que descreviam o uso medicinal de *Cannabis* e seus derivados, com potencial para serem utilizados na terapia coadjuvante da Covid-19 (Quadro 1).

**Quadro 1** – Exemplos de desenvolvimentos tecnológicos relacionados ao uso medicinal de *Cannabis sativa* e seus derivados no combate à Covid-19

(NÚMERO DE DEPÓSITO DE PATENTE) TÍTULO	DESCRIÇÃO
(WO2022123550) Cannabidiol for augmenting vaccine mediated immunity and prophylaxis of Covid-19	A presente invenção refere-se a uma composição farmacêutica contendo canabidiol para administração com uma vacina para Covid-19, com objetivo de potencializar os efeitos do imunizante.
(US20220110910) Cannabinoid-containing complex mixtures for the treatment of cytokine release syndrome while preserving key anti-viral immune reactions.	São apresentadas misturas complexas de canabinoides e terpenos para modulação de pDC, monócitos, células T. A patente de invenção se propõe a desenvolver uma terapia para inflamação crônica ou uma resposta imune pró-inflamatória exacerbada.

(NÚMERO DE DEPÓSITO DE PATENTE) TÍTULO	DESCRIÇÃO
(WO2021191888) <i>Cannabis sativa</i> (hemp and cannabis) products for viral disease prevention and management.	A presente invenção descreve o uso de extratos de <i>Cannabis sativa</i> para reduzir os níveis de receptores ACE2 nos tecidos epiteliais orais, pulmonares e intestinais, impedindo assim a entrada de SARS-CoV-2 e vírus relacionados em mamíferos e ainda tratar ou prevenir a produção exacerbada de citocinas pró-inflamatórias, que precedem e estão subjacentes à síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) na Covid-19.
(WO2021199078) Interaction of SARS-CoV-2 proteins with molecular and cellular mechanisms of host cells and formulations to treat Covid-19.	A presente invenção fornece composições farmacêuticas contendo canabidiol e métodos para tratamento de Covid-19, com o objetivo de ativar a imunidade inata do paciente.
(WO2021165992) Compositions and therapeutic uses of cannabidiol.	A invenção apresenta composições farmacêuticas com canabidiol para ativação de canais de sódio Nav1.5, para o tratamento de distúrbios cardíacos, bem como para minimizar os efeitos colaterais de outros agentes terapêuticos/fármacos que induzem, ou que provavelmente induzirão QT longo. A invenção fornece ainda composição farmacêutica de canabidiol para tratar ou evitar inflamação nos casos de Covid-19.
(WO202227053) Micelle preparations of full-spectrum hemp oil for treating type II diabetes, reducing inflammation during Covid-19, and improving sleep quality.	Esta divulgação fornece preparações de canabinoides para consumo humano que têm benefícios clínicos comprovados. As preparações são feitas de óleo de cânhamo micelizado, o que aumenta consideravelmente a absorção intestinal. O óleo micelizado pode ser combinado com canela ou óleo de cravo micelizado como intensificador de sabor. Os benefícios incluem uma redução nos níveis de citocinas inflamatórias, associados a quadros clínicos de Covid-19. Em indivíduos com diabetes tipo II, a preparação causa uma redução da glicemia, demonstrada por uma diminuição do nível de hemoglobina glicada circulante (HbA1c) e perda de peso. As preparações de canabinoides micelizados desta invenção também podem ser usadas para melhorar a qualidade do sono.
(WO2021224924) Cannabidiolic acid esters for treating respiratory distress including acute respiratory distress syndrome and coronavirus.	A presente invenção descreve o tratamento com base em formulações contendo um éster de ácido canabidiólico (CBDA) sozinho ou em combinação com um ou mais compostos canabinóides adicionais e um carreador, excipiente ou diluente farmacêuticamente aceitável, para uso no tratamento de desconforto respiratório associado a viroses, incluindo infecção por coronavírus.
(WO2021245655) Compositions comprising cannabinoids and volatile anesthetics for inhalation and anti-viral uses thereof.	A presente invenção descreve composições farmacêuticas contendo canabinóides para administração pulmonar e seus usos no tratamento ou prevenção de infecções virais, em particular coronavírus. Especificamente, as composições de canabinoides contêm um anestésico volátil inalado e são administradas na forma de um aerossol gerado por um dispositivo gerador de aerossol.
(US20220031635) Treating Covid 19 by using a mixture of cannabinoids in micellized form to lower levels of pro-inflammatory cytokines and reduce risk of cytokine storm	Essa divulgação descreve uma formulação contendo uma mistura de canabidiol (CBD), tetrahydrocannabivarina (THCV) e canabidivar (CBDV) extraída das flores e folhas da <i>Cannabis sativa</i> . O óleo purificado é embalado com um surfactante em pequenas micelas, o que aumenta consideravelmente a absorção pelo trato gastrointestinal. O tratamento tem como benefícios reduzir os níveis de citocinas pró-inflamatórias associadas a infecção por SARS-CoV-2. O tratamento diário de pacientes infectados com SARS-CoV-2 reduz o nível circulante das citocinas pró-inflamatórias fator de necrose tumoral alfa (TNF $\alpha$ ) e interleucina 6 (IL-6) em 25 a 50% ou mais. O nível de marcadores circulantes de inflamação em curso, como proteína C reativa (PCR) e/ou velocidade de hemossedimentação (EST) também são reduzidos.

(NÚMERO DE DEPÓSITO DE PATENTE) TÍTULO	DESCRIÇÃO
(US20220170119) Signaling Pathway of Cannabidiol (CBD) for Prevention and Treatment of Covid-19.	A invenção rastreou e identificou o Canabidiol (CBD), que pode ser usado para prevenção de infecções virais. A invenção também examinou e verificou que o CBD pode ser usado para prevenção da doença COVID-19, por uma via de sinalização chave de regulação positiva da expressão do gene TRIB3. A invenção também determinou que a dosagem ideal de tratamento com CBD para prevenção da doença Covid-19 é de 5 $\mu$ M-10 $\mu$ M.
(CN114732804) Application of cannabidiol-containing CBD extract in novel coronavirus pneumonia.	A invenção divulga a aplicação de um extrato de CBD contendo canabidiol para tratamento de pneumonia por coronavírus. O CBD de alta pureza inibe a replicação de SARS-CoV-2 em células epiteliais de pulmão humano. Para avaliar a ação, células A549 de câncer de pulmão humano expressando o receptor ACE2 humano exógeno (A549-ACE2) foram pré-tratadas com CBD em uma concentração de 0-10% por 2 horas antes da infecção por SARS-CoV-2 e, após 48 horas, a expressão de proteína viral S e título viral nas células foi monitorado. O canabidiol pode inibir a replicação do SARS-CoV-2, induzindo o estresse do retículo endoplasmático e a resposta imune inata de um hospedeiro.
(WO2021207149) System and method for aerosol particle production of submicron and nano structured materials.	Neste documento uma plataforma de aerossol multifuncional capaz de produzir e fornecer materiais submicrônicos e nanoestruturados para aplicações farmacêuticas, biomédicas e ambientais. O sistema divulgado usa pressões de gás moderadas para atomizar líquidos em gotículas de tamanho submicron que são 10-1000 vezes menores em diâmetro do que os sistemas comerciais e de pesquisa, o que permite uma nebulização ultrafina e distribuição de óleos terapêuticos viscosos, incluindo óleos de <i>Cannabis</i> medicinal, para os quais os sistemas de nebulização convencionais falham ou se tornam ineficazes. Esses sistemas podem ajudar pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) desenvolvida em casos difíceis de Covid-19.
(US20210244029) Antimicrobial compositions/	A presente divulgação descreve geralmente uma composição antimicrobiana compreendendo: uma solução aquosa compreendendo um sal de clorito com uma concentração que varia de cerca de 2.000 partes por milhão a cerca de 8.000 partes por milhão e pelo menos um sal de amônio quaternário com uma concentração que varia de cerca de 5.000 partes por milhão para cerca de 10.000 partes por milhão. As presentes composições são eficazes contra uma variedade de bactérias, vírus, bolores e fungos e podem ser usadas em uma variedade de aplicações. Tais aplicações incluem, sem limitação, ambientes de saúde e desinfecção de equipamentos, desinfecção de superfícies de alimentos, desinfecção agrícola e desinfecção de cuidados pessoais com as mãos.

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

A maioria das tecnologias desenvolvidas com finalidade medicinal (descritas no Quadro 1) leva em conta o potencial anti-inflamatório dos derivados de *Cannabis sativa*, visto que, na etiopatogenia da Covid-19, a hiperestimulação do sistema imunológico tem como consequência a expressão exacerbada de citocinas pró-inflamatórias, caracterizando um quadro clínico de maior severidade (HU; HUANG; YIN, 2021). Particularmente, o SARS-CoV-2 pode ativar células Th1 desencadeando a produção de GM-CSF (Fator estimulador de granulócito e monócitos), IL-6 (Interleucina-6), com consequente ativação de células CD14+ e CD16+, com considerável expressão de TNF- $\alpha$  (Fator de necrose tumoral- $\alpha$ ), bem como IL-2, IL-4, IL-7, IFN- $\gamma$ , MCP-1, coletivamente envolvidas na ativação da imunidade inata e adquirida e manifestações sistêmicas nos aparelhos digestório, respiratório e circulação sanguínea (ZHOU *et al.*, 2020).

Os trabalhos mostram o potencial anti-inflamatório da espécie vegetal em função do potencial imunomodulador capaz de inibir a expressão de citocinas pró-inflamatórias, porém não foram encontrados trabalhos sobre o aumento de citocinas anti-inflamatórias como IL-10, TGF- $\beta$ , sendo esta última um potente ativador de plasmócitos produtores de IgA (anticorpo protetor de mucosa), o que mostra a necessidade de mais estudos para avaliar o mecanismo de ação dos derivados de *Cannabis*.

O tratamento diário de pacientes infectados com SARS-CoV-2 utilizando a tecnologia descrita pela patente US20220031635 “*Treating COVID 19 by using a mixture of cannabinoids in micellized form to lower levels of pro-inflammatory cytokines and reduce risk of cytokine storm*” reduziu o nível circulante das citocinas pró-inflamatórias TNF $\alpha$  e IL-6 em 25 a 50% ou mais. O nível de marcadores circulantes de inflamação em curso, como proteína C reativa (PCR) e/ou velocidade de hemossedimentação (EST) também foram reduzidos. Cabe ressaltar que, Segundo Crippa *et al.* (2021), estudos sobre a dose e segurança são necessários para comprovar o uso do CBD. Esse alerta torna-se necessário para entender a curva dose-resposta, bem como possíveis doses letais e efeitos adversos relacionados.

Considerando que a adsorção de SARS-CoV-2 ao seu receptor ACE2 na superfície da célula-alvo resulta na reduzida expressão de ACE2, seguida por um aumento na Angiotensina II e aumento na expressão de TNF- $\alpha$  e a forma solúvel de IL-6Ra (sIL-6Ra) (MURAKAMI; KAMIMURA; HIRANO, 2019), este trabalho traz uma ponderação sobre o mecanismo de ação (reduzir a expressão de receptores ACE2) proposto pela tecnologia WO2021191888 “*Cannabis sativa (hemp and cannabis) products for viral disease prevention and management*”. Essa tecnologia tem como objetivo impedir a adsorção do vírus ao seu receptor, porém conforme descreveram Hirano e Murakami (2020), inibir a expressão de ACE2 pode resultar em aumento da inflamação, o que traz um sinal de alerta sobre possíveis efeitos adversos do uso da tecnologia sobre o sistema imune.

Entre os fitocanabinoides, o canabidiol é um dos mais farmacologicamente ativos (RONG *et al.*, 2017), com ação antidepressiva, anticonvulsivante (LIM; SEE; LEE, 2017) e a vantagem de não ser psicoativo, além de apresentar propriedade anti-inflamatória e atividade antioxidante superior à vitamina C e  $\alpha$ -tocoferol (IFFLAND; GROTHENHERMEN, 2017), o que mostra o seu potencial terapêutico para tratamento de doenças cardiovasculares, pulmonares, neurodegenerativas, câncer e doenças metabólicas associadas ao estresse oxidativo e à inflamação (OGUNTIBEJU, 2019). As ações elencadas mostram um potencial farmacológico dos derivados de *Cannabis sativa* na terapia da síndrome pós-Covid, também conhecida como Covid longa.

A presença de receptores canabinoides em neurônios do córtex frontal, de células do trato gastrointestinal e de células do sistema imunológico indica uma gama de possíveis interações entre a droga e o corpo humano e apontam a importância de estudos sobre o uso medicinal de *Cannabis*, especialmente aqueles relacionados ao controle da dor crônica, uma condição que assola grande parte da população e cujo manejo clínico medicamentoso, especialmente por opioides, é acompanhado de efeitos adversos, dependência química e overdose (DOWELL; HAEGERICHS; CHOU, 2016). Tal propriedade analgésica é de suma importância, e, no caso da Covid longa, poderia ser um tratamento eficaz no manejo de pacientes, já que a dor vem sendo descrita na literatura como uma sintomatologia reportada por pacientes acometidos pela doença (ANDRADE *et al.*, 2021).

Gonen e Amital (2020) descreveram que o uso de *Cannabis* e seus derivados químicos é promissor em doenças reumáticas, particularmente na fibromialgia, mas os autores indicam a necessidade de estudos longitudinais que comprovem a segurança, em função da existência de interações medicamentosas e efeitos adversos associados, sendo, portanto, uma opção terapêutica adequada quando outras tentativas não surtiram o efeito desejado. Estudos sobre interações medicamentosas são de suma importância, especialmente em pacientes com Covid-19 graves ou com sequelas, visto que esses indivíduos necessitam de medicamentos de diversas classes para manejo da doença e, portanto, as interações podem ser agonistas e antagonistas com consequências que podem, inclusive, ser fatais.

O uso terapêutico de *Cannabis* deve levar em conta um protocolo de intervenção planejado a partir das necessidades dos pacientes, visto que efeitos adversos, como pancreatite em indivíduos jovens (JOHN *et al.*, 2019) e infarto agudo do miocárdio (LANDA *et al.*, 2019), têm sido relatados, a despeito de baixos índices de morbimortalidade publicados e que evidenciam a segurança do uso dessa planta com finalidade terapêutica (LAKE; SOCÍAS; MILLOY, 2020). A maior parte desses efeitos colaterais normalmente vem associado a doses inadequadas e que podem, em sua maioria, ser mitigados adotando-se um esquema terapêutico de titulação baixa e lenta – “*start low and go slow*” (MACCALLUM; RUSSO, 2018).

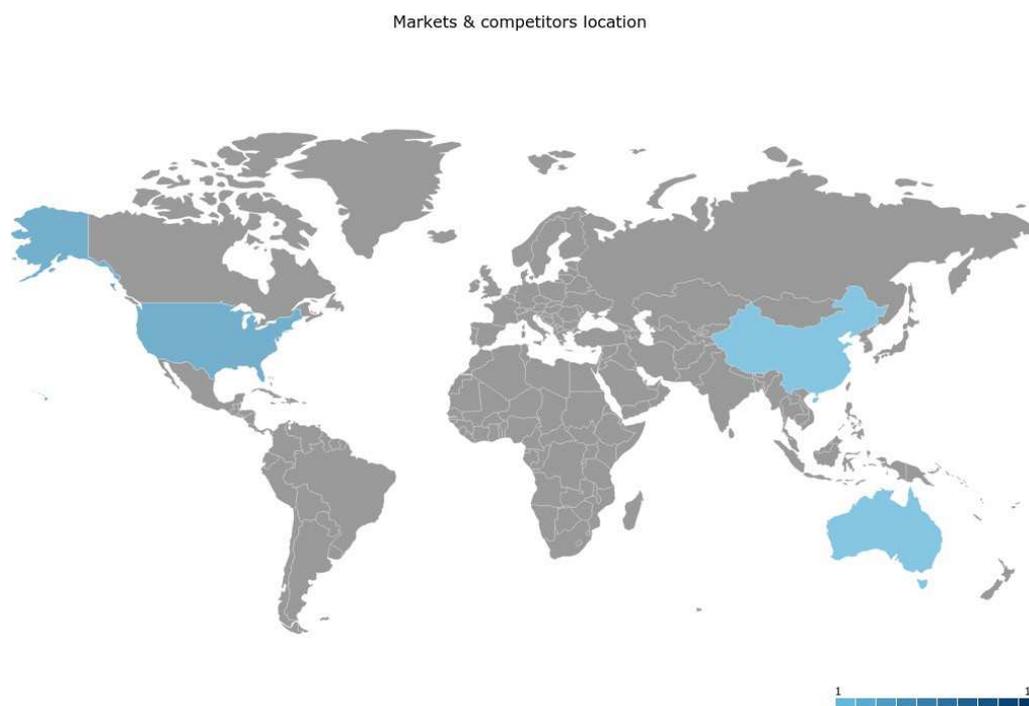
A Figura 1 mostra os principais países onde foram depositadas as tecnologias. Percebe-se que os Estados Unidos, China e Austrália possuem, com liderança para os Estados Unidos, o maior número de depósitos de patente. No entanto, a empresa líder em depósito, com sede no Canadá e Índia, é uma empresa chamada Akseera Pharma, que no LinkedIn é descrita como uma empresa orientada para a ciência inovadora com soluções que atendem às necessidades médicas não atendidas globalmente. No link <https://www.mitacs.ca/en/partner/akseera-pharma-corp>, podem ser observadas pesquisas da Akseera Pharma sobre canabidiol.

No Brasil, com base na estratégia de busca adotada, não foram encontrados depósitos, o que pode ser reflexo da legislação brasileira. Apesar de, inicialmente, a *Cannabis sativa* como substância psicotrópica no Brasil ter sido prevista na Lista E (Lista de Plantas que podem originar substâncias entorpecentes e/ou psicotrópicas), item 1, da Portaria n. 344, de 12 de maio de 1998, da Secretaria de Vigilância em Saúde, do Ministério da Saúde, recentemente esse regime jurídico foi alterado e flexibilizado.

Atualmente, a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n. 327, de 9 de dezembro de 2019, dispõe sobre os procedimentos para a concessão da autorização sanitária para fabricação e a importação, bem como estabelece requisitos para comercialização, prescrição, dispensação, monitoramento e fiscalização de produtos de *Cannabis* para fins medicinais. Em seu artigo 4º, a RDC informa:

Os produtos de *Cannabis* contendo como ativos exclusivamente derivados vegetais ou fitofármacos da *Cannabis sativa*, devem possuir predominantemente, canabidiol (CBD) e não mais que 0,2% de tetrahydrocannabinol (THC).

Parágrafo único. Os produtos de *Cannabis* poderão conter teor de THC acima de 0,2% desde que sejam destinados a cuidados paliativos exclusivamente para pacientes sem outras alternativas terapêuticas e em situações clínicas irreversíveis ou terminais (BRASIL, 2019, art. 4º)

**Figura 1** – Países (tons azuis) onde foram depositadas patentes sobre o uso medicinal de *Cannabis sativa*

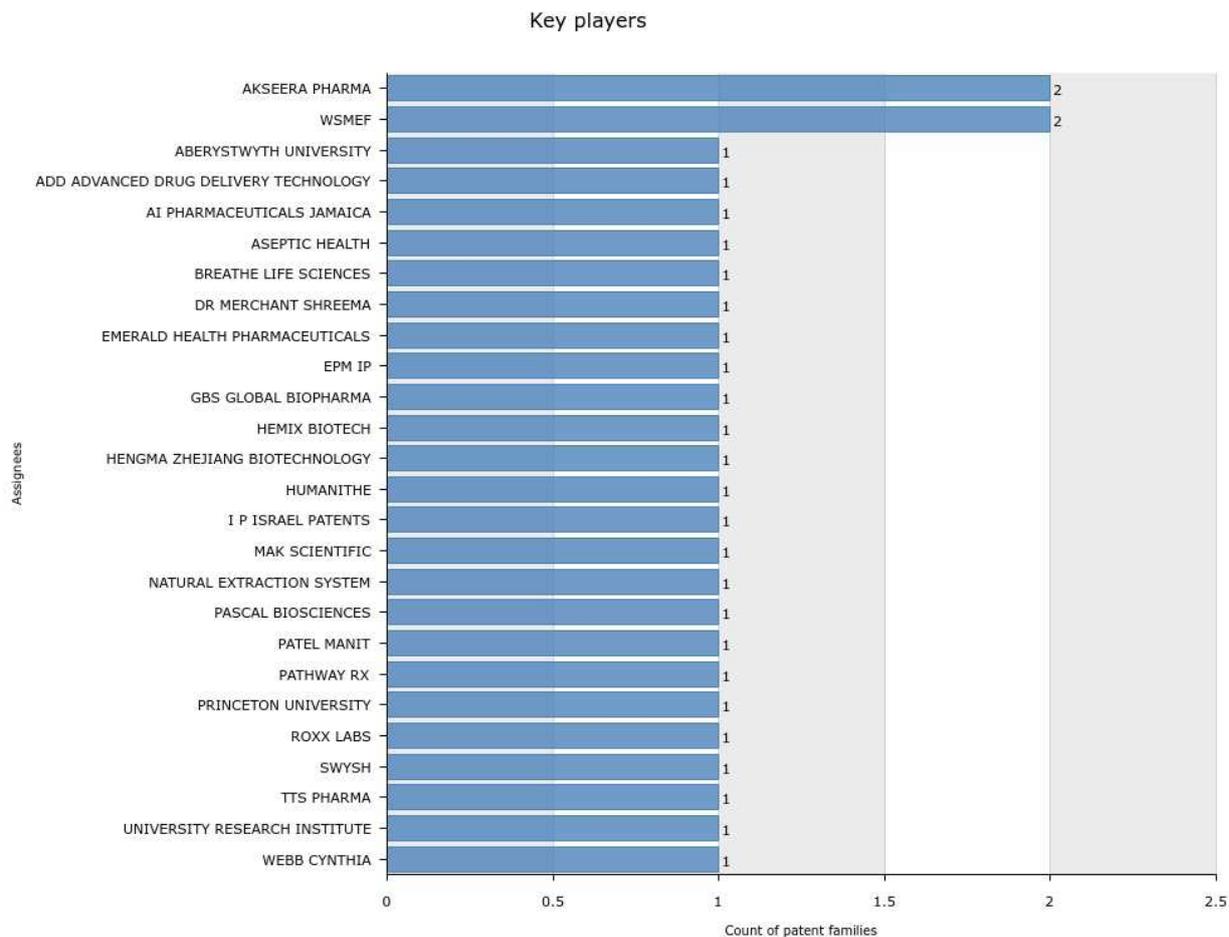
Fonte: Questel Orbit (2022)

A obtenção de autorização emitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é mandatória para que os pesquisadores possam realizar pesquisas com a *Cannabis*, de modo que, salvo com o cumprimento dessa formalidade legal, uma pesquisa que se proponha a utilizar *Cannabis sativa* para fins medicinais pode ser considerada ilegal, e os pesquisadores podem estar sujeitos às sanções previstas na Lei de Drogas.

Ademais, sob o ponto de vista da propriedade intelectual, os pedidos de concessão de patente de medicamentos que envolvam *Cannabis sativa*, devido ao rigor das normas que regulamentam plantas que podem ser utilizadas para a produção de entorpecentes ilícitos, ou mesmo, aos aspectos culturais de moralidade em relação ao vegetal, podem ser negados pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), pois pelo fato de existir desconhecimento do regime jurídico previsto pelas novas normas da Anvisa, poder-se-ia supor que o objeto de patente de medicamento à base de *Cannabis sativa* é “contrário à moral, aos bons costumes e à segurança, à ordem e à saúde públicas”, nos termos do artigo 18, inciso I, da Lei n. 9.279/1996 (Lei da Propriedade Industrial) (BRASIL, 1996) e, com base nesse dispositivo, provavelmente o pedido seria indeferido por violação à regra de patenteabilidade.

A flexibilização da regulação de exploração da *Cannabis* altera a dificuldade para o desenvolvimento da pesquisa científica sobre os efeitos medicinais da *Cannabis sativa*, e portanto, espera-se que, com as novas normativas, o desenvolvimento tecnológico na área deva aumentar no Brasil, com estímulo ao depósito de patentes e exploração dessa área pela indústria farmacêutica no país, bem como entre empresas nacionais e estrangeiras com atuação no mercado brasileiro e, especialmente, nas Universidades brasileiras, visto que, como observado na Figura 2, três Universidades configuram entre os principais *players* do mercado: a Aberystwyth University (Reino Unido), a Princeton University (Estados Unidos) e a University Research Institute (Estados Unidos).

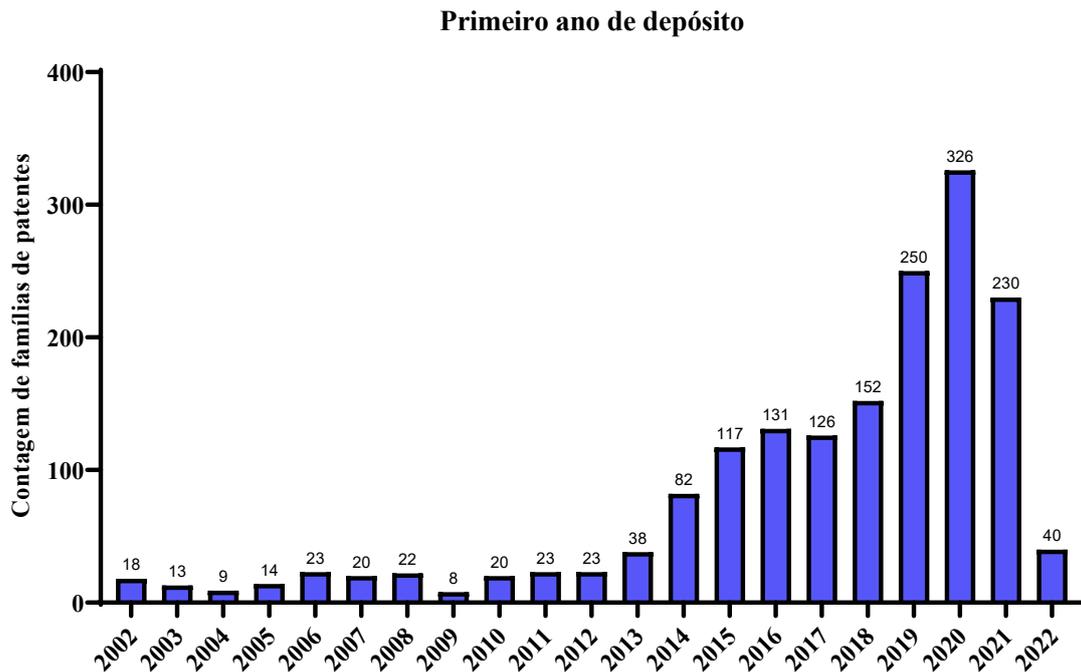
**Figura 2** – Número de depósitos de patente sobre o uso medicinal de *Cannabis sativa* realizado por Empresas, Universidades e Institutos de Pesquisa



Fonte: Questel Orbit (2022)

Considerando que este trabalho teve como método selecionar apenas as patentes depositadas após 2020, com o objetivo de avaliar o impacto da pandemia de Covid-19 no desenvolvimento tecnológico de produtos farmacêuticos derivados de *Cannabis*, o estudo mostra que, dos 24 documentos relacionados, 20 foram descritos no ano de 2021 e apenas quatro em 2022, possivelmente em função da fase de sigilo em que permanecem os depósitos recentes.

O presente trabalho procurou também avaliar a evolução temporal de todos os depósitos de patentes relacionados à *Cannabis sativa*, incluindo processos e dispositivos em um período de 20 anos, sendo a estratégia de busca modificada para (CANNABIS SATIVA)/TI/AB/CLMS. Os resultados podem ser observados na Figura 3.

**Figura 3** – Número de depósito de patentes de tecnologias associadas à *Cannabis sativa*

Fonte: Questel Orbit (2022)

A curva de crescimento apontada na Figura 3 indica que esse tema vem sendo explorado. Segundo Hussain *et al.* (2021), o número de publicações científicas sobre o tema vem aumentando, sendo que os aspectos clínicos sobre o uso medicinal da *Cannabis* permaneceram como foco principal desde o início, com quase 94,76% de artigos publicados, incluindo 64,51% artigos em áreas médicas, 19,55% em ciências farmacêuticas e 10,70% em neurociências. Em contraste, a biologia vegetal e as ciências agrícolas compreendiam apenas 2,62% dos artigos, seguidos por 0,71% de genômica e 0,07% de pesquisa de *Cannabis* baseada em bioinformática. De fato, esse é um tema promissor e indicativo para uma tendência de crescente investimento no mercado para o desenvolvimento de medicamentos a partir de princípios ativos extraídos de *Cannabis sativa*.

## 4 Considerações Finais

O desenvolvimento de tecnologias a partir de produtos à base de *Cannabis* medicinal indica o potencial terapêutico dessa espécie vegetal na infecção por SARS-CoV-2, bem como sobre os efeitos persistentes da doença, a chamada Covid Longa. Nesse contexto, observa-se que os trabalhos científicos e a prospecção tecnológica relacionada a produtos à base de *Cannabis* para uso na Covid-19 têm surgido com grande interesse, especialmente entre 2019 e 2022.

Considerando-se especificamente a distribuição geográfica das inovações tecnológicas encontradas, representadas especificamente pelo número de depósito de patentes relacionadas ao uso medicinal de *Cannabis sativa*, destaca-se a ausência de produtos que se referem à *Cannabis* no Brasil. Essa lacuna gera um lapso em possibilidades de participação em um mercado em franca ascensão e que nos mantém à margem dos benefícios de crescimento econômico e tecnológico, permanecendo então na dependência de outros países para a importação de pro-

duto e de tecnologias para o uso medicinal de produtos à base de *Cannabis*. Esses produtos têm demonstrado benefícios que são descritos em artigos científicos, básicos e clínicos, e, por sua premissa de restabelecimento da homeostase, eles têm retornado como uma terapêutica muito promissora de diversas enfermidades e, especificamente, para os efeitos da Covid-19.

Estados Unidos é o país que mais recebeu depósitos de patentes relacionados ao tema. Cabe destacar a participação, entre os inventores, das Universidades Aberystwyth University (Reino Unido), Princeton University (Estados Unidos) e University Research Institute (Estados Unidos). A pesquisa nessa área precisa ser estimulada e essa barreira deverá ser superada no Brasil em função das novas normativas em vigor, o que poderá estimular a inovação no país, especialmente na área farmacêutica.

As abordagens tecnológicas descritas colocam em pauta a importância da *Cannabis* no cenário científico e tecnológico mundial e abrem espaço para que novas pesquisas sejam realizadas com o objetivo de compreender os mecanismos de ação, a dose-resposta e os efeitos adversos envolvidos na interação dos princípios ativos em nível celular.

## 5 Perspectivas Futuras

Diversos estudos já apontam para as vantagens do uso medicinal de *Cannabis sativa* e seus derivados, o que estaria em conformidade com o regime jurídico constitucional do direito à saúde, positivado no artigo 196 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), segundo o qual, o Estado deve zelar pela saúde e garantir a redução do risco de doenças mediante políticas sociais e econômicas.

Nesse contexto, o Conselho Federal de Medicina (CFM) aprovou a Resolução n. 2.113, de 30 de outubro de 2014, para autorizar que médicos prescrevessem o uso compassivo do canabidiol para crianças e jovens portadores de epilepsia e refratários às terapias tradicionais, em caráter restrito e controlado, inclusive com cadastramento dos médicos prescritores em lista própria junto ao CFM.

Em 2016, a Anvisa publicou a RDC n. 66/2016, com o objetivo de regulamentar e de ampliar as alterações normativas que diziam respeito à *Cannabis* e de alterar o regramento da Portaria n. 344/1998 que previa a proibição de prescrição dessa planta por profissional médico, de modo a autorizar a prescrição da *Cannabis sativa* para tratamento de saúde, em caráter excepcional, e ratificou a autorização de importação desses medicamentos, em consonância com o regramento da RDC n. 17/2015.

Em 2017, a Anvisa incluiu o primeiro medicamento importado à base de *Cannabis sativa* na lista de Medicamentos Específicos, o Mevatyl (tetrahydrocannabinol, 27 mg/mL + canabidiol, 25 mg/mL; solução spray), com registro solicitado pela sociedade empresarial Beaufour Ipsen Farmacêutica Ltda. em 28/11/2014 (BRASIL, 2017).

Diante desse cenário e com a recente aprovação da RDC n. 327/2019, o presente estudo prospectivo aponta para um mercado em potencial, bem como para o desenvolvimento de novas tecnologias por Universidades e empresas, especialmente na área farmacêutica.

Esses avanços apresentam um interesse não apenas para o crescimento do mercado, empregabilidade e possibilidades de avanço científico e tecnológico para o Brasil, mas principalmente trarão benefícios à saúde e ao bem-estar da população pela possibilidade de acesso, com menor

custo, a um tratamento para restabelecimento da homeostase e cujas eficácia e segurança vêm sendo pesquisadas, tendo sido obtidos resultados promissores que poderão repercutir tanto na saúde geral do paciente como para aquisição, pelo sistema público de saúde, de uma terapia alternativa e eficaz.

## Referências

AL-ALY, Z.; XIE, Y.; BOWE, B. High-dimensional characterization of post-acute sequelae of COVID-19. **Nature**, [s.l.], v. 594, n. 7.862, 2021.

ANDRADE, B. S. *et al.* Long-covid and post-covid health complications: An up-to-date review on clinical conditions and their possible molecular mechanisms. **Viruses**, [s.l.], 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n. 327, de 9 de dezembro de 2019. **Diário Oficial da União**, 11 dezembro 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-327-de-9-de-dezembro-de-2019-232669072>. Acesso em: 15 set. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **NT 01-2017-Metavyl**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/medicamentos/fitoterapicos-dinamizados-e-especificos/informes/especificos/nt-01-2017-mevatyl.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 15 set. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casal Civil. **Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm). Acesso em: 30 set. 2022.

CASCELLA, M. *et al.* **Features, Evaluation and Treatment Coronavirus (COVID-19) - StatPearls – NCBI Bookshelf**: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Long Covid or Post-COVID Conditions**. 2022. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/long-term-effects/index.html>. Acesso em: 30 set. 2022.

CLINICALTRIALS.ORG. **Feasibility of Cannabidiol for the Treatment of Long COVID**. 2021. Disponível em: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04997395>. Acesso em: 30 set. 2022.

CRIPPA, J. A. S. *et al.* Cannabidiol for COVID-19 Patients with Mild to Moderate Symptoms (CANDIDATE Study): A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. **Cannabis Cannabinoid Res.**, [s.l.], Oct 7, 2021. DOI: 10.1089/can.2021.0093. Epub ahead of print. PMID: 34619044.

CROCQ, M. A. History of cannabis and the endocannabinoid system. **Dialogues in Clinical Neuroscience**, [s.l.], v. 22, n. 3, 2020.

DOWELL, D.; HAEGERICH, T. M.; CHOU, R. CDC guideline for prescribing opioids for chronic pain-United States, 2016. **JAMA – Journal of the American Medical Association**, [s.l.], v. 315, n. 15, 2016.

- GONEN, T.; AMITAL, H. Cannabis and cannabinoids in the treatment of rheumatic diseases. **Rambam Maimonides Medical Journal**, [s.l.], v. 11, n. 1, 2020.
- GROOM, Q. R. C. Clarke & M. D. Merlin (2013) – Cannabis: Evolution and Ethnobotany. **Plant Ecology and Evolution**, [s.l.], v. 147, n. 1, 2014.
- HALEEM, A.; JAVAID, M.; VAISHYA, R. Effects of COVID-19 pandemic in daily life. **Current Medicine Research and Practice**, [s.l.], v. 10, n. 2, 2020.
- HIRANO, T.; MURAKAMI, M. COVID-19: A New Virus, but a Familiar Receptor and Cytokine Release Syndrome. **Immunity**, [s.l.], v. 52, n. 5, 2020.
- HOLST, M.; NOWAK, D.; HOCH, E. Cannabidiol As a Treatment for COVID-19 Symptoms? A Critical Review. **Cannabis Cannabinoid Res.**, [s.l.], Jul. 26, 2022. DOI: 10.1089/can.2021.0135. Epub ahead of print. PMID: 35881839.
- HU, B.; HUANG, S.; YIN, L. The cytokine storm and COVID-19. **Journal of Medical Virology**, [s.l.], 2021.
- HUSSAIN, T. *et al.* Cannabis sativa research trends, challenges, and new-age perspectives. **iScience**, [s.l.], 2021.
- IFFLAND, K.; GROTENHERMEN, F. An Update on Safety and Side Effects of Cannabidiol: A Review of Clinical Data and Relevant Animal Studies. **Cannabis and cannabinoid research**, [s.l.], 2017.
- JOHN, J. *et al.* A Case of Cannabis-induced Acute Pancreatitis. **Cureus**, [s.l.], 2019.
- JORNAL DA USP. **Pesquisa avalia Canabidiol no tratamento de pacientes com COVID longa**. 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/pesquisa-avalia-canabidiol-no-tratamento-de-pacientes-com-covid-longa/>. Acesso em: 30 set. 2022.
- KHODADADI, H. *et al.* Cannabidiol Modulates Cytokine Storm in Acute Respiratory Distress Syndrome Induced by Simulated Viral Infection Using Synthetic RNA. **Cannabis and Cannabinoid Research**, [s.l.], v. 5, n. 3, 2020.
- LAKE, S.; SOCÍAS, M. E.; MILLOY, M. J. Evidence shows that cannabis has fewer relative harms than opioids. **CMAJ**, [s.l.], 2020.
- LANDA, E. *et al.* Cannabis-induced Acute Coronary Syndrome: A Coincidence or Not? **Cureus**, [s.l.], 2019.
- LIM, K.; SEE, Y. M.; LEE, J. A systematic review of the effectiveness of medical cannabis for psychiatric, movement and neurodegenerative disorders. **Clinical Psychopharmacology and Neuroscience**, [s.l.], 2017.
- MACCALLUM, C. A.; RUSSO, E. B. Practical considerations in medical cannabis administration and dosing. **European Journal of Internal Medicine**, [s.l.], 2018.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Chamada Pública prevê R\$27 milhões para pesquisa sobre COVID longa**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2022/08/chamada-publica-preve-r-27-milhoes-para-pesquisa-sobre-covid-longa#:~:text=Covid%20longa%20%2D%20Segundo%20a%20chamada,causa%20a%20COVID%2D19%E2%80%9D>. Acesso em: 30 set. 2022.

MURAKAMI, M.; KAMIMURA, D.; HIRANO, T. Pleiotropy and Specificity: Insights from the Interleukin 6 Family of Cytokines. **Immunity**, [s.l.], 2019.

NGUYEN, L. C. *et al.* Cannabidiol inhibits SARS-CoV-2 replication through induction of the host ER stress and innate immune responses. **Science Advances**, [s.l.], v. 8, n. 8, 2022.

OGUNTIBEJU, O. O. Type 2 diabetes mellitus, oxidative stress and inflammation: examining the links. **International Journal of Physiology, Pathophysiology and Pharmacology**, [s.l.], v. 11, n. 3, 2019.

QUESTEL ORBIT. [Base de dados – Internet]. Questel Orbit Inteligence. 2022. Disponível em: <https://www.orbit.com>. Acesso em: 15 set. 2022.

RIBEIRO, A. *et al.* Cannabidiol, a non-psychotropic plant-derived cannabinoid, decreases inflammation in a murine model of acute lung injury: Role for the adenosine A<sub>2A</sub> receptor. **European Journal of Pharmacology**, [s.l.], v. 678, n. 1-3, 2012.

RONG, C. *et al.* Cannabidiol in medical marijuana: Research vistas and potential opportunities. **Pharmacological Research**, [s.l.], 2017.

RUSSO, E. B. *et al.* Phytochemical and genetic analyses of ancient cannabis from Central Asia. **Journal of Experimental Botany**, [s.l.], v. 59, n. 15, 2008.

SMALL, E. Evolution and Classification of *Cannabis sativa* (Marijuana, Hemp) in Relation to Human Utilization. **Botanical Review**, [s.l.], v. 81, n. 3, 2015.

THE GREEN HUB. **Inovação e empreendedorismo na indústria da Cannabis**. 2020. Disponível em: <https://thegreenhub.com.br/inovacao-e-empendedorismo-na-industria-da-cannabis/>. Acesso em: 16 nov. 2022.

VAN BREEMEN, R. B. *et al.* Cannabinoids Block Cellular Entry of SARS-CoV-2 and the Emerging Variants. **Journal of Natural Products**, [s.l.], v. 85, n. 1, 2022.

WANG, B. *et al.* In search of preventive strategies: novel high-CBD *Cannabis sativa* extracts modulate ACE2 expression in COVID-19 gateway tissues. **Aging**, [s.l.], v. 12, n. 22, 2020.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Post Covid-19 condition (Long COVID)**. 2022. Disponível em: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/post-covid-19-condition>. Acesso em 16 nov. 2022.

ZHOU, Y. *et al.* Aberrant pathogenic GM-CSF+ T cells and inflammatory CD14+CD16+ monocytes in severe pulmonary syndrome patients of a new coronavirus. **BioRxiv**, [s.l.], 2020.

## Sobre os Autores

### Carmem Luíza Sartório

E-mail: [carmemsartorio@gmail.com](mailto:carmemsartorio@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2341-1596>

Doutora em Ciências Fisiológicas – Área de Concentração – Fisiologia Cardiovascular.

Endereço profissional: Av. Marechal Campos, n. 1.468, Maruípe, Vitória, ES. CEP: 29043-900.

### **Deize Pereira Alexandrino Dias Santos**

*E-mail:* deizealexandrino@aluno.ufrb.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3077-4528>

Especialista em Metodologia Científica.

Endereço profissional: Av. Centenário, n. 697, Sim, Feira de Santana, BA. CEP: 44042-280.

### **Lívia Carla de Melo Rodrigues**

*E-mail:* livia.melo.rodrigues@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6004-7981>

Doutora em Ciências Fisiológicas – Área de concentração em Neurociências.

Endereço profissional: Av. Marechal Campos, n. 1.468, Maruípe, Vitória, ES. CEP: 29043-900.

### **Paulo José Lima Juíz**

*E-mail:* limajuiz@ufrb.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6351-4397>

Doutor em Biotecnologia.

Endereço profissional: Av. Centenário, n. 697, Sim, Feira de Santana, BA. CEP: 44042-280.

# Impacto da Pandemia Causada pelo SARS-COV-2 nos Depósitos de Patente da Fiocruz

## *Impact of the SARS-COV-2 Pandemic on Fiocruz Patent Portfolio*

*Christiane de Fátima Silva Marques<sup>1</sup>*

*Livia Rubatino de Faria<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos, Bio-Manguinhos/Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

### Resumo

A Covid-19 provocou profundas mudanças na organização da sociedade e nas áreas científica e tecnológica. Publicações e interações geradoras de conhecimento resultaram em uma quantidade inédita de artigos científicos, patentes, produtos e serviços disponibilizados rapidamente no mercado. Por meio da prospecção patentária nas bases de dados Orbit Intelligence® (Questel), Espacenet e do INPI, foram recuperados e analisados documentos de patente sob propriedade da Fiocruz, com o objetivo de avaliar o impacto da pandemia no número e perfil de patentes depositadas pela instituição. Os resultados indicam potencial contribuição de cerca de 11,5% de patentes originadas a partir dos esforços e respostas à emergência sanitária provocada pelo novo coronavírus em relação ao total de patentes da Fiocruz, concretizando ainda mais o protagonismo da instituição no enfrentamento da pandemia e o legado para a sociedade brasileira.

Palavras-chave: Patentes. SARS-COV-2. Fiocruz.

### Abstract

Covid-19 has promoted deep changes in the organization of society and in the scientific and technological areas. Publications and knowledge-generating interactions resulted in an unprecedented number of scientific articles, patents, products, and services that were made available on the market very fast. By means of patentometrics on Orbit Intelligence® (Questel), Espacenet, and INPI databases, patent documents owned by Fiocruz were retrieved and analyzed, in order to assess the impact of the pandemic on the number and profile of patents filed by the institution. The results indicate a potential contribution of about 11.5% of patents originated from efforts and responses to the health emergency caused by the new coronavirus in relation to the total number of Fiocruz patents, further emphasizing the institution's role in facing the pandemic and the legacy to Brazilian Society.

Keywords: Patents. SARS-COV-2. Fiocruz.

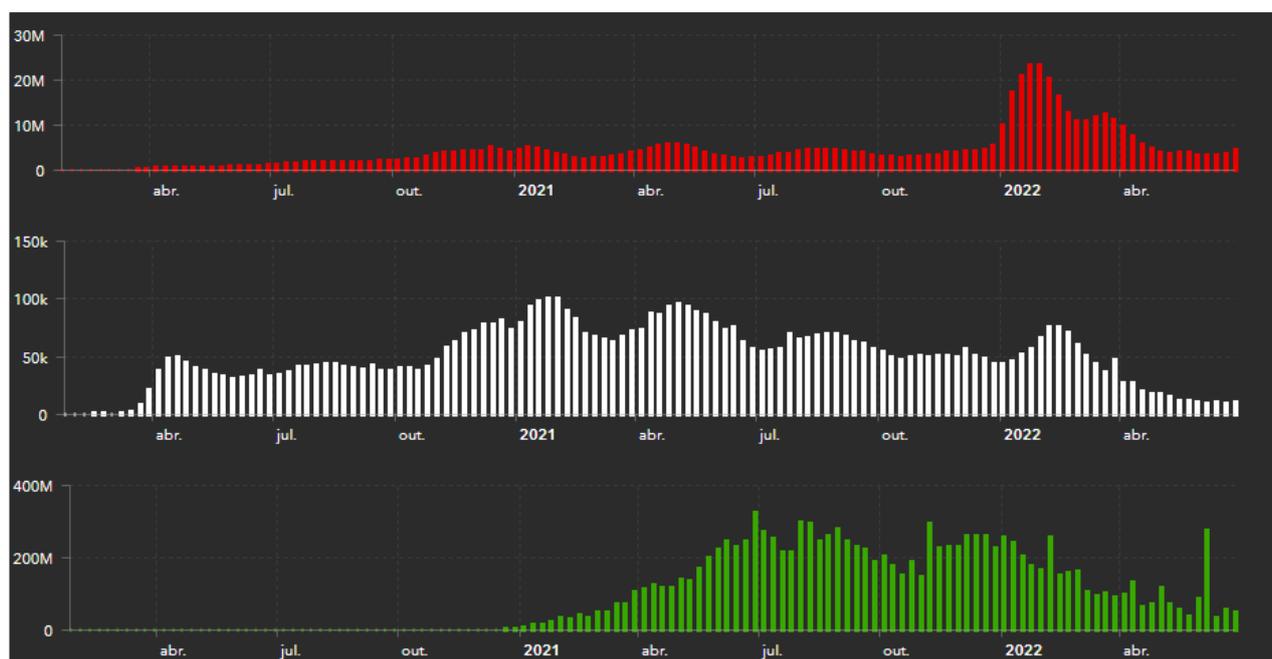
Áreas Tecnológicas: Prospecção Tecnológica. Inovação Tecnológica e Desenvolvimento. Propriedade Intelectual.



# 1 Introdução

O novo coronavírus (SARS-COV-2, ou n-cov) é o responsável pela mais recente e uma das mais mortais pandemias da história, decretada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020. A expansão global da doença atingiu 192 países e territórios e ocasionou mais de 6,3 milhões de mortes e mais de 552 milhões de casos até 30/06/2022, com curvas de evolução nunca observadas anteriormente – Gráfico 1 (JOHN HOPKINS UNIVERSITY, 2022). Impactos profundos também podem ser identificados na organização da sociedade moderna e no campo científico e tecnológico.

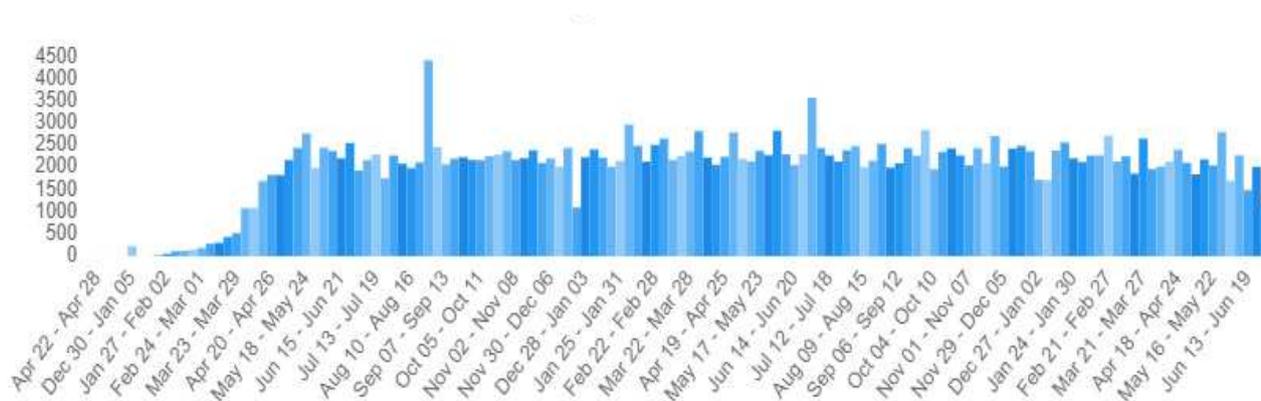
**Gráfico 1** – Curvas semanais de evolução da pandemia de Covid-19



Nota: em vermelho estão os número de casos, em cinza estão os de mortes e em verde estão as doses vacinais aplicadas.

Fonte: John Hopkins University (2022)

A inédita quantidade e velocidade das publicações e comunicações científicas, bem como as diversas iniciativas voltadas para o controle, tratamento e enfrentamento da pandemia foram acompanhadas em tempo real e com grande expectativa em todo o mundo. Em 30/06/2022, a base LitCovid (NCBI, 2022) registrava 265.465 publicações em mais de 8.000 periódicos (Gráfico 2).

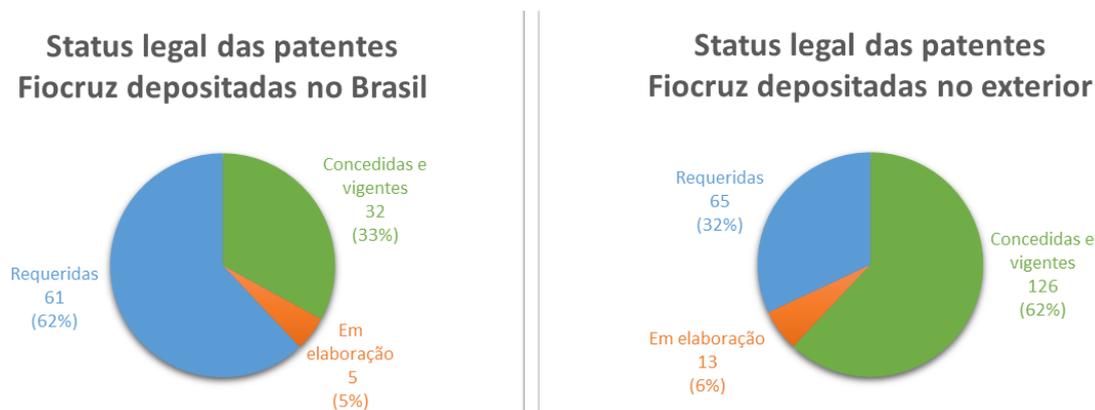
**Gráfico 2** – Registros semanais de publicações relacionadas à Covid-19 entre abril de 2019 e junho de 2022

Fonte: LitCovid (2021)

Um levantamento simples, realizado em 1º de julho de 2022, na base de dados Web of Science®, da Clarivate Analytics, com os termos exatos e derivados “SARS-COV-2”, “Covid-19” e “n-cov” resultou em 303.299 registros atribuídos ao intervalo de 2019 a 2022. O pico dessas publicações ocorreu em 2021, quando foram indexadas 158.320 publicações nessa base. A explosão no número de trabalhos relacionados ao vírus, à doença, aos produtos e serviços destinados à sua prevenção, tratamento, acompanhamento e vigilância epidemiológica, bem como aos seus impactos diretos e indiretos, mudou os padrões de publicação científica mundial (YU *et al.*, 2020; AVIV-REUVEN; ROSENFELD, 2021; RICCABONI; VERGINER, 2022).

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), instituição brasileira centenária, teve um papel extremamente importante no enfrentamento da pandemia provocada pelo SARS-COV-2: além de disponibilizar milhões de doses do principal imunizante utilizado no país, forneceu ao Ministério da Saúde (MS) *kits* para diagnóstico do vírus e para detecção da resposta humoral em infectados e vacinados. A instituição também se mobilizou para disponibilizar ferramentas de monitoramento dinâmico dos índices relacionados à pandemia (FIOCRUZ, 2022b), além de estabelecer centrais de testagem e hospitais de campanha e coordenar, no Brasil, o ensaio clínico sobre a eficácia de medicamentos para tratamento da Covid-19, lançado pela OMS como um esforço global integrado (OLIVEIRA, 2020; MEDEIROS *et al.*, 2022).

Reconhecida mundialmente por atuar nas áreas da pesquisa básica, aplicada, desenvolvimento tecnológico, produção, ensino e atenção básica e hospitalar, a Fiocruz possui um portfólio de inovação considerável, com 158 patentes de invenção/desenho industrial concedidas e vigentes no Brasil e exterior, além de 126 patentes requeridas e vigentes no escritório nacional, INPI, e em diversos escritórios pelo mundo, segundo informado pela Coordenação de Gestão Tecnológica (GESTEC) (FIOCRUZ, 2022a), em julho do corrente ano. O fortalecimento dessa carteira de ativos de propriedade industrial tem sido um dos pilares da política de estímulo à inovação na instituição (BRAGA; COSTA, 2016), e isso se comprova pela elaboração, neste momento, de cinco pedidos de patente no Brasil e 13 pedidos no exterior (Gráfico 3).

**Gráfico 3** – Status legal das patentes da Fiocruz, depositadas no Brasil (à esquerda) e no exterior (à direita)

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo a partir de Fiocruz (2022a)

Esse movimento está em consonância com as tendências observadas em outras Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) no país, impulsionadas pelos marcos legais da inovação e pelo estabelecimento e consolidação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) (MIRANDA *et al.*, 2017; AMARAL; MELO, 2021).

Diante do cenário pandêmico e da atuação relevante da Fiocruz, o presente trabalho busca avaliar se o número de patentes relacionadas à Covid-19 seguiu a tendência das publicações científicas, ou seja, se houve impacto da pandemia no número e no perfil das patentes depositadas por essa ICT. Estima-se que esse impacto, uma vez evidenciado, pode ser considerado mais um legado institucional e um indicador adicional a ser utilizado para evidenciar os impactos diretos e indiretos da atuação da Fiocruz no enfrentamento da pandemia e na consolidação da base científica e tecnológica dela resultante.

## 2 Metodologia

A prospecção patentária esquematizada na Figura 1 foi realizada com o objetivo de recuperar todas as patentes com titularidade da Fiocruz (Grupo 1) e possibilitar o cálculo do número médio de patentes depositadas anualmente. Inicialmente, a busca concentrou-se no termo “Fundação Oswaldo Cruz” no campo Depositante, com a inserção das variações e truncamentos de acordo com a peculiaridade de cada uma das bases de dados consultadas.

Em seguida, o recorte temporal para data de prioridade a partir de 1<sup>o</sup>/1/2020 foi definido (Grupo 2) e, como recorte temático, as palavras-chave com seus devidos truncamentos, variações e operadores booleanos foram inseridas nos campos Título, Resumo ou Reivindicações (Grupo 3) para viabilizar a identificação específica de patentes relacionadas ao SARS-COV-2. Por fim, as patentes do Grupo 3 foram submetidas à análise de conteúdo, observando-se as tecnologias empregadas e suas reivindicações a fim de categorizar as áreas tecnológicas das patentes (invenções no campo do diagnóstico, tratamento, prevenção ou dispositivos médicos) que visam ao enfrentamento da pandemia causada pelo SARS-COV-2.

**Figura 1** – Racional da prospecção patentária realizada neste trabalho

Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo

A ferramenta comercial Orbit Intelligence®, da Questel, foi a primeira base de dados consultada, visando a obter um panorama geral e a realizar simulações das palavras-chave e dos campos de pesquisa, a fim de validar o método de busca. A base internacional gratuita de acesso público Espacenet, do European Patent Office (EPO), foi pesquisada em seguida, visando a obter um panorama mais abrangente e que pudesse ser reproduzido por qualquer interessado, ainda que sem acesso à base Orbit. Por fim, uma busca na base do escritório de patentes brasileiro, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), foi realizada.

As bases de dados Orbit e Espacenet possibilitam a exportação e a consolidação dos resultados obtidos em banco de dados, além de oferecem gráficos e tabelas automaticamente. A partir dos resultados resgatados nas bases, foram feitas a limpeza e a análise dos dados obtidos. Dessa forma, foi possível visualizar a evolução temporal dos depósitos de patentes e suas prioridades, identificar as principais Classificações Internacionais de Patentes (WIPO, 2022), a abrangência geográfica, os principais inventores, além de possibilitar o mapeamento das redes de colaboração da Fiocruz e seus inventores. A metodologia adotada no presente estudo combina abordagens semelhantes observadas em buscas temáticas realizadas nas bases de dados Orbit, Espacenet e INPI para levantamento de patentes em áreas específicas (MARTINEZ; REIS, 2013; CARVALHO; MELLO; ABDALA JÚNIOR, 2015; SANTOS; JESUS; LIMA JUIZ, 2018; OLIVEIRA, 2020).

### 3 Resultados e Discussão

Um resumo dos resultados das buscas de patentes está apresentado na Tabela 1. A base Espacenet recuperou 206 famílias de patentes, a base Orbit, 212 famílias de patentes, e a base do INPI, 205 patentes (Grupo 1). Entende-se que esse resultado não é divergente, considerando que cada patente depositada no INPI pode ou não gerar uma família de patentes. Ressalta-se ainda que nem todas as patentes da Fiocruz têm prioridade brasileira. Como exemplo, 17 famílias resgatadas pela base Orbit não têm pedido brasileiro e, conseqüentemente, não conseguiriam ser resgatadas na base do INPI.

A Tabela 1 também apresenta uma breve descrição das características das bases consultadas em termos de abrangência territorial e filtro temporal aplicados. Como a abrangência territorial, os filtros temporais disponíveis e a forma de indexação das bases são distintos, espera-se que os resultados obtidos também sejam diferentes, o que reforça a necessidade de serem realizadas buscas em mais de uma base de dados patentários com o objetivo de reduzir o erro intrínseco e de resgatar o máximo de patentes possível relacionado ao tema da busca.

**Tabela 1** – Descrição dos documentos recuperados na busca das patentes da Fiocruz – busca realizada em julho de 2022

	BASES DE DADOS UTILIZADAS		
	ORBIT	ESPAENET	INPI
<b>Tipo de acesso</b>	Privada	Pública	Pública
<b>Cobertura geográfica</b>	>100 países	90 países	Brasil
<b>Filtro temporal da base de dados</b>	A partir de 01/01/2020	01/01/2020 até 31/12/2020	A partir de 01/01/2020
<b>Total de documentos resgatados (Grupo 1)</b>	212 famílias de patente	206 famílias de patente	205 patentes
<b>Total de documentos em sigilo</b>	11	-	11
<b>Total de documentos com prioridade a partir de 2020 (Grupo 2)</b>	26	10*	26
<b>Total de documentos com prioridade a partir de 2020 e referentes à SARS-COV-2 (Grupo 3)</b>	3 famílias de patente	3 famílias de patente	3 patentes

\* A base Espacenet resgatou documentos com prioridade entre 1º/1/2020 e 31/12/2020 somente.

Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo

Após aplicar o filtro temporal, foram identificadas 26 famílias de patentes na base Orbit, 26 patentes na base do INPI e 10 famílias de patentes na base Espacenet (Grupo 2). A discrepância observada na quantidade de famílias resgatadas na base Espacenet em comparação com a base Orbit deve-se ao fato de a base Espacenet não ter resgatado as patentes depositadas em 2021 e 2022, somente apresentando os resultados até 31/12/2020. Na sequência, ao buscar pelas palavras-chave referentes ao SARS-COV-2 (Grupo 3), foram resgatadas três famílias de patentes nas bases Orbit e Espacenet e três patentes na base do INPI. O resultado encontrado representa 11,5% (3/26) de patentes depositadas e já publicadas no período que visam ao enfrentamento da Covid-19 nas áreas de vacinas, tecnologia recombinante, dispositivos e métodos kits diagnóstico (Tabela 2).

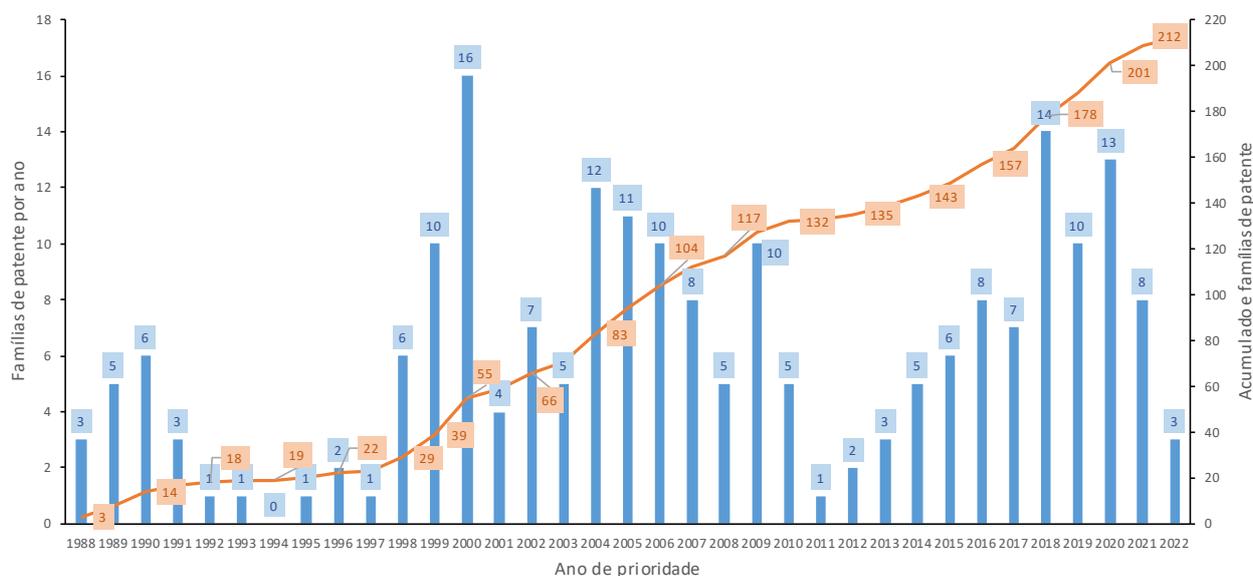
**Tabela 2** – Descrição das patentes da Fiocruz referentes ao SARS-COV-2 recuperadas na busca realizada em julho de 2022

	<b>WO2021/232130 BR 10 2020 010208 7</b>	<b>WO2021/035325 BR 11 2021 021401 1</b>	<b>WO2022/032364 BR 10 2020 016662 0</b>
<b>Título</b>	Construção de ácido nucleico, vírus influenza recombinante, método para preparar um vírus influenza recombinante, composição e uso	Receptáculo proteico, polinucleotídeo, vetor, cassete de expressão, célula, método para produção do receptáculo, método de identificação de patógenos ou de diagnóstico de doenças, uso do receptáculo, e <i>kit</i> diagnóstico	Dispositivo e método de ensaios LAMP que promove a amplificação isotérmica de RNA/DNA aplicada a identificação de patógenos
<b>Códigos CIP</b>	C12N 15/85; 15/24; C12N 7/01; A61K 39/145; C07K 14/54; A61P 31/16; 31/04	C07K 14/435; 19/00; A61K 38/17; 39/005; 39/10; 39/12; 39/35; 39/205; 39/215; C12N 15/12; 15/62; 15/63; G01N 33/566; 33/569	C12Q 1/6844; G01N 21/64; B01L 7/00
<b>Inventores</b>	MACHADO, A.M.V.; MESSIAS, S.G.S.; GONÇALVES, A.P.F.; FAUSTINO, L.P.; PEREIRA, I.A.; DE PAULA, I.E.S.; ARAÚJO, M.S.S.; TAVARES, L.P.; ALVES, P.A.; XAVIER, M.P.; CARDOSO, K.F.; DE CARVALHO, K.R.A.	PROVANCE, JR., D.W.; DURANS, A.M.; PÊGO, P.N.; DE SIMONE, S.G.	NETO, R.L.M.; ALVES, P.A.; NEVES, H.P.; MARTINS, H.R.; AVELAR, B.S.; FREITAS, Â.E.Z.; RODRIGUES, D.L.
<b>Cotitularidade</b>	Não	Não	Não
<b>Categoria</b>	Vacina	Proteína recombinante e <i>kit</i> diagnóstico	Dispositivo e método diagnóstico

Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo

Para fins de representação de alguns resultados, optou-se pela utilização da base Orbit Intelligence®, Questel, devido à sua grande variedade de possibilidades de customização de modelos de gráficos.

A evolução temporal dos depósitos de patentes feitos pela Fiocruz é apresentada no Gráfico 4. A média geral dos últimos 34 anos é de seis depósitos por ano. Entretanto, essa média é maior para os recortes temporais mais recentes, chegando a alcançar uma média de 10 depósitos por ano entre 2017 e 2021. Essa média aumentou a partir de 1998, apresentando um padrão oscilatório, com picos em 2000 (N=16), 2018 (N=14) e 2020 (N=13). O gráfico acumulado das 212 famílias de patentes demonstra que o portfólio de patentes da Fiocruz está em franco crescimento desde 1988.

**Gráfico 4** – Evolução temporal dos depósitos de patentes realizados pela Fiocruz entre 1988 e 2022 (Grupo 1)

Nota: Em azul, o número de famílias de patentes depositadas por ano; em marrom, o número acumulado das famílias de patentes ao longo dos anos

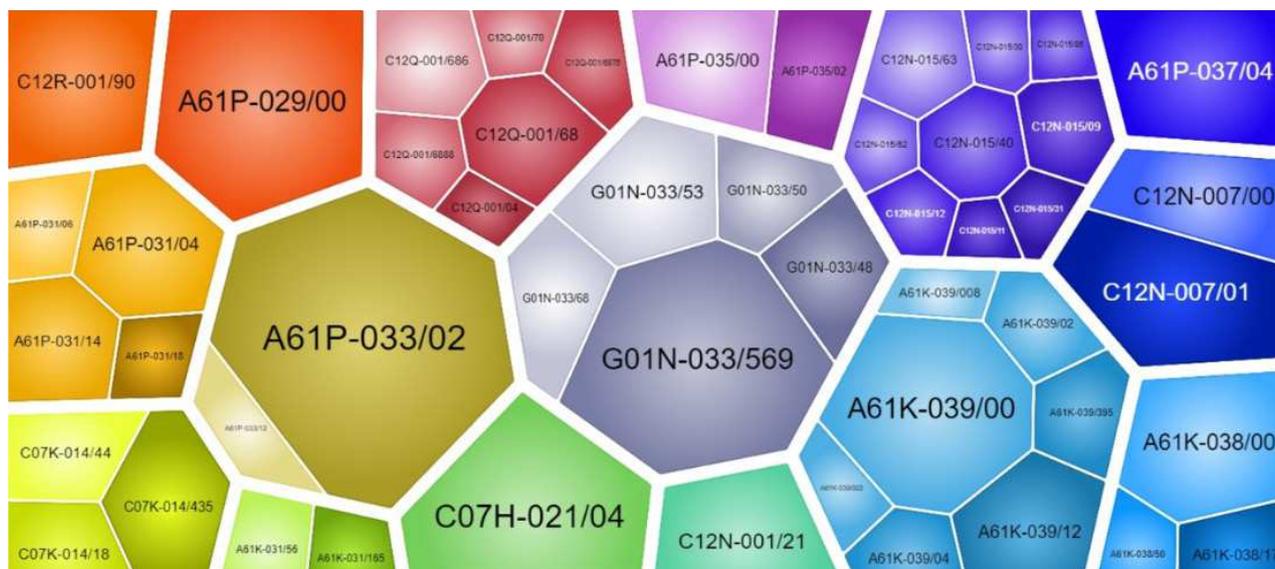
Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo a partir da base Orbit Questel

É possível inferir que o aumento no número de depósitos anuais, observado a partir de 1998, reflete a promulgação da Lei de Propriedade Industrial, Lei n. 9.279/1996 (BRASIL, 1996) e seus desdobramentos internos, como a implantação da política de propriedade intelectual na Fiocruz, no mesmo ano de 1996, e a reformulação estrutural da Coordenação de Gestão Tecnológica (GESTEC), área responsável pela execução da política de propriedade intelectual na instituição, em 1998 (BRAGA; COSTA, 2016). Já o aumento no número dos depósitos observado a partir do ano de 2004, possivelmente, foi fomentado pela promulgação da Lei de Inovação, Lei n. 10.973/2004 (BRASIL, 2004) e fortalecido, a partir de 2016, pelo Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, Lei n. 13.243/2016 (BRASIL, 2016), visto que essas duas legislações favorecem e fortalecem o ambiente de inovação brasileiro.

O último aumento nos depósitos de patente foi observado a partir de 2018, provavelmente devido aos programas de fomento interno e aos editais do programa Inova, promovidos pela Fiocruz. Com investimento de aproximadamente R\$ 135 milhões, o Inova lançou 22 editais entre 2018 e 2021, totalizando 659 projetos que contemplam uma estratégia de fomento para a Fundação, buscando estimular a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação com ações articuladas em todas as áreas de atuação institucional (FIOCRUZ, 2022c). Por fim, ressalta-se que o número de depósitos no ano de 2022 é passível de crescimento, visto que o levantamento apresentado neste estudo foi realizado em julho de 2022 e, portanto, não reflete o número de depósitos dos 12 meses deste ano.

Em relação à Classificação Internacional de Patentes (CIP), o Gráfico 5 apresenta o agrupamento das CIPs em seus grupos principais e subgrupos para o Grupo 1. Um perfil similar foi observado nas invenções dos Grupos 2 e 3, indicando que a Fiocruz tem mantido sua atuação na área de métodos diagnósticos e profiláticos nos últimos anos e que as invenções relacionadas ao SARS-COV-2 aproveitam o conhecimento e a *expertise* consolidada na instituição para gerar produtos que atendem prontamente a demandas de saúde pública.

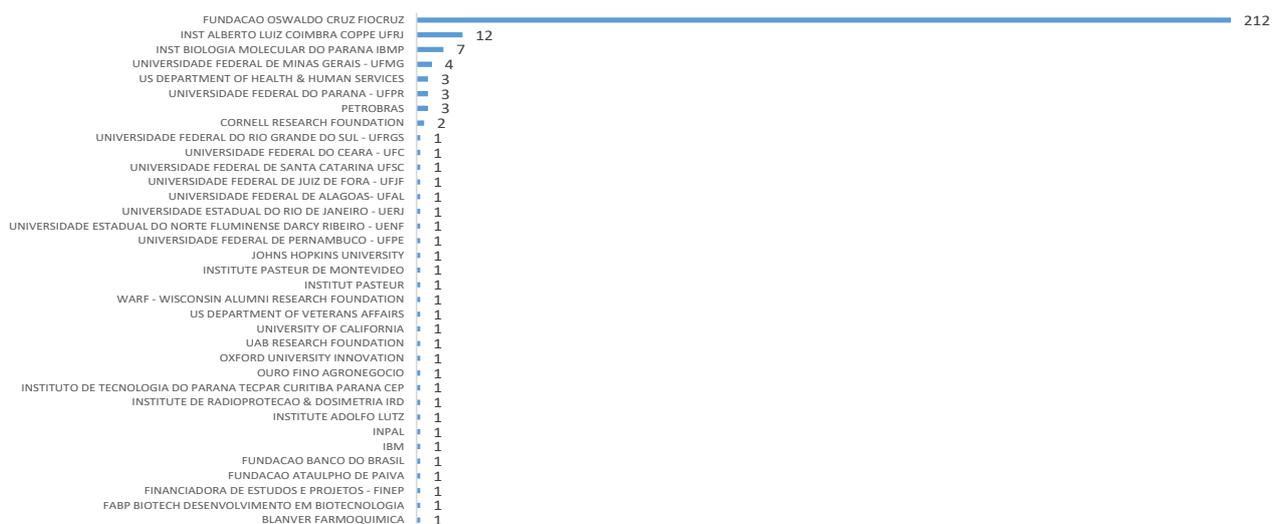
**Gráfico 5** – Agrupamento das classificações internacionais das 212 famílias de patentes da Fiocruz, depositadas entre 1988 e 2022 (Grupo 1)



Fonte: Base Orbit Questel

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (WIPO, 2022), as tecnologias mais patenteadas pela Fiocruz são relacionadas à engenharia genética de microrganismos (C12N-015, N=50), dispositivos, preparações ou métodos da ciência médica ou veterinária contendo antígenos ou anticorpos (A61K-039, N=50), investigação ou análise de materiais por métodos específicos (G01N-033, N=53), processos de medição ou ensaio envolvendo enzimas, ácidos nucleicos ou microrganismos (C12Q-001, N=36) e atividade terapêutica anti-infecciosa ou quimioterapêutica de compostos químicos ou preparações medicinais (A61P-031, N=33), seguidos por derivações que remetem a tecnologias semelhantes.

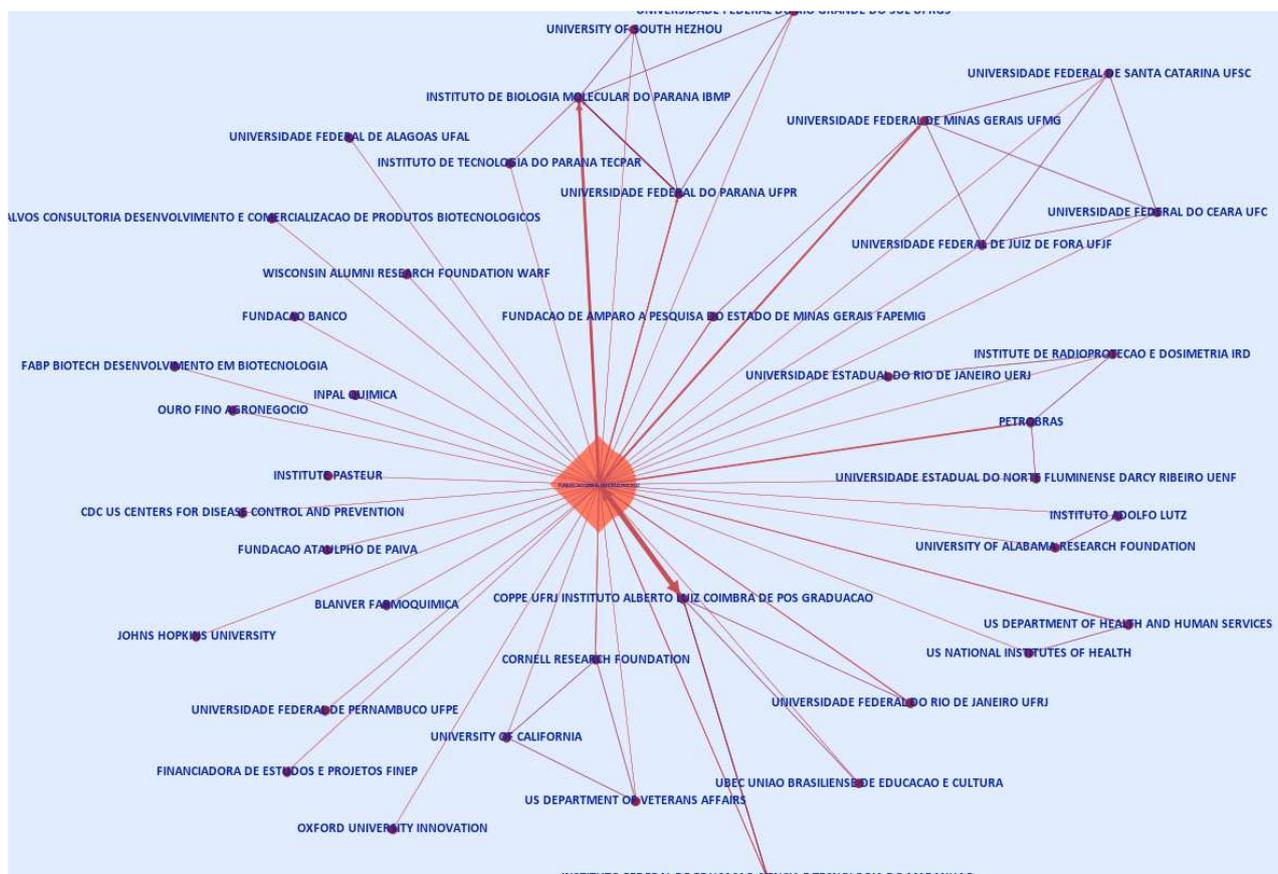
Em relação às parcerias e colaborações, o Gráfico 6 apresenta a lista das 30 instituições que mais colaboraram com a Fiocruz na obtenção das 212 famílias de patentes do Grupo 1. O Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE/UFRJ) é o maior colaborador da Fiocruz, com 12 patentes em cotitularidade, seguido pelo Instituto de Biologia Molecular do Paraná (IBMP) (N=7) e pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (N=4). Colaborações com a Petrobras, a Universidade Federal do Paraná e o Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos resultaram em três invenções cada uma, além de duas patentes em cotitularidade com a Fundação de Pesquisa de Cornell. Ao todo, foram identificadas 41 instituições participando das invenções da Fiocruz.

**Gráfico 6** – Instituições (N=30) que compartilham a titularidade das invenções patenteadas pela Fiocruz

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo a partir da base Orbit Questel

As colaborações e parcerias podem ser melhor visualizadas no Gráfico 7, em que a Fiocruz é ator central nessa rede composta de 41 nós (atores) e 129 arestas (relações colaborativas gerando inovações), com densidade 0,079 e coeficiente de agrupamento médio 0,56. A maioria das cooperações é 1:1, sendo raras aquelas que apresentam mais de duas instituições em uma mesma família. Nesse gráfico, é possível visualizar alguns pequenos *clusters* colaborativos, com participação dos atores mais ativos na rede: COPPE/UFRJ, IBMP, UFMG e Petrobras. Tais indicadores representam uma rede de baixas densidade e conectividade, em que o número atual de ligações é bem menor que o número de ligações totais que poderia existir, assim como o grau de agrupamento dos atores.

**Gráfico 7** – Rede de colaborações da Fiocruz obtida a partir da titularidade das patentes depositadas pela instituição

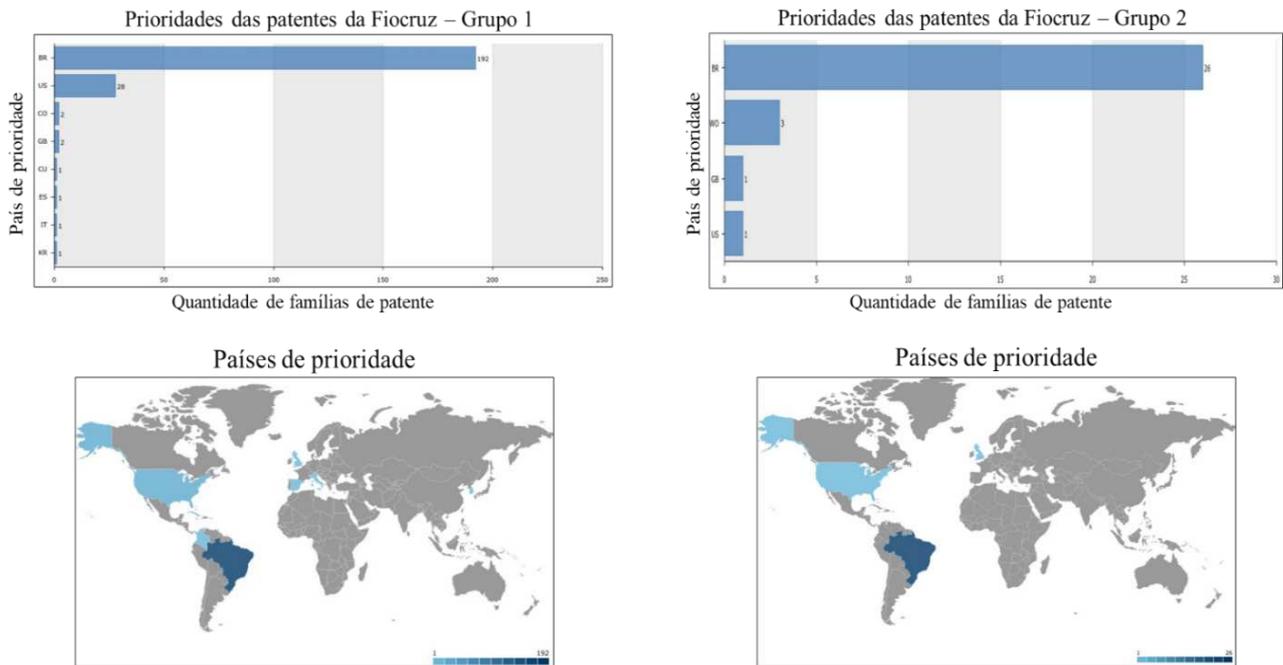


Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo a partir do *software* Gephi®

Em função da Política de Inovação da Fiocruz (FIOCRUZ, 2018), todas as cooperações interinstitucionais que resultam em invenções patenteadas são depositadas por meio de cotitularidade, de forma que não é necessário estender a análise aos inventores para traçar o perfil das redes de colaboração em tecnologias desenvolvidas pela Fiocruz.

Em se tratando dos depósitos prioritários, a Fiocruz tem a sua maioria no Brasil (N=192), mas também em diversos outros países (N=36), que são o resultado das colaborações que a Fundação tem com instituições estrangeiras, que acabam por resultar em cotitularidades nas patentes. Como pode ser observado no Gráfico 8, referente aos resultados do Grupo 1, 28 patentes têm prioridade americana, duas famílias de patente têm prioridade colombiana devido à parceria com a empresa Ourofino Agronegócio; outras duas famílias têm prioridade britânica devido à parceria com a Universidade de Oxford; e outras famílias têm prioridade cubana, espanhola, italiana e coreana. Já no Grupo 2 (N=26), a Fiocruz é a única depositante de 23 famílias de patentes e cotitular de outras três, sendo as instituições cotitulares nessas invenções a Fabp Biotech Desenvolvimento em Biotecnologia, a IBM e a Universidade de Oxford.

**Gráfico 8** – Países em que a Fiocruz tem depósitos prioritários (Grupo 1 – à esquerda; Grupo 2 – à direita): representação numérica e em escala de Mapa Mundi

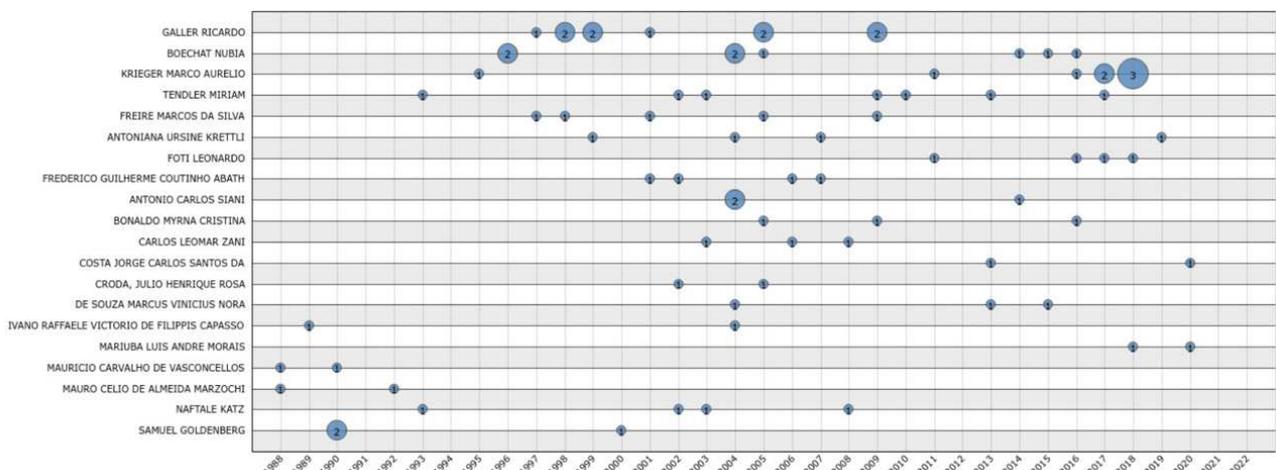


BR: Brasil, US: Estados Unidos, CO: Colômbia, GB: Reino Unido, CU: Cuba, ES: Espanha, IT: Itália, KR: República da Coreia.

Fonte: Base Orbit Questel

Em relação aos inventores mais ativos da Fundação Oswaldo Cruz, no Grupo 1 (N=212), são eles: GALLER (N=10), BOECHAT e KRIEGER (N=8, cada), TENDLER (N=7), conforme pode ser observado no Gráfico 9. As patentes dos Grupos 2 e 3 não apresentam o mesmo perfil dos documentos do Grupo 1 no que diz respeito aos principais inventores e ao estabelecimento de colaborações, representando uma renovação do quadro de pesquisadores, menor concentração de conhecimento e, potencialmente, a manutenção da taxa de crescimento dos depósitos de patentes feitos pela Fiocruz.

**Gráfico 9** – Os 20 principais inventores das patentes da Fiocruz (Grupo 1, exceto patentes em período de sigilo)



Fonte: Base Orbit Questel

Em relação ao período de sigilo, das três bases de patentes consultadas, excetuando-se a base do INPI, apenas a base Orbit foi capaz de resgatar as 11 patentes da Fiocruz que ainda se encontram em período de sigilo. De acordo com o artigo 30 da Lei de Propriedade Industrial, Lei n. 9.279/96 (BRASIL, 1996), esse período é de 18 meses contados da data de depósito ou da prioridade mais antiga, quando houver. Antes desse período, estão disponíveis no *site* do INPI somente a data de depósito, o número do documento e o nome do proprietário da patente. A publicação do pedido poderá ser antecipada caso seja requerida pelo depositante (INPI, 1996).

Diante do exposto, espera-se que a maioria dos pedidos de patentes relacionados ao SARS-COV-2 depositados pela Fiocruz ainda esteja indisponível, o que se torna uma limitação para este estudo. Em casos como esse, para viabilizar um mapeamento e o monitoramento tecnológico e realizar um estudo prospectivo, costuma-se recorrer aos registros de estudos clínicos (para o caso de vacinas e medicamentos, por exemplo), artigos científicos (publicados ou em fase de *preprint*) que apresentem resultados de pesquisa básica, aplicada, ou estudos pré-clínicos e clínicos, *press-releases* divulgados pelas indústrias farmacêuticas, fabricantes de dispositivos médicos e outros atores do setor, combinando diferentes fontes de informações relevantes para inovação em saúde (MARQUES; FONSECA, 2014). Um exemplo desse tipo de abordagem foi relatado recentemente por Medeiros *et al.* (2022), em uma publicação que descreve o processo de prospecção que embasou e direcionou o estabelecimento da vacina brasileira contra a Covid-19 desenvolvida pela Universidade de Oxford em parceria com farmacêutica AstraZeneca e licenciada para produção nacional pela Fiocruz.

Apesar da limitação apresentada, é possível verificar que o número de patentes em sigilo (N=11) está dentro da média de depósitos da instituição nos últimos anos. Portanto, os resultados do presente estudo, ainda que não possam ser extensivamente conclusivos, indicam que não houve impacto significativo da pandemia da Covid-19 no número de invenções patenteadas pela Fiocruz. Porém, a hipótese do aumento na velocidade de desenvolvimento das inovações pode ser cogitada, uma vez que a instituição direcionou seus esforços de pesquisa, desenvolvimento e produção para o enfrentamento da pandemia. Os projetos institucionais com outros temas foram interrompidos em 2020, de forma que os recursos disponíveis fossem dedicados às ações que se consolidaram, desde então, para combater o cenário de emergência pública (MEDEIROS *et al.*, 2022).

Essa hipótese poderá ser comprovada à medida que as informações dos depósitos em sigilo se tornem disponíveis nos próximos meses, permitindo confirmar se um total de 14 patentes da Fiocruz (três já publicadas e 11 em sigilo) são derivadas ou aplicadas à Covid-19, representando uma contribuição percentual de 53,84% (14/26) das patentes depositadas no período de 2020-2022, de forma a comprovar os esforços realizados pela Fiocruz visando ao enfrentamento da Covid-19 em nosso país.

A Fiocruz vem há algum tempo promovendo a sensibilização dos pesquisadores e gestores sobre a importância do patenteamento de invenções, formalizando e sistematizando os processos de apoio a essa atividade, bem como instrumentalizando seus colaboradores com conhecimento sobre métodos, ferramentas e processos relacionados à proteção da propriedade intelectual. Todas essas ações são fomentadas pela Política de Inovação da Fiocruz, publicada em 2018 (FIOCRUZ, 2018). Como resultado da Política de Inovação, observa-se uma tendência de crescimento no número de depósitos de patentes pela Fiocruz, especialmente nos últimos 20 anos, como pode ser observado nos resultados aqui apresentados. Considerando a série

histórica da Fiocruz, estima-se que as 11 patentes em sigilo serão convertidas em invenções protegidas nos próximos anos.

Por outro lado, a consolidação dos NITs, atuando em modelos de gestão sistêmicos e integrados, tornam sua atuação mais eficaz, resultando em excelência, sustentabilidade e competitividade das organizações. Esses núcleos atuam em ambientes de desafios, de complexidade e de constante transformação, que exigem atuação ágil, flexível e ações de melhoria contínua (REINA; THOMAZ; MAGALHÃES, 2021). Assim como está acontecendo em outras ICTs, esse processo está trazendo benefícios para a Fiocruz, já que amplia a sua representatividade no campo da proteção das invenções geradas na instituição.

Assim, o número de patentes depositadas entre 2020-2022 pode ser considerado indicador relevante e positivo da contribuição da Fiocruz no estabelecimento da base científico-tecnológica relacionada ao SARS-COV-2 e à Covid-19, bem como do legado institucional para a população brasileira no que diz respeito à conversão de investimentos realizados em ativos tecnológicos e financeiros mensuráveis.

## 4 Considerações Finais

Os resultados deste trabalho permitem evidenciar que a média anual de depósitos de patente realizados pela Fiocruz apresenta um padrão oscilatório, sem acréscimo significativo no período de 2020 a 2021. Dessa forma, não é possível garantir que o número de patentes relacionadas à Covid-19 acompanhou a tendência de aumento no número de depósitos sobre o tema devido ao período de sigilo patentário de 18 meses, que impossibilita o acesso à patente na sua integralidade. Sendo essa a limitação do presente trabalho, recomenda-se a realização de estudos posteriores para superar o obstáculo do período de sigilo, permitindo evidenciar, de forma mais conclusiva, se o número e o perfil das patentes depositadas pela Fiocruz foram estimulados pela pandemia provocada pelo SARS-COV-2, ou que dela foram derivados. A concentração dos esforços institucionais no enfrentamento da emergência pública pode ter contribuído para a rápida conversão da pesquisa e desenvolvimento em inovação, impulsionada também pelas modernas tecnologias à disposição da área científica e médica, ferramentas de interação colaborativa e base de conhecimento consolidado na instituição.

Em relação às tecnologias desenvolvidas na Fiocruz, as três patentes depositadas no período de 2020 a 2021 e já publicadas não promoveram uma alteração do perfil das patentes depositadas pela Fundação, pois se referem a métodos diagnósticos e profiláticos, que são as principais invenções originadas na instituição com propriedade industrial protegida.

Apesar dos aspectos próprios no que diz respeito à abrangência geográfica, os depósitos internacionais continuam acontecendo em cerca de 17% (36/212) das invenções da Fiocruz. Apesar de as três famílias de patentes do Grupo 3, que já estão publicadas, não terem sido desenvolvidas por meio de colaborações externas, conclui-se que o perfil colaborativo da instituição não sofreu alterações, visto que, das 11 patentes que se encontram em sigilo, duas delas (18%) foram desenvolvidas em colaborações externas: uma delas é proveniente da parceria da Fiocruz com a Fabp Biotech e a outra é proveniente da parceria da Fiocruz com a COPPE/UFRJ e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.

Entende-se que estudos posteriores visando a monitorar o desempenho institucional e a gerar indicadores de produtividade são importantes para avaliação de políticas internas e do posicionamento de uma ICT em relação aos seus pares em contextos nacionais e internacionais. Resultados importantes de estudos desse tipo incluem a taxa de conversão de investimentos em P&D em resultados, o entendimento sobre a concentração do conhecimento dentro da instituição (indicada, por exemplo, pelo número de inventores listados nas patentes e/ou autores de publicações em relação ao número de pesquisadores ativos) e inferências acerca das redes colaborativas, indicando em que medida seus atores estão engajados em iniciativas de inovação aberta.

Ressalta-se que, ainda que exista alguma resistência em relação à estratégia de proteção de invenções baseadas em patenteamento, muitas delas baseadas no sistema patentário brasileiro, restritivo e lento em comparação ao de outros países, além da expectativa de direito obtida no momento do depósito, mesmo que a concessão da patente aconteça após longo tempo, é preciso lembrar que as patentes são ativos intangíveis valiosos e como fontes de informação tecnológica de grande relevância no contexto da disseminação do conhecimento e na competitividade das instituições, com implicações reconhecidas no desempenho de um país no cenário científico e tecnológico mundial.

Portanto, a partir das evidências reunidas neste trabalho, ações internas para consolidação da Política de Inovação podem ser embasadas, estimulando os pesquisadores a utilizarem amplamente o sistema de apoio já instituído na Fundação por meio do sistema Gestec-NIT e fortalecendo ainda mais o posicionamento da Fiocruz como instituição inovadora, de atuação nacional e mundial.

## 5 Perspectivas Futuras

Em função das limitações ora apresentadas, estudos posteriores são recomendados para ultrapassar o obstáculo do período de sigilo patentário de 18 meses. Tal abordagem poderá evidenciar, de forma mais conclusiva, o número e perfil de patentes depositadas pela Fiocruz que tenham sido estimuladas pela pandemia provocada pelo SARS-COV-2, ou que dela tenham derivado.

Outra avaliação relevante pode incluir não somente as patentes depositadas pela Fiocruz, mas por outras instituições brasileiras com participação reconhecida nas ações relacionadas à Covid-19, permitindo um mapeamento do desempenho nacional no cenário mundial. De forma complementar, futuras pesquisas poderão incluir buscas em bases de dados diversas das utilizadas neste trabalho, ampliando a investigação, na tentativa de se estabelecer uma relação entre as publicações científicas e os pedidos de patentes relacionados ao SARS-COV-2, a exemplo de Oliveira (2020).

Uma terceira abordagem possível seria a realização de estudo visando a pavimentar uma relação entre os pesquisadores atualmente ativos na Fiocruz com inventores de outras ICTs que atuem nas mesmas linhas de pesquisa, de forma a complementar atividades em andamento e a aumentar o potencial conjunto de inovação, ampliando e fortalecendo redes de parcerias colaborativas. Tais desdobramentos, que podem surgir a partir de análise de publicações científicas, patentes, currículos e grupos de pesquisa registrados nas bases do Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), podem ser impulsionadores do ecossistema nacional de inovação em saúde e, conseqüentemente, podem resultar em influência positiva no contexto internacional.

## Referências

AMARAL, R. M.; MELO, J. R. F. The priority procedure for patents by science and technology institutions as a Strategic Process for national industrial property. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 10, n. 12, p. e300101220421, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20421>.

AVIV-REUVEN, S.; ROSENFELD, A. Publication patterns' changes due to the COVID-19 pandemic: a longitudinal and short-term scientometric analysis. **Scientometrics**, [s.l.], v. 126, p. 6.761-6.784, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-021-04059-x>.

BRAGA, P. S. C.; COSTA, L. S. A implantação de um núcleo de inovação tecnológica: a experiência da Fiocruz. **RECIIS – Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 1-15, out.-dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v10i4.1086>.

BRASIL. **Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm). Acesso em: 16 jul. 2022.

BRASIL. **Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. [Internet]. Brasília (DF), 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm). Acesso em: 16 jul. 2022.

BRASIL. **Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. [Internet]. Brasília (DF); 2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm). Acesso em: 16 jul. 2022.

CARVALHO, C. L. C.; MELLO, M. M.; ABDALA JÚNIOR, S. M. Panorama mundial de patentes publicadas entre 2008 e 2012 com foco em leishmaniose. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 8, n. 3, p. 459-468, jul.-set. 2015. DOI: <https://doi.org/10.9771/s.cprosp.2015.008.051>.

ESPAENET. [**Ferramenta de busca de dados patentários – Internet**]. ©European Patent Office. 2022. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/>. Acesso em: 20 jul. 2022.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Depósitos de patentes realizados pela Fiocruz até julho de 2022**. GESTEC – Coordenação de Gestão Tecnológica. Comunicação interna. [2022a].

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Observatório Covid-19**. [2022b]. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/observatorio-covid-19>. Acesso em: 1º jul. 2022.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Relatório de atividades do Programa Inova Fiocruz**. [2022c]. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/programa-inova-fiocruz-apresenta-relatorio-de-atividades>. Acesso em 27 out. 2022.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Política de Inovação da Fiocruz**. [2018]. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/documento/politica-de-inovacao-da-fiocruz>. Acesso em: 16 jul. 2022.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. [**Ferramenta de busca de dados patentários – Internet**]. 1996. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchAvancado.jsp>. Acesso em: 20 jul. 2022.

JOHN HOPKINS UNIVERSITY. **COVID-19 Dashboard**. 2022. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Acesso em: 30 jun. 2022.

LITCOVID. **National Center for Biotechnology Information**. 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/research/coronavirus/>. Acesso em: 30 jun. 2022.

MARQUES, C. F. S.; FONSECA, M. V. A. Fontes de informação tecnológica em biotecnologia: variedade, confiabilidade e uso por sistemas de informação, organizações e grupos de pesquisa. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 7, n. 2, p. 164-177, abr.-jun. 2014. DOI: <https://doi.org/10.9771/S.CPROSP.2014.007.018>.

MARTINEZ, M. E. M.; REIS, K. Mapeamento das tecnologias sobre vacinas para meningite por meio de documentos patentários. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 6, n. 2, p. 239-248, 2013. DOI: <https://doi.org/10.9771/cp.v6i2.11449>.

MEDEIROS, M. Z. *et al.* (org.). **A primeira vacina 100% brasileira contra a Covid-19: a conquista de Bio-Manguinhos/Fiocruz**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz/Bio-Manguinhos, 2022. 366p. DOI: [https://doi.org/10.35259/vacinacovid.2022\\_52830](https://doi.org/10.35259/vacinacovid.2022_52830).

MIRANDA, D. *et al.* Propriedade Intelectual no Brasil: Evolução e impacto dos Núcleos de Inovação Tecnológica. In: 8<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGICAL INNOVATION, Aracaju, SE, 20 a 22/09/ 2017, v. 8, n. 1, p. 370-379. **Anais [...]**. Aracaju, SE, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7198/S2318-3403201700080039>.

NCBI – NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. [2022]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/research/coronavirus/>. Acesso em: 30 jun. 2022.

OLIVEIRA, E. H. A. Coronavírus: prospecção científica e tecnológica dos fármacos em estudo para tratamento da Covid-19. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, Edição Especial, n. 2, p. 412-423, abril, 2020. DOI: <https://doi.org/10.9771/cp.v13i2.36153>.

ORBIT INTELLIGENCE. [**Ferramenta de busca de dados patentários – Internet**]. ©Questel. 2022. Disponível em: [www.orbit.com](http://www.orbit.com). Acesso em: 20 jul. 2022.

REINA, M. C. T.; THOMAZ, C. A.; MAGALHÃES, J. L. Análise da Gestão dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs): um diagnóstico empresarial usando o modelo de excelência em gestão para inovação organizacional. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 732-749, setembro, 2021. DOI: <https://doi.org/10.9771/cp.v14i3.36270>.

RICCABONI, M.; VERGINER, L. The impact of the COVID-19 pandemic on scientific research in the life sciences. **PLoS ONE**, [s.l.], v. 17, n. 2, p. e0263001, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263001>.

SANTOS, J. R.; JESUS, C. A.; LIMA JUIZ, P. J. Tendências no mercado em tecnologias para erradicação do *Aedes aegypti*, sob enfoque de patente. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, Edição Especial, p. 545-555, 2018. DOI: <https://doi.org/10.9771/cp.v11i0.27232>.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **International Patent Classification (IPC)**. 2022. Disponível em: <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>. Acesso em: 21 jul. 2022.

YU, Y. *et al.* A bibliometric analysis using VOSviewer of publications on COVID-19. **Ann. Transl. Med**, [s.l.], v. 8, n. 13, p. 816, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21037/atm-20-4235>.

## Sobre as Autoras

### **Christiane de Fátima Silva Marques**

*E-mail:* [cmarques@bio.fiocruz.br](mailto:cmarques@bio.fiocruz.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5801-7628>

Doutora em Engenharia de Produção, área de Gestão e Inovação, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2017.

Endereço profissional: Bio-Manguinhos/Fiocruz, Avenida Brasil, n. 4.365, Pavilhão Rocha Lima, 6º andar, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 21040-900.

### **Lívia Rubatino de Faria**

*E-mail:* [livia.faria@bio.fiocruz.br](mailto:livia.faria@bio.fiocruz.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2908-911X>

Mestre em Tecnologia de Imunobiológicos, por Bio-Manguinhos, Fiocruz, em 2013.

Endereço profissional: Bio-Manguinhos/Fiocruz, Avenida Brasil, n. 4.365, Prédio Administrativo Vinícius da Fonseca, 5º andar, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 21040-900.

# **Análise de Projetos de Pesquisa com Foco em Inteligência Artificial e Tecnologias Digitais para Combater a COVID-19**

## *Analysis of Research Projects Focusing on Artificial Intelligence and Digital Technologies to Fight COVID-19*

*Karla Susiane dos Santos Pereira<sup>1</sup>*

*Daniel Reis Armond de Melo<sup>1</sup>*

*Dalton Chaves Vilela Junior<sup>1</sup>*

*Lana Gonçalves Rodrigues<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil

### **Resumo**

Em 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a pandemia da COVID-19 como emergência de saúde pública internacional. Surgiram investimentos de vários países e continentes em projetos de pesquisa e inovação tecnológica com o objetivo de mitigar essa problemática global. Este artigo pretende avaliar os projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) referentes às soluções de combate à COVID-19 que utilizam Inteligência Artificial (IA) e tecnologias relacionadas e que receberam financiamento no período de 2020 a 2022, além dos que foram registrados na plataforma Orbit Insight. Em relação aos executores dos projetos, identificou-se que 50% são empresas, 23% são institutos, 20% são universidades e 7% fazem parte do governo dos Estados Unidos. Em relação aos países que mais investiram, 57,14% são financiadores da Comissão Europeia e 42,86% são dos Estados Unidos.

Palavras-chave: COVID-19. Pesquisa e Inovação. Tecnologia.

### **Abstract**

In 2020, the World Health Organization declared that the COVID-19 pandemic become a public health emergency of international concern. Thus, investments from various countries and continents have emerged in research projects and technological innovation aimed at mitigating this global problem. This article aims to evaluate the Science, Technology and Innovation (ST&I) projects concerning solutions using Artificial Intelligence (IA) and related technology to fight COVID-19 that received funding in the period from 2020 to 2022 and were registered on the Orbit Insight platform. Regarding the institutions responsible for the projects, 50% are companies, 23% are institutes, 20% are universities, and 7% are from the United States government. Regarding the countries that have invested the most, 57.14% are funded by the European Commission and 42.86% are funded by the United States.

Keywords: COVID-19. Research and Innovation. Technology.

Área Tecnológica: Desenvolvimento de Sistemas. Dispositivos Eletrônicos. Suporte Tecnológico.



# 1 Introdução

Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) formalizou que a propagação do coronavírus ou da *Coronavirus disease 2019* (COVID-19) já se encontrava em estágio de pandemia e que se tratava de uma emergência de saúde pública de interesse internacional (AMORIM; SALLES; GRECCO, 2022). Diversos países buscaram coordenar iniciativas de pesquisa internamente e também por meio de redes internacionais. Muitos desses esforços estão representados pelos vários editais para financiamento de pesquisas científicas e tecnológicas.

Dessa forma, surgiram investimentos de vários países e continentes em projetos de pesquisa e inovação tecnológica com o objetivo de mitigar essa problemática global, uma vez que a saída dessa crise sanitária, econômica e social estava associada à capacidade de produção de conhecimento e novas tecnologias.

Entre essas tecnologias de suporte, estão a IA e suas aplicações de identificação, triagem e diagnóstico do vírus, reaproveitamento ou reposicionamento de medicamentos, e previsão de novos focos de epidemia, podendo ainda ser combinada com dispositivos digitais como *Internet of Things* (IoT, Internet das Coisas), robótica, etc.

Chang *et al.* (2021) afirmam que a tecnologia de IA está gradualmente saindo do laboratório em direção às aplicações clínicas e de saúde pública, a exemplo de análises inteligentes de extensos dados médicos e alertas precoces de epidemias. Todavia, para que essas soluções cheguem ao mercado e à sociedade, são necessários que sejam realizados investimentos em PD&I. Uma maneira de analisar essa perspectiva é por meio da análise dos projetos de pesquisa financiados por organizações e governos.

Nos Estados Unidos e no Reino Unido, desde o início da pandemia, os investimentos dessa natureza foram focados diretamente em Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI). Na Alemanha e no Canadá, os investimentos foram para auxiliar empresas com soluções que minimizassem os impactos da COVID-19. Os contextos citados eram diferentes do que acontecia no Brasil que não tinha uma estratégia de longo prazo definida para enfrentar a pandemia. A comunidade científica prestou assessorias sobre estratégias de curto prazo envolvendo medidas de isolamento social para governos estaduais (IPEA, 2020).

Conforme aponta a Nota Técnica de n. 64 do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), datada de maio de 2020, existiam muitas perguntas em relação à doença ainda sem respostas, desde questões epidemiológicas até protocolos mais eficientes de tratamento e prevenção (DE NEGRI; KOELLER, 2020).

Todas essas questões necessitam de um esforço de pesquisa e de inovação muito grande e ágil, para que possam dar respostas em tempo de minimizar os efeitos da crise na sociedade. Por essa razão, muitos governos estão coordenando iniciativas, alocando recursos adicionais para fomentar a pesquisa e a inovação, mobilizando universidades, instituições de pesquisa e empresas, e definindo prioridades de pesquisa adequadas às suas realidades. (DE NEGRI; KOELLER, 2020, p. 7)

Em relação aos investimentos nas ações de PD&I adotadas pelos países para fazer frente à crise da COVID-19 em 2020, a Tabela 1 mostra que o Canadá investiu 11,8% de seu orçamento federal em PD&I, seguido do Reino Unido com destinação de 10,8% do seu orçamento e 6,3% da Alemanha.

**Tabela 1** – Investimentos dos países em PD&I frente à pandemia da COVID-19

AÇÃO ADOTADA	ESTADOS UNIDOS	REINO UNIDO	CANADÁ	ALEMANHA	BRASIL
Em moeda local (bilhões)	6,1	1,31-1,35	1,3	2,1	0,47
Novos recursos para PD&I					
Em US\$ (bilhões)	6,1	1,66-1,72	0,97	2,34	0,10
Orçamento federal em P&D (%)	4,1	10,8	11,8	6,3	1,8

Fonte: De Negri e Koeller (2020, p. 18)

De modo geral, os países têm colocado recursos significativos na pesquisa sobre a doença. No Reino Unido e no Canadá, esses recursos equivalem a mais de 10% de todo o investimento federal realizado em P&D no último ano disponível. Nos Estados Unidos, embora os investimentos representem pouco mais de 4% do vultoso orçamento federal em P&D, são significativos em termos absolutos e todo esse esforço está sendo feito em pesquisas relacionadas à doença. (DE NEGRI; KOELLER, 2020, p. 7)

A OMS e as organizações multilaterais de pesquisa passaram a encabeçar um movimento de coordenação internacional de pesquisas sobre a COVID-19. A União Europeia (UE) também traçou estratégias afirmando que pesquisas e ações seriam essenciais para que a UE pudesse dar uma resposta coordenada para a ameaça à saúde pública da COVID-19. A UE buscou investimentos públicos e privados para alinhar os fluxos de financiamento e investimento para mitigar essa situação pandêmica.

De acordo com Arjona e Samson (2020), a UE promoveu iniciativas em prol da recuperação europeia frente à pandemia. Algumas estão listadas a seguir:

- a) *Covid19 data platform*: para rápida coleta e compartilhamento de dados de pesquisa disponíveis. A plataforma faz parte da ação *ERAvsCorona Plan* e tornou-se um marco nos esforços da UE para apoiar pesquisadores na Europa e em todo o mundo na luta contra o surto da COVID-19.
- b) *Horizon 2020 Green Deal*: para promover uma sociedade justa e sustentável. Essa chamada apresentou um orçamento estimado em cerca de €1 bilhão para abordar as principais prioridades do Pacto Ecológico Europeu e estabelecer um caminho para iniciativas adicionais de pesquisa e inovação no contexto europeu.
- c) *Innovative Health Initiative*: para a integração de tecnologias intersetoriais, *know-how*, produtos, serviços e fluxos de trabalho para cuidados de saúde centrados nas pessoas.

Diante de tantas iniciativas envolvendo a comunidade científica, outra frente de pesquisa entrou em ação: a análise dos dados sobre a produção científica e tecnológica sobre COVID-19. O Quadro 1 mostra quais itens foram utilizados pelos autores nessa investigação.

**Quadro 1** – Análise dos dados sobre a produção científica e tecnológica sobre COVID-19

AUTOR(ES)	OBJETO DE ESTUDO DO ARTIGO	ITENS AVALIADOS
Fry <i>et al.</i> (2020)	Padrões de colaboração internacional no estágio inicial de pesquisas sobre COVID-19.	1) Padrões de publicação e números; 2) Padrões de financiamento público para comparar o período antes da COVID-19 e o período de crise da COVID-19; 3) A estrutura das equipes científicas; 4) Medidas de qualidade de publicações formais; 5) Padrões colaborativos em nível internacional; 6) Colaborações em rede em nível internacional.
Golinelli <i>et al.</i> (2020)	Descrição das soluções digitais que foram relatadas na literatura científica para mitigar o impacto da COVID-19, na fase inicial, em indivíduos e nos sistemas de saúde.	Classificação das tecnologias digitais e serviços de saúde (metas do sistema de saúde, grau de inovação e escalabilidade para outras áreas geográficas).
Abd-Alrazaq <i>et al.</i> (2021)	Visão geral das tecnologias, implementadas durante a primeira onda da pandemia da COVID-19.	1) Características dos estudos (mês, tipo e país de publicação); 2) Característica das tecnologias (tipo geral, finalidade, tipo de desenvolvimento, redes sociais e plataformas de videoconferência, público-alvo, condição de saúde, local de aplicação da tecnologia, conectividade da internet, modo).
Oliveira <i>et al.</i> (2021)	Base de dados de artigos indexados na Web of Science (WOS).	1) Ritmo da produção científica sobre COVID-19, 2) Países e institutos de pesquisa, 3) <i>Journals</i> e categorias, 4) Citações, 5) Termos mais frequentes, 6) Contribuição nacional.

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

Em relação à produção científica de forma geral como resposta à pandemia da COVID-19, destacam-se os autores Fry *et al.* (2020) e Oliveira *et al.* (2021). Fry *et al.* (2020) avaliaram as tendências da colaboração internacional durante os primeiros meses da pandemia da COVID-19 a partir da comparação de medidas de colaboração em período anterior à COVID-19 e período de crise da pandemia. Essa avaliação utilizou um conjunto de dados completos de artigos científicos sobre pesquisas relacionadas ao coronavírus entre 1º de janeiro de 2018 e 23 de abril de 2020 extraídos do Clarivate Web of Science (WOS), Elsevier Scopus e materiais de origem PMC extraídos do COVID-19 (COVID-19 conjunto de dados de pesquisa aberta). A complementação dos dados de artigos publicados e analisados, entre 1º de janeiro e 23 de abril de 2020 do *bioRxiv.org*, *medRxiv.org* e *arXiv.org*, foi obtida do banco de dados *Dimensions*.

Fry *et al.* (2020) alegam que a China assumiu a liderança em publicações de pesquisa durante o período da COVID-19, com a porcentagem de artigos chineses crescendo para 39 de 22% antes do surto, enquanto a produção dos Estados Unidos caiu na produção total durante o período COVID-19. Identificou-se que, durante o período da COVID-19, as agências chinesas foram consideradas fonte de financiamento de trabalhos publicados durante a pandemia. Os financiadores que mais investiram foram a Fundação Nacional de Ciências Naturais da

China (NSFC), o Ministério da Ciência e Tecnologia da China (MOST), o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento-Chave da China, Programa Nacional de Pesquisa Básica da China, Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Alta Tecnologia da China. Os Estados Unidos, por meio do Departamento de Saúde dos Estados, que inclui os Institutos Nacionais de Saúde e suas afiliadas agências de financiamento, tornou-se o terceiro financiador mais citado durante a COVID-19.

Já Oliveira *et al.* (2021) desenvolveram uma base de dados de artigos indexados na WOS de 24 de janeiro até 13 de dezembro de 2020 com o objetivo de compreender o impacto científico da resposta à pandemia. Em relação aos países, 12 responderam por cerca de 95% da produção científica mundial sobre COVID-19 (Estados Unidos, China, Itália, Inglaterra, Índia, Canadá, Alemanha, Espanha, Austrália, Brasil, Irã e Turquia). Em relação aos institutos de pesquisa, os mais produtivos foram a Universidade de Harvard, a Universidade de Londres, o Sistema da Universidade da Califórnia, a Universidade Huazhong de Ciência e Tecnologia e Harvard Faculdade de Medicina. Das 25 organizações mais produtivas nos primeiros seis meses, a maioria era dos EUA (13) e da Inglaterra (4).

Em relação às categorias, foram destacadas: medicina (geral e interna), saúde ocupacional ambiental pública, doenças infecciosas, cardiologia e cirurgia, entre outros. Em relação ao conteúdo do título, os termos mais frequentes incluíram: impacto, clínico, caso, resposta, risco, gestão, tratamento, testes, imunidade/imunologia, câncer e saúde mental.

Em relação à produção científica advinda da implementação de soluções digitais e uso de tecnologias na pandemia da COVID-19, destacam-se os autores Golinelli *et al.* (2020) e Abd-Alrazaq *et al.* (2021). Golinelli *et al.* (2020), que conduziram uma revisão sistemática de literatura relacionada à fase inicial da COVID-19 (de 1º de janeiro a 30 de abril de 2020) buscando no sistema MEDLINE e no MEDRXIV trabalhos que apresentavam tecnologias digitais em resposta à pandemia. Foram identificados 269 trabalhos. A maioria dos artigos selecionados abordou o uso de tecnologias digitais para diagnóstico, vigilância e prevenção. Essas soluções digitais e tecnologias inovadoras foram propostas para o diagnóstico da COVID-19. Em particular, nos artigos revisados, sugestões foram elencadas sobre o uso de ferramentas baseadas em IA para o diagnóstico e triagem da COVID-19. Entre essas soluções, foram relatadas ferramentas de IA para diagnóstico, análise de *big data* e rastreamento móvel para vigilância e prevenção, e telemedicina e telessaúde, que se mostraram ferramentas transversais para diagnóstico, prevenção e tratamento.

Abd-Alrazaq *et al.* (2021) realizaram uma revisão de estudos, no dia 14 de agosto de 2020, com foco em tecnologias ou ferramentas digitais implementadas durante a COVID-19 para fornecer serviços relacionados à saúde (por exemplo, consultas, diagnóstico e acompanhamento), independentemente da condição de saúde, de usuário ou do ambiente-alvo. As bases utilizadas foram: Medline (via Ovid), Embase (via Ovid), PsycInfo (via Ovid), Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM Library, e Google Scholar.

Dos 7.374 trabalhos recuperados, 126 foram considerados elegíveis. A telemedicina foi a tecnologia mais comum implementada na primeira onda da pandemia da COVID-19, e o modo mais comum de telemedicina foi a síncrona. A finalidade mais comum das tecnologias foi a consulta, seguida pelo acompanhamento dos pacientes e o monitoramento do estado de saúde. Zoom e WhatsApp foram as plataformas de videoconferência e mídia social mais usadas, respectivamente. Tanto os profissionais de saúde quanto os consumidores de saúde foram o público-alvo mais comum. A condição de saúde mais frequentemente visada foi COVID-19, seguida por quaisquer

condições de saúde física e condições de saúde mental. As tecnologias eram baseadas na *Web* em 84,1% dos estudos. As tecnologias eram utilizadas por meio de 11 modos, sendo os mais comuns aplicativos móveis, aplicativos de *desktop*, chamadas telefônicas e *Websites*.

Roberts *et al.* (2021) revisaram 62 estudos sobre aplicações de IA (*Machine Learning (ML)* ou Aprendizagem de Máquina especificamente) por meio de revisão sistemática. Os autores concluíram que, apesar dos enormes esforços dos pesquisadores para desenvolver modelos de ML para diagnóstico e prognóstico da COVID-19, foram encontradas diversas falhas metodológicas e muitos vieses em toda a literatura, levando-os a considerar os desempenhos relatados nos estudos como altamente otimistas. Entre as falhas relatadas pelos autores, é possível citar: (1) manuscritos insuficientemente documentados descrevendo um método reproduzível; (2) nenhum método que segue as melhores práticas para desenvolver um modelo de ML; e (3) validação externa insuficiente para justificar a aplicabilidade mais ampla do método. Como ficou demonstrado, diversos estudos focaram em soluções para a COVID-19 publicadas em periódicos científicos. Todavia, Bullock *et al.* (2020) e Lalmuanawma, Hussain e Chhakchhuak (2020) apontaram que poucas soluções encontradas por meio de revisão de literatura apresentaram maturidade operacional. Por isso, é importante definir um roteiro alternativo de pesquisa sobre as implementações de IA e suas aplicações em tecnologias ou ferramentas digitais de modo a entender como essa tecnologia pode contribuir tanto no curto prazo quanto ajudar a combater futuras pandemias.

As soluções propostas se encontram, em sua maioria, em níveis baixos de *Technology Readiness Level (TRL)*, devido ao fato de elas terem sido propostas há um período curto de tempo. A evolução dos projetos para atingir o mercado requer evolução em sua maturidade e precisa seguir critérios confiáveis, responsáveis, robustos, éticos e específicos para aplicações de IA antes de serem disponibilizados para a ampla utilização. Os critérios utilizados para esse tipo de solução precisam considerar os riscos envolvidos na dinâmica de aprendizado da solução e o desafio de evitar comportamentos não confiáveis decorrentes das soluções propostas (LAVIN *et al.*, 2022).

Nesse sentido, diferentemente das abordagens das pesquisas citadas anteriormente, focadas principalmente na revisão de trabalhos publicados em periódicos, este artigo tem por objetivo avaliar os projetos de pesquisa e inovação tecnológica extraídos da plataforma Orbit Insight por meio dos itens: i) investimentos; ii) financiadores; iii) países; iv) organizações; v) categorias; e vi) repositórios, para estabelecer uma visão geral desses projetos que foram financiados para implementar métodos, modelos e produtos tecnológicos (baseados em IA e suas aplicações) como solução para combater a COVID-19.

## 2 Metodologia

Foi definida uma *string* de busca para composição dos projetos analisados, conforme mostra o Quadro 2. A extração ocorreu no dia 24 de março de 2022 na base da plataforma de inteligência e inovação Orbit Insight que recentemente passou a se chamar Innosabi Insight. Os projetos com foco nos Estados Unidos e na Europa que retornaram da busca foram financiados para execução entre os anos de 2020 e 2022. Em relação à plataforma, o processo de inserção de dados é feito de forma automática, a partir de fontes de informações selecionadas por uma equipe de curadoria da Questel. Em alguns casos, pode haver acordos com organiza-

ções terceiras que organizem bases de dados. Em outros, a recuperação ocorre diretamente do conteúdo publicado (exemplo: páginas de empresas). Tendo em vista a multiplicidade de fontes de informações, o grau de cobertura pode variar. O banco de dados do Orbit Insight inclui: banco de dados de patentes, publicações científicas, perfis de organizações que são referências e informações comerciais. Algumas dessas fontes são atualizadas diariamente (exemplo informações de negócios), enquanto outras podem ter atualização semanal (exemplo patentes) ou a cada dois meses (exemplo: artigos científicos e outras fontes de dados).

#### Quadro 2 – String de busca

*Insights on 2019 Novel Coronavirus Pneumonia (or 2019 Novel Coronavirus Disease, 2019 Novel Coronavirus Epidemic, 2019 Novel Coronavirus Outbreak, 2019 Novel Coronavirus Pandemic, 2019 Novel Coronavirus Infection, 2019 nCoV Disease, 2019 nCoV Infection, 2019 nCoV Acute Respiratory Disease, COVID 19, Coronavirus Disease 2019, SARS-CoV-2 Infection, SARS Coronavirus 2 Infection).*

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

Na primeira etapa, denominada primeiro filtro, foram avaliados apenas o título e o resumo de 543 projetos, de acordo com critérios de inclusão e de exclusão de trabalhos que estariam dentro do escopo da análise. Na segunda etapa (ou segundo filtro), foi conduzida uma leitura completa dos 70 projetos selecionados a partir do primeiro filtro. Os projetos foram incluídos/excluídos de acordo com os critérios de inclusão e de exclusão, conforme apresentados nos Quadros 3 e 4, resultando em 67 projetos. Nessa seleção, foram considerados somente trabalhos baseados em IA e suas subcategorizações.

#### Quadro 3 – Critério de inclusão

#	CRITÉRIO DE INCLUSÃO
CI1	Trabalhos com métodos, modelos e produtos tecnológicos (principalmente baseados em IA, Aprendizagem de Máquina ou <i>Machine Learning</i> (ML) e Aprendizado Profundo ou <i>Deep Learning</i> (DL) e tecnologias digitais como <i>IoT</i> ) focados em otimizar processos e procedimentos utilizados no combate à pandemia da COVID-19 (prevenção, diagnóstico, cuidado e acompanhamento).

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

#### Quadro 4 – Critérios de exclusão

#	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO
CE1	Trabalhos que apresentem métodos, modelos e produtos tecnológicos que não atendam as ações diretas de combate (prevenção, diagnóstico, cuidado e acompanhamento) à pandemia da COVID-19.
CE2	Trabalhos que não apresentem métodos, modelos e produtos tecnológicos de combate (prevenção, diagnóstico, cuidado e acompanhamento) à pandemia da COVID-19.
CE3	Trabalhos sem descrição ou que não apresenta detalhamento.

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

A partir dos critérios de inclusão e de exclusão, foi considerado que o conceito de IA abriga ML que, por sua vez, tem como capacidade mais específica o DL, e as redes neurais artificiais (*Artificial Neural Networks*) constituem a espinha dorsal dos seus algoritmos. Todavia, para fins de coleta e análise de dados, foi utilizado um conceito mais abrangente que inclui métodos, mo-

delos e produtos tecnológicos (principalmente baseados em IA, ML e DL e também tecnologias digitais como *IoT*, dispositivos robóticos, etc. focados no combate à pandemia da COVID-19.

### 3 Resultados e Discussão

Sabe-se que a produção científica é fundamental para melhor entender a COVID-19 e seus efeitos e, principalmente, para desenvolver tecnologias que apresentem soluções parciais ou totais para o problema. A OMS coordenou e mapeou os esforços de pesquisa em âmbito mundial, agregou cientistas de diversas localidades com pesquisas sobre o tema e traçou as prioridades de pesquisa. No mundo todo, pesquisadores e cientistas, em muitos casos a partir de uma boa coordenação governamental, se debruçaram em pesquisas relacionadas tanto aos efeitos da doença sobre a saúde da população quanto aos impactos econômicos e sociais dessa pandemia (DE NEGRI *et al.*, 2020).

Conforme discutido na introdução, a presente pesquisa focou na análise dos projetos de PD&I extraídos da plataforma Orbit Insight. Para análise desses projetos, os seguintes itens foram elencados: i) investimentos: mostrando qual é a média de investimentos que os projetos receberão; ii) financiadores: detectando quais foram os maiores financiadores; iii) países: apontando os que mais financiaram; iv) organizações: indicando quais entidades estão coordenando os projetos; v) categorias: evidenciando a classificação dos projetos em *hardware*, *software*, fármaco e processo e/ou procedimentos clínicos; e vi) repositórios: expondo em quais bases de dados estão armazenados os projetos.

Em relação aos investimentos nos projetos, a Tabela 2 apresenta os itens: órgãos financiadores, percentual de financiamento, média de valor financiado e país-sede do órgão. Cerca de 4,8% dos projetos que receberam investimentos não tiveram o nome do financiador revelado.

**Tabela 2** – Tabulação de dados sobre valores financiados

ÓRGÃOS FINANCIADORES	PERCENTUAL	VALOR FINANCIADO (MÉDIA)	PAÍS-SEDE
Department of Health & Human Services	21%	US\$ 828.691,07 (820.486,20€)	Estados Unidos
Industrial Leadership – Innovation in SMEs (Horizon 2020)	7,4%	US\$ 3.314.890,30 (3.282.069,60 €)	Comissão Europeia
Societal Challenges - Health, demographic change and well-being (Horizon 2020)	7,4%	US\$ 2.610.609,22 (2.584.761,60 €)	Comissão Europeia
National Science Foundation	28%	US\$ 294.832,82 (291.913,68 €)	Estados Unidos
Department of Defense	9%	US\$ 1.032.869,17 (1.022.642,72 €)	Estados Unidos
Excellent Science – Future and Emerging Technologies (FET) (Horizon 2020)	3%	US\$ 5.534.128,35 (5.479.335,00 €)	Comissão Europeia
H2020-EU	19,4%	US\$ 2.312.891,45 (2.289.991,54 €)	Comissão Europeia

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Em estudo da mesma natureza, De Negri *et al.* (2020) realizaram um levantamento na Alemanha, França, Estados Unidos, Canadá e Reino Unido e apontaram que a maior parte dos esforços de PD&I estavam alinhados com as prioridades da OMS. Como exemplo do volume de recursos alocados para a PD&I, destacaram-se o Reino Unido, com 30 milhões de libras esterlinas, e o Canadá, com 52 milhões de dólares canadenses. Conforme discutido anteriormente, esse volume de investimentos indica que o Canadá investiu 11,8% de seu orçamento federal em PD&I, o Reino Unido destinou cerca de 10,8% do seu orçamento e 6,3% do orçamento total da Alemanha. Os resultados apresentados por Negri *et al.* (2020) possuem um recorte de países diferente do foco deste trabalho e foram citados para trazer uma visão geral dos investimentos em pesquisas focadas no combate à pandemia.

Em relação aos financiadores, identificou-se que a National Science Foundation dos Estados Unidos, agência governamental independente dos Estados Unidos, é responsável pela maior parte dos projetos financiados, seguida do U.S. Department of Health & Human Services e da União Europeia por meio dos editais do programa Horizonte 2020 (H2020-EU) destinados exclusivamente às pesquisas da COVID-19. Em relação aos países que mais investiram, 57,14% são financiados pela Comissão Europeia e 42,86% são financiados pelos Estados Unidos.

Em comparação ao contexto brasileiro, de acordo com De Negri *et al.* (2020), ainda no primeiro trimestre de 2020, foi instituído o Comitê de Especialistas Rede Vírus do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações com a missão de integrar os esforços de pesquisa científica e desenvolvimento; definir as prioridades de pesquisa; articular e integrar as iniciativas de PD&I e promover o desenvolvimento de tecnologias sobre viroses emergentes. Comparando-se aos Estados Unidos e Europa, identifica-se que a tratativa foi conduzida pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações, um órgão potencialmente com menor importância e orçamento que nos casos citados. Além disso, não foram identificados recursos específicos para esse comitê, o que dificultou sua atuação.

Em relação às organizações executoras dos projetos, verificou-se que metade era empresas privadas. No entanto, responderam por 22% do total de projetos financiados, enquanto 32% projetos foram conduzidos por apenas sete institutos de pesquisa (públicos ou privados). Cerca de 30% dos projetos não informaram se há alguma organização coordenando. Com base nos percentuais apresentados no item entidades, identificou-se que 50% das organizações coordenadoras do projeto eram empresas, 23% eram institutos, 20% eram universidades e 7% eram forças armadas do governo dos Estados Unidos, totalizando 100% das organizações de uma totalidade de 70%, conforme ilustrado na Figura 1 e tabulado no Quadro 5.

**Quadro 5** – Tabulação de dados das organizações coordenadoras

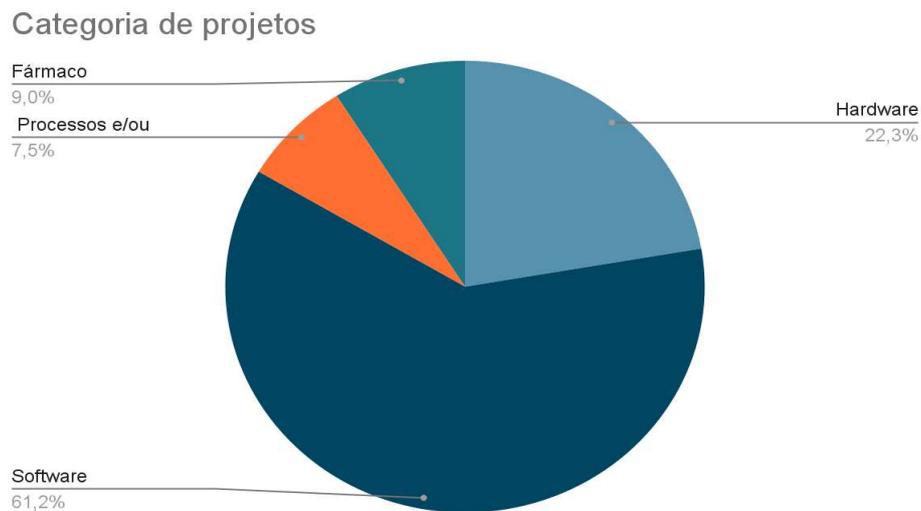
ORGANIZAÇÕES COORDENADORAS (QUANTIDADE DE PROJETOS)	CATEGORIA	TOTALIDADE DE % DAS ORGANIZAÇÕES	% ORGANIZAÇÕES	TOTALIDADE DE % DOS PROJETOS	% PROJETOS
Université de Bordeaux (1), Aix-Marseille Université – Université de lille (1), Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (1), Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt (1), Bilkent University (1), University Medical Center Utrecht – Medtronic Iberica (1)	Universidade	70%	20%	100%	9%
Advitos GMBH (1), GeneFirst (1), EPICConcept (1), NanoScent LTDA (1), AW Technologies IVS (1), Remedy Biologics Limited (1), Covid-19 Telemedicine APS (1), Sanolla, Virogates AS (1), GNA Biosolutions (1), Icometrix (1), Contextflow (1), Aidence Holding BV (1), Archeon (1), Strem AI GMBH (1).	Empresa		50%		22%
U.S Navy (1), United States Air Force (5)	Governo (forças armadas)		7%		9%
Luxembourg Institute of Health (1), BCAM – Basque Center for Applied Mathematics, (1), Prins Leopold Instituut Voor Tropische Geneeskunde (1), Institute of Photonic Sciences (1,5%), Sciensano (1), National Institutes of Health (15) Idryma Technologias Kai Erevnas (1)	Instituto		23%		32%
Sem informação sobre entidade coordenadora		30%			28%

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

De Negri *et al.* (2020) destacaram que a maioria dos países atua por meio de um órgão que concentra as demandas por pesquisas na área de saúde e que disponibiliza as informações relativas às pesquisas em desenvolvimento e sobre os editais disponíveis. Por outro lado, os mesmos autores destacam que, pela análise dos editais lançados no mesmo período no Brasil e das informações disponíveis nos *sites* das organizações de pesquisa brasileiras, não havia menção às prioridades estabelecidas pela OMS ou às iniciativas internacionais.

Em relação à categoria de projetos: 22,3% eram projetos de *hardware*, 61,2% eram projetos de *software*, 7,5% eram projetos sobre processos e/ou procedimentos clínicos e 9% eram projetos de fármacos, conforme Figura 1. Em relação aos repositórios em que os projetos foram depositados, 41,8% fazem parte do Community Research and Development Information Service (CORDIS), o principal repositório público e portal da Comissão Europeia para divulgar informações sobre todos os projetos de pesquisa financiados pela União Europeia e seus resultados no sentido mais amplo, e 58,2% fazem parte da Small Business Administration (SBA), agência governamental dos Estados Unidos que fornece suporte a empreendedores e pequenas empresas.

**Figura 1** – Gráfico da distribuição percentual das categorias dos projetos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

As análises consideram não somente o período após a decretação da pandemia, mas também o período inicial, prévio à decretação. Com base no mapeamento, foram identificadas sete fontes de financiamento com média de investimento médio em US\$2.275.558,91 para 95,2% dos projetos. Em relação ao financiador, a National Science Foundation dos Estados Unidos financiou o maior percentual de projetos da base analisada. Diferente da análise de Fry *et al.* (2020) que identificaram as agências chinesas como fonte de financiamento de trabalhos publicados durante a pandemia, e os Estados Unidos como o terceiro financiador mais citado durante a COVID-19. É importante salientar que a base de projetos da plataforma Orbit Insight analisada por este artigo está em fase anterior de publicação.

Entre os financiadores, identificou-se também a presença do U.S. Department of Health & Human Services. Tal comprovação é embasada por Fry *et al.* (2020) que destacaram que o financiamento de projetos oriundo dos Estados Unidos ocorreu por meio do Departamento de Saúde dos Estados, incluindo os Institutos Nacionais de Saúde e suas afiliadas agências de financiamento.

Em relação aos países que mais financiaram, o maior percentual foi da Comissão Europeia que é formada por 27 países. Os Estados Unidos aparecem em segundo lugar e se destacaram em investimentos frente às 27 nações europeias. O país foi um dos mais afetados pela pandemia do coronavírus até março de 2022 (MATHIEU *et al.*, 2023). Este estudo identificou que o

movimento, tanto de financiamento de projetos de pesquisa e inovação tecnológica quanto de publicações de pesquisas científicas no combate à pandemia do coronavírus, segue entre os mesmos países. Oliveira *et al.* (2021) apontaram que 12 países fazem parte de 95% da produção científica mundial sobre COVID-19. Entre esses 12, estão presentes: Estados Unidos, China e países da UE (Itália, Alemanha e Espanha).

De modo comparativo, pela leitura dos editais brasileiros, verifica-se que os objetivos, via de regra, estão desalinhados das prioridades de pesquisa da OMS, ou seja, em geral, as pesquisas foram desenvolvidas isoladamente, com a ausência de coordenação governamental (DE NEGRI *et al.*, 2020).

O mapeamento também identificou que as empresas apresentaram um maior percentual de coordenação dos projetos (50%). Tal comprovação é corroborada pelo fato de se tratar de projetos de PD&I que receberam investimentos para implementação frente à pandemia. Em segundo e terceiro lugar, ficaram, respectivamente, institutos e universidades. O destaque foi para o National Institutes of Health dos Estados Unidos.

Sobre as categorias de projetos, mais da metade dos projetos foram focados em *Software*. As principais abordagens foram em ML, aplicativos de celular e IA. Esta também identificada por Golinelli *et al.* (2020) quando pontuaram que a maioria dos artigos selecionados abordou o uso de tecnologias digitais para diagnóstico, vigilância e prevenção da COVID-19 e que foram relatadas ferramentas de IA para isso. Abd-Alrazaq *et al.* (2021) citaram que aplicativos móveis, aplicativos de *desktop*, chamadas telefônicas e *websites* são os modos mais utilizados quando tecnologias ou ferramentas digitais foram implementadas durante a COVID-19 para fornecer serviços relacionados à saúde.

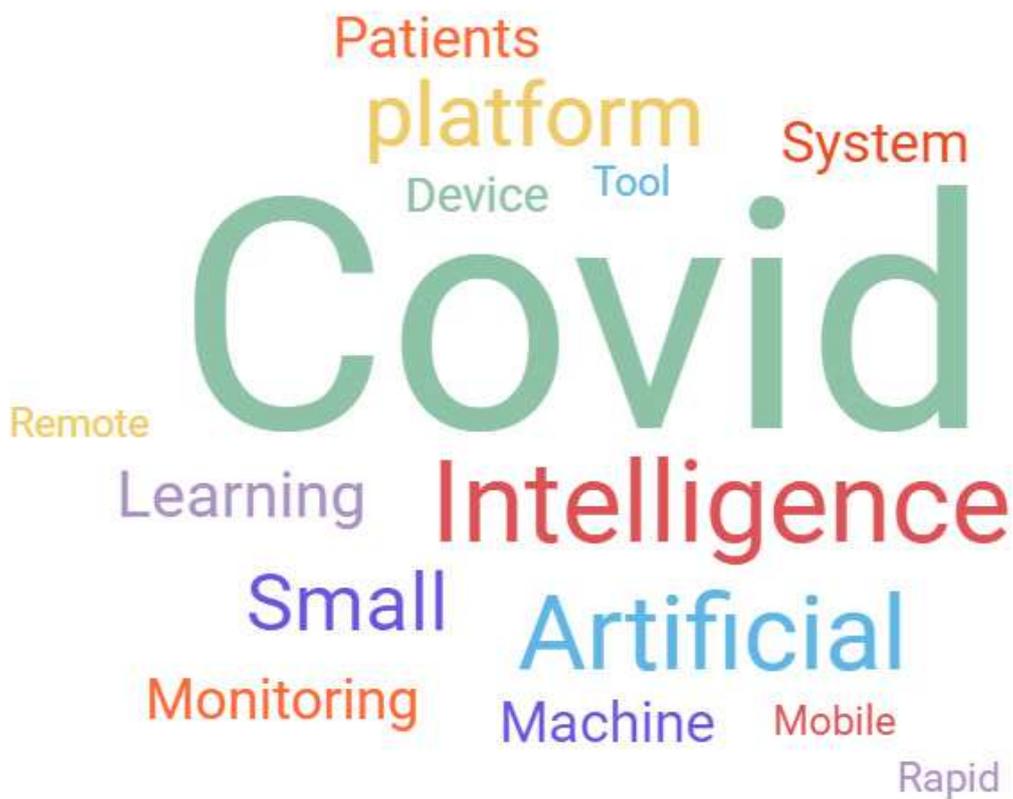
Sobre os repositórios, identificou-se que a SBA apresentou o maior percentual de projetos armazenados. Tal constatação é corroborada pelo fato de 50% dos projetos serem coordenados por empresas, uma vez que a SBA apoia empreendedores e pequenas empresas.

Em comparação, De Negri *et al.* (2020), ao analisarem o contexto brasileiro nos primeiros meses da pandemia, apontaram que foram lançados três editais de PD&I sobre o tema da COVID-19 que totalizam R\$40 milhões, sendo dois deles voltados para empresas e pequenas empresas do Estado de São Paulo, respectivamente, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) em articulação com a Financiadora de Inovação e Pesquisa (FINEP), e o outro voltado para organizações científicas e tecnológicas, da FAPESP. Segundo aqueles autores, o edital do Senai era abrangente de modo a abarcar vários tipos de projetos, desde consultoria, metrologia, ensaios e análises e/ou PD&I – com expectativas de resultado no curto prazo, enquanto os demais editais traziam objetivos mais específicos quanto ao desenvolvimento de *kits* de diagnóstico e respiradores mecânicos.

Percebe-se que a partir da constatação de que o sistema de saúde mundial precisava de novos sistemas de suporte de tecnologia, como IA, *IoT*, dispositivos de aprendizado de máquina para ajudar a diagnosticar, analisar, assistir e prevenir novas doenças, empresas de todos os portes buscaram desenvolver tecnologias que pudessem ser introduzidas para ajudar no gerenciamento de pacientes, monitoramento em tempo real dos surtos e ajudando a atualizar os dados dos pacientes, melhorar o resultado do tratamento priorizando pacientes, diagnóstico auxiliando médicos e fornecendo soluções produtivas.

Por fim, foram elencadas as 15 palavras mais citadas entre as palavras-chave dos projetos, conforme mostra a Figura 2. A nuvem de palavras permite extrair informações já identificadas na análise dos projetos de pesquisa e inovação tecnológica da ferramenta Orbit Insight. A IA como tecnologia mais utilizada, seguida da ML. O predomínio absoluto da categoria *software* foi representado pelas palavras sistema (*system*) e plataforma (*platform*), seguido da categoria *hardware* representada pela palavra dispositivo (*device*). Além de mencionar o modo digital mais utilizado nas soluções digitais por meio dos aplicativos de celular representados pela palavra *mobile*. De forma geral, os projetos foram financiados para implementação rápida de métodos, modelos e/ou produtos tecnológicos que pudessem mitigar por meio de *software*, *hardware*, fármacos ou processos/procedimentos clínicos a vida do paciente frente à pandemia do coronavírus.

**Figura 2** – Nuvem de palavras mais citadas nos projetos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Esse resultado corrobora com as pesquisas de Adadi, Lahmer e Nasiri (2021) que verificaram que os métodos de DL e ML estão dominando o cenário de IA dedicado a combater o coronavírus. Adicionalmente, Abd-Alrazaq *et al.* (2020) verificaram que as técnicas de IA usadas contra a COVID-19 se utilizam frequentemente dos modelos e dos algoritmos de aprendizagem profunda relacionados às redes neurais artificiais.

## 4 Considerações Finais

IA é uma tecnologia promissora e amplamente utilizada em diversos setores, inclusive no setor de saúde. Enquanto a maioria dos trabalhos se concentra na análise dos resultados das pesquisas científicas por meio das publicações e de patentes, neste trabalho, objetivou-se analisar os projetos de Pesquisa e Inovação Tecnológica referentes às soluções de combate à COVID-19 que receberam financiamento no período de 2020 a 2022 de modo a apreciar a etapa de pesquisas mesmo antes da divulgação de resultados propriamente ditos, ou seja, enquanto projetos em andamento ou concluídos.

Para a dimensão investimento, foi possível perceber a urgência e a intensidade da resposta que os países mais desenvolvidos deram à pandemia da COVID-19, notadamente do ponto de vista dos esforços de pesquisa científica e tecnológica. Cerca de US\$15.928.912,38 e €13.928.071,42 foram aplicados apenas nos 53 projetos analisados.

Quanto aos financiadores da amostra, ficou evidente o papel dos recursos públicos para financiamento de pesquisas, em particular da National Science Foundation dos Estados Unidos, e do U.S. Department of Health & Human Services. Em um cenário de emergência de saúde pública internacional, as ações dos governos para acelerar pesquisas que oferecessem respostas à crise de saúde mundial foram de fundamental importância.

Nessa perspectiva, verificou-se a predominância de países financiadores representados pela Comissão Europeia com quase 60% dos recursos empregados nos projetos da amostra.

Por sua vez, as empresas foram as principais organizações responsáveis por acessar os recursos e coordenar os projetos de pesquisa, representando pelo menos metade da amostra.

Em relação à categoria de projetos, como era de se esperar pelos critérios de seleção de projetos da amostra, mais de 80% se concentraram em *hardware* (22,3%) e *software* (61,2%) que são as formas mais comuns de implementação de soluções de IA e outras tecnologias digitais.

Em relação aos repositórios em que os projetos foram depositados, 41,8% fazem parte do CORDIS e 58,2% fazem parte da SBA.

É importante destacar que os projetos executados no Brasil não são o foco deste trabalho. Dessa forma, as informações sobre pesquisas brasileiras foram passadas apenas para dar contexto e perspectiva.

Por fim, foi possível concluir que a coordenação governamental se mostra fundamental para ampliar pesquisas na área e, portanto, para melhor responder às crises como a da COVID-19. Diversos países mobilizaram seus cientistas e pesquisadores e disponibilizaram linhas de financiamento para novas pesquisas necessárias para fazer frente à pandemia.

## 5 Perspectivas Futuras

Tedros Adhanom Ghebreyesus, diretor-geral da OMS, alertou durante a sessão de abertura da assembleia anual da agência da entidade, em maio de 2022, que a pandemia da COVID-19 “certamente não acabou”. Todavia, pode-se afirmar que a comunidade científica antecipou um legado para um mundo pós-pandemia.

Nesse sentido, sugere-se como oportunidades futuras de pesquisa o cruzamento dos dados dos projetos com os resultados obtidos efetivamente em termos de publicações acadêmicas, propriedade intelectual e produtos colocados à disposição da sociedade, inclusive sobre pesquisas no Brasil.

Sugere-se ainda pesquisas semelhantes com tecnologias que devem se somar à IA na era pós-Covid a exemplo de Blockchain, Edge Computing, realidade virtual e/ou aumentada, computação quântica, 5G e segurança cibernética.

Como sugestão final fica a organização de categorias primárias em *hardware* e/ou *software* e uma segunda categorização em relação à área tecnológica na qual a IA foi empregada.

## Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio do Governo do Estado do Amazonas por meio Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), por isso, nossos agradecimentos.

## Referências

ABD-ALRAZAQ, A. *et al.* Overview of technologies implemented during the first wave of the covid-19 pandemic: scoping review. **Journal of Medical Internet Research**, Pittsburgh, v. 23, n. 9, p. 1-18, set. 2021. Disponível em: <https://www.jmir.org/2021/9/e29136>. Acesso em: 19 jun. 2022.

ADADI, A.; LAHMER, M.; NASIRI, S. Artificial intelligence and covid-19: A systematic umbrella review and roads ahead. **Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences**, [s.l.], Elsevier BV, p. 1-23, jul. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157821001774?via%3Dihub>. Acesso em: 19 jun. 2022.

AMORIM, J. Q.; SALES, G. A. W.; GRECCO, M. C. P. Covid-19 e os impactos nas políticas de financiamento e investimento. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 1-27, fev. 2022. Disponível em: [http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-69712022000200401&lng=en&nrm=iso](http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712022000200401&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 19 jun. 2022.

ARJONA, R.; SAMSON, R. The role of research and innovation in support of europe's recovery from the covid-19 crisis. **R&I Paper Series Policy Brief**, Luxembourg, p. 1-9, maio 2020. Disponível em: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research\\_and\\_innovation/strategy\\_o](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/strategy_o). Acesso em: 21 jun. 2022.

BULLOCK, J. *et al.* Mapping the landscape of artificial intelligence applications against COVID-19. **Journal of Artificial Intelligence Research**, El Segundo, v. 69, p. 807-845, maio, 2020. Disponível em: <https://www.jair.org/index.php/jair/article/view/12162>. Acesso em: 21 jun. 2022.

CHANG, Z. *et al.* Application of artificial intelligence in covid-19 medical area: a systematic review. **Journal of Thoracic Disease**, [s.l.], v. 13, n. 12, p. 7.034-7.053, 2021. Disponível em: <https://jtd.amegroups.com/article/view/56141/html>. Acesso em: 21 jun. 2022.

DE NEGRI, F.; KOELLER, P. **Políticas públicas para pesquisa e inovação em face da crise da covid-19**. 2020. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota\\_tecnica/200520\\_nota\\_tecnica\\_diset\\_n\\_64.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/200520_nota_tecnica_diset_n_64.pdf). Acesso em: 20 jun. 2022.

DE NEGRI, F. *et al.* **Ciência e tecnologia frente à pandemia**: como a pesquisa científica e a inovação estão ajudando a combater o novo coronavírus no Brasil e no mundo. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-15-de-conteudo/artigos/artigos/182-corona>. Acesso em: 5 ago. 2022.

FRY, C. *et al.* Consolidation in a crisis: Patterns of international collaboration in early Covid-19 research. **Plos One**, Estados Unidos, v. 15, n. 7, p. 1-15, jul. 2020. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0236307>. Acesso em: 20 jun. 2022.

GOLINELLI, D. *et al.* Adoption of digital technologies in health care during the covid-19 pandemic: systematic review of early scientific literature. **Journal of Medical Internet Research**, [s.l.], v. 22, n. 11, p. 1-23, set. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33079693/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Países investem em pesquisa e inovação para superar a pandemia de covid-19**. 2020. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=35588](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=35588). Acesso em: 20 jun. 2022.

LALMUANAWMA, S.; HUSSAIN, J.; CHHAKCHHUAK, L. Applications of machine learning and artificial intelligence for Covid-19 (SARS-CoV-2) pandemic: A review. **Chaos, Solitons & Fractals**, [s.l.], v. 139, p. 1-6, jun. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960077920304562?via%3Dihub>. Acesso em: 20 jun. 2022.

LAVIN, A. *et al.* Technology readiness levels for machine learning systems. **Nature Communications**, London, n. 13, v. 6.039, p. 1-19, set. 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-33128-9>. Acesso em: 20 jun. 2022.

MATHIEU, E. *et al.* **Coronavirus Pandemic (COVID-19)**. 2023. Disponível em: <https://ourworldindata.org/coronavirus>. Acesso em: 25 jan. 2023.

OLIVEIRA, E. A. *et al.* Covid-19 pandemic and the answer of science: a year in review. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 93, n. 4, 2021. Disponível em: [http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-37652021000700702&lng=en&nrm=iso](http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652021000700702&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 30 jun. 2022.

ROBERTS, M. *et al.* Common pitfalls and recommendations for using machine learning to detect and prognosticate for COVID-19 using chest radiographs and CT scans. **Nature Machine Intelligence**, Londres, v. 3, p. 199-217, mar. 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s42256-021-00307-0>. Acesso em: 28 jan. 2023.

## Sobre os Autores

### **Karla Susiane dos Santos Pereira**

*E-mail:* karla.pereira@icomp.ufam.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5868-3391>

Mestra em Informática pela Universidade Federal do Amazonas em 2017; bolsista pela FAPEAM.

Endereço profissional: Av. Gen. Rodrigo Octávio, n. 6.200, Coroado I, Estudo de Computação, Setor Norte, Campus Universitário, Manaus, AM. CEP: 69080-900.

### **Daniel Reis Armond de Melo**

*E-mail:* armond@ufam.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3235-5765>

Doutor em Administração pela Universidade Federal da Bahia, em 2012; bolsista pela FAPEAM.

Endereço profissional: Av. Gen. Rodrigo Octávio, n. 6.200, Coroado I, Estudo de Computação, Setor Norte, Campus Universitário, Manaus, AM. CEP: 69080-900.

### **Dalton Chaves Vilela Junior**

*E-mail:* daltonvilela@ufam.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1934-7886>

Doutor em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 2010.

Endereço profissional: Av. Gen. Rodrigo Octávio, n. 6.200, Coroado I, Estudo de Computação, Setor Norte, Campus Universitário, Manaus, AM. CEP: 69080-900.

### **Lana Gonçalves Rodrigues**

*E-mail:* lanagoncalvesrodrigues@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6090-6451>

Graduada em Administração pela Universidade Federal do Amazonas em 2019; bolsista pela FAPEAM.

Endereço profissional: Av. Gen. Rodrigo Octávio, n. 6.200, Coroado I, Estudo de Computação, Setor Norte, Campus Universitário, Manaus, AM. CEP: 69080-900.

# A Lei n. 14.200/2021 como Mecanismo de Dinamização do Licenciamento Compulsório de Vacinas no Brasil

*Law n. 14.200/2021 as a Mechanism to Dynamize the Compulsory Licensing of Vaccine in Brazil*

*Jonath de Andrade Oliveira<sup>1</sup>*

*Camila Alves Areda<sup>1</sup>*

*Gracielle Guedes dos Santos<sup>1</sup>*

*Roberta Ferreira Barros<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

## Resumo

Em 2019, chegaram as primeiras notícias do surgimento da COVID-19. Uma epidemia que ceifou milhares de vidas no Brasil. O desenvolvimento de vacinas para proteger a população, então, se tornou emergencial. Considerando essa necessidade rápida, com o intuito de dar celeridade à produção nacional de vacinas, foi promulgada a Lei n. 14.200/2021, que altera a Lei de Propriedade Industrial – Lei n. 9.279/1996, com o objetivo de normatizar a questão do licenciamento compulsório de patentes ou de pedidos de patentes nos casos de declaração de emergência nacional, internacional, interesse público ou, ainda, reconhecimento de calamidade pública de âmbito nacional. A proposta deste artigo foi trazer uma contribuição acerca desse dispositivo normativo como possível agente de dinamização do licenciamento compulsório de vacinas no Brasil.

Palavras-chave: Vacinas. Licenciamento Compulsório. Políticas Públicas de Saúde.

## Abstract

In 2019, we had the first news of the emergence of the epidemic form of COVID-19. An epidemic that took thousands of lives in Brazil. The development of vaccines to protect the population then becomes an emergency. Considering this quick need, in order to speed up the national production of vaccines, the Legislator then brings us Law n. 14.200/2021, which amends the Industrial Property Law – Law n. 9.279/1996, with the object of regulating the issue of compulsory licensing of patents or such requests in cases of declaration of national or international emergency, public interest or even recognition of public calamity at national level. The purpose of this article is to make a contribution about this normative device as a possible agent for boosting the compulsory licensing of vaccines in Brazil.

Keywords: Vaccines. Compulsory Licensing. Public Health Policies.

Área Tecnológica: Saúde Pública.



## 1 Introdução

No final de 2019, veio à tona o alastramento da epidemia mundial da COVID-19 causada pelo chamado “novo coronavírus” – SARS-CoV-2. Werneck e Carvalho (2020) apontam que a hipótese provável é que essa epidemia tenha se iniciado na China, no segundo semestre de 2019.

Entendendo que a vida humana é de caráter indisponível<sup>1</sup>, inclusive sob garantia Constitucional (BRASIL, 2016), surgiu a preocupação mundial sobre como mitigar/erradicar essa desastrosa pandemia. Ações fundamentais, a partir de diretrizes dadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como uso de máscaras (GARCIA, 2020), distanciamento social (AQUINO et al., 2020) e ações/programas de vacinação em massa (DOMINGUES, 2021), surgiram em diversos países, incluindo o Brasil.

Sendo as vacinas o ponto crucial na contenção de uma pandemia, uma vez que é capaz de impedir que o sujeito contaminado desenvolva a doença, ou a desenvolva de modo leve, este artigo versa sobre como se dá o processo geral de desenvolvimento de vacinas, a modelagem de patentes relacionadas a esses produtos biotecnológicos e como a Lei n. 14.200/2021, que veio a nosso ordenamento jurídico, trouxe a possibilidade de o Estado ter poder de acionar o chamado licenciamento<sup>2</sup> compulsório<sup>3</sup> (ELIAS, 2009). Esse licenciamento, em suma, é a possibilidade de se desenvolver uma vacina, por exemplo, sem o aval explícito do detentor da patente desse produto, o que pode ser potencialmente um agente de dinamização de produção de vacinas contra a COVID-19 no âmbito nacional.

## 2 Metodologia

Trabalhou-se na forma de pesquisa exploratória, por meio de busca bibliográfica. A formulação do problema/hipótese de pesquisa foi realizada por meio de referenciais embasados por autores buscados, produzindo, dessa forma, as camadas conceituais a serem trazidas no trabalho de pesquisa. O método de raciocínio da hipótese formulada no trabalho é dedutivo, implicando que, a partir dos referenciais teóricos, o objetivo da pesquisa é de gerar uma hipótese deduzida a partir do problema inicial proposto, que é o foco da busca bibliográfica.

A abordagem proposta nesta pesquisa é do tipo qualitativa (GIL, 2002), que se dá por meio de observação de ideias encontradas na literatura referenciada na camada bibliográfica, sendo as fontes de dados primárias.

Dessa forma, considerando os parâmetros tipológicos anteriores, a pesquisa realizada classifica-se quanto à sua natureza do tipo básica e quanto aos fins do tipo exploratória<sup>4</sup> (THEODORSON; THEODORSON, 1970), visto que, a partir das considerações buscadas nos autores que a amparam, a ideia é proporcionar, com base no tema sugerido, uma melhor compreensão sobre os aspectos que rodeiam o objeto pesquisado – nesse caso, pretende-se descobrir se o objeto de pesquisa (mecanismo legal) traz alguma entrega positiva (ou não) com relação às circunstâncias atuais para a população.

<sup>1</sup> Em um sentido jurídico.

<sup>2</sup> No decorrer deste artigo, serão utilizados os termos “licença compulsória” e “licenciamento compulsório” como sinônimos.

<sup>3</sup> No desenvolvimento desta pesquisa, será fornecida uma melhor explicação sobre a dinâmica do Licenciamento Compulsório.

<sup>4</sup> Segundo Theodorson e Theodorson (1970), a ideia de uma pesquisa exploratória é familiarizar o objeto da pesquisa, o fenômeno a ser investigado.

Por fim, a ideia metodológica é explorar, por meio de uma prospecção bibliográfica, se há elementos acerca da Lei n. 14.200/2021 quanto ao seu potencial de dinamização/aceleração de produção de vacinas contra a COVID-19.

Quais seriam ainda os possíveis obstáculos? De Sousa (2022) sugere que fatores como políticas públicas mais flexíveis, legislações de compras governamentais e aspectos relacionados a questões de economia concorrencial dificultam bastante a efetividade de licenciamento compulsório para uma possível produção de vacinas de combate à COVID-19.

Assim a Lei n. 14.200/2021 foi criada para dar segurança em caso de dificuldade no registro de vacinas ou no caso de venda com valores inaceitáveis, considerando-se aspectos relacionados à contabilidade de custos desses tipos de item.

### 3 Resultados e Discussão

Introduzido o problema mundial em relação à COVID-19, relacionou-se, então, cinco aspectos fundamentais acerca do objetivo desta pesquisa: o que é uma patente; o que é uma Vacina; o que é Licenciamento Compulsório (Quebra de Patente); o Potencial de Dinamização de Produção de Vacinas para a COVID-19; e a Aplicação no Mecanismo na Prática e Possíveis Obstáculos. A ideia deste bloco é produzir elementos de investigação para discutir se a Lei n. 14.200/2021 traz condições suficientes para dinamizar (no sentido de facilitar e acelerar) a entrega efetiva de uma vacina de combate à COVID-19. Isso implica perguntar de forma mais simplificada: essa Lei ajuda mesmo a facilitar o acesso da população a vacinas para a COVID-19?

#### 3.1 Patentes – Uma Visão Conceitual e os Aspectos de seus Trâmites

Percebe-se necessário na construção desta pesquisa, antes de adentrar propriamente na Lei n. 14.200/2021 e nos seus aspectos de licenciamento compulsório, entender inicialmente o que é uma patente e como funciona o processo de reconhecimento pelo Estado de uma patente impetrada por um interessado qualquer.

Dentro da taxonomia da Propriedade Intelectual, existe a vertente da Propriedade Industrial, em que a espécie de Patente se encontra nessa categoria. Para Quoniam, Kniess e Mazieri (2014, p. 245, grifos nossos), a patente “[...] **representa um direito de propriedade de uma invenção, um produto ou um processo que fornece uma nova solução técnica para resolver um problema**”.

Nessa esteira interpretativa, a patente pode ser compreendida como uma solução técnica para um problema técnico, com o devido reconhecimento e com a proteção fornecida pelo Estado. Assim, uma patente só é tecnicamente reconhecida como tal após o trâmite estatal. No Brasil, o órgão responsável pelo tratamento de patentes é o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A Figura 1 demonstra um fluxo resumido sobre como funciona o trâmite de um pedido de patente junto ao INPI.

**Figura 1** – Processo simplificado do trâmite de Patentes junto ao INPI

Fonte: INPI (2020)

No caso de produtos farmacêuticos, a tramitação do processo de pedido de patente pelo INPI antes dependia da anuência prévia da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), de acordo com a Lei n. 10.196/2001. Além dos requisitos clássicos de patenteabilidade – novidade, atividade inventiva e aplicação industrial – os produtos farmacêuticos precisavam passar pela análise da Agência e só depois prosseguirem para o exame formal junto ao INPI.

A participação da Anvisa era considerada importante para verificar se o pedido de patente apresentava algum risco à saúde pública, ou seja, se a matéria do quadro reivindicatório está relacionada com as substâncias ou os produtos contidos na lista de plantas proscritas que podem originar substâncias entorpecentes e/ou psicotrópicas (Lista E) e/ou na lista das substâncias de uso proscrito no Brasil (Lista F). A Agência também verificava se o produto a ser patenteado é de interesse para as políticas de medicamentos e de assistência farmacêutica no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

Após todas as análises feitas pela Anvisa, a decisão de concessão, ou não, da anuência prévia era publicada no Diário Oficial da União para então ser encaminhada ao INPI.

A Lei n. 10.196 segue atualmente sendo motivo de impasse entre o INPI e Anvisa, e recentemente o artigo 229-C da Lei n. 9.279, que estabelecia que a concessão de patentes para produtos e processos farmacêuticos dependia da prévia anuência da Anvisa, foi derrubado pela Lei n. 10.196/2001.

Além dessa limitação temporal para a análise de pedidos de patentes de produtos farmacêuticos, existia outro desafio no processo: a demora para decisão de concessão ou indeferimento de pedidos, que chegou a ser de 10 anos, desde a data de depósito até a decisão final, entre 2014 e 2019. A lentidão do processo no Brasil gerou um *backlog* de processos acumulados sem exames. Para resolver esse gargalo no deferimento da concessão, ou não, de patentes, em 2019, o INPI lançou o Plano de Combate ao *Backlog* de Patentes. O plano teve como objetivo reduzir o número de pedidos não examinados em pelo menos 80% até o final de 2021 (INPI, 2021).

### 3.2 Vacinas – Conceito

“Vacinas são antígenos de várias categorias, capazes de estimular no organismo que os recebe um estado de resistência parcial ou total contra uma determinada infecção” (HARTWIG, 2018, p. 2).

A vacina teve seu início histórico com o surgimento da doença viral varíola. O médico inglês Edward Jenner desenvolveu o antígeno após a realização de inúmeros testes e de observações. Depois de aferir feridas de tetas de vacas com a imunidade de mulheres que ordenhavam, foi coletado um líquido processado por essas feridas e aplicado a uma criança acometida pela doença, obtendo resultados satisfatórios (ALVES *et al.*, 2019).

Com a descoberta, foi publicado em 1798 o trabalho de Jenner, intitulado: *Um Inquérito sobre as Causas e os Efeitos da Vacina da Varíola* (HARTWIG, 2018). A varíola acompanhou o homem por muitos séculos, causando mortes e lesões graves e irreversíveis, inclusive sendo usada como arma biológica em situações de guerra (SCHATZMAYR, 2001). Várias resistências foram enfrentadas por Jenner para a disseminação da vacina, principalmente por indivíduos ligados a grupos religiosos, porém, em um curto espaço de tempo, foi propagado o conceito com a criação do primeiro Instituto Vacínico de Londres, no ano de 1802, A Sociedade Real Jenneriana para a Extinção da Varíola (HARTWIG, 2018).

No Brasil, um fato marcou a história e foi intitulado como “A revolta da Vacina”, episódio importante que marcou o início do século XX. Com o aumento dos casos de varíola em várias partes do país e com a população não sensibilizada para a situação, a maioria ainda rejeitava o antígeno, principalmente por boatos espalhados sobre seus efeitos colaterais. Mesmo sendo declarada obrigatória a imunização, a população ainda resistia ao incidente. Com uma lei sendo regulamentada em 9 de novembro de 1904, foi a amotinação dos cidadãos contra a vacina que representou o surgimento do acontecimento A Revolta da Vacina (MARTINS, 2020).

### 3.3 Licenciamento Compulsório (Quebra de Patentes) – A Lei n. 14.200/2021

No dia 2 de setembro de 2021 entrou em vigor em nosso ordenamento jurídico a Lei n. 14.200, que tem em seu comando o seguinte:

Esta Lei altera a Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996 (Lei de Propriedade Industrial), para dispor sobre a licença compulsória de patentes ou de pedidos de patente nos casos de declaração de emergência nacional ou internacional ou de interesse público, ou de reconhecimento de estado de calamidade pública de âmbito nacional. (BRASIL, 2021a, art. 1º)

Embora o termo mais utilizado pela imprensa seja o de “quebra de patentes<sup>5</sup>”, essa expressão é inapropriada, já que, de um ponto de vista jurídico, o licenciamento compulsório não retira a propriedade patrimonial do depositante de determinada patente. E do que se trata a licença compulsória? Scudeler (2008), conforme demonstrado na Figura 2, traz um entendimento didático sobre o licenciamento compulsório.

<sup>5</sup> Consultar a matéria disponível em: <https://g1.globo.com/politica/noticia/2021/07/06/camara-aprova-projeto-que-busca-facilitar-quebra-temporaria-de-patentes-para-vacinas-e-remedios.ghtml> (G1, 2021).

**Figura 2** – As funções do licenciamento compulsório segundo Scudeler (2008)



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2021)

Voltando aos dispositivos da Lei n. 14.200/2021, nota-se que essa peça traz alterações importantes na Lei de Propriedade Industrial (LPI) – Lei n. 9.279/1996 – quanto ao seu potencial uso, vislumbrando, assim, os casos apontados na Figura 3.

**Figura 3** – A Lei n. 14.200/2021 e possíveis aplicações



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2021)

Dessa forma, é possível compreender as três esferas quanto à abrangência do dispositivo legal abordado neste artigo que são:

- a) existem casos em que a lei pode ser aplicada;
- b) ainda não há um desdobramento normativo da Lei n. 14.200/2021 (decreto, por exemplo, para regular essa lei), para melhor definir quando essa lei poderá ser aplicada em situações reais; e

c) a decretação dos gêneros vislumbrados na Figura 3 cabe ao Estado, quanto às suas competências, para dizer se há tal situação percebida e se, ainda, tal dispositivo (Lei n. 14.200/201) será aplicado.

### 3.4 Dinamização

Embora a possibilidade de instituir o licenciamento compulsório esteja presente no sistema jurídico brasileiro há quase 100 anos, ele foi utilizado uma única vez para ampliar o acesso a tecnologias de saúde no Brasil em 2007 para o medicamento Efavirenz (RODRIGUES; SOLER, 2009).

A falta de aplicação desse instituto está diretamente ligada às dificuldades burocráticas e aos interesses comerciais de empresas e de países detentores de tecnologia.

O Projeto de Lei n. 12/2021 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2021) tem como objetivo alterar a Lei de Patentes que regula direitos e obrigações relativos à Propriedade Intelectual, para conceder licença compulsória para a exploração de patentes de invenção, ou de modelos de utilidade, necessários para o enfrentamento de emergências de saúde pública.

Originalmente, a Lei n. 9.279/1996 dita que:

Nos casos de emergência nacional ou interesse público, declarados em ato do Poder Executivo Federal, poderá ser concedida, de ofício, licença compulsória, temporária e não exclusiva, para a exploração da patente, sem prejuízo dos direitos do respectivo titular. O ato de concessão da licença estabelecerá seu prazo de vigência e a possibilidade de prorrogação. (BRASIL, 1996, art. 71)

A Lei n. 14.200/2021, aprovada com o objetivo de regular o artigo 71, delibera sobre o dever do Poder Executivo Federal em publicar uma lista de patentes, ou pedidos de patente, cujas licenças compulsórias atendam às necessidades nacionais, isso em até 30 dias, após declarado o Estado de Emergência. Essa lista deve ser preparada com a consulta de instituições de pesquisa e ensino e de entidades representativas do setor civil.

Os procedimentos para o licenciamento de patentes, ou pedidos de patentes, que constem na lista prevista deverão ter sua análise concluída em até 30 dias, tendo prioridade, acelerando o processo de concessão. Esse período de análise poderá ser prorrogado por mais 30 dias.

O objetivo desta emenda era dar celeridade ao processo, considerando como aprovada, de forma tácita, a licença compulsória, no caso de descumprimento desse prazo de 30 dias, prorrogável por igual período. Porém essa proposição de aprovação tácita contida no PL foi vetada pela Presidência da República, diminuindo seu poder de dinamização (INPI, 2016).

A nova lei – Lei n. 14.200/2021 possibilita a antecipação do prazo de sigilo de 18 meses, contados a partir da data de depósito para publicação de pedido de patente (artigo 30 da Lei n. 9.279), nos casos de interesse para o atendimento das necessidades de Emergência Nacional, Interesse Público ou Estado de Calamidade Pública de âmbito nacional.

Poderão ser excluídas da lista de licença compulsória as patentes quando ficou reconhecido que seus titulares assumiram compromissos objetivos capazes de assegurar o atendimento da demanda interna em condições de volume, preço e prazo compatíveis com as necessidades de emergência nacional. Isso pode ser comprovado por meio da exploração direta da patente

ou do pedido de patente no país, ou do licenciamento voluntário da patente ou do pedido de patente; ou, ainda, por contratos transparentes de venda de produto associado à patente, ou ao pedido de patente (BRASIL, 2021).

No caso de patentes e de pedidos de patentes relacionados ao combate à COVID-19, não serão incluídos na lista aqueles que já tiverem sido objeto de acordos de transferência de tecnologia ou licenciamento voluntário capazes de assegurar sua exploração eficiente e o atendimento da demanda interna (BRASIL, 2021a).

A nova lei, Lei n. 14.200/2021, também regula a remuneração do titular da patente que foi objeto de licença compulsória fixado em 1,5% sobre o preço líquido de venda do produto a ela associado até que seu valor venha a ser efetivamente estabelecido (BRASIL, 2021a).

Ficou estipulado que as licenças compulsórias somente poderão ser concedidas para instituições públicas, empresas privadas ou organizações da sociedade civil com efetivo interesse e capacidade econômica para realizar a exploração eficiente da patente ou do pedido de patente.

Pela Lei n. 14.200/2021, o titular da patente, objeto de licença compulsória, deve fornecer as informações necessárias e suficientes para a efetiva reprodução do objeto protegido, incluindo os aspectos técnicos aplicáveis, os resultados de testes e outros dados necessários para a concessão de seu registro pelas autoridades competentes. Assim como na Lei n. 9.279, caso o titular da patente, ou do pedido de patente, se recuse a fornecer as informações, o relatório poderá ser suplementado por documentação existente em alguma instituição autorizada pelo INPI ou indicada em acordo internacional. Ou seja, agências reguladoras e outras autoridades governamentais detentoras de dossiês técnicos, resultados de testes e outras informações, ficam autorizadas a compartilhar tais documentos, informações e materiais com os licenciados.

Inicialmente, o PL que foi proposto incluía a obrigação de fornecer o ativo biológico, porém, durante o processo de aprovação do Projeto de Lei, essa possibilidade foi vetada pelo Presidente da República em gestão, com a justificativa de que poderia contrariar o interesse público pelo risco de conflito com as indústrias farmacêuticas.

A nova lei aprovada em 2021 não causou grandes alterações na lei de 1996, mas, ao regulamentar os artigos 70 e 71 da Lei n. 9.249, acelerou tanto o processo de licenciamento de tecnologias importantes para o combate de um estado de emergência sanitária como o exame de pedidos de patentes relacionados. Sem os limites de tempo impostos pela lei, o uso desse instituto continuaria a ser subutilizado devido a entraves burocráticos e operacionais da Anvisa e do INPI.

No entanto, a Lei n. 14.200/2021 não funcionaria sozinha para dar celeridade de fato ao processo se não fossem o Plano de Combate ao *Backlog* do INPI e a Lei n. 14.195/ 2021, que retira da Anvisa os pedidos de patentes farmacêuticas para anuência prévia (BRASIL, 2021a; 2021b; INPI, 2021).

### 3.5 Aplicação no Mecanismo na Prática e Possíveis Obstáculos

Considerada a criação do mecanismo legal, a Lei n. 14.200/2021, que, em tese, facilitaria o fluxo de produção de vacinas, dada a conhecida “quebra de patentes”, o que resultou em termos práticos no Brasil? A partir de uma prospecção na literatura, ainda não se percebe um

produto, algo efetivo 100% desenvolvido a partir do licenciamento compulsório. De Sousa (2022,) em sua pesquisa, traz uma análise acerca do Licenciamento Compulsório como possível parâmetro de efetividade positiva no combate à COVID-19.

Entretanto, no mundo afora, já existe o desenvolvimento de uma vacina em um formato de patente aberta, a chamada Corbevax (BBC, 2022), que possibilita, por meio de possíveis negociações comerciais internacionais, uma rapidez na produção dessa vacina.

## 4 Considerações Finais

As reflexões acerca da pesquisa aqui trazida mostram que a Lei n. 14.200/2021, sim, possui um potencial de dinamização com seu papel de possibilitar o licenciamento compulsório de vacinas no Brasil.

Entretanto, como qualquer outro dispositivo normativo, essa lei – objeto de nossa pesquisa, depende de várias instituições da Gestão Pública e de organizações civis, que, em camadas macroprocessuais, envolvem os três Poderes: Executivo, Legislativo e Judiciário. Isso implica deduzir que, a partir de um processo de compreensão sobre como a Administração Pública funciona, compreendidos seus contextos históricos, culturais e normativos, qualquer lei, sem a devida aplicação e uso inteligente na esfera da Gestão Pública, se torna apenas um instrumento “decorativo”, ou seja, sem aplicações efetivas acerca de sua previsão dada na estrutura textual da Lei.

Destarte, dentro da Lei n. 14.200/2021, esse tipo de raciocínio pode ser também vislumbrado: existe a possibilidade de uso do licenciamento compulsório em tempos “substanciais”, contudo, há ainda um componente fora da estrutura estatal, mas indissociável do processo de produção de qualquer vacina: o Mercado. Esse mercado é aqui compreendido como a camada econômica que é um dos desdobramentos do que se entende como Economia de Capital (Capitalismo).

## 5 Perspectivas Futuras

Por fim, toda a complexidade desta pesquisa pode ser melhor assimilada no sentido de que a Lei n. 14.200/2021 é um instrumento legal que pode dinamizar o processo de produção de vacinas no Brasil. Entretanto, no âmbito não técnico desse processo, não basta apenas “quebrar a patente”, é necessário garantir que o Estado possa dar condições de fabricação de vacinas, principalmente em tempos de COVID-19, de forma que a precificação de tais produtos biotecnológicos possa garantir sua função social, permitindo que a Gestão Pública possa realizar entregas efetivas para a população no Brasil.

## Referências

- ALVES, M. D. F. S. *et al.* **A história da vacina**: uma abordagem imunológica. 2019. Disponível em: <http://reservas.fcrcs.edu.br/index.php/mostrabiomedicina/article/view/3423/2957>. Acesso em: 23 out. 2021.
- AQUINO, Estela M. L. *et al.* Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 25, p. 2.423-2.446, 2020.
- BBC. **Como é a Corbevax, 1ª vacina contra covid sem patente desenvolvida na América Latina**. 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-59978358>. Acesso em: 7 ago. 2022.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 24 out. 2021.
- BRASIL. Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações à propriedade industrial. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília, DF, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm). Acesso em: 2 dez. 2017.
- BRASIL. **Lei n. 10.196, de 14 de fevereiro de 2001**. Altera e acresce dispositivos à Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996, que regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110196.htm). Acesso em: 1º out. 2021.
- BRASIL. **Lei n. 14.200, de 2 de setembro de 2021**. Altera a Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996 (Lei de Propriedade Industrial), para dispor sobre a licença compulsória de patentes ou de pedidos de patente nos casos de declaração de emergência nacional ou internacional ou de interesse público, ou de reconhecimento de estado de calamidade pública de âmbito nacional. [2021a]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2021/Lei/L14200.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14200.htm). Acesso em: 24 out. 2021.
- BRASIL. **Lei n. 14.195, de 26 de agosto de 2021**. Dispõe sobre a facilitação para abertura de empresas, sobre a proteção de acionistas minoritários, sobre a facilitação do comércio exterior, sobre o Sistema Integrado de Recuperação de Ativos (Sira), sobre as cobranças realizadas pelos conselhos profissionais, sobre a profissão de tradutor e intérprete público, sobre a obtenção de eletricidade, sobre a desburocratização societária e de atos processuais e a prescrição intercorrente na Lei n. 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil); altera as Leis n. 11.598, de 3 de dezembro de 2007, 8.934, de 18 de novembro de 1994, 6.404, de 15 de dezembro de 1976, 7.913, de 7 de dezembro de 1989, 12.546, de 14 de dezembro 2011, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, 10.522, de 19 de julho de 2002, 12.514, de 28 de outubro de 2011, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), 13.105, de 16 de março de 2015 (Código de Processo Civil), 4.886, de 9 de dezembro de 1965, 5.764, de 16 de dezembro de 1971, 6.385, de 7 de dezembro de 1976, e 13.874, de 20 de setembro de 2019, e o Decreto-Lei n. 341, de 17 de março de 1938; e revoga as Leis n. 2.145, de 29 de dezembro de 1953, 2.807, de 28 de junho de 1956, 2.815, de 6 de julho de 1956, 3.187, de 28 de junho de 1957, 3.227, de 27 de julho de 1957, 4.557, de 10 de dezembro de 1964, 7.409, de 25 de novembro de 1985, e 7.690, de 15 de dezembro de 1988, os Decretos n. 13.609, de 21 de outubro de 1943, 20.256, de 20 de dezembro de 1945, e 84.248, de 28 de novembro de 1979, e os Decretos-Lei n. 1.416, de 25 de agosto de 1975, e 1.427, de 2 de dezembro de 1975, e dispositivos das Leis n. 2.410, de 29 de janeiro de 1955, 2.698, de 27 de dezembro de 1955, 3.053, de 22 de dezembro de 1956, 5.025, de 10 de

junho de 1966, 6.137, de 7 de novembro de 1974, 8.387, de 30 de dezembro de 1991, 9.279, de 14 de maio de 1996, e 9.472, de 16 de julho de 1997, e dos Decretos-Lei n. 491, de 5 de março de 1969, 666, de 2 de julho de 1969, e 687, de 18 de julho de 1969; e dá outras providências. [2021b]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2021/Lei/L14195.htm#art 57](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14195.htm#art 57). Acesso em: 4 out. 2021.

CÂMARA DE DEPUTADOS. **Altera a Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996, que regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial, para conceder licença compulsória para exploração de patentes de invenção ou de modelos de utilidade necessários ao enfrentamento de emergências de saúde pública.** 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2280928>. Acesso em: 7 ago. 2022.

DE SOUSA, Matheus Atalano Alves. Licenciamento Compulsório e Covid-19: entre a efetividade das políticas de saúde pública e as perspectivas de política internacional. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, [s.l.], v. 9, n. 27, p. 55-70, 2022.

DOMINGUES, Carla Magda Allan Santos. **Desafios para a realização da campanha de vacinação contra a COVID-19 no Brasil.** [S.l.: s.n], 2021.

ELIAS, Fernando Lopes Ferraz. Patente de Medicamento: a questão do licenciamento compulsório do Efavirenz. **Revista Eletrônica do CEDIN, Centro de Direito Internacional**, [s.l.], v. 4, p. 336-361, 2009.

G1. **Câmara aprova projeto que busca facilitar quebra temporária de patentes para vacinas e remédios.** Por Elisa Clavery. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/politica/noticia/2021/07/06/camara-aprova-projeto-que-busca-facilitar-quebra-temporaria-de-patentes-para-vacinas-e-remedios.ghtml>. Acesso em: 25 out. 2021.

GARCIA, Leila Posenato. Uso de máscara facial para limitar a transmissão da COVID-19. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s.l.], v. 29, p. e2020023, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HARTWIG, D. **Vacinologia e Engenharia de Vacinas – Conceitos em Vacinologia e História das Vacinas.** Pelotas, RS: UFPEL, 2018. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/f7bf4b5f253ea02b6e3b736af174f193.pdf>. Acesso em: 23 out. 2021.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Fluxo processual.** Rio de Janeiro: INPI, 2016. Disponível em: [http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/arquivos/fluxograma\\_site\\_pdf.pdf/view](http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/arquivos/fluxograma_site_pdf.pdf/view). Acesso em: 7 ago. 2022.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Minha Primeira Patente:** que ferramentas são essas? 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/patentes/minha-primeira-patente/que-ferramentas-sao-essas>. Acesso em: 24 out. 2021.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **INPI já resolveu 100 mil pedidos de patentes do backlog.** 23 de ago. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/inpi-ja-resolveu-100-mil-pedidos-de-patentes-do-backlog>. Acesso em: 3 out. 2021.

MARTINS, M. A. S. **A revolta da vacina.** 2020. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/220788/001122547.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 out. 2021.

QUONIAM, Luc; KNISS, Claudia Terezinha; MAZIERI, Marcos Rogério. A patente como objeto de pesquisa em Ciências da Informação e Comunicação. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, [s.l.], v. 19, n. 39, p. 243-268, 2014.

RODRIGUES, William C. V.; SOLER, Orenzio. Licença compulsória do efavirenz no Brasil em 2007: contextualização. **Revista Panamericana de Salud Pública**, [s.l.], v. 26, p. 553-559, 2009.

SCHATZMAYR, H. G. **A varíola, uma antiga inimiga**. 2001. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/csp/2001.v17n6/1525-1530/pt>. Acesso em: 23 out. 2021.

SCUDELER, Marcelo Augusto. Licença compulsória pela ausência de exploração local, promovida pelo poder público. **Cadernos de Direito**, [s.l.], v. 6, n. 11, p. 103-116, 2008.

THEODORSON, G. A.; THEODORSON, A. G. **A modern dictionary of sociology**. London: Methuen, 1970.

WERNECK, Guilherme Loureiro; CARVALHO, Marília Sá. A pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 36, p. e00068820, 2020.

## Sobre os Autores

### Jonath de Andrade Oliveira

*E-mail*: jonath.fis@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4030-1564>

Especialista em Docência Superior pela UnYLeYa em 2018.

Endereço profissional: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Bloco E, Esplanada dos Ministérios, Zona Cívico-Administrativa, Brasília, DF. CEP 70067-900.

### Camila Alves Areda

*E-mail*: caareda@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3613-1585>

Doutor em Ciências Farmacêuticas pela USP em 2009.

Endereço profissional: Universidade de Brasília, Campus Universitário, Centro Metropolitano, Ceilândia Sul, Brasília, DF. CEP: 72220-275.

### Gracielle Guedes dos Santos

*E-mail*: gracielleguedes.rp@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6413-9680>

Mestre em PI e Transferência de Tecnologia para Inovação pela UNB em 2021.

Endereço profissional: IEL Goiás, Ed. Pedro Alves de Oliveira, Rua 200, n. 1.121, Qd.67-C Lt. 1-5, St. Leste Vila Nova, Goiânia, GO. CEP: 74545-230.

### Roberta Ferreira Barros

*E-mail*: robertafb.bio@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5948-1190>

Mestre em Biologia Molecular pela UNB em 2019.

Endereço profissional: Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF. CEP: 70910-900.

# Hesitação Vacinal e seus Fatores Associados no Contexto da Pandemia de COVID-19 no Brasil

## *Vaccine Hesitancy and Associated Factors in the Context of the COVID-19 Pandemic in Brazil*

*Emanuel Sinério Ferreira Leite<sup>1</sup>*

*Marlos Gomes Martins<sup>1</sup>*

*Carla Maria do Carmo Resende Martins<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil

### Resumo

A COVID-19 foi disseminada pelo mundo, e a principal estratégia de controle da doença tem sido a imunização da população, porém, a hesitação por parte da população em receber o imunizante dificulta esse processo. O objetivo deste estudo foi reunir evidências relacionadas à hesitação vacinal contra a COVID-19 e seus fatores associados no Brasil. Foi realizada uma revisão bibliográfica conforme prevê o método PRISMA, com busca sistemática de estudos nas bases de dados PubMed/Medline, Science Direct e Portal de Periódicos Capes. Ademais, foi realizada uma análise descritiva dos dados com o auxílio da plataforma Rayyan. A busca resultou em 11 artigos completos, com uma taxa média de aproximadamente 11% de hesitação vacinal na população estudada. Foram observados fatores principalmente associados a questões socioeconômicas e por estarem expostos a fontes de informação de menor confiabilidade. Portanto, é necessário combater a disseminação da desinformação como importante estratégia de saúde pública.

Palavras-chave: SARS-CoV-2. Vacinação. Hesitação vacinal.

### Abstract

COVID-19 has been spread worldwide and the main strategy to control the disease has been the immunization of the population. However, hesitancy on the part of the population to receive the immunizer hinders this process. The aim of this study was to gather evidence related to vaccine hesitancy against COVID-19 and its associated factors in Brazil. A literature review was conducted according to the PRISMA method, with a systematic search of studies in PubMed/Medline, Science Direct, and Portal de Periódicos Capes databases. Also, a descriptive analysis of the data was performed with the help of the Rayyan platform. The search resulted in 11 full articles, with an average rate of approximately 11% vaccine hesitancy in the study population. Factors mainly associated with socioeconomic issues and being exposed to less reliable sources of information were observed. It is necessary to combat the dissemination of misinformation as an important public health strategy.

Keywords: SARS-CoV-2. Vaccination. Vaccine hesitancy.

Área Tecnológica: Prospecção. Engenharia Sanitária. Políticas Públicas.



# 1 Introdução

Em 2019, o mundo conheceu o SARS-CoV-2, a segunda cepa do vírus causador da síndrome respiratória aguda grave. COVID-19, como a doença foi denominada, foi rapidamente disseminada ao redor do mundo, sendo decretado no dia 11 de março de 2020 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) o estado de pandemia, tornando-se ainda mais clara a emergência global de saúde que os países enfrentariam nos meses seguintes, os quais mostraram ser uma das maiores crises de saúde pública de todos os tempos (WHO, 2020).

O surgimento de uma crise de saúde em escala global fez com que especialistas de diversas áreas articulassem e aplicassem medidas para reduzir ao máximo os impactos causados pelo vírus, até então desconhecido (WALKER *et al.*, 2020). Desde 2020, diversos países e grandes empresas farmacêuticas empreendem esforços para desenvolvimento e distribuição de propostas de vacinas seguras e eficazes para controle da pandemia (DE SOUZA; BUSS, 2021).

O desenvolvimento de vacinas é essencial para conter pandemias e prevenir novos surtos, entretanto, esse processo pode ser longo e de alto custo (PAZELLI; CHUDZINSKI-TAVASSI; VASCONCELLOS, 2022). Além disso, problemas de infraestrutura e de distribuição de vacinas têm impactado diretamente os programas de vacinação para prevenção do SARS-CoV-2 em todo o mundo, sobretudo em países subdesenvolvidos, um dos fatores mais alarmantes para os sistemas de saúde foi a baixa aceitação das doses da vacina em diversos grupos. Isso foi potencializado pela disseminação de notícias falsas em várias plataformas, dificultando o cumprimento das campanhas de vacinação (ARCE *et al.*, 2021). Como contraponto, foi possível observar que países que entenderam a gravidade da situação e tiveram ações de políticas públicas e tecnologias assertivas puderam mitigar os impactos da pandemia e prevenir a perda de vidas (DINIZ *et al.*, 2020).

Segundo a World Health Organization (WHO, 2019), hesitação vacinal é definida como atraso, relutância ou recusa em vacinar apesar da disponibilidade de vacinas, chegando a ser considerada em 2019, pela mesma organização, uma das 10 ameaças para a saúde pública mundial. Trata-se de um fenômeno social de grande complexidade e de impacto coletivo, uma vez que rompe as barreiras do individualismo quando o desejo de não vacinação é disseminado em sociedade por meio do compartilhamento de informações muitas vezes empíricas sobre a vacina em questão (SOBO, 2016).

No Brasil, o fenômeno da hesitação vacinal não é produto da era moderna, remetendo períodos históricos como a revolta da vacina, que ocorreu no início do século XX na cidade do Rio de Janeiro, regida a teorias conspiratórias, à desinformação e à luta popular pela não obrigatoriedade quanto à vacinação (FIOCRUZ, 2005).

Globalmente, a hesitação vacinal é descrita por Sallam (2021) como um subproduto de uma questão multifatorial, incluindo fatores socioeconômicos, religiosos, educacionais e políticos. Situação agravada em regiões geográficas em que a cobertura vacinal para outras doenças é baixa e não há um aporte governamental eficiente para tratamento de questões de saúde pública (HASHIM, 2021).

Mesmo contando com o Programa Nacional de Imunizações (PNI), responsável por estabelecer as políticas públicas de vacinação do país, desde a aquisição até a disponibilização de forma gratuita pela rede pública de saúde, sendo uma das mais relevantes intervenções em

saúde pública do mundo e contando com um dos mais completos sistemas de saúde integral, o Brasil historicamente apresenta dificuldades quanto à adesão vacinal, sobretudo em grupos específicos. Trata-se de um país pluricultural, com dimensões continentais e com uma população numerosa e diversificada. Nesse sentido, reunir dados de estudos populacionais com abordagem direcionada à intenção de vacinação é fundamental para a compreensão dos fatores responsáveis pela hesitação vacinal em diversas populações distintas, além de identificar o impacto da informação no processo de imunização dessas populações.

O objetivo deste trabalho foi reunir evidências relacionadas à hesitação vacinal contra a COVID-19 e seus fatores associados no Brasil.

## 2 Metodologia

Foi realizado um levantamento bibliográfico de dados por meio do processo de revisão sistemática, baseado no Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (MOHER *et al.*, 2009) para analisar evidências relacionadas à hesitação vacinal e seus fatores associados no contexto da pandemia de COVID-19 em território brasileiro. Os termos de busca e a estruturação metodológica foram determinados por meio da utilização da abordagem Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study (PICOS) (METHLEY *et al.*, 2014) pela formulação da seguinte pergunta: “Quais os fatores responsáveis pela hesitação vacinal no contexto da imunização contra a COVID-19 no Brasil?”.

Para essa revisão, a busca de estudos foi realizada nas seguintes bases de dados: PubMed/Medline (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Science Direct (<https://www.sciencedirect.com>) e Portal de periódicos da Capes (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>). Por se tratar de um tema atual, foi utilizado como intervalo cronológico o período entre 1º de janeiro de 2020 e 26 de maio de 2022.

A estratégia de busca utilizada tem como base as palavras-chave não padronizadas associadas a vocabulários registrados na MeSH (National Library of Medicine (Medical Subject Headings) e na Biblioteca Virtual de Saúde por meio dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Dessa forma, os termos de busca em português escolhidos foram: “Hesitação vacinal”, “Aceitação vacinal”, “COVID-19” “Brasil”. Também foi realizada a busca com as variações em inglês desses termos: “Vaccine hesitancy”, “Vaccine acceptance”, “COVID-19” e “Brazil”. Para isso, foi utilizado para agrupamento dos descritores e padronização da busca o operador booleano “AND”, o que resultou nos seguintes termos de busca em língua portuguesa: “Hesitação vacinal AND COVID-19 AND Brasil” e “Aceitação vacinal AND COVID-19 AND Brasil” e em língua inglesa: “Vaccine hesitancy AND COVID-19 AND Brazil” e “Vaccine acceptance AND COVID-19 AND Brazil”.

Após a busca sistemática de estudos nos bancos de dados previamente selecionados, os resultados foram exportados para a plataforma Rayyan ([www.rayyan.ai/](http://www.rayyan.ai/)). Nessa plataforma, foi realizada uma análise descritiva para seleção dos estudos utilizados na reunião de informações.

Para seleção dos estudos, foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: (1) artigos completos publicados em periódicos; (2) estudos que abordam em sua temática a hesitação vacinal contra a COVID-19 no Brasil; (3) estudos publicados em língua portuguesa ou inglesa; (4) estudos publicados entre 1º/01/2020 e 26/05/2022; (5) estudos observacionais transversais

com reunião de dados por meio da aplicação de questionário ou entrevista verbal; (6) estudos brasileiros ou estrangeiros, desde que contenham dados relevantes da população brasileira; e (7) estudos com aprovação de um Comitê de Ética e Pesquisa e/ou assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Como critérios de exclusão, utilizou-se: (1) estudos qualitativos; (2) estudos duplicados; (3) revisões, editoriais, resenhas, monografias e relatos de caso; (4) estudos sem disponibilidade de acesso para o texto completo; (5) estudos que não apresentaram uma descrição de fatores associados à hesitação vacinal contra a COVID-19 no Brasil; e (6) estudos que apresentem quaisquer outras contrariedades aos critérios de inclusão.

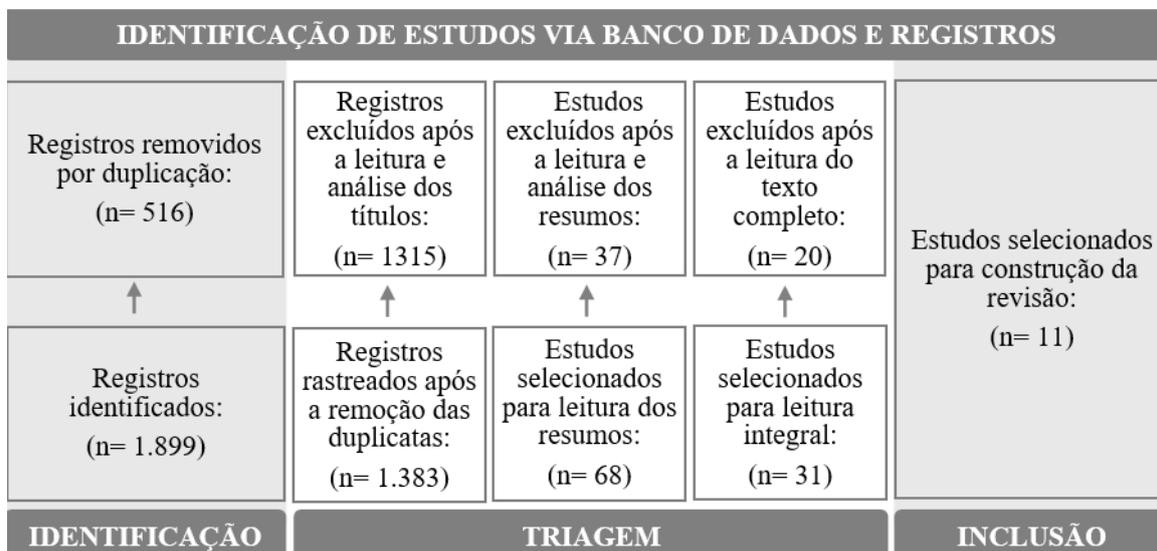
### 3 Resultados e Discussão

Para efeito de contextualização temporal, a primeira pessoa no Brasil a ser vacinada contra a COVID-19 fora dos ensaios clínicos foi em 17/01/2021, em evento solene que ocorreu no estado de São Paulo. Foi utilizado o imunizante CORONAVAC, produzido pelo instituto Butantan.

#### 3.1 Descrição dos Estudos Incluídos

A partir das estratégias de busca utilizadas, foram encontrados nas bases de dados 1.899 registros (PubMed n= 73, Science Direct n= 534 e Portal de Periódicos da CAPES n= 1292). O processo sistemático de avaliação dos dados resultou em 11 estudos observacionais transversais (Figura 1). O tamanho da amostra dos estudos selecionados variou de 454 a 173.178 participantes, totalizando 196.351 indivíduos. Os métodos de obtenção dos dados utilizados pelos autores foram: aplicação de questionário online (n= 5), aplicação de questionário de forma presencial (n= 4) e entrevista telefônica (n=2). Dos estudos incluídos, dois possuem dados de diversos países, porém apresentam descrição de fatores associados à hesitação vacinal no Brasil. Nove estudos foram realizados integralmente em solo brasileiro, sendo quatro deles com dados das cinco regiões do país, um com dados de todo o estado do Maranhão e os demais foram realizados nas seguintes cidades: Salvador/BA (n=2), Bauru/SP (n=1) e Teresina/PI (n=1).

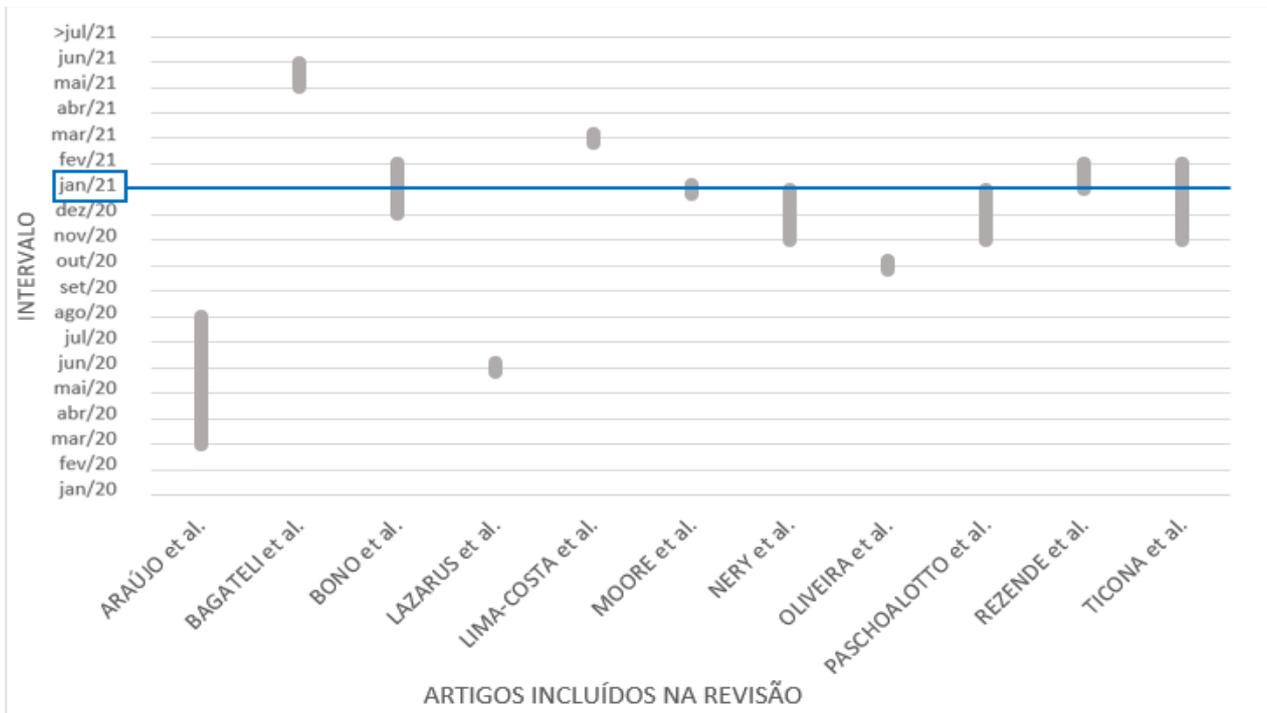
**Figura 1** – Processo sistemático de seleção dos estudos



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

Vale ressaltar que os artigos reúnem dados populacionais de março de 2020 a junho de 2022. Na maioria dos estudos, os dados foram obtidos durante ou depois do início da distribuição pública das vacinas contra a COVID-19 (n= 8) (Figura 2).

**Figura 2** – Intervalo cronológico da coleta de dados de cada estudo (em azul, o mês de início da aplicação pública de vacinas contra o SARS-CoV-2 para residentes no Brasil)



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

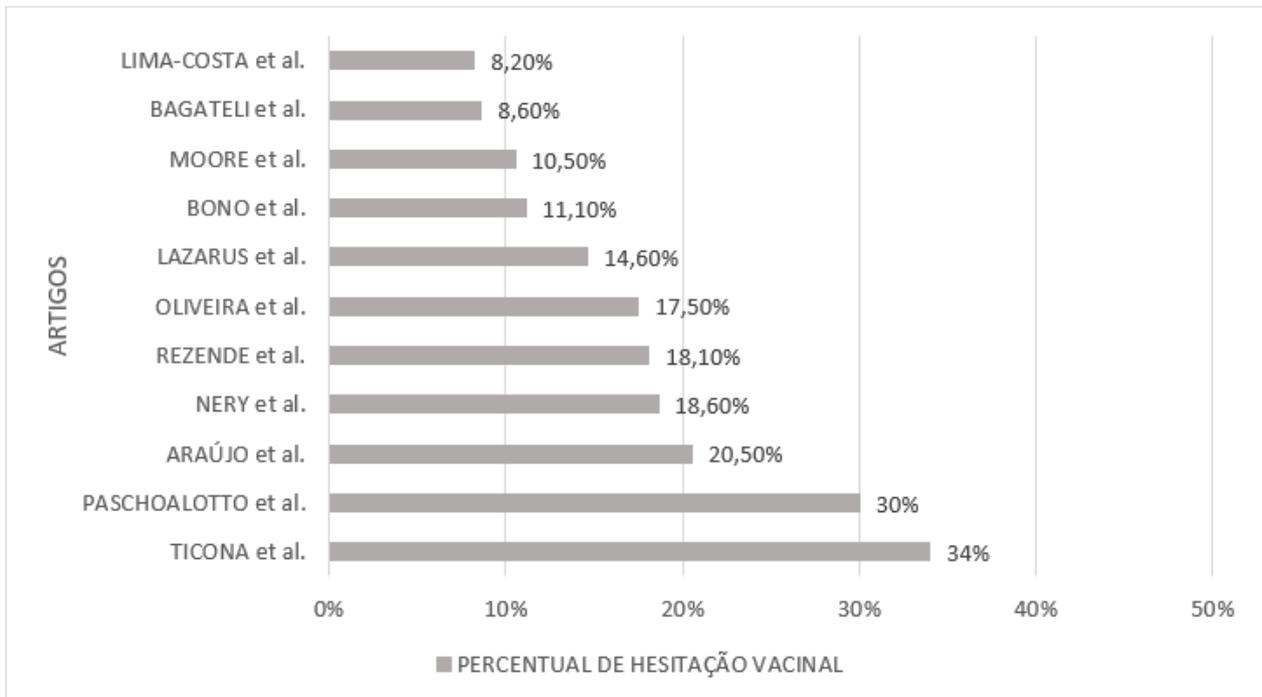
Quanto aos objetivos de cada estudo, a maioria buscou identificar preditores da hesitação e aceitação vacinal contra a COVID-19. A população-alvo dos estudos variou consideravelmente. Foram incluídos para esta revisão cinco estudos com público-alvo pessoas com mais de 18 anos, independentemente da condição; um artigo avaliou a hesitação vacinal em adultos e crianças maiores de um ano, considerada a opinião dos pais, para os que possuísem menos de 18 anos; um dos registros abordou pais de crianças e adolescentes; um artigo utilizou como população de estudo moradores de uma comunidade da periferia de Salvador, BA; um estudo avaliou tais fatores em adultos com diagnóstico prévio de síndrome gripal; uma publicação abordou a hesitação vacinal em adultos portadores de doenças inflamatórias imunomediadas; um estudo utilizou uma amostra de idosos participantes do Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros (ELSI).

O Anexo traz uma síntese dos estudos selecionados segundo o primeiro autor, o tipo de estudo, mês e ano da publicação, região geográfica da coleta de dados, instrumento utilizado para coleta de dados, a população-alvo do estudo em questão, o número de participantes e o percentual de hesitação vacinal. Aqueles com abordagem multinacional, foram considerados o número de participantes e o total de respondentes do Brasil.

### 3.2 Taxa de Hesitação Vacinal

As taxas de hesitação em receber a vacina variaram de um mínimo de 8,2% encontrado no estudo de Lima-Costa *et al.* (2022) a um máximo de 34%, observado no estudo de Ticona (2021). Quando considerado o número total de respondentes, o valor percentual de hesitação foi de aproximadamente 11,1%. Em todas as pesquisas, a intenção de ser vacinado ultrapassou 50% da amostra populacional em questão (Figura 3).

**Figura 3** – Percentual total de hesitação vacinal em cada estudo



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

### 3.3 Fatores Associados à Hesitação Vacinal

A partir dos dados obtidos na análise descritiva dos estudos, diversos fatores foram associados a números consideráveis de participantes que se opuseram ou não haviam decidido aceitar a vacina. Foram observados fatores demográficos, comportamentais, socioeconômicos, habitacionais, geográficos, políticos e estruturais. Sendo descritos por este estudo, de acordo com: idade, sexo, renda familiar, etnia, presença de comorbidades, religião, moradia e exposição a fontes de informação variadas. Ainda, foi possível destacar a opinião de pais e cuidadores sobre a vacinação infantil.

Os resultados conduzidos por Oliveira *et al.* (2021), Moore *et al.* (2021) e Paschoalotto *et al.* (2021) observaram que possuir mais de 60 anos foi um fator preponderante pelos maiores percentuais de rejeição vacinal e indecisão, comparados com respondentes não idosos. Lazarus *et al.* (2020) não associaram diretamente a hesitação com a velhice, porém foi observado que indivíduos com mais de 50 anos apresentaram 15,4% de hesitação, contra 13,2% daqueles com menos de 50 anos.

Uma das publicações utilizou como população de estudo apenas pessoas idosas, apresentando uma aceitação vacinal superior a 90% (LIMA-COSTA; MACINKO; MAMBRINI, 2022). Vale ressaltar que, mesmo baixas, quaisquer taxas de hesitação em indivíduos com mais de 60 anos são fortemente preocupantes em todos os estudos que expuseram dados sobre essa população. Idosos são associados a números maiores tanto de internações quanto de óbitos por complicações da COVID-19, uma vez que diversos fatores como doenças cardiovasculares, diabetes *mellitus*, hipertensão arterial, entre outras condições são comuns em pessoas com mais de 60 anos, sendo considerados fatores de risco para o agravamento da doença (LEUNG, 2020).

Dois estudos associaram ser mais jovem a uma maior taxa de hesitação (PASCHOALOTTO *et al.*, 2021; TICONA *et al.*, 2021), semelhante ao observado em uma revisão singapurense, realizada com dados de estudos conduzidos em países de alta renda (AW *et al.*, 2021). O artigo publicado por Paschoalotto *et al.* (2021) traz ambas as informações. Indivíduos com mais de 65 anos e com menos de 25 apresentaram maiores níveis de hesitação vacinal quando comparados com as demais faixas etárias. Ticona *et al.* (2021) associaram a alta taxa de rejeição e de incertezas quanto à vacinação em pessoas jovens aos fatores socioeconômicos e estruturais, uma vez que o estudo foi realizado em uma comunidade da periferia soteropolitana. Foi observado também que 14,6% dos idosos que compõem a mostra de hesitação vacinal no estudo de Lima-Costa, Macinko e Mambrini (2022) apresentaram hesitação vacinal justificada pela orientação médica da não vacinação. Trata-se de um grande problema, uma vez que o médico para a população idosa é um profissional que sempre está associado à melhor opção no que diz respeito à saúde e ao bem-estar (LIMA-COSTA; MACINKO; MAMBRINI, 2022).

Entre os 11 estudos incluídos para esta revisão, nove publicações expuseram dados relevantes quanto ao sexo como fator associado à hesitação vacinal. Em geral, quatro estudos apresentaram maior hesitação em entrevistados do sexo masculino (ARAÚJO *et al.*, 2021; LIMA-COSTA; MACINKO; MAMBRINI, 2022; MOORE *et al.*, 2021; TICONA *et al.*, 2021), em contrapartida, as mulheres apresentaram maior nível de hesitação vacinal em cinco das nove publicações com dados relevantes (OLIVEIRA *et al.*, 2021; LAZARUS *et al.*, 2020; NERY *et al.*, 2022; PASCHOALOTTO *et al.*, 2021; REZENDE *et al.*, 2021). Não expuseram dados numéricos relevantes os estudos de Rezende *et al.* (2021) e Paschoalotto *et al.* (2021), sendo utilizados para esta revisão apenas os dados descritivos.

Grande parte das informações da literatura associa o sexo feminino como fator de gênero de maior impacto na hesitação vacinal. A exemplo, uma revisão global realizada por Sallam (2021), na qual mulheres apresentaram maiores taxas de hesitação vacinal em 15 países, justificado pelo observado no estudo de Nery *et al.* (2022), com uma maior aceitação de práticas preventivas não farmacológicas em pessoas do sexo feminino, quando comparado aos homens, que se mostraram mais propensos à aceitação da vacinação e demais intervenções farmacológicas.

Diversos fatores estão associados a altas taxas de hesitação vacinal no público masculino, geralmente associados a questões de saúde comuns do gênero. Entre eles, a menor procura por serviços de saúde, pressão social, menor aceitação das medidas de prevenção implementadas na pandemia, maior tendência à recepção e à disseminação de informações erradas, entre outros (SHARMA; VOLGMAN; MICHOS, 2020). Vale ressaltar que os homens apresentam maior risco de evolução clínica da COVID-19, reforçando a necessidade de um enquadramento de gênero nas campanhas de promoção de saúde e prevenção de doenças, sobretudo no contexto pandêmico (PECKHAM *et al.*, 2020). Dessa forma, assim como o observado no estudo de Nery *et al.*

(2022), os achados desta revisão retratam um papel de gênero multivariável na hesitação vacinal contra a COVID-19, dependendo de diversos fatores relacionados ao indivíduo em questão.

Seis estudos apresentaram na discussão dos seus resultados a descrição de renda como um fator crucial na decisão de ser vacinado (ARAÚJO *et al.*, 2021; BAGATELI *et al.*, 2021; DE OLIVEIRA *et al.*, 2021; TICONA *et al.*, 2021; REZENDE *et al.*, 2021; MOORE *et al.*, 2021). Todos os estudos trazem uma associação direta de situações de baixa renda com uma taxa de hesitação vacinal maior, com exceção da pesquisa conduzida por Araújo *et al.* (2021), que observa um perfil de hesitação inverso, quando comparado aos demais estudos. Uma vez que o percentual de hesitação foi proporcional à renda familiar dos entrevistados, variando de 19,2% para aqueles que possuem renda familiar de até um salário mínimo mensal a 24,5% para famílias que recebem mensalmente mais de quatro salários mínimos. O papel da renda na hesitação vacinal é de grande relevância, já que um grande contingente de brasileiros vive em situação de pobreza e de extrema pobreza, estado agravado com o impacto social causado pela pandemia (GRECO *et al.*, 2021). Vale ressaltar que, na maioria das famílias em situação de vulnerabilidade social, existe apenas uma fonte de renda e que muitos fatores dificultam tanto o acesso à saúde quanto o acesso à informação (PITOMBEIRA; DE OLIVEIRA, 2020).

Diversos estudos utilizados para a revisão trouxeram valores numéricos para hesitantes conforme a etnia, a maioria classificando as respostas como brancos e não brancos. Apenas um estudo apresentou dados estatísticos para tal fator, sendo observado um menor percentual de hesitação para participantes de pele clara (NERY *et al.*, 2022). Houve, também, uma associação direta entre baixos níveis de escolaridade e maior hesitação, como descrito em oito dos 11 estudos da revisão (ARAÚJO *et al.*, 2021; BAGATELI *et al.*, 2021; BONO *et al.*, 2021; LIMA-COSTA; MACINKO; MAMBRINI, 2022; MOORE *et al.*, 2021; PASCHOALOTTO *et al.*, 2021; TICONA *et al.*, 2021; REZENDE *et al.*, 2021). No estudo de Paschoalotto *et al.* (2021), os indivíduos que têm apenas o ensino fundamental apresentam níveis de hesitação vacinal até quatro vezes maiores do que aqueles com maior escolaridade maior. Rezende *et al.* (2021) descrevem a região Centro-Oeste brasileira como a de maior taxa de hesitação vacinal, também descrito por Moore *et al.* (2021), que observaram a maior taxa de hesitação vacinal nessa região, seguida pelas Regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Norte. Além disso, a maioria dos participantes da amostra reside nas capitais dos estados, que apresentaram menor hesitação vacinal (10,1%) do que os residentes em outras regiões dos estados (11,4%), o mesmo observado no estudo de Oliveira *et al.* (2021), conduzido em todo o estado do Maranhão, com maior prevalência de hesitação nas duas regiões mais populosas do Estado, Imperatriz e os municípios da região metropolitana da capital São Luiz. A publicação de Ticona *et al.* (2021) investigou a hesitação vacinal em moradores de uma comunidade na periferia de Salvador, BA, identificando a maior prevalência de hesitação entre os estudos utilizados para esta revisão. Notou-se que 34% dos moradores entrevistados se opuseram à vacinação ou se mostraram indecisos ou indiferentes quando questionados. É destacado também que moradores não hesitantes relataram disposição a receber a vacina contra a COVID-19 para proteger outros moradores de sua comunidade. Isso mostra o poder de comunicação e de apoio social existente dentro de comunidades periféricas, também observado em cidades menos populosas. Tal fator pode ser perigoso pela disseminação de informações inverídicas, porém, no caso do observado na comunidade em questão, é um fator associado à aceitação vacinal. Sendo assim, devido à comunicação local, a proteção comunitária pode e deve ser utilizada no combate à hesitação vacinal. Os dados expostos e

discutidos no estudo em questão reforçam ainda mais o impacto socioeconômico e habitacional no complexo fenômeno da hesitação vacinal.

Mesmo com a existência de um dos maiores sistemas de saúde pública do mundo, o Brasil ainda tem muito a avançar na construção de políticas de saúde que alcancem todas as classes sociais com eficiência, sobretudo com ações de educação em saúde e escuta social. A hesitação vacinal observada, de acordo com fatores econômicos, educacionais, étnicos e geográficos, condiz com o histórico de imunização no país, que, mesmo com as importantes contribuições para a saúde pública brasileira, desde os seus primórdios, enfrenta problemas de adesão social, especialmente nas populações menos assistidas pelos programas de saúde (ROCHA, 2015).

A relevância de tais fatores como preditores de hesitação vacinal associado ao risco de agravamento do impacto pandêmico, tanto para não vacinados quanto para os seus conviventes, torna-se ainda mais relevante, haja vista o grande número de publicações que trazem resultados semelhantes aos achados desta revisão. Estudos com amostras populacionais coletadas na Colômbia, Paquistão, Malásia, Índia, Nigéria, Zimbábue, Estados Unidos e Bangladesh reforçam os resultados das publicações incluídas neste estudo quanto a esses preditores (ADIGWE, 2021; AL-WUTAYD; KHALIL; RAJAR, 2021; MANGLA *et al.*, 2021).

Apenas um estudo apontou a religião como fator de hesitação vacinal. Oliveira *et al.* (2021) relataram que 24,1% dos evangélicos respondentes do questionário hesitaram em receber a vacina, mais que outros 15,2% católicos, 20% daqueles que não possuíam religião, e 12,7% daqueles que afirmaram ser de outras religiões. As motivações para hesitação vacinal entre comunidades religiosas são normalmente associadas a critérios culturais e individuais, como mostra o estudo de Domachowske e Suryadevara (2013), com a descrição de relatos de muçulmanos e de judeus sobre a hesitação vacinal baseada em suas crenças e escrituras sagradas. Esses escritos, mesmo não condenando a vacinação, possuem associações interpretadas erroneamente. Porém, no que diz respeito ao papel da não aceitação vacinal entre evangélicos brasileiros, essa associação é mais palpável quando são tratados fatores relacionados à capacidade de grupos religiosos funcionarem como meio de disseminação de informações falsas ou mal interpretadas. As crenças religiosas podem desempenhar papéis construtivos ou prejudiciais em um cenário de pandemia, impactando o comportamento das pessoas, com atitudes fundamentalistas baseadas exclusivamente na fé como garantia de proteção contra o SARS-CoV-2 (BARUA *et al.*, 2020). Ainda, como descreve Oliveira *et al.* (2021), os líderes religiosos têm importante impacto nessas comunidades. Mesmo com um papel social de grande relevância, no Brasil, muitas vezes são associados a discursos negacionistas baseados em teorias conspiratórias e em informações falsas. A situação é agravada, com o alinhamento político-religioso, com comunidades religiosas permeando a base de apoio de líderes governamentais (MONARI *et al.*, 2021).

Mesmo com apenas uma das publicações com essa abordagem direta, o papel político na hesitação vacinal foi um importante achado entre os estudos utilizados para esta revisão. Paschoalotto *et al.* (2021) abordam a opinião política como fator-chave para explicar os fenômenos associados à hesitação vacinal. Indivíduos de direita, geralmente mais favoráveis ao governo Bolsonaro (2018-2022), apresentam maiores níveis de hesitação vacinal do que indivíduos do espectro político de esquerda. Respondentes que pontuaram a ação desse governo como “Muito ruim” apresentaram 86% de disposição para serem vacinados; entre os que classificaram a ação do governo como “Muito boa”, por sua vez, essa disposição cai para 38%, em uma escala de aprovação do governo presente no questionário (PASCHOALOTTO *et al.*, 2021). Isso reforça

o impacto e a importância de lideranças religiosas e políticas na promoção do cumprimento e da confiança pública nas ações de promoção de saúde durante a pandemia.

Assim como encontrado nos estudos que mencionaram a política e a religião como fatores associados à baixa aceitação vacinal, foi observado para esta revisão que diversos estudos abordaram a desinformação como fator associado à hesitação vacinal. Lima-Costa, Macinko e Mambrini (2022), em uma amostragem de idosos brasileiros, observaram que aqueles que utilizaram como fonte os canais do Ministério da Saúde e a mídia tradicional apresentaram um grau de aceitação vacinal consideravelmente maior que aqueles que receberam informações de amigos, familiares e mídias sociais. A facilidade de comunicação na era moderna e a confiança das pessoas em influenciadores e familiares propagaram durante toda a pandemia um portfólio diverso de notícias falsas sobre tratamentos e sobre a prevenção da COVID-19. Isso mostrou-se ainda mais presente nas redes sociais, evidenciando um dos mais relevantes problemas de saúde pública da atualidade (ULLAH *et al.*, 2021). Foram observadas opiniões como: “a COVID-19 não existe”, a “vacina não é eficaz”, “a vacina foi feita para prejudicar”, “a pandemia acabou”, causando relevante impacto nas campanhas de vacinação (BONO *et al.*, 2021). Mesmo com todos os problemas causados pela disseminação massiva de notícias falsas nas mídias digitais, a utilização dessas notícias como ferramenta de promoção à saúde durante a pandemia foi de grande importância, sobretudo no que tange à vacinação, assim como mostra o estudo de Araújo *et al.* (2021). Nessa publicação, o acesso à informação pelas redes sociais aumentou em 4,56 vezes as chances de tomar a vacina entre os entrevistados. A eficácia da vacina foi relatada como um fator importante na decisão de vacinação por 13.407 participantes de um estudo conduzido por Moore *et al.* (2021), mostrando uma hesitação vacinal de 66,6% nesse grupo. Os autores ainda observaram que ter pouco ou nenhum medo de desenvolver COVID-19 foi um fator comportamental relacionado à maior hesitação da vacina, que também foi alta em indivíduos que pensaram que a imunização seria desnecessária para aqueles que já haviam sido infectados pelo SARS-CoV-2 (MOORE *et al.*, 2021). Rezende *et al.* (2021) descreveram a duração relativamente curta dos ensaios clínicos pré-licenciamento das vacinas contra a COVID-19 e o medo de eventos adversos relacionados à vacina, como fatores de grande relevância na composição da amostra de hesitantes. O país de origem da vacina foi relatado como fator na decisão de vacinação por 33.333 participantes segundo Moore *et al.* (2021). Isso representa 27,3% de hesitação vacinal nesse grupo, sendo a China o país mais citado quanto à hesitação vacinal. As vacinas com maior confiança foram Covishield (80,13%), CoronaVac (76,36%), Pfizer/BioNTech (70,6%), Moderna (59,58%), Sputnik (45,86%) e Covaxin (42,34%). A escolha da vacina baseada no país de origem reforça ainda mais o impacto político no cuidado à saúde por parte do indivíduo. Mesmo em uma crise de saúde pública mundialmente causada por um vírus mortal, parte da população considera a opinião de pessoas totalmente leigas no assunto, desconsiderando e concedendo vilania a cientistas e entidades de saúde por mero seletivismo político-partidário.

O surgimento diário de notícias e de informações sem fundamentação técnico-científica, o medo da COVID-19 e as teorias da conspiração presentes desde antes da pandemia foram fatores cruciais no surgimento de lideranças e no fortalecimento de grupos antivacina no Brasil e em outros países (KHADAFI *et al.*, 2022). Como visto nos achados desta revisão, a influência dessas pessoas ao nível social é considerável, impactando negativamente não somente a vacinação contra a COVID-19, mas tudo que foi conquistado pelo PNI e pelas instituições brasileiras

de pesquisa em vacinas. Deve ser considerado que entre os entrevistados que afirmaram ser contra todas as vacinas já em uso para outras doenças (com perfil antivacina), 13,3% estavam dispostos a tomar a vacina da COVID-19, o que é retratado pelo autor como um possível ponto de virada causado pelo impacto da COVID-19 na vida de todos (MOORE *et al.*, 2021). Isso mostra a vacinação contra a SARS-CoV-2 como um dos fatores de maior importância na história da vacinação mundial, com impactos diretos nas próximas campanhas de vacinação contra outras doenças.

No estudo de Rezende *et al.* (2021), alguns fatores observados em pacientes com doenças inflamatórias imunomediadas foram associados a maiores chances de hesitação vacinal, por exemplo, pacientes com lúpus eritematoso sistêmico, aqueles com comorbidades como doença renal crônica, câncer e fibromialgia. Curiosamente, foi observado pelo autor que uma parcela considerável desses pacientes estava com medo de que a vacinação piorasse sua doença subjacente, enquanto outra parcela acreditava serem mais propensos a ter efeitos colaterais da vacina contra a COVID-19 do que a população em geral. O severo impacto pandêmico em todo o mundo foi ainda mais relevante em pacientes imunocomprometidos e com outros tipos de comorbidades, justificado pela consideração desses pacientes como prioritários na classificação social de espera pela vacina (PUNSALAN; SALUNGA, 2021). Assim, tais resultados reforçam o perigo de hesitação vacinal naqueles que possuem maior risco de evolução clínica se infectados pelo SARS-CoV-2.

Dois estudos abordaram pais e cuidadores de crianças sobre a vacinação dos seus dependentes menores de 18 anos. Oliveira *et al.* (2021) observaram que 18% dos entrevistados rejeitaram a vacina para seus filhos e 15% não possuíam uma opinião formada. Essa atitude foi positivamente associada pelo autor à intenção dos pais de se vacinarem. Bagateli *et al.* (2021) relataram que 91% dos cuidadores apresentaram disposição a aceitar a vacinação contra a COVID-19 para seus filhos e 94% seriam vacinados contra a COVID-19. O estudo traz considerações sobre uma possível associação de fatores como o impacto da COVID-19 nas crianças brasileiras, que, mesmo inicialmente baixo, em picos de transmissão viral, foi consideravelmente maior (LIMA; FARIA; KFOURI, 2021). Um maior receio psicossocial de adquirir a COVID-19 em comparação com outras doenças e, especialmente, o fato de crianças funcionarem como transmissores da doença, principalmente para os mais frágeis, também foram considerados. Mesmo com altas taxas de aceitação vacinal em ambos os estudos, são observados indícios de desinformação e receio por parte da população-alvo. Tais resultados indicam a necessidade de direcionamento de informações coerentes e de divulgação de dados válidos para possibilitar um aumento na aceitação vacinal por parte dos cuidadores. O sucesso histórico das campanhas brasileiras de imunização possui associação direta com as altas taxas de vacinação infantil. O que, em tempos de pandemia, deveria ser um fator crucial na decisão de os pais imunizarem as crianças (LIMA; FARIA; KFOURI, 2021).

Conforme apontam os resultados observados, a taxa de hesitação vacinal no Brasil, mesmo baixa, quando comparada a outros países (CASCINI *et al.*, 2021; PATWARY *et al.*, 2022; SALLAM, 2021), é preocupante, uma vez que o país conta com um amplo e eficaz programa nacional de imunizações e um sistema de saúde universal (SATO, 2018). Agravada pelo perfil de hesitação observado que permeia a vulnerabilidade social, a hesitação vacinal foi majoritariamente relatada em indivíduos que deveriam ser prioridade no processo de imunização e controle de doenças, sobretudo no contexto pandêmico, que foi responsável por uma das

mais severas crises sócio-humanitárias que o Brasil enfrentou nos últimos anos. Altas taxas de desemprego, a fome e a miséria mais presentes nas mais baixas camadas sociais associadas à negligência, negação científica e massiva divulgação de notícias falsas fomentam a hesitação vacinal e dificultam acesso integral à saúde, principalmente para aqueles que mais necessitam (COUTO; BARBIERI; DE SOUZA AMORIM MATOS, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2021).

A hesitação vacinal foi evidenciada pela pandemia de COVID-19 e pelos seus fatores associados, porém, há tempos, esse é um problema constante a ser enfrentado pelo PNI. Assim como evidenciam dados do mesmo programa, mostrando que antes mesmo do surgimento do SARS-CoV-2, nos anos de 2017 e 2018, não foi possível atingir a meta de vacinação estabelecida para grande parte dos imunizantes, que foi de 95% do público alvo vacinável (SOUSA *et al.*, 2019).

Mesmo com todo o impacto causado pela hesitação vacinal, na maioria das publicações utilizadas para a revisão, o perfil de hesitação não foi descrito como fator bivalente ao lado da aceitação vacinal, sendo descrito nos estudos como um fator conjunto de recusa e de indecisão quanto à vacinação. Como foi observado no estudo de Moore *et al.* (2021), no qual, 2,5% dos entrevistados não pretendiam vacinar, enquanto 8% não tinham certeza ou estavam dispostos a vacinar apenas com uma vacina específica, o que, segundo o autor, demonstra um potencial ainda maior de adesão à conscientização e às políticas de educação em saúde.

Este estudo apresentou algumas limitações, sendo a principal delas o baixo número de pesquisas disponibilizadas na literatura, sobretudo abordando populações específicas, como profissionais de saúde, gestantes e a comunidade LGBTQIA +, não abordadas diretamente nesta revisão. A baixa quantidade de estudos utilizando a população brasileira é preocupante quando comparada a outros países. A exemplo da meta-análise publicada por Mekonnen e Mengistu, (2022) que mostrou uma grande heterogeneidade de dados na Etiópia, um país que representa pouco mais de 7% do PIB brasileiro (TRADING ECONOMICS, 2021). Isso reforça quanto o processo científico brasileiro precisa avançar, com investimentos justos para o país poder crescer em quantidade e em qualidade das publicações.

## 4 Considerações Finais

Mesmo com uma aceitação vacinal consideravelmente alta, os principais achados deste estudo revelam uma associação direta da hesitação vacinal em território brasileiro com fatores socioeconômicos. Uma vez que indivíduos em vulnerabilidade social, com menores níveis de escolaridade, não brancos e residentes em áreas onde o acesso às ações de saúde pública é menor, apresentam níveis mais baixos de aceitação vacinal. Fatores demográficos foram fortemente associados com a hesitação vacinal, com maiores níveis observados em idosos e em pessoas jovens. Ainda, foi observado que possuir comorbidades esteve associado com maiores taxas de hesitação e que fatores políticos e religiosos possuíram relação com a recusa e a indecisão quanto à utilização da vacina. A desinformação permeou entre todos os estudos como principal fator de hesitação vacinal. Vale ressaltar que a crise causada pela pandemia do novo coronavírus somente reforçou a hesitação vacinal como um dos grandes problemas de saúde pública do Brasil e do mundo. Sendo esse um problema entranhado na história da saúde pública brasileira. Felizmente, como destacado nesta revisão, a hesitação vacinal observada foi majori-

tariamente composta daqueles que apresentavam indecisão quanto à vacinação, evidenciando a necessidade de intervenção pública com campanhas de vacinação que, além da distribuição eficaz de vacinas, forneça capacitação de profissionais com foco na garantia de informação direcionada para todas as camadas da sociedade, evidenciando as ações de educação em saúde e de combate à criação e à disseminação da desinformação. Dessa forma, a presente revisão contribui diretamente com o acervo de estudos brasileiros que abordam fatores populacionais associados à hesitação vacinal no país. O estudo reforça, ainda, a necessidade do empenho da comunidade científica nacional no desenvolvimento de estudos futuros que forneçam dados concisos e mais diversificados para embasar o direcionamento de ações públicas que possuam como objetivo minimizar os impactos causados pela redução dos índices de imunização.

## 5 Perspectivas Futuras

O Brasil por décadas foi conhecido por ter um dos melhores sistemas de vacinação do mundo, no entanto, durante a pandemia, desenhou-se um novo cenário que pode vir a se tornar um grave problema na saúde pública e uma mácula no bom histórico vacinal do país. Do ponto de vista tecnológico, houve um desenvolvimento de vacinas, que, no entanto, foram postas sob suspeição por parte da população, que, em virtude disso, não se imunizou. Economicamente houve um empobrecimento social, fator pertinente para o aumento da hesitação vacinal, associado a uma baixa escolaridade, e, ao encontro de fontes de notícias falsas, se estabelece um cenário de retrocesso, pois com a redução da confiabilidade da população sobre a vacinação, projeta-se na possibilidade de reemergência de doenças que se passaram décadas e estava sob controle no Brasil. Em alguns casos, já se torna evidente, como o surto de sarampo recente e a baixa adesão à vacinação de poliomielite, o que prova que é necessário o combate ostensivo à desinformação. Portanto, é imprescindível que novos estudos sejam realizados para detectar nos próximos anos qual será a nova realidade quanto à adesão da população às campanhas de vacinação. As recentes pesquisas irão nortear ações e campanhas para mitigar o quadro atual de hesitação vacinal.

## Referências

- ADIGWE, O. P. COVID-19 vaccine hesitancy and willingness to pay: Emergent factors from a cross-sectional study in Nigeria. **Vaccine: X**, [s.l.], v. 9, dez. 2021.
- AL-WUTAYD, O.; KHALIL, R.; RAJAR, A. B. Sociodemographic and behavioral predictors of COVID-19 vaccine hesitancy in Pakistan. **Journal of Multidisciplinary Healthcare**, [s.l.], v. 14, p. 2.847-2.856, 2021.
- ARAÚJO, T. M. E. *et al.* Aceitação da vacina contra COVID-19 entre público diagnosticado com síndrome gripal. **Acta Paulista de Enfermagem**, [s.l.], v. 34, 2021.
- ARCE, J. S. *et al.* COVID-19 vaccine acceptance and hesitancy in low- and middle-income countries. **Nature Medicine**, [s.l.], v. 27, n. 8, p. 1.385-1.394, ago. 2021.
- AW, J. *et al.* COVID-19 vaccine hesitancy – A scoping review of literature in high-income countries. **Vaccines**, [s.l.], v. 9, n. 8, p. 900, 2021.

- BAGATELI, L. E. *et al.* Covid-19 vaccine hesitancy among parents of children and adolescents living in Brazil. **Vaccines**, [s.l.], v. 9, n. 10, out. 2021.
- BARUA, Z. *et al.* Effects of misinformation on COVID-19 individual responses and recommendations for resilience of disastrous consequences of misinformation. **Progress in Disaster Science**, [s.l.], v. 8, dez. 2020.
- BONO, S. A. *et al.* Factors affecting COVID-19 vaccine acceptance: an international survey among low-and middle-income countries. **Vaccines**, [s.l.], v. 9, n. 5, maio 2021.
- CASCINI, F. *et al.* Attitudes, acceptance and hesitancy among the general population worldwide to receive the COVID-19 vaccines and their contributing factors: A systematic review. **EClinicalMedicine**, [s.l.], v. 40, out. 2021.
- COUTO, M. T.; BARBIERI, C. L. A.; DE SOUZA AMORIM MATOS, C. C. Considerations on covid-19 impact on the individual-society relationship: From vaccine hesitancy to the clamor for a vaccine. **Saúde e Sociedade**, [s.l.], v. 30, n. 1, 2021.
- DE SOUZA, L. E. P. F.; BUSS, P. M. Global challenges for equitable access to COVID-19 vaccination. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 37, n. 9, 2021.
- DE OLIVEIRA, R. T. *et al.* A pandemia da Covid-19 e o aumento de vulnerabilidades. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 10, n. 9, p. e13810918033, 22 jul. 2021.
- DINIZ, M. C. *et al.* Crise Global Coronavírus: monitoramento e impactos. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 359-377, 2020.
- DOMACHOWSKIE, J. B.; SURYADEVARA, M. Practical approaches to vaccine hesitancy issues in the United States: 2013. **Human Vaccines & Immunotherapeutics**, [s.l.], v. 9, n. 12, p. 2.654-2.657, 2013.
- FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ. **A Revolta da Vacina**. Rio de Janeiro, 25 abr. 2005. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/revolta-da-vacina-2>. Acesso em: 12 maio 2022.
- GRECO, A. L. R. *et al.* Impacto da pandemia da COVID-19 na qualidade de vida, saúde e renda nas famílias com e sem risco socioeconômico: estudo transversal. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 10, n. 4, p. e29410414094, 11 abr. 2021.
- HASHIM, A. Vaccine hesitancy in Pakistan heightens risk of COVID resurgence. **Al Jazeera**, Doha, 5 mar. 2021. Disponível em: <https://www.aljazeera.com/news/2021/3/5/in-pakistan-vaccine-hesitancy-heightens-risk-of-covid-19-resurge>. Acesso em: 20 maio 2022.
- KHADAFI, R. *et al.* Hashtag as a new weapon to resist the COVID-19 vaccination policy: a qualitative study of the anti-vaccine movement in Brazil, USA, and Indonesia. **Human Vaccines and Immunotherapeutics**, [s.l.], v. 18, n. 1, 2022.
- LAZARUS, J. V. *et al.* A global survey of potential acceptance of a COVID-19 vaccine. **Nature Medicine**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 225-228, fev. 2021.
- LAZARUS, J. V. *et al.* Hesitant or Not? The Association of Age, Gender, and Education with Potential Acceptance of a COVID-19 Vaccine: A Country-level Analysis. **Journal of Health Communication**, [s.l.], v. 25, n. 10, p. 799-807, 2020.
- LEUNG, C. Risk factors for predicting mortality in elderly patients with COVID-19: A review of clinical data in China. **Mechanisms of Ageing and Development**, [s.l.], v. 188, p. 111255, 2020.

- LIMA, E. J. da F.; FARIA, S. M. de; KFOURI, R. de Á. Reflexões sobre o uso das vacinas para COVID-19 em crianças e adolescentes. **Epidemiologia e Serviços de Saúde: Revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, [s.l.], v. 30, n. 4, p. e2021957, 15 dez. 2021.
- LIMA-COSTA, M. F.; MACINKO, J.; MAMBRINI, J. V. de M. Hesitação vacinal contra a COVID-19 em amostra nacional de idosos brasileiros: iniciativa ELSI- COVID, março de 2021. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s.l.], v. 31, n. 1, 2022.
- MANGLA, S. *et al.* COVID-19 vaccine hesitancy and emerging variants: Evidence from six countries. **Behavioral Sciences**, [s.l.], v. 11, n. 11, nov. 2021.
- MEKONNEN, Birye Dessalegn; MENGISTU, Banchigizie Adane. COVID-19 vaccine acceptance and its associated factors in Ethiopia: A systematic review and meta- analysis. **Clinical Epidemiology and Global Health**, [s.l.], p. 101001, 2022.
- METHLEY, Abigail M. *et al.* PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. **BMC Health Services Research**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 1-10, 2014.
- MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta- analyses: the PRISMA statement. **Annals of Internal Medicine**, [s.l.], v. 151, n. 4, p. 264-269, 2009.
- MONARI, A. C. P. *et al.* Disputas narrativas e legitimação: análise dos argumentos de Bolsonaro sobre vacinação contra Covid-19 no Twitter. **Liinc em Revista**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. e5707-e5707, 2021.
- MOORE, D. C. B. C. *et al.* Low COVID-19 vaccine hesitancy in Brazil. **Vaccine**, [s.l.], v. 39, n. 42, p. 6.262-6.268, 8 out. 2021.
- NERY, N. *et al.* COVID-19 vaccine hesitancy and associated factors according to sex: A population-based survey in Salvador, Brazil. **PLoS ONE**, [s.l.], v. 17, n. 1, jan. 2022.
- OLIVEIRA, B. L. C. A. de. *et al.* Prevalência e fatores associados à hesitação vacinal contra a covid-19 no Maranhão, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 55, p. 1-12, 2021.
- PASCHOALOTTO, M. A. C. *et al.* Running away from the jab: factors associated with COVID-19 vaccine hesitancy in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 55, 2021.
- PATWARY, M. M. *et al.* COVID-19 Vaccine Acceptance among Low-and Lower- Middle-Income Countries: A Rapid Systematic Review and Meta-Analysis. **Vaccines**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 427, 2022.
- PAZELLI, G. S.; CHUDZINSKI-TAVASSI, A. M.; VASCONCELLOS, A. G. Desenvolvimento de vacinas: o potencial do Instituto Butantan na Pandemia de Covid-19. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 15, n. 4, p. 1.041-1.055, 2022.
- PECKHAM, H. *et al.* Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ICU admission. **Nature Communications**, [s.l.], v. 11, n. 1, 1 dez. 2020.
- PITOMBEIRA, D. F.; DE OLIVEIRA, L. C. Poverty and social inequality: Tensions between rights and austerity and its implications for primary healthcare. **Ciência e Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 25, n. 5, p. 1.699-1.708, 2020.
- PUNSALAN, M. L. D.; SALUNGA, A. T. Mask is a must: the need of protection and safety against COVID-19. **Journal of Public Health**, [s.l.], v. 43, n. 2, p. e379-e380, 2021.

- REZENDE, R. P. V. *et al.* Characteristics associated with COVID-19 vaccine hesitancy: A nationwide survey of 1000 patients with immune-mediated inflammatory diseases. **Vaccine**, [s.l.], v. 39, n. 44, p. 6.454-6.459, 22 out. 2021.
- ROCHA, H. A. L. *et al.* Factors associated with non-vaccination against measles in northeastern Brazil: clues about causes of the 2015 outbreak. **Vaccines**, [s.l.], v. 33, n. 38, p. 4.969-4.974, 2015.
- SALLAM, M. COVID-19 vaccine hesitancy worldwide: a concise systematic review of vaccine acceptance rates. **Vaccines**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 160, 2021.
- SATO, A. P. S. Qual a importância da hesitação vacinal na queda das coberturas vacinais no Brasil? **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 52, 2018.
- SHARMA, G.; VOLGMAN, A. S.; MICHOS, E. D. Sex Differences in Mortality From COVID-19 Pandemic. **JACC: Case Reports**, [s.l.], v. 2, n. 9, p. 1.407-1.410, jul. 2020.
- SOBO, E. J. Theorizing (vaccine) refusal: Through the looking glass. **Cultural Anthropology**, [s.l.], v. 31, n. 3, p. 342-350, 2016.
- SOUSA, J. G. *et al.* Movimento antivacinação: uma ameaça à humanidade. **e-Ciência**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 38-39, 2019.
- TICONA, J. P. A. *et al.* Willingness to get the COVID-19 vaccine among residents of slum settlements. **Vaccines**, [s.l.], v. 9, n. 9, set. 2021.
- TRADING ECONOMICS. **PIB – Lista de Países**. 2021. Disponível em: <https://pt.tradingeconomics.com/country-list/gdp>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- ULLAH, I. *et al.* Myths and conspiracy theories on vaccines and COVID-19: Potential effect on global vaccine refusals. **Vaccines**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 93-97, 2021.
- WALKER, P. G. T. *et al.* The impact of COVID-19 and strategies for mitigation and suppression in low-and middle-income countries. **Science**, [s.l.], v. 369, n. 6.502, p. 413-422, 2020.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ten threats to global health in 2019**. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019>. Acesso em: 17 maio 2022.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Director-General’s opening remarks at the media briefing on COVID-19 – 11 March 2020**. Genebra, 11 mar. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19--11-march-2020>. Acesso em: 2 set. 2021.

## Sobre os Autores

### **Emanuel Sinério Ferreira Leite**

*E-mail:* emanuelleitefarma@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1611-1536>

Bacharel em Ciências Farmacêuticas, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (2022).

Endereço profissional: Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus SEDE, Av. José de Sá Maniçoba, Centro, Petrolina, PE. CEP: 56304-917.

### **Marlos Gomes Martins**

*E-mail:* marlos.martins@univasf.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1559-6997>

Doutor em Biotecnologia (RENORBIO), pela Universidade Estadual do Ceará (2013).

Endereço profissional: Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Centro de Ciências Agrárias, Rodovia BR-407, KM 12, Lote 543, s/n, Projeto de Irrigação Nilo Coelho, PE. CEP: 56300-000.

### **Carla Maria do Carmo Resende Martins**

*E-mail:* cresende.veterinaria@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7810-7658>

Mestre em Ciências Veterinárias no Semiárido, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (2021).

Endereço profissional: Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Campus Centro de Ciências Agrárias, Rodovia BR-407, KM 12, Lote 543, s/n, Projeto de Irrigação Nilo Coelho, PE. CEP: 56300-000.

## Anexo - Síntese das principais informações dos estudos selecionados para a revisão

Nº	TÍTULO DO ARTIGO	AUTORIA DO TRABALHO	TIPO DE ESTUDO	MÊS/ANO DE PUBLICAÇÃO	LOCAL	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	POPULAÇÃO DE ESTUDO	NÚMERO DE RESPOSTAS (n=)	FREQÜÊNCIA DE HESITAÇÃO (%)
1	Aceitação da vacina contra COVID-19 entre público diagnosticado com síndrome gripal	ARAÚJO et al.	Estudo transversal	07/2021	Teresina/PI (Região Nordeste)	Entrevista telefônica	Adultos com diagnóstico prévio de síndrome gripal	454	20,5%
2	Characteristics associated with COVID-19 vaccine hesitancy: A nationwide survey of 1000 patients with immune-mediated inflammatory diseases	REZENDE et al.	Estudo transversal	09/2021	5 regiões do Brasil	Questionário online	Adultos portadores de doenças inflamatórias imunesmediadas	908	18,1%
3	COVID-19 Vaccine Hesitancy among Parents of Children and Adolescents Living in Brazil	BAGATELLI et al.	Estudo transversal	09/2021	Bauru/SP (Região Sudeste)	Questionário presencial	Pais e cuidadores de crianças e adolescentes	501	8,6%
4	COVID-19 vaccine hesitancy and associated factors according to sex: A population-based survey in Salvador, Brazil	NERY et al.	Estudo transversal	01/2022	Salvador/BA (Região Nordeste)	Questionário presencial	Adultos (18 anos ou mais)	2.521	18,6%
5	Acceptance: An International Survey among Low and Middle-Income Countries	BONO et al.	Estudo transversal	05/2021	9 países (Incluindo o Brasil)	Questionário online	Adultos (18 anos ou mais)	6.470 (Brasil)	11,1%

6	Hesitação vacinal contra a COVID-19 em amostra nacional de idosos brasileiros: iniciativa ELISI-COVID, março de 2021	LIMA-COSTA et al.	Estudo transversal	04/2022	5 regiões do Brasil	Entrevista telefônica	Idosos brasileiros participantes do Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros	4.364	8,2%
7	Hesitant or Not? The Association of Age, Gender, and Education with Potential Acceptance of a COVID-19 Vaccine: A Country-level Analysis	LAZARUS et al.	Estudo transversal	10/2020	19 países (Incluindo o Brasil)	Questionário online	Adultos (18 anos ou mais)	717 (Brasil)	14,6%
8	Low COVID-19 vaccine hesitancy in Brazil	MOORE et al.	Estudo transversal	09/2021	5 regiões do Brasil	Questionário online	Adultos (18 anos ou mais)	173.178	10,5%
9	Prevalence and factors associated with covid-19 vaccine hesitancy in Maranhão, Brazil	OLIVEIRA et al.	Estudo transversal	01/2021	217 municípios do Maranhão (Região Nordeste)	Questionário presencial	Adultos e crianças (Para crianças (1 ano ou mais), levou-se em consideração a opinião do responsável)	4.630	17,5%
10	Running away from the job: factors associated with COVID-19 vaccine hesitancy in Brazil	PASCHOALOTTO et al.	Estudo transversal	07/2021	5 regiões do Brasil	Questionário online	Adultos (18 anos ou mais)	1.623	30%
11	Willingness to Get the COVID-19 Vaccine among Residents of Slum Settlements	TICONA et al.	Estudo transversal	08/2021	Salvador/BA (Região Nordeste)	Questionário presencial	Adultos residentes em favelas	985	34%

# Prospecção Científica e Tecnológica sobre o Uso de Softwares para a Oferta e a Comercialização em Hortas Comunitárias

## *Scientific and Technological Prospection on the Use of Software for Offering and Marketing in Gardenings*

*Jamille Anderson Luiz da Silva<sup>1</sup>*

*Paula Tereza de Souza e Silva<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil

<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Petrolina, PE, Brasil

### Resumo

O presente estudo tem por objetivo identificar aplicativos móveis desenvolvidos ou utilizados para a oferta e/ou negociação de produtos alimentícios em hortas comunitárias por meio de prospecção científica e tecnológica e quais as possibilidades de seu uso na agricultura urbana. Para tanto, foram realizadas buscas nas bases de dados do INPI, Capes, Google Acadêmico, Google Busca, Google Play Store, Questel/Orbit, EPO/Espacenet, USPTO e WIPO. As palavras-chaves utilizadas e combinadas foram: “Aplicativo”, “App”, “Software”, “Horta” e “Agricultura urbana”. Os resultados demonstram que há poucos aplicativos associados ao tema, sendo que a maioria tem perspectiva de uso em localidades específicas e há poucos disponíveis para uma utilização ampliada. Dessa forma, foi observado que é uma área com espaço para o desenvolvimento de novas ferramentas tecnológicas que possam contribuir e aproximar o produtor do consumidor principalmente em momentos de isolamento social como foi o da COVID-19.

Palavras-chave: Aplicativo. Horta comunitária. COVID-19.

### Abstract

The present study aims to identify mobile applications developed or used for the offer and/or negotiation of food products in community gardens, through scientific and technological prospecting and what are the possibilities of their use in urban agriculture. For that, searches were carried out in the INPI, Capes, Google Scholar, Google Search, Google Play Store, Questel/Orbit, EPO/Espacenet, USPTO and WIPO databases. The keywords used and combined were: “Application”, “App”, “Software”, “Garden” and “Urban agriculture”. The results demonstrate that there are few applications associated with the theme, most of which are intended for use in specific locations and few are available for extended use. In this way, it was observed that it is an area with space for the development of new technological tools that can contribute and bring the producer closer to the consumer, especially in moments of social isolation as was the case with COVID-19.

Keywords: Application. Community garden. COVID-19.

Área Tecnológica: Propriedade Intelectual. Inovação. Tecnologia da Informação.



# 1 Introdução

No ano de 2020, o mundo foi impactado com a inesperada pandemia<sup>1</sup> da COVID-19<sup>2</sup> trazendo consequências e adaptações nas ações do cotidiano que perduraram por mais de dois anos de emergência sanitária (OMS, 2022a). Períodos de isolamento social e utilização de medidas para controlar a proliferação da doença foram adotados, como o uso de máscaras faciais, a higienização das mãos, o distanciamento social, a proibição de eventos de massa e aglomeração, assim como o fechamento de escolas, universidades e comércio em geral (AQUINO *et al.*, 2020).

Nesse sentido, na maioria dos países somente foi permitida a circulação para assistência à saúde e para compra de medicamentos e alimentos (AQUINO *et al.*, 2020). Essa mudança de paradigma acarretou em impactos econômicos a nível mundial e dificuldades na reinvenção ou adaptação no padrão das atividades dos mais diversos âmbitos, por exemplo, na saúde, no comércio, na educação, na agricultura e no turismo (DWECK *et al.*, 2020; NETTO *et al.*, 2021). Por conseguinte, houve um aumento da utilização de tecnologias digitais para a continuação das atividades relacionadas à comercialização de produtos e serviços em todas as áreas. Em estudo no município de Bela Vista, RR, nos setores econômicos de comércio e serviços em pequenos negócios, houve um aumento de 41% em práticas de comércio *on-line* durante a pandemia (TRAJANO; PUCCA; SANDRI, 2023). A situação obteve melhorias para um possível retorno seguro e gradativo de atividades com a vacinação da população e a continuação das medidas preventivas no ano de 2022 (OMS, 2022b).

A Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) constitui as ações desenvolvidas no cultivo e na produção de produtos agropecuários e orgânicos em centros urbanos ou em sua periferia que envolve comercialização e aproveitamento sustentável, tendo como principal representante as hortas comunitárias (SILVA *et al.*, 2018). Pode-se afirmar que as hortas propõem a produção de hortaliças de forma natural e orgânica, saudável e com qualidade, conforme determinado na lei da agricultura orgânica (BRASIL, 2003), e seu funcionamento está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (ONU, 2015).

Sua cadeia produtiva de comercialização envolve circuitos que podem ser longos, com a interligação de intermediários que repassam esses produtos para supermercados ou similares até chegar ao consumidor ou circuitos curtos nos quais o consumidor pode realizar a compra diretamente no local ou que haja no máximo um interlocutor como a venda pela feira-livre (TIBÉRIO; BAPTISTA; CRISTÓVÃO, 2013; CHAVANTE *et al.*, 2019). Considerando as suas atividades durante a pandemia da COVID-19, diversos desafios foram enfrentados em relação à rede de comercialização, de abastecimento alimentar e de utilização de tecnologias digitais.

De um modo geral, os produtores da agricultura urbana e periurbana precisaram se adaptar em um novo cenário de produção e de comercialização. Em vista disso, diversas situações ao longo do Brasil foram relatadas sobre a atuação na AUP. Segundo Canela, Criança e Nebo (2021, p. 1), em estudo em cidades no Pará, “[...] a pandemia da Covid-19 interferiu na produção e comercialização em 80% dos produtores rurais com diminuição entre 10% a 70%”. Já no Vale do Caí (Rio Grande do Sul), a maioria dos canais de circulação de alimentos, que envolvem feiras e comércio com entrega domiciliar na região, fez esforços para não paralisar suas

<sup>1</sup> Surto de uma doença infecciosa de abrangência mundial.

<sup>2</sup> Doença causada pelo novo Coronavírus (SARS-CoV-2).

atividades (DEPONTI; PREISS, 2021). Em conformidade, Lobato e Andrioli (2022) destacam a utilização de plataformas digitais para compra *on-line* e de “feiras virtuais” como alternativas devido à paralisação dos ciclos tradicionais de comercialização em Laranjeiras do Sul, PR. Para Beserra *et al.* (2021), os produtores, em comunidades indígenas em Pernambuco, tiveram que adotar um novo comportamento e ações nas quais não estavam preparados perante a mudança da cadeia de circulação dos alimentos que culminou em redefinição nas formas de produção e de comercialização. Valadares *et al.* (2020) ressaltam que o fechamento das feiras públicas, de restaurantes e das escolas culminou na queda do abastecimento de alimentos dos rendimentos oriundos da comercialização em diversos estados.

Pode-se destacar também que a pandemia intensificou o uso de tecnologias digitais na AUP, apesar de ser um setor que se utiliza pouco de tecnologias (CANELA; CRIANÇA; NEBO, 2021). Beserra *et al.* (2021) afirmam que, nesse período, associações de produtores mais estruturadas aderiram ao uso de redes sociais para aproximar-se de consumidores. Nessa mesma linha, Preiss *et al.* (2021) destacam que, com o isolamento social, o uso de tecnologias passou a ser uma necessidade na comercialização. Para Gazolla e Aquino (2021), houve uma reinvenção das atividades de agricultores ao aderirem mercados digitais por meio do uso de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).

De acordo com esse contexto, questiona-se a partir deste estudo: quais os aplicativos móveis podem promover a aproximação entre agricultores familiares de hortas comunitárias e o público interessado em seus produtos alimentícios, auxiliando na disponibilização e/ou negociação desses produtos e ampliando a sua oferta em período de isolamento social? Para responder a esse questionamento, este estudo tem como objetivo identificar aplicativos desenvolvidos ou utilizados para a oferta e/ou negociação de produtos alimentícios em hortas comunitárias por meio de prospecção científica e tecnológica e quais as possibilidades de seu uso na agricultura na AUP em contexto pandêmico.

Para alcançar esse propósito, foram determinados alguns objetivos específicos como: realizar prospecção científica e tecnológica na base de dados; apresentar os resultados da pesquisa após extração, síntese e apresentação dos resultados dos dados obtidos; e analisar a importância do desenvolvimento de soluções tecnológicas específicas a áreas que não as utilizam de forma comum em suas atividades.

## 2 Metodologia

A presente pesquisa trata-se de uma prospecção científica e tecnológica que objetiva a busca de anterioridade, organizada de forma sistêmica, estruturada e realizada de acordo com as seguintes etapas de orientação: definição das melhores bases de dados, definição do escopo por meio de palavras-chave, obtenção das informações com detalhamentos, remoção de duplicidades e elaboração de dados para análise (RIBEIRO, 2018). A busca de anterioridade tem o propósito sumariamente de obter informações sobre o estado da técnica em banco de dados nacionais e internacionais, sendo um procedimento que tem a perspectiva de obtenção de toda informação ou documentação para verificar se já não há produto idêntico em utilização ou registro de determinada tecnologia (QUINTELLA *et al.*, 2018).

Dessa forma, se configura como uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa, de natureza aplicada, para fins exploratórios, por meio de pesquisa documental em base de dados. Segundo Figueiredo (2007), a abordagem quanti-qualitativa é o método que permite a interação entre dados descritivos com dados estatísticos, dessa forma, o conjunto das análises enriquece a investigação, em que os dados descritivos convergem com os objetivos para uma visão mais ampla do investigado. Portanto, neste estudo, os dados são apresentados numericamente e discutidos detalhadamente de forma descritiva.

Na primeira etapa, de acordo com a estratégia de busca, foi definida como questionamento principal norteador da pesquisa: “Quais os softwares, do tipo aplicativo mobile (app), que promovem a aproximação entre agricultores familiares de hortas urbanas e periurbanas público interessado em seus produtos alimentícios, auxiliando na a disponibilização e/ou negociação desses produtos ampliando a sua oferta?”. Além disso, foram definidas as bases de dados em repositórios nacionais e internacionais que contêm dados sobre registro de programas de computador, em pesquisas de artigos científicos em plataformas acadêmicas abrangentes, trabalhos apresentados em congressos, dissertações, publicações científicas e sites especializados oficiais como a busca em loja virtual de aplicativos Google (Google Play Store) para o sistema operacional Android, conforme mostrados no Quadro 1. Não houve definição de período específico de tempo na busca.

Conforme o determinado na Lei n. 9.609, de 19 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998a), que dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, e na Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998b), que regulamenta sobre direitos autorais, programas de computador (softwares) não são patenteáveis, considerando somente seu código-fonte e caso não estejam atrelados a um hardware específico. Mesmo assim, as bases de patentes foram consideradas, já que poderiam ser encontrados softwares atrelados a algum suporte físico específico. O site de busca e a loja virtual de aplicativos do Google foram incluídos para um enfoque de busca ampliada em relação aos aplicativos móveis.

**Quadro 1** – Bases de dados definidas na estratégia de busca

BASES DE DADOS	NOME/SITE
Bases de dados em repositório nacional sobre registro de software	Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) ( <a href="https://www.gov.br/inpi/pt-br">https://www.gov.br/inpi/pt-br</a> )
Bases de dados relacionadas a patentes	Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) ( <a href="https://www.gov.br/inpi/pt-br">https://www.gov.br/inpi/pt-br</a> )
	Questel Orbit ( <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a> )
	EPO/Espacenet ( <a href="https://worldwide.espacenet.com/">https://worldwide.espacenet.com/</a> )
	USPTO ( <a href="https://www.uspto.gov/patents/search">https://www.uspto.gov/patents/search</a> )
	WIPO/Patentscope ( <a href="https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf">https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf</a> )
Bases de dados em repositórios nacionais e internacionais sobre trabalhos acadêmicos	Google Acadêmico ( <a href="https://scholar.google.com.br">https://scholar.google.com.br</a> )
	Portal de periódicos da Capes ( <a href="https://www.periodicos.capes.gov.br">https://www.periodicos.capes.gov.br</a> )
Busca em site e loja oficial de aplicativos da Google para o sistema operacional Android	Google ( <a href="https://www.google.com.br">https://www.google.com.br</a> );
	Google Play Store ( <a href="https://play.google.com/store/apps">https://play.google.com/store/apps</a> )

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2022)

Na segunda etapa, foram definidas as palavras-chave demonstradas no Quadro 2. A pesquisa considerou a utilização em língua portuguesa e inglesa nas bases de dados nacionais e na língua inglesa, nas internacionais. Foram pesquisadas as expressões em sua forma completa e separadas por meio de combinações considerando os respectivos conectivos “OR” (ou) e “AND” (e).

**Quadro 2** – Palavras-chave definidas na estratégia de busca

EXPRESSÕES NA ESTRATÉGIA DE BUSCA		
Em português:	Expressão completa	<i>(Aplicativo OR App OR Software) AND (Horta OR Agricultura urbana);</i>
	Combinações da expressão	<i>Aplicativo And Horta; Aplicativo And Agricultura urbana; App And Horta; App And Agricultura urbana; Software And Horta; Software And Agricultura urbana.</i>
Em inglês:	Expressão completa	<i>(App OR Software) AND (Vegetable garden OR Urban agriculture)</i>
	Combinações da expressão	<i>App And Vegetable garden; App And Urban agriculture; Software And Vegetable garden; Software And Urban agriculture.</i>

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados da pesquisa (2022)

### 3 Resultados e Discussão

Nesta seção serão apresentados os resultados da busca de anterioridades e discutidos os principais pontos relativos aos aplicativos identificados, além de características essenciais e possibilidades de seu uso na Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) em contexto pandêmico.

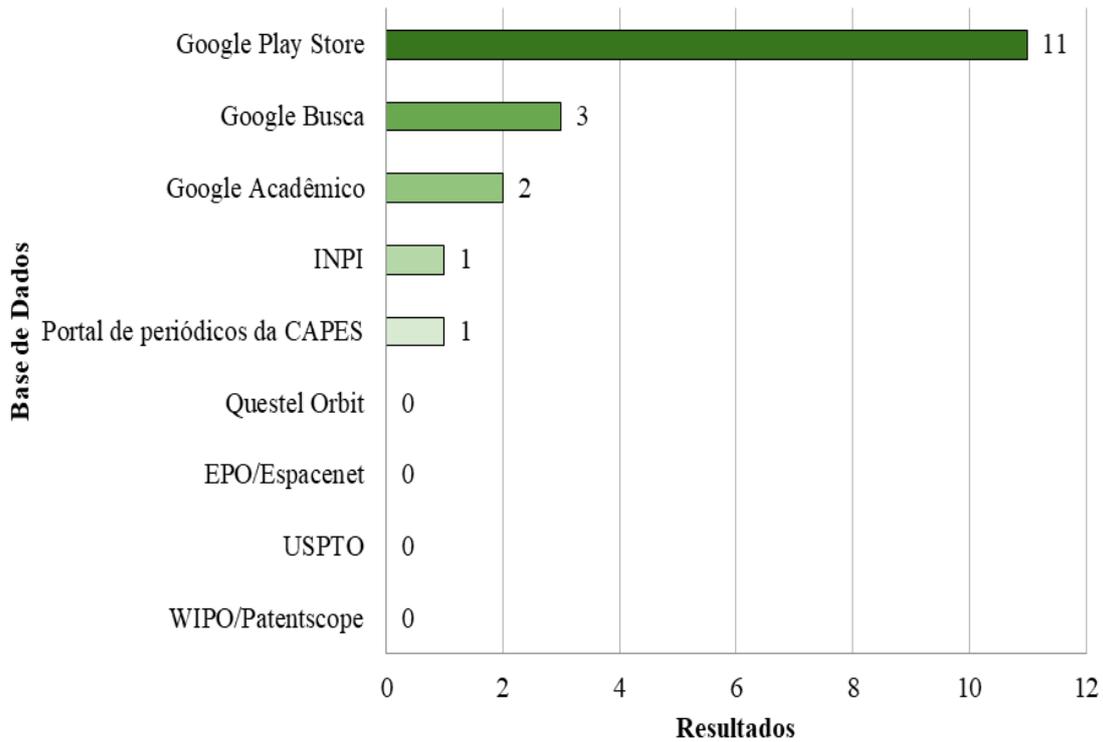
O Gráfico 1 apresenta o quantitativo de registros relacionados à questão principal desta pesquisa. Após a realização das buscas nas bases de dados, foram identificados 18 resultados após a remoção de duplicidades. Dessa forma, 11 aplicativos foram encontrados no Google Play Store, três encontrados no buscador do Google, dois trabalhos no Google Acadêmico, um registro de *software* no INPI e um trabalho sobre *app* no Portal de periódicos da Capes. Nas bases de dados relacionadas a patentes, não foram encontrados resultados de acordo com o objetivo desta pesquisa.

Conforme demonstrado, há poucos exemplos e registros de *softwares* do tipo aplicativo móvel relacionado à AUP, tanto em trabalhos acadêmicos quanto em registros junto ao INPI. Destaca-se que não foi definido um período específico de busca na pesquisa, sendo considerados todos os anos nas bases de dados. A maioria deles está disponível para utilização na loja virtual do Google (Quadro 3). Tal perspectiva demonstra que a utilização de tecnologias digitais na AUP é um tema novo (PREISS *et al.*, 2021). Em conformidade, durante o período pandêmico da COVID-19, devido ao isolamento social, houve o estímulo do uso de ferramentas digitais nessa área como forma de manutenção de atividades, sendo projetadas ou não para tal perspectiva.

Como exemplo, pode-se destacar o uso das redes sociais como forma de suprir essa necessidade de comercialização. Nesse sentido, apesar de o uso de smartphones já ser atualmente mais comum, com maior aderência da população mundial, do que os computadores de mesa (*desktop*) ou notebooks, durante períodos de confinamentos, o a utilização de aplicativos móveis foi potencializada e ressignificada. Diversos apps, com diferentes funcionalidades, tiveram

fundamental importância para que o comércio, de forma geral, continuasse a funcionar, mesmo com as portas das lojas físicas fechadas, na oferta e na venda de produtos ou serviços.

**Gráfico 1** – Quantidade de recursos encontrados da busca de anterioridades



Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo a partir dos dados da pesquisa (2022)

O Quadro 3 detalha sobre a finalidade de funcionamento dos *apps* identificados. Foi encontrado um registro de *software* junto ao INPI denominado A FEIRA E A HORTA, contudo sem acesso a especificações e detalhamentos de uso. Foram analisados o funcionamento de 11 aplicativos encontrados no Google Play: Niwa One Greenhouse (EUA), Cultivar, Horta em Casa, Horta orgânica, Horta em casa, Planejador de horta, Mãos na Horta!, eHorta – Sua horta digital, Zarc – Plantio Certo, Plantit e Meu Jardim, verificou-se que, apesar das especificidades de funcionamento de cada um, de forma geral, foram projetados para uso não comercial, com foco em fornecer informações gerais sobre hortaliças, dicas de plantio e cultivo, fins educativos de gestão, manejo correto e controle de pragas.

Apesar de não fornecerem formas de comercialização, tais aplicativos convergem com o propósito de auxiliar, pelo meio digital, produtores agrícolas de hortas comunitárias na sua gestão e produção. Além disso, contribuem com alternativas para a não utilização de materiais contaminantes ou agrotóxicos, já que a finalidade das hortas comunitárias é a oferta de produtos saudáveis com preservação natural e cultural no seu manejo. Outro ponto importante é apresentar alternativas para o controle e o combate a pragas de forma não tóxica para a produção.

**Quadro 3** – Detalhamento dos resultados da busca de anterioridades

BASE DE DADOS	QUANTIDADE	NOME	FINALIDADE DE FUNCIONAMENTO
INPI	1 registro	A FEIRA E A HORTA (Número do Pedido: 01951-2)	Inconclusivo
Google Acadêmico	2 registros	Prototipação de uma interface para um aplicativo de plantio e cultivo de hortas residenciais	Dicas de plantio e cultivo, fins educativos de gestão, manejo correto e controle de pragas
		O Elo Urbano (Porto Alegre, RS)	Comercialização
Google Play Store	11 registros	Cultivar	Dicas de plantio e cultivo, fins educativos de gestão, manejo correto e controle de pragas
		Horta em Casa	
		Horta orgânica	
		Horta em casa	
		Planejador de horta	
		Mãos na Horta!	
		eHorta – Sua horta digital	
		Zarc – Plantio Certo	
		Plantit	
		Meu Jardim	
		Niwa One Greenhouse (EUA)	
Google Busca	3 registros	Quintal: aqui é sem agrotóxico	Comercialização
		REPLANT (Recife-PE)	Comercialização
		Smart Local Farm (Porto Alegre, RS)	Estufa inteligente para cultivo de hortaliças
Portal de periódicos da Capes	1 registro	Horta Fácil	Gestão de planejamento e manejo de produção de hortaliças
<b>Total:</b>	18 registros		

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo a partir dos dados da pesquisa (2022)

O Smart Local Farm foi planejado para funcionar na cidade de Porto Alegre, RS, com a perspectiva de ser utilizado como uma estufa inteligente para cultivar hortaliças e usa um *software* para gerenciamento e uso. O Horta Fácil é um *software* desenvolvido para gestão ao planejar e manejar uma produção de hortaliças pré-programada e contínua, envolvendo dimensionamento de área e dos módulos para cada hortaliça (CONRADO *et al.*, 2011, p. 1). Além dos aplicativos apresentados, na mesma linha de pensamento e funcionamento, destaca-se também o trabalho de Diniz e Coutinho (2018), no qual foi realizada a prototipação de uma interface para um aplicativo com dicas de plantio e de cultivo de hortas residenciais.

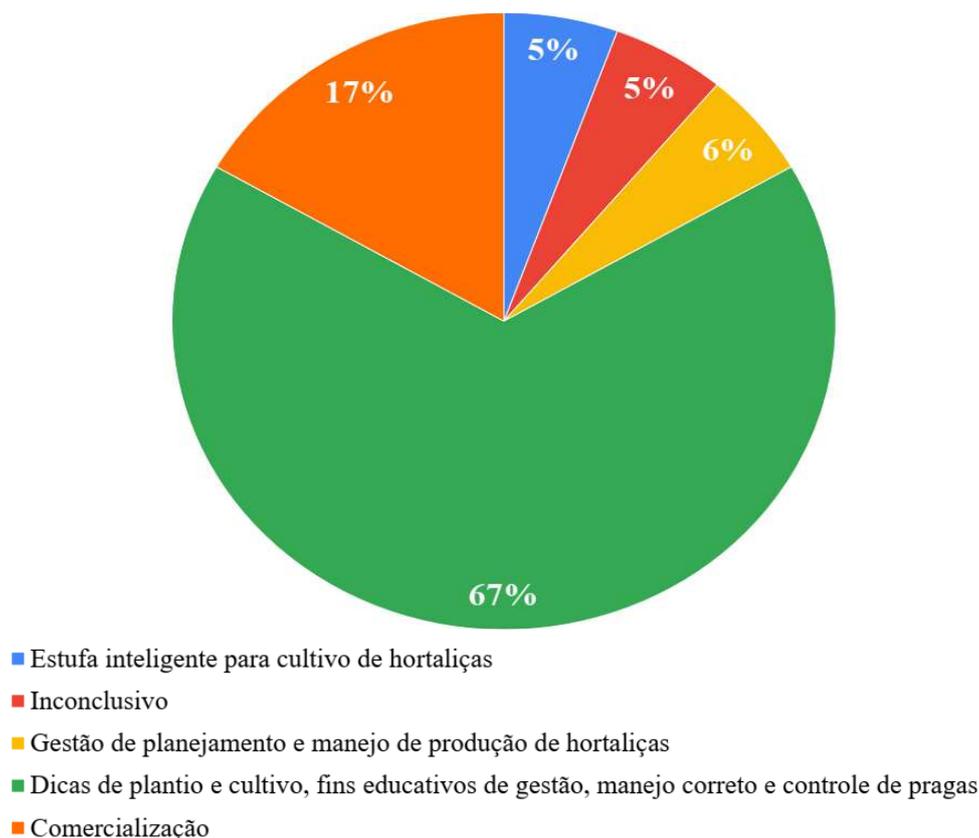
Em relação às alternativas para a negociação *on-line*, dos aplicativos encontrados, observou-se que dois são voltados para a comercialização em localidades específicas, O Elo Urbano em Porto Alegre, RS, e o REplant em Recife, PE. O Elo Urbano, apesar de não estar disponível para uso, segundo o estudo de Bonalume (2018), é um *app* colaborativo que busca conectar pessoas, espaços e práticas agroecológicas em hortas coletivas no município de Porto Alegre, RS (BONALUME, 2018, p. 6). O REplant, disponível no Google Play Store oferece serviços de dicas de cultivo e uma rede colaborativa de interação entre pessoas que buscam por produtos alimentícios saudáveis e pessoas que ofertam esses produtos na cidade de Recife, PE (REPLANT, 2021).

O único *app* encontrado com uma perspectiva mais abrangente de comercialização é o “Quintal: aqui é sem agrotóxico”, disponível no Google Play Store. Ele oportuniza aos produtores a oferta de produtos orgânicos, certificados e sem agrotóxicos, além de ter como propósito contribuir com a saúde e a renda das pessoas, a sustentabilidade e a visibilidade para produtores certificados (QUINTAL, 2021). Esse *app* não tem foco somente na venda e compra em hortas, pois é possível ofertar a entrega de produtos alimentícios produzidos a domicílio, não necessariamente em hortas comunitárias, desde que garantam que são alimentos orgânicos e livres de agrotóxicos.

Como detalhado no Quadro 3 e no Gráfico 2, em relação à comercialização de produtos, foram identificados somente três de 18 aplicativos, representando somente 17% do total. Contudo, somente o *app* Quintal oportuniza uma utilização mais ampla do que em localidades específicas, tendo foco na produção orgânica. A maioria das tecnologias identificadas, sendo 67%, tem por finalidade fornecer dicas de plantio e de cultivo, fins educativos de gestão, manejo correto e controle de pragas. Em vista disso, evidencia-se que há, nesse meio, oportunidades para o surgimento de inovação tecnológica por meio de novos aparatos digitais com novas e abrangentes funcionalidades que considerem todas as características fundamentais em comercialização *on-line* entre produtores horticultores e seus clientes.

Em síntese, considerando as possibilidades do uso de aplicativos na AUP em contexto pandêmico, destaca-se que as principais são: diminuir o contágio da doença, uma vez que os envolvidos podem analisar a melhor forma de adquirir os produtos em forma de retirada agendada ou entrega, seguindo os protocolos de biossegurança e de higienização; manutenção das atividades comerciais das hortas comunitárias, assegurando o provento das famílias envolvidas; e subsistência da produção, distribuição e consumo para a população de produtos alimentícios naturais ou orgânicos, economicamente viáveis, sustentáveis e de cultivo saudável. Tais possibilidades agregam praticidade ao usuário final na compra e na inovação na área da AUP, já que não se utiliza da tecnologia de forma habitual em suas atividades cotidianas de comercialização.

**Gráfico 2** – Distribuição das finalidades de funcionamento dos aplicativos encontrados



Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo a partir dos dados da pesquisa (2022)

Para que essas possibilidades possam acontecer de fato, alguns fatores devem ser considerados no desenvolvimento de tecnologias digitais com foco na comercialização de hortaliças, sendo eles: disponibilizar informações essenciais e atualizadas das hortas comunitárias, como endereço, contatos de representantes e de produtos cultivados e disponíveis; fornecer localização detalhada; e oferecer formas de comunicação e de realização de pedidos com detalhamento de entrega ou retirada do produto. Desse modo, destaca-se que a geolocalização e o contexto, que aproxima o produtor do consumidor, são de fundamental importância para que os demais fatores possam gerar impacto positivo no uso na AUP em momentos de pandemia.

Considerando tais possibilidades e seus fatores, os aplicativos identificados e as características essenciais levantadas, pode-se afirmar que, em relação a períodos de isolamento social, as ferramentas digitais podem possibilitar meios para a negociação, via comunicação *on-line* que abrange encontros determinados, de acordo com localização dos envolvidos, conforme forem projetados com essa perspectiva. Além disso, a disponibilização de informações sobre produtos, serviços e contatos proporciona uma ampliação da visibilidade das hortas comunitárias. Por esses meios, as ferramentas digitais móveis identificadas, considerando suas especificidades, contribuem para a AUP em momentos de confinamento ocasionado pelo período da pandemia da COVID-19, por possibilitar informações imprescindíveis para a manutenção da produção e correto manejo no plantio e no cultivo, formas inventivas de comercialização *on-line*, assim como por oferecer ao produtor maneiras adaptadas ao contexto para o prosseguimento de seu trabalho.

Em conclusão, a aproximação da tecnologia com a AUP impacta nos aspectos ambientais, sociais, econômicos, cidade inteligente e melhoria de vida em sociedade, pois pode auxiliar agricultores familiares locais a ampliarem seu comércio por meio digital e o público em geral que estejam interessados nos produtos ofertados. Para isso, é preciso que as ferramentas reúnam e disponibilizem informações facilitando a comunicação e a interação, além da busca por produtos alimentícios naturais ou orgânicos por localização.

## 4 Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo identificar aplicativos móveis desenvolvidos ou utilizados para a oferta e/ou a negociação de produtos alimentícios em hortas urbanas ou periurbanas por meio de prospecção científica e tecnológica e quais as possibilidades de seu uso na agricultura urbana em contexto pandêmico. A partir do questionamento principal, foi realizada a busca de anterioridade conforme etapas preestabelecidas.

A etapa prospectiva permitiu concluir, após os resultados, que a maioria dos aplicativos disponíveis para uso na AUP tem funcionamento com foco em fornecer informações gerais sobre hortaliças, dicas gerais de plantio e cultivo, fins educativos de gestão, manejo correto e controle de pragas, mas não estão registrados junto ao INPI. Não foram encontrados resultados relacionados a patentes, considerando *hardware-software*. Foram identificados aplicativos que têm a perspectiva de conexão entre produtor e consumidor para a negociação conforme localidades específicas, oportunizando a disponibilidade de informações que possam ser úteis para compra e venda de produtos naturais ou orgânicos.

Em relação à importância do desenvolvimento de soluções tecnológicas específicas para áreas que não as utilizam de forma comum em suas atividades, fica evidente que são imprescindíveis para a melhoria e o prosseguimento de suas atividades comerciais em tempos de restrição social. Muitos deles, outrora utilizados de forma mais ocasional, passaram a ser considerados indispensáveis para a continuidade da comercialização de seus alimentos. Além disso, é necessário que haja constante busca de inovação na área, pois se mostra relevante o desenvolvimento de ferramentas que possam contribuir em localidades específicas de acordo com o levantamento de suas necessidades.

A ideia de comercialização por meio digital pode ser identificada como um ato impulsionado pela necessidade de obter maior visibilidade das informações gerais das hortas, como produtos cultivados e sua disponibilidade, meios para contato com os representantes, informações sobre endereço, formas para a realização de pedidos e comunicação entre os envolvidos. Portanto, aplicativos com desenvolvimento embasado na comercialização na AUP podem auxiliar de diversas formas em tempos de pandemia.

## 5 Perspectivas Futuras

Espera-se que este estudo possa contribuir na discussão e na conscientização do uso de tecnologias digitais para comunicação e comercialização em hortas comunitárias, pois isso ainda se configura como um desafio aos agricultores. Além disso, destaca-se que há espaço nessa área para o surgimento de novas ferramentas com plenas funcionalidades, agregando valores ao trabalho dos produtores alimentícios urbanos e/ou periurbanos, assim como proporcionar inovação ao meio.

Em conformidade, para trabalhos futuros, sugere-se que esse tema obtenha novas pesquisas que abordem os desafios dos agricultores com o uso de ferramentas digitais em seu trabalho, assim como propostas de orientações. A partir dos aplicativos encontrados, propõe-se um levantamento de funcionalidades imprescindíveis que podem ser implementadas em novas soluções digitais plenas com foco na comercialização de produtos em hortas comunitárias. Além disso, sugere-se a realização de estudos que analisem sobre a utilização dos aplicativos encontrados em momentos de pandemia. Sugere-se também a realização de novas buscas, com outras palavras-chave e bases de dados documentais, que relacionem o uso de *softwares* em hortas comunitárias e o conceito de cidade inteligente, englobando vantagens e desvantagens para constituir uma perspectiva mais detalhada e completa sobre o tema abordado neste estudo.

## Referências

- AQUINO, Estela M. L. *et al.* Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 25, n. suppl. 1, p. 2.423-2.446, 2020.
- BESERRA, Elijalma Augusto *et al.* Horta Comunitária e Quintais Produtivos da Comunidade Coelho Atikum Jurema e os Desafios da Covid-19/Community Garden and Productive Backyards of the Coelho Atikum Jurema Community and the Challenges of Covid-19. **Revista de Psicologia**, [s.l.], v. 15, n. 58, p. 368-390, 2021.
- BONALUME, Nicoli. **Conectando pessoas, espaços e práticas agroecológicas em hortas urbanas através do desenvolvimento de um aplicativo como ferramenta de mobilização**. 2018. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- BRASIL. **Lei n. 9.609, de 19 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. Brasília, DF: Senado Federal, 1998a.
- BRASIL. **Lei n 9.610, de 19 de fevereiro de 1998**. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Brasília, DF: Senado Federal, 1998b.
- BRASIL. **Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm). Acesso em: 6 jul. 2022.
- CANELA, Elisandra Silva; CRIANÇA, Ester da Silva; NEBO, Caroline. Impacto da pandemia da covid-19 na produção e consumo de hortaliças no sudeste do Pará. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 10, n. 7, p. e55910716853, p. 1-19, 2021.

CHAVANTE, Brenda Stephanie de O. *et al.* **Circuito curto de comercialização de alimentos orgânicos – “encurtando caminhos entre produtores e consumidores”**: Projeto “Encurtando caminhos” – circuitos curtos de comercialização CCC para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no Nordeste Paraense. Castanhal: IFPA, 2019. p. 1-20.

CONRADO, Thiago V. *et al.* Horta Fácil: software para o planejamento, dimensionamento e gerenciamento de hortas em geral. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 29, p. 435-440, 2011.

DEPONTI, Cidonea Machado; PREISS, Potira Viegas. COVID-19, agricultura familiar e desenvolvimento regional: uma análise da Região do Vale do Caí, RS. *In*: X SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2021. **Anais [...]**. [S.l.], 2021.

DINIZ, Igor Ramon Fernandes; COUTINHO, Jarbele Cássia Da Silva. Prototipação de uma interface para um aplicativo de plantio e cultivo de hortas residenciais. *In*: XI ESCOLA POTIGUAR DE COMPUTAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES. SBC, 2018. p. 21-30. **Anais [...]**. [S.l.], 2018.

DWECK, Esther. *et al.* **Impactos macroeconômicos e setoriais da Covid-19 no Brasil**: Nota Técnica – Texto para Discussão 007, IE-UFRJ, 2020. p. 1-71.

FIGUEIREDO, N. M. A. de. **Método e Metodologia na pesquisa científica**. São Caetano do Sul, SP: Yendis, 2007.

GAZOLLA, Marcio; AQUINO, Joacir Rufino de. Reinvenção dos mercados da agricultura familiar no Brasil: a novidade dos sites e plataformas digitais de comercialização em tempos de Covid-19. **Estudos Sociedade e Agricultura**, [s.l.], v. 29, n. 2, 2021.

LOBATO, Camila Carneiro; ANDRIOLI, Antônio Inácio. Agricultura Familiar, Políticas Públicas e os impactos frente à pandemia do Coronavírus (Covid-19): o Caso da Cooperativa Agroindustrial 8 De Junho – COPERJUNHO. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 20-39, 2022.

NETTO, Thomaz Soubhia *et al.* COVID-19–Alterando a vida das pessoas em diversos âmbitos COVID-19-changing people’s lives in several areas. **Brazilian Journal of Development**, [s.l.], v. 7, n. 10, p. 96.207-96.224, 2021.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Strategy and planning**. 2022a. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/strategies-and-plans>. Acesso em: 13 maio 2022.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. COVID-19 advice for the public: Getting vaccinated. 2022b. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines/advice>. Acesso em: 13 maio 2022.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 18 jun. 2022.

PREISS, Potira V. *et al.* Abastecimento alimentar e COVID-19: uma análise das feiras no Vale do Rio Pardo, RS. **Segurança Alimentar e Nutricional**, [s.l.], v. 28, p. e021007, 2021.

QUINTAL. **Quintal**: aqui é sem agrotóxicos. 2021. Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=fit.quintal.app&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=fit.quintal.app&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em: 20 mar. 2022.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Busca de Anterioridade. In: RIBEIRO, N. M. **Prospecção Tecnológica**. Salvador: IFBA/FORTEC, 2018. v. 1. p. 109-140.

REPLANT. **REPlant**. 2021. Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=ufrpe.bsi.hackthon.replant&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=ufrpe.bsi.hackthon.replant&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em: 20 jun. 2022.

RIBEIRO, Núbia Moura (org.). **Prospecção Tecnológica**. 1. ed. Salvador, BA: EdUFBA, 2018. v. 1.

SILVA, Sheila Daniella Pereira da *et al.* Agricultura Urbana e Periurbana: dinâmica socioprodutiva em hortas comunitárias de Petrolina/PE Semiárido Brasileiro. **Nucleus**, [s.l.], v. 15, p. 483-492, 2018.

TIBÉRIO, Luis; BAPTISTA, Alberto; CRISTÓVÃO, Artur. Sistemas agroalimentares locais e comercialização em circuitos curtos de proximidade. **Revista Rede Rural Nacional**, [s.l.], v. 3, p. 6-9, 2013.

TRAJANO, A. D. L.; PUCCA, M. B.; SANDRI, E. A. Análise dos Desafios da Transformação Digital nos Pequenos Negócios Durante a Pandemia da Covid-19 no Município de Boa Vista – RR. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 17-34, 2023. DOI: 10.9771/cp.v16i1.49540. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/49540>. Acesso em: 20 fev. 2023.

VALADARES, Alexandre Arbex *et al.* **Agricultura familiar e abastecimento alimentar no contexto do Covid-19**: uma abordagem das ações públicas emergenciais. Brasília, DF: DISOC – Diretoria de Estudos e Políticas Sociais; IPEA, 2020. p. 1-30.

## Sobre as Autoras

### Jamille Anderson Luiz da Silva

*E-mail*: [jamille.anderson@discente.univasf.edu.br](mailto:jamille.anderson@discente.univasf.edu.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1409-1957>

Especialista em Tecnologias Digitais Aplicadas à Educação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano em 2020.

Endereço profissional: IF SertãoPE, Campus Petrolina, Rua Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, n. 791, João de Deus, Petrolina, PE. CEP: 56316-686.

### Paula Tereza de Souza e Silva

*E-mail*: [paula.silva@embrapa.br](mailto:paula.silva@embrapa.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2277-8361>

Doutora em Química pela Universidade Federal de Pernambuco em 2007.

Endereço profissional: Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, Petrolina, PE. CEP: 56302-970.

# Portal de Acesso às Informações das Ações das Universidades Federais em Resposta à Pandemia de Covid-19: uma análise do período pandêmico até a transição para uma pós-pandemia

*Portal for Accessing Information on the Actions of the Federal Universities in Response to the Covid-19 Pandemic: an analysis of the pandemic period until the transition to a post-pandemic*

*Eduardo Manuel de Freitas Jorge<sup>1</sup>*

*Leandro Brito Santos<sup>2</sup>*

*Paulo Ricardo Ferreira Neves<sup>3</sup>*

*Poty Rodrigues de Lucena<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade do Estado da Bahia, Salvador, BA, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, BA, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, BA, Brasil

## Resumo

Durante a pandemia, foi necessária uma nova organização das atividades acadêmicas das Universidades Federais para empreender ações internas e externas de enfrentamento à Covid-19. Para compartilhar as ações realizadas, o Ministério da Educação (MEC) desenvolveu dois portais de informação sobre os números da Covid-19 e sobre as ações desenvolvidas para a educação básica e superior. Um desses portais é o “Painel Coronavírus – Monitoramento da Rede Federal”, que reúne um conjunto de informações referente às ações realizadas pelas instituições de ensino desde o início da pandemia até o momento atual de transição para uma pós-pandemia. Utilizando um método de análise de dados quantitativos e qualitativos, buscou-se discutir sobre os dados de casos de Covid-19 e seus picos como as ações envolvendo modalidade de ensino, prevenção e apoio à comunidade acadêmica. Como resultado, são apresentados de forma correlacionada alguns painéis do portal e a análise dos dados das ações, permitindo compartilhar as estratégias e a compreensão histórica de quais ações foram utilizadas no enfrentamento da pandemia e na transição de uma pós-pandemia.

Palavras-chave: Universidade. Monitoramento. Coronavírus.

## Abstract

During the pandemic, a new organization of the academic activities of the Federal Universities was necessary to undertake internal and external actions to face Covid-19. To share the actions carried out, the Ministry of Education (MEC) developed two information portals on the numbers of Covid-19 and the actions developed for basic and higher education. One of these portals is the “Coronavirus Panel – Monitoring the Federal Network” which brings together a set of information regarding the actions taken by educational institutions from the beginning of the pandemic to the current moment of transition to a post-pandemic. Using a method of analyzing quantitative and qualitative data, we seek to discuss and correlate data from Covid-19 cases and their peaks with actions involving teaching, prevention and support to the academic community. As a result, some panels of the portal and the analysis of data from the actions are presented in a correlated way, allowing the sharing of strategies and the historical understanding of which actions were used in facing the pandemic and in the transition from a post-pandemic.

Keywords: University. Monitoring. Coronavirus.

Área Tecnológica: Análise de Dados.



# 1 Introdução

Em 3 de fevereiro de 2020, foi decretado pelo Ministério da Saúde a Portaria n. 188 indicando o estado de emergência em saúde pública causada pelo vírus SARS-CoV-2, também denominado de Covid-19 (BRASIL, 2020a). Devido à grave situação de crise causada pela pandemia desse vírus, a portaria definiu a necessidade da estruturação urgente de um plano de resposta com ações para suavizar a situação emergencial da pandemia. Um ponto relevante da portaria é que as ações deveriam estar articuladas entre os gestores públicos do Sistema Único de Saúde (SUS), porém, mesmo com todos os esforços, avalia-se que até 7 de janeiro de 2021 o Brasil já chegava à marca de 200 mil mortes pela infecção do coronavírus (BUTANTAN, 2021). Além do impacto na saúde, nesse período, houve uma grande defasagem educacional com a aplicação do ensino remoto emergencial por meio da internet, visto que o Brasil tinha mais de 4 milhões de estudantes sem acesso à internet (AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS, 2021). Outras dificuldades na educação foram relatadas além da falta de acesso à internet, por exemplo, a complexidade da mudança abrupta da modalidade de ensino presencial para o ensino remoto emergencial, demandando a aplicação de meios e de ferramentas digitais com normativas que diferem do modelo de Educação a Distância (EaD) (SILUS; LEAL DE CASTRO FONSECA; LAGEANO NETO DE JESUS, 2020, p. 2). Durante a pandemia, o sistema educacional brasileiro, em todos os níveis, foi bastante afetado.

Para mitigar os problemas, em 11 de março de 2020, foi estabelecido o Comitê Operativo de Emergência (COE) do Ministério da Educação (MEC) com o objetivo de avaliar e decidir sobre assuntos com impacto nacional em relação à educação brasileira. Uma das ações do COE foi induzir o desenvolvimento de dois portais de monitoramento das informações sobre os dados da Covid-19 relacionados com a situação na educação básica e superior (BRASIL, 2022a). Os portais foram uma ação de contraponto do MEC para reduzir a falta de informação para a sociedade e a dispersão dos dados de como as escolas e as universidades estavam lidando com a pandemia, visto que muitos dados dos diversos sistemas acadêmicos e de gestão são redundantes, mas não estão integrados, dificultando o acesso das informações de forma analítica para a comunidade acadêmica e a sociedade (JORGE, E. M. *et al.*, 2020).

O problema citado anteriormente foi agravado pelo momento pandêmico, porém, mesmo antes da pandemia, o MEC já tinha dificuldade para obter dados consolidados das universidades. É nesse contexto que o artigo apresenta o desenvolvimento do portal em formato de *dashboard*, intitulado “Painel Coronavírus – Monitoramento da Rede Federal”, que reúne um conjunto de informações referente às ações afirmativas realizadas pela Rede Federal de Educação desde o início da pandemia até o momento atual de transição para uma pós-pandemia.

A criação do painel e sistema de coleta de informações foi realizada pela equipe de pesquisadores da rede Data Science BR. Essa equipe de pesquisadores atua no âmbito nacional e seus pesquisadores são de múltiplas instituições e formam uma rede colaborativa na área de Ciência de Dados.

A implementação do Painel Coronavírus é composta de três etapas que são a fase da coleta por meio do sistema *web* Coleta, a fase de extração, transformação e carregamento (ETL) dos dados e *dashboard* para a visualização dos dados. Para a análise dos dados do painel, adotou-se um método de pesquisa aplicada baseada na análise de dados quantitativos e qualitativos com o enfoque nas informações das ações emergenciais envolvendo a modalidade de ensino, a pre-

venção e o apoio a estudantes e a professores das instituições que se configuram nesse período. Assim, objetivou-se com esta análise compreender quais as principais ações de enfrentamento da pandemia foram realizadas no recorte temporal de 03/02/2020 até 15/08/2022. A relevância dessa ação abrange a governança de dados aplicada em um momento sensível da sociedade, ficando com uma memória dos dados das universidades e um exemplo de ação na área de ciência de dados que pode ser replicado em cenários similares. A coleta e a integração dos dados em um painel de monitoramento possibilitaram o compartilhamento dessas informações, possibilitando que os gestores e a comunidade acadêmica compartilhem e compreendam as boas práticas aplicadas por cada instituição de ensino na pandemia e nesse momento de transição.

## 2 Metodologia

Para o desenvolvimento do percurso metodológico e para evidenciar a contribuição com a difusão do conhecimento que este artigo se propõe em apresentar a modelagem computacional de um painel de monitoramento das ações de enfrentamento do coronavírus da rede federal de educação. Apresenta-se o Quadro 1 com a comparação de painéis disponíveis na *web* encontrados por meio do buscador da Google. Pode-se observar que o painel Coronavírus é o único que apresenta dados e informações de múltiplas ações de enfrentamento.

**Quadro 1** – Comparação de painéis utilizados para monitorar esforços contra a pandemia

NOME DA SOLUÇÃO (PAINEL)	SETOR	RELEVÂNCIA PARA DADOS	APRESENTA MÚLTIPLAS AÇÕES DE ENFRENTAMENTO	URL
Coronavírus	Saúde	Dados de saúde	Não	<a href="https://coronavirus.saude.mg.gov.br/painel">https://coronavirus.saude.mg.gov.br/painel</a>
CONASS	Saúde	Dados de saúde	Não	<a href="https://www.conass.org.br/painelconasscovid19/">https://www.conass.org.br/painelconasscovid19/</a>
Painel Coronavírus	Saúde	Dados de saúde	Não	<a href="https://covid.saude.gov.br/">https://covid.saude.gov.br/</a>
Painel de monitoramento de educação básica	Educação	Dados da educação	Não	<a href="https://painelcovid-seb.mec.gov.br/">https://painelcovid-seb.mec.gov.br/</a>
Coronavírus monitoramento da rede federal de educação (proposta do artigo)	Educação	Dados da educação	Sim	<a href="https://www.gov.br/mec/pt-br/coronavirus/rede-federal">https://www.gov.br/mec/pt-br/coronavirus/rede-federal</a>

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

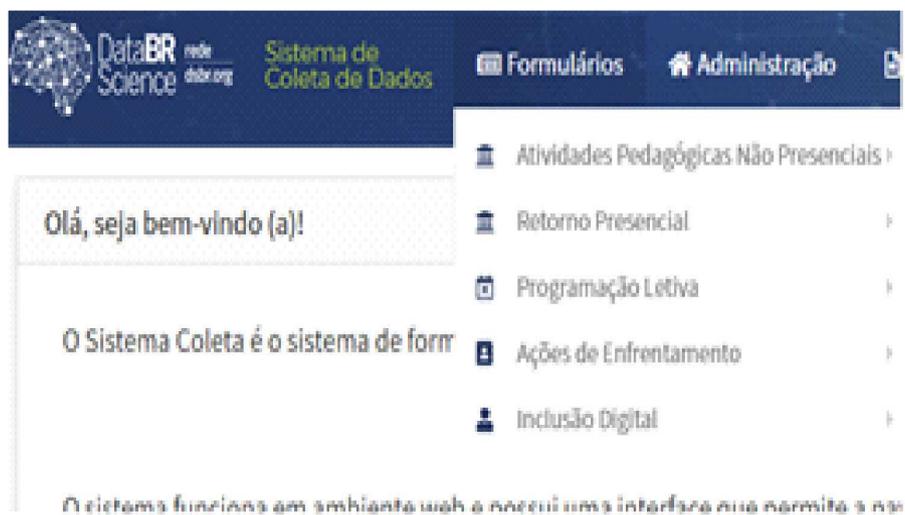
Ademais, ressalta-se que, em uma análise preliminar, não foram encontrados painéis de dados com a mesma temática e amplitude para efeito de comparação, e, por isso, a análise de trabalhos correlatos fica limitada à base teórica de ciência de dados que não é o foco deste artigo. Para o desenvolvimento e a análise das informações do “Painel Coronavírus – Monitoramento da Rede Federal”, utilizou-se um percurso metodológico sistematizado em fases seguindo a definição de Gil (2019, p. 17): “A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados”. Outro aspecto utilizado foi uma abordagem mesclando uma análise quantitativa e qualitativa das ações

das Universidades, visto que o portal apresenta dados numéricos que descrevem tendências e dados descritivos das ações realizadas. Para a condução da análise das informações do portal, esta pesquisa foi estruturada em três fases no seu percurso metodológico:

- a) A busca dos dados utilizados para a criação do “Painel Coronavírus – Monitoramento da Rede Federal”.
- b) Levantamento dos principais recursos disponíveis no “Painel Coronavírus – Monitoramento da Rede Federal”.
- c) Análise dos Dados Relativos às Ações de Enfrentamento: nesta fase foi feita uma correlação de picos de casos de Covid-19 com as modalidades de ensino e uma análise das principais ações realizadas pelas Universidades Federais durante a pandemia e na transição para a pós-pandemia.

O Ciclo de desenvolvimento do *software* foi realizado em três etapas. A primeira etapa foi a implementação de um sistema intitulado Coleta DSBR, que tem como objetivo oferecer um conjunto de formulários utilizados pelas instituições da rede federal de ensino (Coleta DSBR, 2020). O Sistema Coleta oferece para a rede um conjunto de recursos para o cadastro de atividades pedagógicas não presenciais; dados do retorno presencial; programação letiva; ações de enfrentamento e dados de inclusão digital. A Figura 1 apresenta a tela com os formulários do Sistema Coleta DSBR.

**Figura 1** – Formulários e quadro de opções do sistema coleta DSBR



Fonte: Coleta DSBR (2020)

Após a coleta dos dados, foi realizada a implementação da fase 2 com a estrutura de um modelo de ETL por meio do *software* Pentaho pdi. Essa ferramenta permite criar *Jobs*, ou seja, modelos de fluxo automatizados para a coleta, transformação e o carregamento dos dados coletados no Sistema Coleta DSBR. Na etapa 3, utilizou-se o Microsoft Power BI Desktop para carregar os dados da etapa 2 e realizar a modelagem dos dados para a construção do painel, dessa forma, foi possível criar uma versão *web* em formato de *dashboard* dos dados que foram cadastrados pelas instituições que compõem a rede federal de ensino.

### 3 Resultados e Discussão

Durante a pandemia, foi necessária uma nova organização das atividades acadêmicas das Universidades Federais para empreender ações internas e externas de enfrentamento da Covid-19. Nesta seção, serão apresentados os resultados seguindo o percurso metodológico indicado na seção anterior. Para a montagem do “Painel Coronavírus – Monitoramento da Rede Federal”, primeiramente foi realizada a fase da (i) Elaboração do modelo dos dados por meio do Sistema Coleta DSBR que estruturou o processo de recolhimento e de organização das informações referentes aos indicadores educacionais, eventos letivos, situação da modalidade de ensino, formação antecipada e ações de enfrentamento (Coleta DSBR).

Após essa pesquisa mais abrangente, já na fase (ii) foi realizado um processo de Extração, Transformação e Carga do sistema para uma ferramenta On-Line Analytical Processing (OLAP) da Microsoft PowerBI. Os dados cadastrados pelas instituições da rede federal de educação, foram armazenados em um SGBD SQL e, posteriormente, foram utilizados para a criação dos fluxos de dados da fase de ETL por meio do *software* Pentaho PDI.

Com a primeira coleta, processo de ETL e montagem de base de dados multidimensional e painéis visuais, a Secretaria de Educação Superior (Sesu) fez o lançamento do projeto no dia 05/05/2021, destacando:

[...] a Sesu lançou o projeto “*Big Data Analytics: Enfrentamento do Coronavírus na Rede Federal de Educação*”, cujo objetivo principal foi a criação de um painel para monitorar a situação de funcionamento das Universidades e dos Institutos Federais, divulgar as ações de enfrentamento realizadas pelas 110 instituições da Rede Federal e acompanhar o quantitativo de médicos, enfermeiros, farmacêuticos e fisioterapeutas que tiveram sua colação de grau antecipada. (BRASIL, 2022b)

Como já mencionado, o painel coronavírus do MEC, objeto deste artigo, é um portal de monitoramento das ações executadas pela Rede Federal de Educação (BRASIL, 2022a). O portal apresenta as ações organizadas separadamente, detalhando as informações do Funcionamento de Universidades Federais, o funcionamento de Institutos Federais, o Retorno presencial, os Dados Epidemiológicos, a Inclusão Digital e as Ações de Enfrentamento e de Colação de Grau Antecipada (Figura 2). A coleta dos dados ocorreu por meio da observação das informações disponíveis, em cada aba do menu do Painel Coronavírus apresentado na Figura 2.

Com a elaboração dos painéis, a fase (iii) da pesquisa realizou um processo com o intuito de correlacionar os dados analíticos com o cenário pandêmico para a seção de dados epidemiológicos. A primeira análise foi a correlação entre os casos de Covid-19 e as modalidades de ensino relatadas pelos gestores das Universidades.

**Figura 2** – Painel – Coronavírus Monitoramento da Rede Federal de Educação

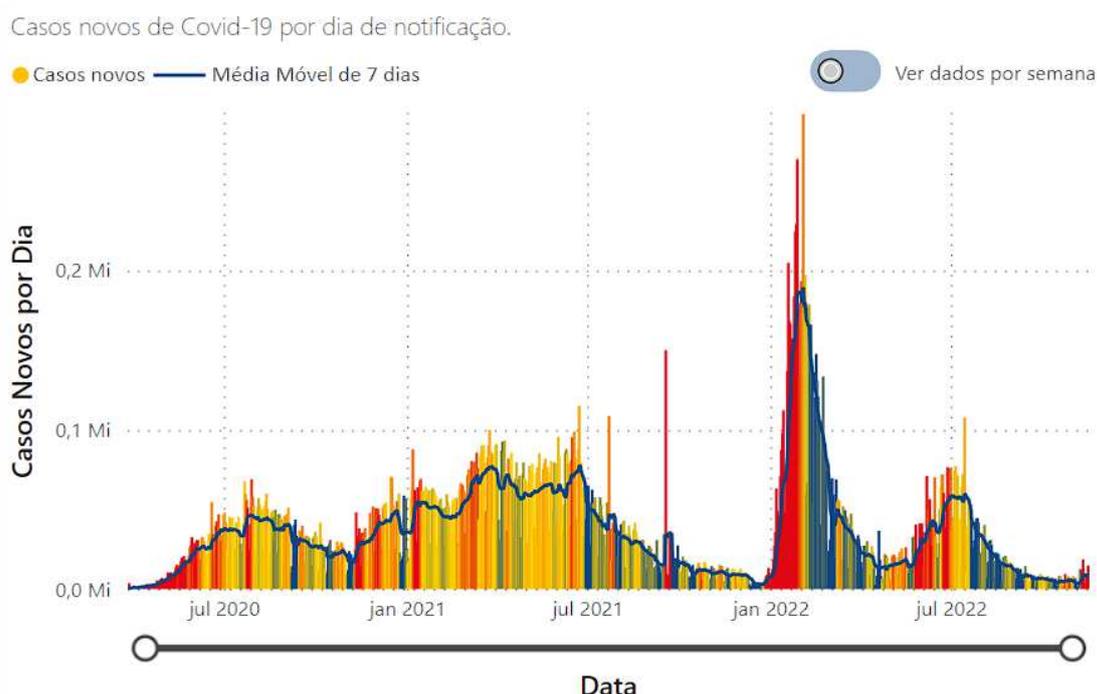


Fonte: Brasil (2022b)

Observa-se na Figura 2 que o painel inicial do portal apresenta o mapa do Brasil com informações georreferenciadas das Instituições de Ensino e uma tabela com a modalidade de ensino aplicada em um período, totalizando o quantitativo dos tipos de modalidade básica, profissional, graduação e pós-graduação.

Para entender o impacto da pandemia no período de 2020 até 2022, foram adaptados os dados no gráfico de casos de Covid-19 e subdivididos em três ondas (Figura 3), sendo A, B e C marcadores para primeira, segunda e terceira onda, respectivamente. O critério de início e de fim de uma onda foi definido por meio de pontos de baixas de casos comparativamente em relação ao pico da onda.

**Figura 3** – Gráfico com os casos de Covid-19 por dia subdivididos por ondas



Fonte: Adaptada de Brasil (2022b)

Além dos dados apresentados na Figura 3, na Tabela 1, pode-se observar que no início da primeira onda – Figura 3 (A), a partir do dia 28/03/2020 (data baseado na primeira coleta feita pelo portal), as universidades primeiramente suspenderam as suas atividades presenciais. Apesar do maior número de casos, 22.067.630, essa onda teve uma média no período similar à terceira onda com 36.295. A segunda onda apresentou média maior de casos, já que esse ainda era um período de adaptação para as Universidades que se estruturaram para utilizar as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no apoio ao ensino, realizando atividades remotas de *lives*, webinários, reuniões/sessões de orientação, bancas de trabalho de conclusão de curso, reuniões de Grupos de Pesquisa, etc.

**Tabela 1** – Correlação de Casos de Covid-19 com Modalidade de Ensino

ONDA	PERÍODO	TOTAL DE CASOS	MÉDIA DE CASOS	MODALIDADE DE ENSINO
Primeira (Figura 3.a)	28/03/2020 até 26/11/2021	22.067.630	36.295	No início, houve momentos de suspensão. Predominantemente TIC/ Remoto e Presencial
Segunda (Figura 3.b)	26/11/2021 até 22/04/2022	8.104.071	55.130	Predominantemente Presencial e Híbrido
Terceira (Figura 3.c)	22/04/2022 até 19/08/2022	3.933.603	33.055	Predominantemente Presencial e TIC/Remoto

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Na transição do final da primeira onda e início da segunda onda – Figura 3 (B) – dia 26/11/2021, a pandemia teve uma brusca redução de casos, levando as Universidades a iniciarem um processo de retorno ao ensino presencial. Porém, logo no início do ano de 2022, os casos de Covid-19 tiveram um crescimento exponencial, com uma média de 55.130 concentrados no mês de janeiro e fevereiro de 2022. Esse cenário gerou uma reação da comunidade acadêmica para que o ensino voltasse a ser suspenso ou ser realizado remotamente.

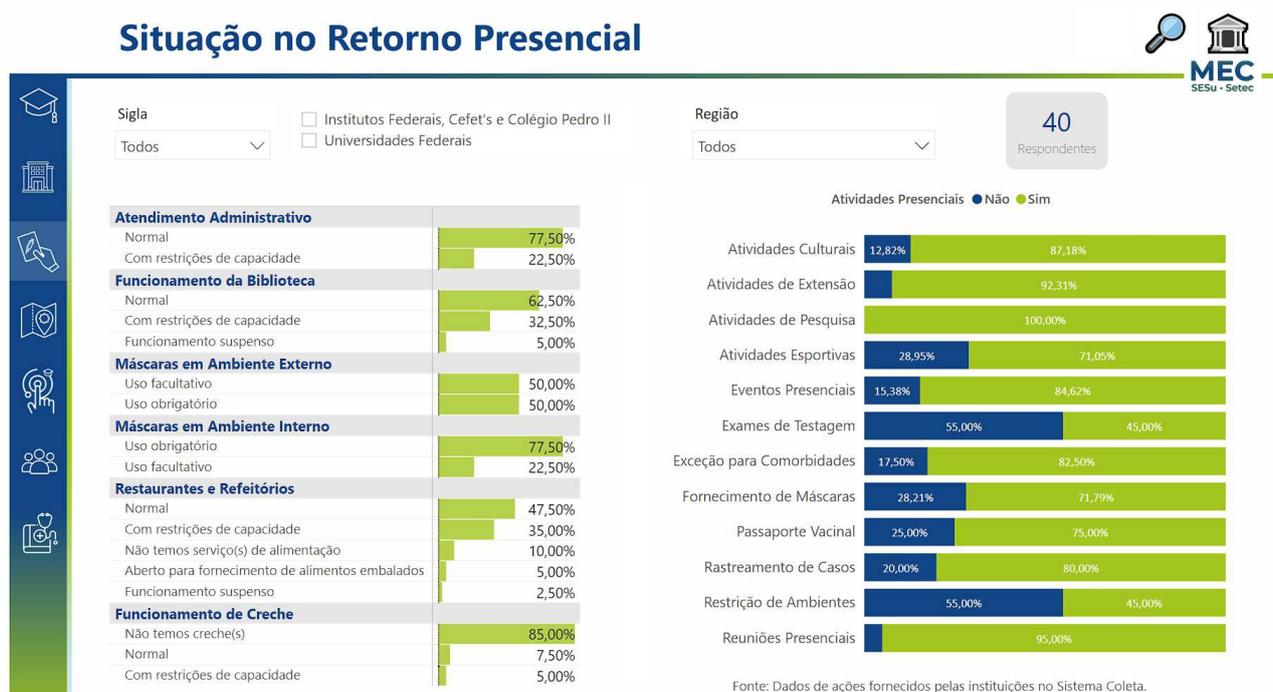
Apesar do pico alto de casos de Covid-19, a segunda onda teve um rápido arrefecimento em 45 dias, permitindo a aplicação da modalidade de ensino híbrida com atividades remotas e presenciais, buscando evitar aglomerações. A terceira onda – Figura 3 (C) – que se iniciou em 22/04/2022 teve uma média de casos de 33.055.

Embora a média de casos ser similar à primeira onda, a comunidade acadêmica já estava mais estruturada e com 80% da população brasileira vacinada contra a Covid-19, permitindo a volta ao ensino presencial com a manutenção de algumas atividades remotas (BUTANTAN, 2021). Na transição para uma pós-pandemia, período do final da terceira onda, as modalidades de ensino aprendidas durante a pandemia podem ser mantidas ou aplicadas em situações específicas, gerando benefícios para a comunidade acadêmica. Diante desse contexto, há a necessidade de informar a população sobre as condições do retorno presencial seguro seguindo o protocolo de biossegurança – Figura 5. Avalia-se, além disso, a nova dinâmica de ensino híbrido adquirido.

No painel da Figura 4, pode-se observar a diversificação das atividades acadêmicas e o tipo de retorno presencial ou remoto (atividade presenciais sim ou não). Esse painel retrata a situação do retorno presencial das Universidades Federais e Institutos no final da terceira onda, data de 19/08/2022, verifica-se que esse momento ainda retrata um período de transição com algumas restrições, por exemplo, o atendimento administrativo que foi normalizado de forma presencial em 77,5%, porém tendo ainda restrições de 22,5%, demandando ainda atendimentos de forma remota.

No mesmo painel, trata-se do uso de máscaras em ambiente externo e interno que são adotadas como uso obrigatório em 50% (externo) e 77,5% (interno), respectivamente. Os restaurantes e refeitórios, normalmente ambientes de aglomeração e fechados, já tiveram uma volta à normalidade de 47,5 e 35% com restrições na sua capacidade de uso. Esses números retratam um retorno gradual ao funcionamento das instituições de ensino em um cenário fortalecido pelo percentual de mais de 80% da população brasileira vacinada contra a Covid-19 como supracitado anteriormente (BUTANTAN, 2021).

**Figura 4** – Painel da situação do retorno presencial das universidades



Fonte: Brasil (2022b)

Além disso, as atividades presenciais são listadas apresentando a porcentagem que retornaram ou não, dessa forma, trazendo informações para que os gestores consigam medir a segurança do retorno e para que possam articular estratégias para estruturar as novas atividades conforme o período para efeito de planejamento dos semestres futuros. Para as atividades culturais, nota-se que mais de 80% estão presenciais, assim como os eventos. Por outro lado, as atividades de pesquisa já voltaram 100% presencialmente, enquanto as reuniões já marcam 95% de retorno, ou seja, é possível que grupos de pesquisa ou programas de pós-graduação já tenham retornado ao seu funcionamento como era antes da pandemia com ressalvas para algumas atividades que são mantidas remotamente mesmo na pós-pandemia.

Já os exames de testagem e a restrição a ambientes ainda marcam 45%, diferindo de exames de comorbidades com 85%. Observa-se, portanto, que as atividades no período voltaram quase que inteiramente, mas há um cuidado em relação à segurança desse reingresso.

Mais uma importante ação empreendida pelas instituições de ensino foi melhorar o acesso à internet de professores e estudantes para apoiar as interações remotas das atividades administrativas/acadêmicas. O painel “Ações de Inclusão Digital” retrata essa importante ação durante a pandemia, ressalta-se que a principal estratégia adotada foi o fornecimento de *chips* de celulares que continham um pacote de dados para acesso à internet. As instituições utilizaram orçamento próprio para realizar essa ação ou participaram do edital Programa “Alunos Conectados” MEC/RNP ADC/9523/2020.

Inicialmente, para atender a uma situação emergencial, a forma utilizada para o acesso aos *chips* foi a entrega direta, com 52 instituições realizando esse tipo de ação, ou por meio de auxílio financeiro para estudantes carentes com 110 instituições relatando que utilizaram essa estratégia de apoio. Outro formato, para possibilitar o acesso a *chips*, foi por meio de auxílio financeiro com 110 instituições reportando que utilizaram esse formato.

Já em 9/7/2020, o MEC/RNP lançou o programa “Alunos Conectados”, com 125 instituições indicando que participaram desse edital, o objetivo era disponibilizar internet a estudantes de baixa renda. O propósito do edital foi “[...] atender cerca de 906 mil estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica, matriculados em universidades federais e nas instituições da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (MEC)”.

Outra ação, estabelecida e representada no painel de Ações de Inclusão Digital, foi a ampliação do acervo digital disponibilizando livros eletrônicos para os professores trabalharem com os discentes. Essa ação teve aderência de 78 instituições que projetaram com caráter estruturante na pandemia, mas que permitiu a ampliação do acesso a livros e a manutenção de atividades acadêmicas híbridas no pós-pandemia também.

Outra análise foi em relação às ações realizadas nas Universidades. Na fase (ii) do percurso metodológico, além do processo de coleta obter informações sobre as modalidades de ensino e ações de retorno presencial e inclusão digital, aplicadas durante a pandemia e pós-pandemia, os gestores acadêmicos reportaram as ações realizadas em relação à fabricação de processo e produtos de proteção individual.

Na Tabela 2 estão apresentadas as principais ações de fabricação realizadas pelas universidades, observa-se que a produção de álcool em gel, equipamentos de proteção individual, entre outros, foram realizadas por mais de 90 universidades no período da pandemia, demonstrando como as instituições de ensino ajudaram a sociedade no cenário complexo da pandemia. Somado a isso, essas ações, juntamente com a criação e a produção de vacinas, geraram uma grande visibilidade da importância dos investimentos em pesquisa científica. Adverte-se que, nesse período, a indústria convencional não conseguiu atender aos profissionais de saúde e à comunidade acadêmica que precisavam de equipamentos de proteção individual e álcool em gel em grande quantidade (JORGE, E. F. *et al.*, 2020).

**Tabela 2** – Principais ações de enfrentamento à pandemia relacionadas a processos de fabricação e classificadas por aderência das instituições

AÇÕES	NÚMERO DE INSTITUIÇÕES
Produção de álcool em gel, glicerinado e/ou álcool em gel a 70%	99
Fabricação de equipamentos de proteção individual (EPIs) com impressoras 3D	96
Produção de máscaras, aventais, entre outros equipamentos de proteção individual	79
Produção de materiais de limpeza, higiene, soluções sanitizantes, entre outros	60
Fabricação de equipamentos hospitalares	48
Fabricação de peças de reposição para equipamentos hospitalares	32

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Já a Tabela 3 apresenta ações de teleatendimento e de apoio psicológico que foram utilizadas durante a pandemia, mas que estão sendo mantidas na transição da pós-pandemia. As universidades têm relatado que uma boa parte do seu corpo docente, discente e técnico ainda não se recuperou totalmente da pior pandemia enfrentada pela sociedade, assim a manutenção dessas ações é de alta relevância para esse período pós-pandêmico.

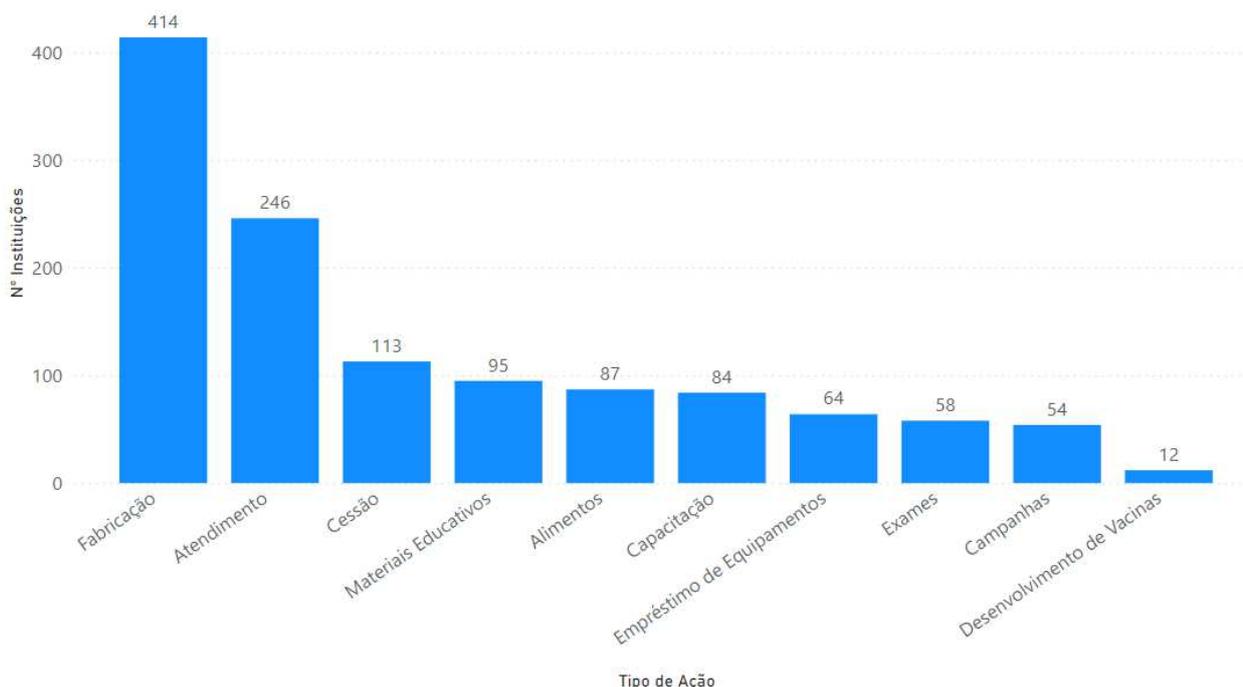
**Tabela 3** – Principais ações de enfrentamento à pandemia relacionadas a atendimentos às secretarias e ao público e de apoio psicológico

AÇÕES	NÚMERO DE INSTITUIÇÕES
Serviço de aconselhamento e/ou apoio psicológico	100
Assessoramentos às secretarias estaduais e municipais de saúde	76
Teleatendimento para orientação e esclarecimento à população	70

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Nota-se, ao analisar a Figura 5, que, agrupando por temas, um maior grupo de instituições federais concentra seus esforços na produção laboratorial de produtos, cessão de recursos e atendimento à população. O que mostra que as organizações se mobilizaram para atender a uma demanda excedente de produção e de desenvolvimento de pesquisa para esclarecimento da população.

**Figura 5** – Gráfico de agrupamento geral das ações por aderência das instituições



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Finda-se esta análise reforçando a importância do processo de formação e de manutenção de ferramentas analíticas que descrevem os cenários históricos da pandemia e pós-pandemia nas instituições superiores de ensino. As análises decorridas nesta seção só foram possíveis pelo fato de que os gestores reportaram as suas informações no sistema de coleta, gerando dados que foram sistematizadas em um modelo dimensional para criação de uma série de painéis informativos.

Os dados aqui analisados foram tratados de forma global sem verticalizar uma determinada instituição, porém o “Painel Coronavírus – Monitoramento da Rede Federal” permite realizar filtros para observação das dinâmicas que ocorreram de forma individualizada. Os resultados obtidos consolidam o sistema de coleta, o portal desenvolvido e as correlações realizadas neste artigo.

Como resultado e perspectivas futuras de projetos similares, ressalta-se a importância de portais como o “Painel Coronavírus – Monitoramento da Rede Federal” para gestão e compartilhamento das ações de forma colaborativa entre as instituições pertencentes à rede, mas também a possibilidade de abertura dos dados à sociedade de forma transparente para que qualquer cidadão possa ter conhecimento sobre as atividades de instituições públicas.

## 4 Considerações Finais

Este artigo discorreu sobre as ações das universidades no enfrentamento à Covid-19 materializadas em um portal contendo um conjunto de informações sobre as ações no período pandêmico e na transição do pós-pandêmico. O impacto de projetos como esse estão associados com a importância de os órgãos governamentais implementarem soluções analíticas, provendo dados abertos e permitindo que pesquisas sejam realizadas sobre esse período.

Por meio de uma análise qualitativa e quantitativa, além da análise dos dados dos portais e decretos de enfrentamento à Covid-19, elaborou-se uma correlação entre as ondas de casos de Covid-19 e as modalidades de ensino. Uma outra análise foi realizada sobre as ações de fabricação de produtos e teleatendimentos e atendimentos psicológicos para o enfrentamento durante o período pandêmico em um período que a indústria convencional não conseguiu atender à sociedade nesses requisitos na velocidade que o momento exigia.

A compreensão histórica dessas ações permite o agrupamento de lições aprendidas que podem ser replicadas em cenários futuros similares. O aprendizado em relação às modalidades de ensino híbridas de ensino com interações remotas e presenciais também tiveram destaque e devem permanecer mesmo em tempos da não existência da pandemia. Outra conclusão é a importância da manutenção das ações de atendimento psicológicos, visto que o momento pós-pandemia ainda demanda um cuidado de toda a comunidade acadêmica que passou por um dos momentos mais complexos da história da humanidade.

## 5 Perspectivas Futuras

Sugere-se para trabalhos subsequentes estender a análise para seções do painel que descrevem medidas tomadas devido à situação do estado de emergência. A exemplo de formações antecipadas, cobertura vacinal e revisão de modelos para prever a efetividade das ações tomadas pelas instituições de ensino e quais se saíram melhor que o esperado.

## Agradecimentos

Agradecemos à Secretaria de Educação Superior (Sesu) pelo financiamento do projeto. Agradecemos pelo apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que financiou a pesquisa realizada.

## Referências

AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS. **Internet chega a 88,1% dos estudantes, mas 4,1 milhões da rede pública não tinham acesso em 2019**. São Paulo. 28 de abril de 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/30522-internet-chega-a-88-1-dos-estudantes-mas-4-1-milhoes-da-rede-publica-nao-tinham-acesso-em-2019>. Acesso em: 28 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório de atividades: Ações do MEC em resposta à pandemia de Covid-19**. 2020a. Disponível em: [https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias\\_1/relatorio-de-atividades-aponta-acoes-do-mec-e-suas-vinculadas-em-resposta-a-pandemia-de-covid-19](https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias_1/relatorio-de-atividades-aponta-acoes-do-mec-e-suas-vinculadas-em-resposta-a-pandemia-de-covid-19). Acesso em: 28 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Painel Coronavírus de monitoramento da Rede Federal**. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/coronavirus/rede-federal>. Acesso em: 28 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 188, de 3 fevereiro de 2020**. Brasília. DF: Ministério da Saúde, 2020c. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2020/prt0188\\_04\\_02\\_2020.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2020/prt0188_04_02_2020.html). Acesso em: 28 de agosto de 2022.

COLETA DSBR. **Sistema Coleta**: Coleta de dados. Bahia. 2020. Disponível em: [http://coleta.dsbr.org/Sistema\\_Coleta\\_Manual\\_Basico\\_DataScienceBR.pdf](http://coleta.dsbr.org/Sistema_Coleta_Manual_Basico_DataScienceBR.pdf). Acesso em: 28 ago. 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019. 17p.

INSTITUTO BUTANTAN. **Retrospectiva 2021**: o segundo ano da pandemia é marcado pelo avanço da vacinação contra Covid-19 no Brasil. São Paulo. 31 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/retrospectiva-2021-segundo-ano-da-pandemia-e-marcado-pelo-avanco-da-vacinacao-contracovid-19-no-brasil>. Acesso em: 28 ago. 2022.

JORGE, E. M. de F. *et al.* Arquitetura da informação analítica para integração de dados da pesquisa e pós-graduação: um estudo de caso da Universidade do Estado da Bahia. **Informação & Informação**, [s.l.], v. 25, n. 1, p. 115-140, 2020. DOI: 10.5433/1981-8920.2020v25n1p115. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/36009>. Acesso em: 28 ago. 2022.

JORGE, E. F. *et al.* Face Shield for Life 3D: produção colaborativa, usando a comunidade de makers, dos protetores faciais padrão RC3 para os profissionais de saúde em Salvador. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 513, 2020. DOI: 10.9771/cp.v13i2.36174. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/36174>. Acesso em: 28 ago. 2022.

SILUS, A.; LEAL DE CASTRO FONSECA, A.; LAGEANO NETO DE JESUS, D. Desafios do ensino superior brasileiro em tempos de pandemia da Covid-19: repensando a prática docente. **Liinc em Revista**, [s.l.], v. 16, n. 2, p. e5336, 2020. DOI: 10.18617/liinc.v16i2.5336. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/5336>. Acesso em: 27 ago. 2022.

## Sobre os Autores

### Eduardo Manuel de Freitas Jorge

*E-mail*: emjorge1974@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8597-5805>

Doutor em Difusão do Conhecimento pela Universidade Federal da Bahia em 2012.

Endereço profissional: Universidade do Estado da Bahia, Rua Silveira Martins, n. 2.555, Cabula, Salvador, BA. CEP: 41150-000.

### Leandro Brito

*E-mail*: lbsantos@ufrb.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0132-4712>

Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial pelo SENAI em 2018.

Endereço profissional: Av. Centenário, n. 697, SIM, Feira de Santana, BA. CEP: 44042-280.

### **Paulo Ricardo Ferreira Neves**

*E-mail:* paulo.n5987@ufob.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0912-5056>

Graduando em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Oeste da Bahia em 2023.

Endereço profissional: UFOB, Campus Reitor Edgard Santos, Rua Pará, n. 100, Barreirinhas, Barreiras, BA. CEP: 47810-704.

### **Poty Rodrigues de Lucena**

*E-mail:* potyrlucena@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7220-8386>

Doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos em 2006.

Endereço profissional: UFOB, Campus Reitor Edgard Santos, Rua Bertioga, n. 892, Morada Nobre I. Barreiras, BA. CEP: 47810-059.

# Estudo de Prospecção Tecnológica Acerca da Covid-19: análise dos depósitos de patentes no contexto CT&I

*Technological Prospection Study About Covid-19: analysis of patent deposits in the ST&I context*

Fernanda Correa de Melo<sup>1</sup>

Juliana Sartori Bonini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, Brasil

## Resumo

Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde decretou a pandemia por Covid-19. Dados do Ministério da Saúde revelam que, até agosto de 2022, o Brasil teve mais de 34 milhões de casos. Diante dessa situação, várias estratégias foram desenvolvidas na tentativa de frear a pandemia. Este estudo objetivou realizar um levantamento patentométrico acerca de registros de patentes sobre a Covid-19 no âmbito da CT&I. A metodologia adotada foi uma busca do estado da arte por meio de patentometria no *software* Orbit Questel. Foram selecionadas dez patentes com tecnologias direcionadas para o combate à Covid-19, que trazem propostas com uso de robótica, inteligência artificial e fármacos. Nesse cenário, o Brasil possui quatro patentes, correspondendo a 2% da produção e situando-se em 12º lugar em um *ranking* de 20 países. Conclui-se que buscar ferramentas e produzir inventividades em uma situação como a pandemia é essencial.

Palavras-chave: Coronavírus. Covid-19. Pandemia.

## Abstract

In March 2020, the World Health Organization declared Covid-19 a pandemic. Data from the Ministry of Health reveal that, by August 2022, Brazil had more than 34 million cases. Faced with this situation, several strategies were developed in an attempt to stop the pandemic. This study aimed to carry out a patentometric survey on patent registrations on Covid-19 within the scope of CT&I. The methodology adopted was a state-of-the-art search through patentometry in the Orbit Questel software. Ten patents were selected with technologies aimed at combating Covid-19, which bring proposals with the use of robotics, artificial intelligence and drugs. In this scenario, Brazil has four patents, corresponding to 2% of production and ranking 12th out of 20 countries. It is concluded that seeking tools and producing inventiveness in a situation like the pandemic is essential.

Keywords: Coronavirus. Covid-19. Pandemic.

Área Tecnológica: Prospecções. Ciência e Tecnologia.



# 1 Introdução

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou a pandemia por Covid-19, que teve seus primeiros casos registrados em Wuhan, província de Hubei, na China, em dezembro de 2019. Os primeiros pacientes apresentaram uma forma não identificada de pneumonia viral, com histórico de visitas ao mercado de frutos do mar em Huanan (PEERI *et al.*, 2020). Até o dia 2 de abril de 2020, foram confirmados quase um milhão de pessoas com a doença no mundo, com 45.526 mortes (WHO, 2020).

No Brasil, dados atualizados pelo Ministério da Saúde em agosto de 2022 revelam que o país teve mais de 34 milhões de casos confirmados ao longo da pandemia, com quase 683 mil mortes, com uma taxa de letalidade de 2% (BRASIL, 2022). Esses dados sugerem que a pandemia pelo coronavírus (Covid-19) foi a maior ameaça à saúde em âmbito mundial nas últimas décadas, sendo responsável por milhares de mortes, que, por um longo período, não teve tratamentos curativos e/ou acesso a vacinas, nesse caso, foram adotadas pela população medidas de enfrentamento a fim de diminuir a disseminação do vírus e de limitar a ocorrência de casos graves e morte (PATIÑO-ESCARCINA; MEDINA, 2022).

Entre os principais sintomas da doença, estão febre, cansaço e tosse seca. Outros sintomas menos comuns que podem afetar alguns pacientes são perda de olfato ou paladar, congestão nasal, conjuntivite, dor de garganta, dor de cabeça, dor muscular, diferentes tipos de erupção cutânea, náusea ou vômito, diarreia, calafrios ou tonturas, podendo evoluir para Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV-2), uma vez que a doença ataca principalmente os pulmões. Quanto à forma de transmissão do coronavírus, esta ocorre a partir de gotículas respiratórias e de contato próximo. Os primeiros sintomas aparecem após um período de cinco a seis dias do contato com o vírus e têm duração aproximada de 14 dias, dependendo do sistema imunológico e da idade do paciente (LIMA *et al.*, 2022).

Em janeiro de 2021, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) liberou a utilização de dois imunizantes contra o coronavírus para uso emergencial, tendo como alvo grupos prioritários: trabalhadores da saúde, pessoas institucionalizadas com 60 anos ou mais, pessoas institucionalizadas com deficiência e população indígena aldeada. Ao longo dos meses, outros imunizantes foram liberados e toda população foi vacinada, seguindo o cronograma do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021). Atualmente, 80,6% da população do Brasil está totalmente vacinada, ou seja, 171 milhões de pessoas. Considerando pessoas com pelo menos uma dose da vacina, esse número sobe para 87,6% ou 186 milhões de pessoas. Foram aplicadas 469 milhões de doses no Brasil até agosto de 2022. Mundialmente, 62,9% das pessoas estão totalmente vacinadas, equivalendo a 4,91 bilhões de pessoas e 12,5 bilhões de doses aplicadas (OUR WORLD IN DATA, 2022).

Nesse cenário de pandemia, algumas estratégias foram criadas para o combate à doença, como ampliação da capacidade do Sistema Único de Saúde (SUS) no que concerne à infraestrutura, aos recursos humanos, à reorientação de protocolos de saúde e à prestação de serviços – regulamentação da telemedicina. A grande maioria dos órgãos de saúde implementou o teletrabalho, assim como empresas privadas, a fim de achatar a curva da pandemia. As estratégias de vigilância em saúde permitiram identificar e monitorar agravos, ocorrências e indicadores da saúde populacional (CIMINI; JULIÃO; SOUZA, 2021).

Considerando a importância das estratégias desenvolvidas para combater a pandemia por Covid-19, é pertinente um estudo que faça o levantamento das tecnologias (patentes) direcionadas para a temática e produzidas a nível mundial. A pandemia por Covid-19 gerou um grave cenário de crise socioeconômica como há décadas não era visto, forçando governos a tomarem medidas emergenciais de injeção de recursos na casa dos trilhões de dólares. Entre as dificuldades trazidas pela pandemia, a atividade científica também foi prejudicada, seja por interrupção de viagens internacionais, adiamento de congressos e eventos em todo o mundo ou pelo fechamento de *campi* de universidades e suspensão de atividades presenciais, impedindo o andamento de experimentos, coleta de dados e outras atividades fundamentais para a investigação científica (CONCEIÇÃO *et al.*, 2020).

Por se tratar de um evento inédito na história, os impactos da pandemia por Covid-19 sobre a sociedade ainda não foram completamente dimensionados, sendo a produção científica um meio crucial para melhor compreender a doença e seus efeitos. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo verificar possíveis cenários para atuação da CT&I brasileira após a pandemia do coronavírus (Covid-19), realizando um estudo prospectivo de patentes com base em dados disponíveis em plataforma de dados específica.

## 2 Metodologia

A presente pesquisa trata de uma prospecção tecnológica, pautada em informações extraídas de uma base de dados de patentes internacional, a fim de entender melhor, do ponto de vista prospectivo, as inovações criadas em torno da Covid-19. Quintella *et al.* (2011, p. 408) afirmam que “[...] a partir da prospecção tecnológica, é possível conhecer as tecnologias existentes, identificando como tal tecnologia se insere na sociedade e qual seu grau de evolução”. Por se tratar de uma Prospecção Tecnológica, esta pesquisa classifica-se como exploratória, “[...] com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito” (GIL, 2002, p. 41).

Classificando-se como pesquisa exploratória, este estudo pretende ainda ser um instrumento de prospecção prévia para pesquisas futuras, uma vez que a pesquisa exploratória é considerada um caminho de preparo para um tema pouco explorado, servindo de base para pesquisas posteriores (CASARIN; CASARIN, 2012).

A prospecção tecnológica foi realizada por meio do *software* Orbit® (ORBIT QUESTEL, 2022), usualmente empregado em trabalhos de prospecção e que contém bases de patentes de mais de 96 países, com recursos avançados de visualização, exportação e análises de grandes conjuntos de informações, também é utilizado no mundo todo por centenas de instituições para suporte à pesquisa e ao desenvolvimento. Esse *software* permite uma visão geral sobre o estado da arte de determinada tecnologia, permitindo acompanhar seu desenvolvimento tecnológico, bem como os principais depositantes de tecnologias e nichos de mercado, mesmo que o usuário tenha pouca experiência na busca de patentes.

As prospecções foram realizadas nos meses de junho de 2022 e revisadas no mês de julho de 2022. Para a sua realização, utilizou-se como termo de busca as palavras “Covid”, “Ciência”, “Tecnologia”, “Inovação” no campo de busca denominado *Easy Search*. Foi utilizado o operador booleano AND para a busca.

Após inserir os termos e realizar a primeira busca, os documentos encontrados passaram por uma leitura minuciosa, seguindo a metodologia de seleção descrita no Quadro 1. A análise dos dados ocorreu a partir da descrição dos resultados encontrados de acordo com a temática dentro do assunto principal: Covid-19 e produção de CT&I na área. Ademais, foram considerados os dados quantitativos de patentes depositadas disponíveis na plataforma Orbit Questel, a fim de acompanhar a evolução das patentes publicadas no período de pandemia por Covid-19.

**Quadro 1** – Estratégia de busca utilizada para prospecção de documentos de patentes relacionadas à Covid-19 e CT&I empregando o conector booleano AND

<b>BUSCA DE RESULTADOS UTILIZANDO OS TERMOS</b>
Termos “Covid” AND “Ciência” AND “Tecnologia” AND “Inovação” → 267 resultados
↓
<b>Depois de ler os resumos</b>
Foram excluídos 144 resultados → deixando 123 resultados
↓
<b>Depois de excluir patentes duplicadas</b>
113 resultados foram excluídos → deixando 10 resultados
↓
<b>Resultado final</b>
10 resultados

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2022)

Com base na busca, destaca-se que as patentes selecionadas estão listadas no Quadro 2.

**Quadro 2** – Patentes selecionadas nos resultados finais

N.	CÓDIGO DA PUBLICAÇÃO	TÍTULO
1	IN202241000074	Um algoritmo baseado em inteligência artificial do tipo <i>deep learning</i> para a detecção de infecções por Covid-19
2	IN202221016226	Projeto e desenvolvimento de materiais neon para Covid-19
3	CN111951964	Método e sistema para detectar rapidamente a Covid-19
4	IN202111036719	Robô médico virtual: robô médico virtual baseado em <i>IoT</i> para orientar o processo médico
5	US20210403550	Formulação e método para tratamento de covid-19 por inalação
6	IN202211033240	Um modelo geométrico inovador para quebrar a cadeia da Covid-19
7	IN202241013578	Nova tecnologia digital para investigar distanciamento social humano na pandemia de Covid-19
8	US20220071904	Métodos de profilaxia da infecção por coronavírus e tratamento de coronavírus
9	IN202241034998	Cuidador inteligente para pacientes Covid-19 usando inteligência artificial
10	IN202141002124	Sensor de detecção de distância em máscara para segurança infantil em ambiente de Covid-19

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2022)

Primeiramente será descrito o processo de busca por cada palavra-chave e pela associação de várias palavras-chave. A seguir, serão revelados os dados quantitativos da evolução de registro de patentes e, por fim, as invenções de cada patente incluída neste estudo.

### 3 Resultados e Discussão

A busca por documentos relacionados a pedidos de patentes sobre Covid-19 foi realizada de maneira a promover o maior número de documentos correspondentes ao tema, a partir de palavras-chave específicas, a fim de se construir, com essas informações, um panorama geral sobre a atual situação de produção tecnológica, científica e de inovação no Brasil e no mundo no período pandêmico e pós-pandêmico, conforme demonstrado nos próximos tópicos.

Para chegar aos termos de pesquisa que possibilitaram encontrar as patentes incluídas nesta pesquisa, inicialmente os termos foram pesquisados de forma individual, com o propósito de ilustrar o cenário de produção e de inventividade em cada área. A palavra “Covid”, que é o foco desta pesquisa, gerou 8.254 resultados no banco de dados da plataforma Orbit Questel. No Quadro 3 é possível conferir a busca dos termos e suas associações.

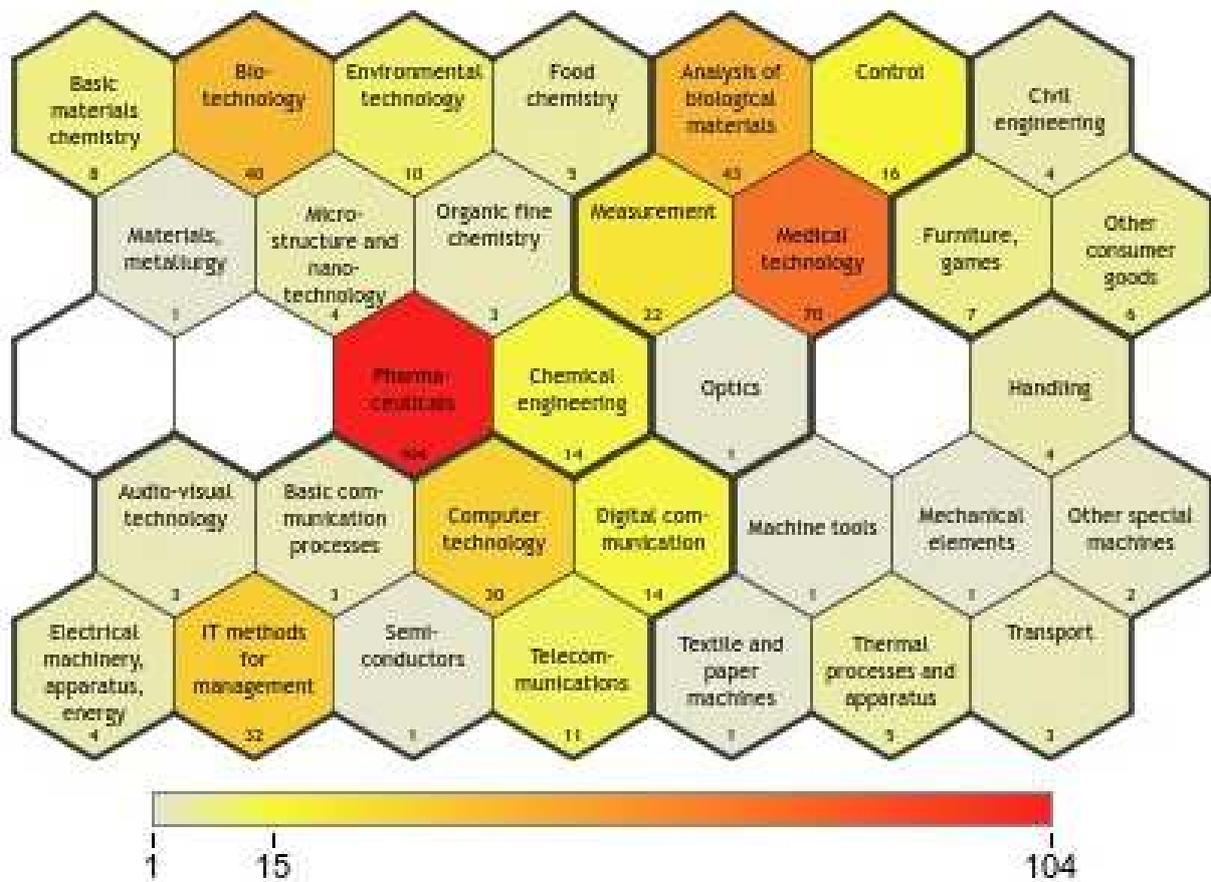
**Quadro 3** – Busca de patentes a partir de termos no banco de dados Orbit Questel

TERMO BUSCADO	RESULTADO ENCONTRADO
Covid	8.254
Ciência	1.333.830
Tecnologia	12.531.498
Inovação	266.993
Covid AND Ciência	1.140
Covid AND Tecnologia	1.433
Covid AND Inovação	1.028
Covid AND Ciência AND Tecnologia	3.378
Covid AND Ciência AND Tecnologia AND Inovação	267

Fonte: Orbit Questel (2022)

Quanto ao domínio tecnológico (Figura 2), os depósitos de patentes nas áreas Farmacêutica (104), Tecnologia Médica (70) e Biotecnologia (40) se destacam, mostrando que a maioria das patentes inicialmente pesquisadas (80%) está nas três áreas citadas, o que demonstra o interesse de grandes requerentes em proteger suas tecnologias nesses domínios.

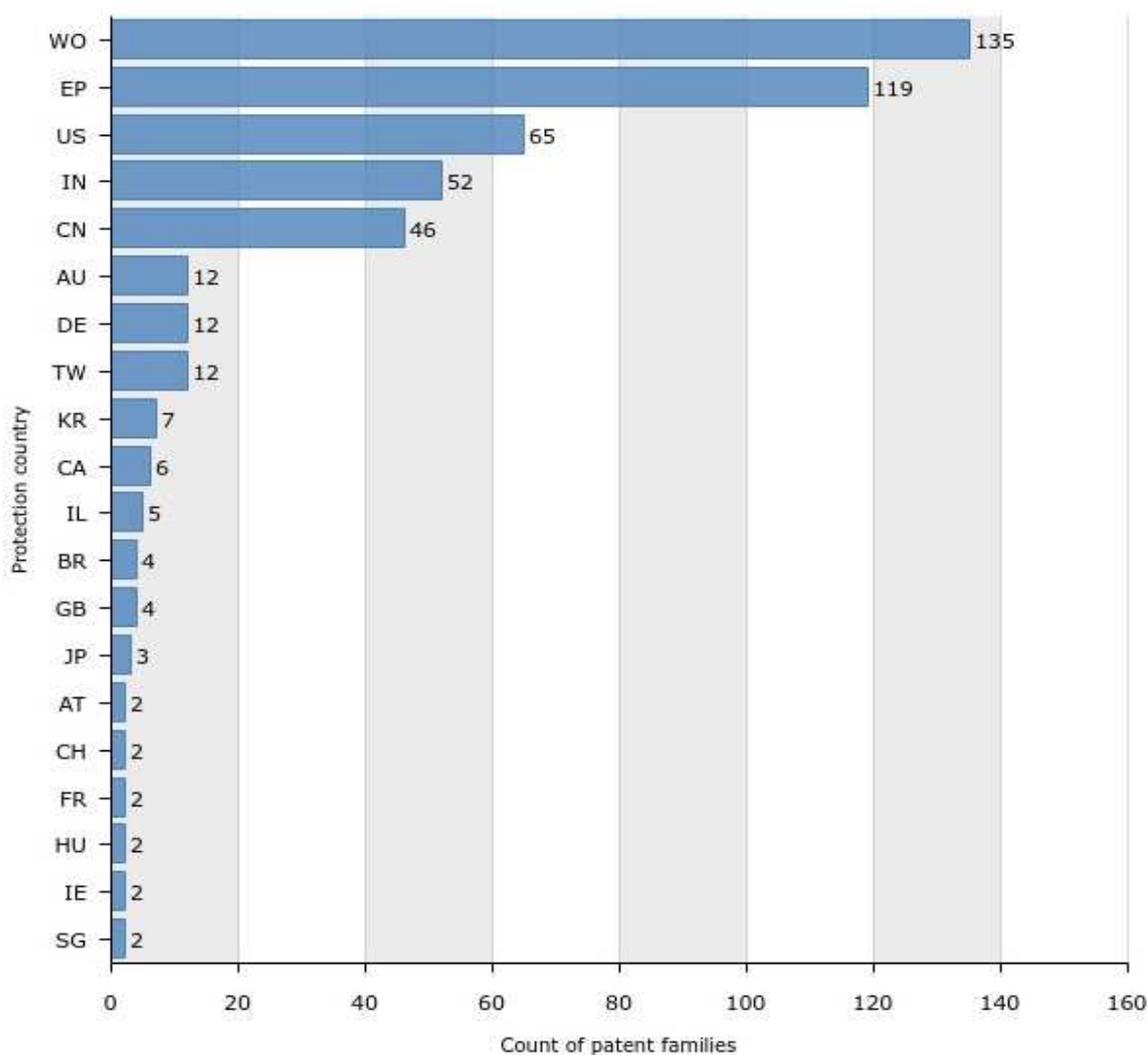
**Figura 2** – Domínio tecnológico das patentes



Fonte: Orbit Questel (2022)

Em termos de proteção por país, foram observados os 20 países que mais depositaram patentes nesse período de pandemia (2019 a 2022) sobre a temática estudada (Figura 3). Em primeiro lugar, está a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, com 135 registros; seguida por Organização Europeia de Patentes, com 119 patentes; Estados Unidos da América (65); Índia (52); China (46). Da sexta à oitava posição estão, respectivamente, Austrália, Alemanha e Taiwan, com 12 patentes cada país. As posições seguintes são ocupadas por República da Coreia (7); Canadá (6) e Israel (5). O Brasil aparece em 12º lugar, com quatro patentes. Abaixo do Brasil estão os seguintes países: Reino Unido (4), Japão (3), Áustria (2), Suíça (2), França (2), Hungria (2), Irlanda (2) e Singapura (2).

Entre os 20 países com depósitos de patentes acerca da temática Covid-19, o Brasil é o único país da América do Sul a aparecer na lista. Isso demonstra o interesse dos pesquisadores brasileiros em buscarem estratégias de combate à Covid-19. Além disso, em comparação ao número mais expressivo do primeiro colocado, também mostra que o mercado brasileiro de patentes é pouco explorado, existindo uma lacuna e espaço para depósitos de novas patentes no INPI a fim de proteger a tecnologia.

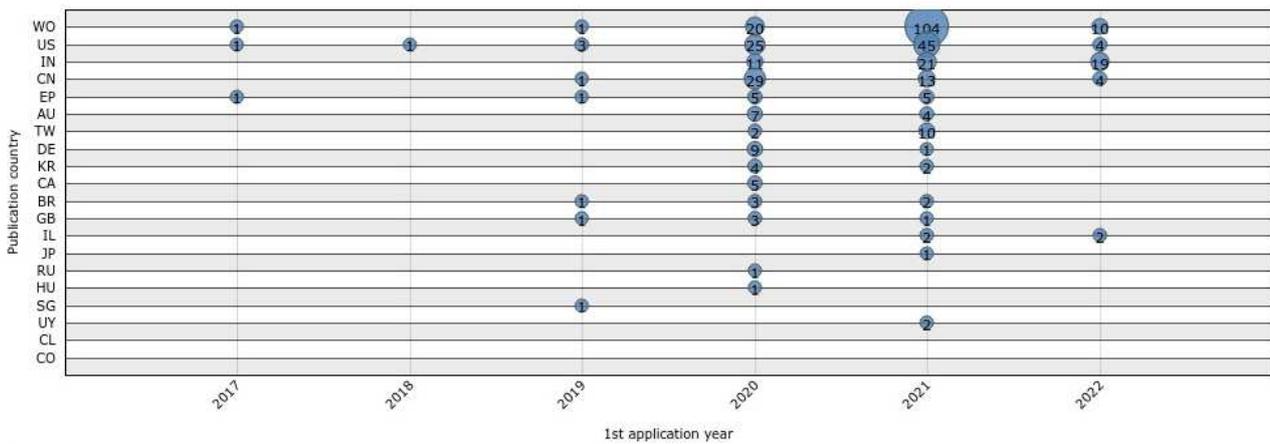
**Figura 3** – Depósitos de patentes por país

Fonte: Orbit Questel (2022)

Cruzando os dados de países e publicações por ano, os dados confirmam aquilo que já foi descrito nesta pesquisa: o ano com maior número de publicação foi 2021, e o país/instituição com mais publicações foi a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (Figura 4). Em relação ao Brasil, as publicações ocorreram no ano de 2019 (1), 2020 (3) e 2021 (2), ou seja, o número mais expressivo para o país foi em 2020, ano de maior pico pandêmico, demonstrando a rapidez em publicar resultados e a preocupação com toda a comunidade.

Entretanto, esses dados não demonstram a real situação da produção de pesquisas e patentes no Brasil. Dados do Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Inovação revelaram que em abril de 2020 já havia 330 pedidos de patentes em análise pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) relacionados a ventiladores pulmonares, equipamento essencial no tratamento de pacientes com Covid-19 em estado grave e outros 30 pedidos para métodos e kits de diagnóstico de viroses respiratórias com possibilidade de detecção de coronavírus (IPEA, 2020). Em outros lugares do mundo, foram constatados inúmeros pedidos de patentes relacionadas a medicamentos, vacinas e equipamentos. Dessa forma, pode ter ocorrido demora na autorização por parte dos órgãos competentes (IPEA, 2020).

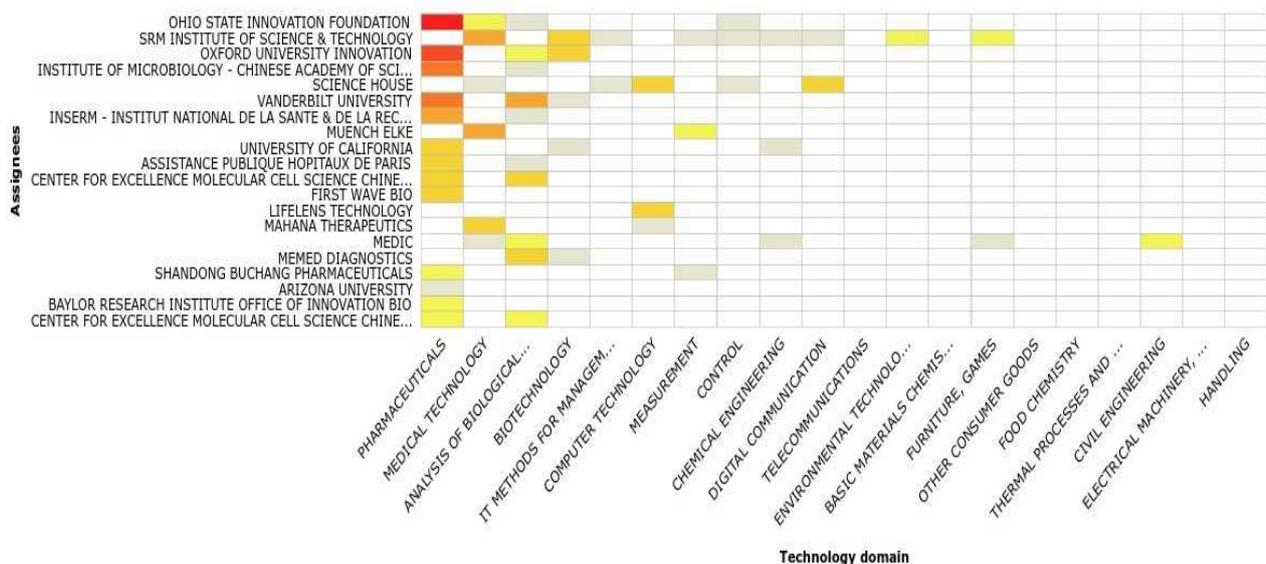
**Figura 4** – Publicações das patentes por países/ano



Fonte: Orbit Questel (2022)

A próxima análise foi sobre os depositantes por domínio tecnológico (Figura 5). Com relação aos Depositantes por Domínio Tecnológico, quase todos os depositantes efetuaram depósitos na área Farmacêutica, Tecnologia Médica e Análise de material biológico, e, em menor grau, em Biotecnologia, Química Orgânica Fina e Métodos de TI para gerenciamento. O maior número de publicações de patentes pertence à “Fundação de Inovação do Estado de Ohio (EUA)”, com patentes nas áreas Farmacêutica (maioria) e Tecnologia Médica. Enquanto as universidades, aparecem a Universidade de Oxford, a Universidade da Índia, o Instituto de Microbiologia da China, a Universidade Vanderbilt e a Universidade da Califórnia. No setor privado, aparecem empresas como Shandong Buchang Pharma, uma farmacêutica da China, e Lifelens Technology, uma empresa de biotecnologia americana.

**Figura 5** – Principais depositantes de acordo com o domínio tecnológico



Fonte: Orbit Questel (2022)

Após descrever as informações no panorama geral do depósito de patentes referentes ao tema desta pesquisa, serão descritas as patentes citadas na metodologia.

1) IN202241000074: a primeira patente aqui trazida é da Índia e propôs utilizar a inteligência artificial para a detecção de infecções por Covid-19. De acordo com os autores da invenção, a tomografia computadorizada auxilia no diagnóstico confiável para Covid-19. Ao aplicar o aprendizado de máquina (*deep learning*), é possível comparar os resultados de diversas TCs de pacientes com coronavírus, a fim de que um programa computadorizado realize a detecção e o delineamento de infecções por Covid-19 usando o aprendizado de máquina. Tal invenção tem o propósito de identificar a infecção e de anotar as áreas de infecção a partir da TC, auxiliando os médicos a quantificar a carga e a gravidade da doença, buscando imagens do pulmão, uma vez que é a região de preocupação (RANJAN *et al.*, 2022).

2) IN202221016226: também da Índia, essa invenção propôs projetar e desenvolver materiais em neon para Covid-19, um investimento na área de ciência de materiais. De acordo com os autores da invenção, o dispositivo seria para análise de fluidos, a fim de reconhecer infecções, especialmente por Covid-19. O intuito é utilizar esse dispositivo de forma “caseira” e individual, com alta precisão e custo mínimo. A mesma proposta também envolve um *chip*, que teria o objetivo de transportar e inocular medicamentos, sendo utilizado como equipamento clínico. A invenção partiu da gravidade da pandemia por coronavírus e poderá ser utilizado em infecções futuras (REKHA *et al.*, 2022).

3) CN111951964: a invenção é chinesa e consiste em um método rápido para detectar Covid-19. De acordo com o método, os pacientes com Covid-19 e as pessoas saudáveis serão comparados quanto aos níveis de saúde do organismo. Diferenças significativas serão percebidas. Assim, quando um paciente com suspeita de Covid-19 surgir, basta utilizar os parâmetros de classificação do banco de dados construído. Segundo os autores da patente, o método tem 90% de acerto, possuindo baixo custo, alta velocidade de detecção e de precisão (WEIQIAO, 2020).

4) IN202111036719: essa invenção descreveu o uso da internet das coisas para incorporar um robô médico no dia a dia dos profissionais de saúde. A proposta consiste no uso da robótica para prestação de serviços de saúde, como reabilitação, cirurgia assistida, atendimento a idosos e próteses, etc. A ideia é proveniente das limitações trazidas pela pandemia por Covid-19, carência de profissionais ou muitas horas de trabalho por exemplo. É uma tecnologia de gerenciamento da pandemia para melhoria dos serviços de saúde no futuro (SANDEEP *et al.*, 2021).

5) US20210403550: essa invenção foi direcionada para tratamento de Covid-19 por inalação. Segundo os autores da invenção, formulações contendo o anticorpo monoclonal terapêutico tocilizumabe podem ser utilizadas farmacologicamente com inalador/nebulizador para tratamento de Covid-19 (GU; BHAGAVANBHAI, 2021).

6) IN202211033240: o autor dessa invenção utiliza a matemática para explicar a forma de propagação do Covid-19. Para ele, a infecção é uma progressão geométrica, ou seja, se duas pessoas estiverem infectadas, irão infectar outras quatro e depois oito, 16 e assim sucessivamente. Dessa forma, a invenção propõe a quebra da corrente geométrica para controlar a Covid-19 (SHOBHA, 2022).

7) IN202241013578: essa invenção trata de uma tecnologia digital para investigar o distanciamento social humano. Tal ideia consiste em usar câmeras de vigilância para acompanhar as pessoas e verificar quem segue ou não segue as regras de distanciamento social. Caso não o façam, serão identificadas e ações imediatas serão tomadas. A tecnologia é resultado de um novo *software* que foi desenvolvido e funciona em modo de alerta. Foi desenvolvido para ser aplicado na Índia, mas pode ser levado para outros países (ISAI *et al.*, 2022).

8) US20220071904: essa é uma invenção na área médica e farmacológica, com o objetivo de propor métodos de profilaxia para evitar a infecção por coronavírus. A técnica se baseia no desenvolvimento de uma preparação farmacêutica com uma ou mais enzimas digestivas revestidas ou não revestidas, como enzimas pancreáticas para realização da profilaxia e tratamento de Covid-19 (FALLON *et al.*, 2021).

9) IN202241034998: essa invenção sugere o uso de um robô inteligente para desempenhar a função de cuidador para pacientes com Covid-19. Para os autores da invenção, um robô que possa auxiliar na área de saúde traz inúmeras vantagens, uma vez que a disseminação e a complicação de saúde têm se espalhado rápido na pandemia por Covid-19. O robô é acionado a partir de um aplicativo relativamente simples, que irá monitorar os pacientes em quartos de hospital e em casa. Tal tecnologia irá monitorar a condição dos pacientes a distância ou remotamente. O cuidador robô monitora continuamente as atividades dos pacientes por meio de uma câmera espiã e instruções de voz são fornecidas, sem contato físico direto entre as pessoas. Será possível que um único robô cuide de quase todas as atividades realizadas pelos enfermeiros, por exemplo, instruções para medicação e horário de cada remédio (JAYACHANDRAN *et al.*, 2022).

10) IN202141002124: essa inventividade criada consiste em um sensor de detecção de distanciamento entre máscaras para segurança de crianças em ambiente de Covid-19. O projeto baseia-se em um sensor de detecção de distância, que emitirá um sinal sonoro para quando usuário ou qualquer objeto se aproximar demasiadamente, fazendo com que as crianças fiquem alerta de que precisam manter uma distância segura dos outros. O dispositivo também pode ser usado por idosos. A campanha e o sensor funcionam com uma pequena bateria, tornando o dispositivo compacto e adequado de usar, podendo ser instalado em qualquer acessório de uso pessoal, como uma pulseira. A invenção constitui-se em um método econômico e adequado para implementar o distanciamento social (TAJ; SHAHINA, 2021).

As patentes analisadas representam estratégias que foram pensadas para minimizar ou auxiliar a diminuição dos efeitos da pandemia, um período marcado por incertezas, medo e poucas perspectivas, uma vez que foi um evento de grande proporção e que deixou milhões de óbitos no mundo todo. Entre as sugestões inventivas, estão uso de inteligência artificial; robótica para criar um robô médico e robô cuidador, auxílio a profissionais de saúde; ciência de materiais para um dispositivo de análise de fluidos em casa; câmeras para vigilância de distanciamento social nas cidades; sensor para distanciamento entre crianças; modelos matemáticos para diminuir a propagação e a curva de infectados; fármacos para tratamento por inalação e para profilaxia. Percebe-se, assim, que, mesmo em um momento delicado para a humanidade, muitos pesquisadores propuseram alternativas para auxiliar a humanidade no combate à Covid-19.

De acordo com Ody (2021), a pandemia fez com que a propriedade intelectual se tornasse um assunto para além do ambiente técnico, tornando-se parte do ambiente familiar e de grupos de amigos. Limitadas as possibilidades de lazer, consumo, trabalho e de estudo no período pandêmico, interesses no âmbito do direito autoral foram despertados, trazendo à tona produções de natureza literária, artística e científica. Patentes de medicações, equipamentos e vacinas atraíram interessados no tema de propriedade intelectual para realizar pesquisas sobre a doença e o vírus.

Um exemplo do aumento de pesquisas e patentes na área está na Universidade Federal de Minas Gerais, que integra uma rede de pesquisadores dos Ministérios da Saúde e da Ciência, Tecnologia e Inovações, e atualmente trabalha no enfrentamento do coronavírus em várias áreas

do conhecimento, desde a produção de vacinas até os impactos econômicos e sociais, com aproximadamente 200 estudos, em parceria com outras instituições e fundações de fomento, como: vacinas; estudos das variantes de Sars-Cov-2; estudo clínico de medicamentos e terapias; testes de diagnósticos; produção de insumos e equipamentos; projetos de telessaúde; impactos na saúde mental e interações sociais; impactos econômicos e sociais; impactos sanitários e ambientais; impactos sobre ensino e trabalho docente, pedidos de patentes (UFMG, 2022).

Entretanto, um material publicado pela Universidade de São Paulo traz uma reflexão: apesar dos avanços obtidos, toda a produção acadêmica em tempos de pandemia gerou evidências robustas suficientes para definir protocolos e recomendações? A produção científica em tempo recorde culminou em um movimento de retratação, ou seja, algumas revistas voltaram atrás e retiraram aprovações de algumas produções, por exemplo, de pesquisas sobre o uso da cloroquina para tratamento de Covid-19, em que a metodologia foi considerada inadequada, além do risco de complicações cardíacas associadas ao seu uso. Por esse motivo, são essenciais que o método científico e os princípios do estudo tenham boa qualidade (USP, 2020).

O compromisso com as pesquisas é proveniente da situação de que a pandemia por Covid-19 não é a primeira ou a única pandemia a assustar o mundo. Considerando o início deste século, já foram vivenciadas cinco grandes pandemias mundiais (SARS/corona, MERS/corona, Ebola, Influenza H1N1 e Covid-19), além disso, houve a ameaça pandêmica da “gripe aviária” (Influenza H5N1), que não se concretizou totalmente. No Brasil, também existem os surtos periódicos das arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti* e Febre Amarela (FONTANELLA; FREITAS, 2021).

Oliveira (2020) complementa que, em situação de pandemia, o uso da propriedade intelectual deve ser estratégico, visto que é uma ferramenta bastante útil tanto para pesquisadores quanto para a indústria. Por meio da propriedade intelectual, é possível identificar mercados para livre exploração de tecnologias e possibilidades de licenciamento. Em época de pandemia, a atenção deve ser redobrada para evitar investimentos desnecessários, auxiliar no desenvolvimento de processos e evitar situações desagradáveis relacionadas a patentes.

## 4 Considerações Finais

As patentes garantem aos inventores o direito de se beneficiarem comercialmente da produção intelectual e protegerem suas invenções de cópias não autorizadas. Além disso, as patentes também exercem uma função social, principalmente durante a pandemia, por meio da disponibilização imediata de várias tecnologias para a contenção da Covid-19, como vacinas, *kits* para testes, equipamentos de proteção individual, maquinário hospitalar, entre outros. Logo, patentes produzidas por determinado país demonstram o nível de conhecimento produzido, sendo de extrema importância em meio a uma pandemia.

Nesta pesquisa, a prospecção tecnológica a partir das patentes mostrou-se eficiente como ferramenta de mapeamento de conhecimentos produzidas durante a pandemia, especificamente sobre inventividades para limitar a propagação da Covid-19 e diminuir a curva epidêmica mundial. Constatou-se com esta pesquisa uma quantidade razoável de patentes, visto o curto espaço de tempo (últimos três anos), sendo a maior parte dos depósitos realizada por Estados Unidos e Índia, com aplicação principal na área de tecnologia e fármacos.

As estratégias metodológicas adotadas possibilitaram amplo acesso às invenções pesquisadas e permitiram uma eficiente análise dos resultados. As etapas de coleta de dados e os critérios adotados para análise das patentes pesquisadas estiveram de acordo com a perspectiva de se obter uma demonstração da inventividade na área, passível de descrever quais as ferramentas tecnológicas desenvolvidas em pesquisas sobre a Covid-19. Essa característica pode contribuir para que novas tecnologias sejam desenvolvidas e aplicadas, a fim de prevenir e/ou de combater pandemias futuras.

Ao analisar os resultados encontrados, o ano com maior número de publicações foi 2021, com pico de 145 registros de patentes. Em relação aos registros de patentes por país, Estados Unidos e Índia foram os que mais tiveram registros. Em um *ranking* mundial de 20 países, o Brasil está em 12<sup>a</sup> posição com quatro registros de patentes. Apesar de ser um número pequeno e corresponder a 1,5% das publicações, isso demonstra interesse do país em investir em tecnologias acerca da temática da Covid-19 e defender sua produção científica, registrando as invenções. Esses dados demonstram que existe espaço para o Brasil criar invenções.

A análise das patentes evidenciou que as estratégias tecnológicas criadas para combater a Covid-19 apresentam-se como um pontapé inicial frente à situação preocupante e caótica que se instaurou no mundo em 2019/2020. Com o avanço da pandemia, as novas cepas surgindo e o mundo sem perspectiva de cura, muitos cientistas buscaram ferramentas para amenizar a situação e proporcionar esperança para as pessoas. Com o surgimento de vacinas e a diminuição considerável do número de mortes e de infectados, as ferramentas propostas podem servir para pesquisas futuras e para o preparo mundial de novas pandemias.

## 5 Perspectivas Futuras

A pesquisa aqui realizada é um estudo inicial sobre as invenções acerca da temática pandemia e Covid-19. A prospecção tecnológica realizada trouxe patentes criadas em outros países, mais especificamente Índia e Estados Unidos da América. Tais patentes podem ser usadas como inspiração e novas patentes podem ser criadas por pesquisadores brasileiros, utilizando a tecnologia para adequar e se preparar para futuras pandemias e como estratégias para melhorar os serviços de saúde e os atendimentos a população.

Como trabalhos futuros, é possível recomendar pesquisas similares que se utilizem de outras bases de dados, trabalhos bibliométricos sobre a temática de Covid-19, comparações entre bibliometrias e a busca de patentes ou até mesmo o aprofundamento na averiguação das classificações das patentes para uma prospecção mais completa sobre essa área tecnológica.

Entende-se que esta pesquisa é o ponto inicial para estudos futuros, uma vez que foram identificadas patentes desenvolvidas no período de pandemia por Covid-19. Ao ser trazida a ideia, muitas pesquisas podem ser desenvolvidas, utilizando a tecnologia como aliada para evitar situações caóticas durante uma próxima pandemia que possa surgir.

## Referências

- BRASIL. **Anvisa aprova por unanimidade uso emergencial de vacina**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/anvisa-aprova-por-unanimidade-uso-emergencial-das-vacinas>
- BRASIL. **Painel Coronavírus**. 2022. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em 22 ago. 2022.
- CASARIN, H. C. S.; CASARIN, S. J. **Pesquisa científica: da teoria à prática**. 1. ed. São Paulo: Intersaberes, 2012. 200p.
- CIMINI, F.; JULIÃO, N.; SOUZA, A. **A estratégia brasileira de combate à Covid-19: como o vácuo de liderança minimiza os efeitos das políticas públicas já implementadas**. Observatório de Política e Gestão Hospitalar, 2021. Disponível em: [https://observatoriohospitalar.fiocruz.br/conteudo-interno/estrategia-brasileira-de-combate-covid-19-como-o-vacu-de-lideranca-minimiza-os#:~:text=Medidas%20importantes%20foram%20adotadas%20no,UTI%20para%20pacientes%20infectados\)%2C%20recursos](https://observatoriohospitalar.fiocruz.br/conteudo-interno/estrategia-brasileira-de-combate-covid-19-como-o-vacu-de-lideranca-minimiza-os#:~:text=Medidas%20importantes%20foram%20adotadas%20no,UTI%20para%20pacientes%20infectados)%2C%20recursos). Acesso em: 24 ago. 2022.
- CONCEIÇÃO, D. N. *et al.* **Pandemia de coronavírus ensina ao mundo a verdade sobre o gasto público**. 2020. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/economia/pandemia-de-coronavirus-ensina-ao-mundo-a-verdade-sobre-o-gasto-publico/>. Acesso em: 24 ago. 2022.
- FALLON, J. M. *et al.* **Methods of prophylaxis of coronavirus infection and treatment of coronaviruses**. US20220071904, Aug. 24, 2021.
- FONTANELLA, J. C.; FREITAS, A. P. C. Cenários pós-pandemia para a malha de P&D e para a produção de vacinas no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 5-22, 2021.
- FURG - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE. **Relatório de gestão 2020**. Rio Grande, 2021. Disponível em: <https://www.furg.br/images/stories/Reitoria/ProPlan/Relatorio-Gestao-2020.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023
- GIL, A. C. Como classificar as pesquisas? *In*: GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. p. 41-57.
- GU, H. C.; BHAGAVANBHAI, M. H. **Formulation of tocilizumab and method for treating covid-19 by inhalation**. US20210403550, Jun. 29, 2021.
- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade. **A propriedade industrial pode limitar o combate à pandemia?** 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/188-a-propriedade-industrial-pode-limitar-o-combate-a-pandemia>. Acesso em: 25 ago. 2022.
- ISAI, S. S. *et al.* **In the covid-19 pandemic, new digital technology to investigate human social distancing**. IN202241013578, Mar. 11, 2022.
- JAYACHANDRAN, T. *et al.* **Smart caregiver for covid-19 patients using AI**. IN202241034998, Jun. 18, 2022.
- LIMA, K. N. *et al.* Alterações secundárias no covid-19: uma revisão bibliográfica. **Revista Neurociências**, [s.l.], v. 30, n. 1, p. 1-20, 2022.

ODY, L. F. W. **Propriedade Intelectual em tempos de pandemia.** 2021. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/jornal/propriedade-intelectual-em-tempos-de-pandemia/>. Acesso em: 26 ago. 2022.

OLIVEIRA, A. C. D. **Uso estratégico da propriedade intelectual em situação de pandemia.** 2020. Disponível em: [http://www.abifina.org.br/revista\\_facto\\_materia.php?id=791](http://www.abifina.org.br/revista_facto_materia.php?id=791). Acesso em: 26 ago. 2022.

ORBIT QUESTEL. **Orbit Intelligence: Patent Analytics.** Questel, 2018. Disponível em: [www.orbit.com](http://www.orbit.com). Acesso em: 25 ago. 2022.

OUR WORLD IN DATA. **Coronavirus (Covid-19) Vaccinations.** 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations?country=BRA>. Acesso em: 24 ago. 2022.

PATIÑO-ESCARCINA, J. E.; MEDINA, M. G. Vigilância em saúde no âmbito da atenção primária para enfrentamento da pandemia da Covid-19: revisão documental. **Saúde em Debate**, [s.l.], v. 46, n. 1, 2022.

PEERI, N. C. *et al.* The SARS, MERS and novel coronavirus (Covid-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? **Internacional Journal of Epidemiology**, [s.l.], v. 49, n. 3, p. 717-726, 2020.

QUINTELLA, C. M. *et al.* **Captura de CO2 (Overview):** mapeamento Tecnológico da Captura de CO baseado em patentes e artigos. 1. ed. Salvador: UFBA, 2011.

RANJAN, S. *et al.* **An algorithm based on deep learning for the detection of covid-19 infections.** IN202241000074, Jan. 2, 2022.

REKHA, P. S. *et al.* **Design and develop neon materials for covid-19.** IN202221016226, Mar. 23, 2022.

SANDEEP, P. *et al.* **Virtual doctor robot: iot-based virtual doctor robot to guide the medical process.** IN202111036719, Aug. 13, 2021.

SHOBHA, L. **An innovative geometric model to break the covid-19 chain.** IN202211033240, Jun. 10, 2022.

TAJ, N.; SHAHINA, P. M. **Distance detection sensor in mask for children safety in covid-19 environment.** IN202141002124, Jan. 16, 2021.

UFMG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Pesquisas na UFMG.** 2022. Disponível em: <https://ufmg.br/coronavirus/pesquisas-na-ufmg>. Acesso em: 26 ago. 2022.

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **A produção científica na pandemia por Covid-19.** 2020. Disponível em: <https://www.fm.usp.br/cedem/conteudo/uc03-plano%20de%20aula%20para%20alunos%20-%20a%20producao%20cientifica%20na%20pandemia%20da%20covid-19.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022.

WEIQIAO, D. *et al.* **Method and system for rapidly detecting covid-19.** CN111951964, Nov. 9, 2020.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Coronavirus disease 2019 (COVID-19):** situation report 73. 2020. Disponível em: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/20200402-sitrep-73-covid-19.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2022.

## Sobre as Autoras

### **Fernanda Correa de Melo**

*E-mail:* fernandacorreademelo@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4091-4486>

Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência Tecnológica – PROFNIT, Unicentro, PR.

Endereço profissional: Rua Édson Nobre de Lacerda, n. 260 e 265, Santana, Guarapuava, PR, CEP: 85070-330.

### **Juliana Sartori Bonini**

*E-mail:* julianasartoribonini@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5144-2253>

Doutora em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Endereço profissional: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, n. 3, Vila Carli, Guarapuava, PR. CEP: 85040-080.