



## BLOCKCHAIN APLICADO NA ÁREA DE SAÚDE: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

### BLOCKCHAIN APPLIED IN HEALTHCARE: A BIBLIOMETRIC REVIEW

### BLOCKCHAIN APLICADO EN EL ÁREA DE LA SALUD: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA

Barbara Emanuelle Cavalcante dos Santos <sup>1</sup>, Fernanda Alves da Silva <sup>2</sup>, Andressa Clara Barbosa de Araujo <sup>3</sup>, & Cristiane Agra Pimentel <sup>4</sup>

<sup>1,4</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, <sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

<sup>3</sup> Universidade Federal da Bahia

<sup>1</sup> [barbaraemanuelle29@gmail.com](mailto:barbaraemanuelle29@gmail.com) <sup>2</sup> [fernanda\\_aas@outlook.com](mailto:fernanda_aas@outlook.com) <sup>3</sup> [andressaaraujo@ufba.br](mailto:andressaaraujo@ufba.br)

<sup>4</sup> [cristianepimentel@ufrb.edu.br](mailto:cristianepimentel@ufrb.edu.br)

#### ARTIGO INFO.

Recebido: 07.07.2024

Aprovado: 02.08.2024

Disponibilizado: 23.08.2024

**PALAVRAS-CHAVE:** Blockchain; Revisão Bibliométrica; saúde.

**KEYWORDS:** Blockchain; Bibliometric Review; health.

**PALABRAS CLAVE:** Blockchain; Revisión Bibliométrica; salud.

\*Autor Correspondente: Santos, B. E. C., dos.

#### RESUMO

O setor de saúde tem aproveitado a introdução de tecnologias digitais. A aplicação da *Blockchain* na saúde possui enorme potencial disruptivo, pois tem a capacidade de prover maior confiabilidade no armazenamento dos registros médicos e diminuição dos riscos de adulteração. Esta pesquisa tem como objetivo apresentar um estudo bibliométrico sobre *Blockchain* na saúde, visando identificar as principais regiões no mundo que estudam o assunto, as instituições de ensino que mais têm publicado sobre o tema e suas aplicações mais recorrentes. Como metodologia, usou-se um procedimento sistemático exploratório de extração de trabalhos das bases de dados Scopus e Web of Science (WoS), com análise qualitativa facilitada pelo software Microsoft Excel, onde foi possível analisar a literatura disponível sobre *Blockchain* na saúde. Foram selecionados 397 estudos de 967, sendo estes, 311 artigos da Scopus e 86 da WoS. O estudo revelou que a China é o país que mais tem publicado sobre o tema com 70 artigos. Em relação às instituições de ensino e/ou grupos de pesquisa destaca-se o IEEE com 8 publicações. Por fim, as aplicações da *Blockchain* na saúde, após a padronização realizada, destacam-se o Gerenciamento de Dados Médicos com 118 registros nas bases de dados analisadas. Esta revisão bibliométrica mostra que há uma carência de estudos no Brasil, por outro lado, demonstra ser bastante promissor para a saúde.

#### ABSTRACT

The healthcare industry has taken advantage of the introduction of digital technologies. The application of *Blockchain* in healthcare has enormous disruptive potential, as it has the ability to provide greater reliability in the storage of medical records and reduce the risk of tampering. This research aims to present a bibliometric study on *Blockchain* in health, aiming to identify the main regions in

the world that study the subject, the educational institutions that have published the most on the subject and its most recurrent applications. As a methodology, a systematic exploratory procedure was used to extract works from Scopus and Web of Science (WoS) databases, with qualitative analysis facilitated by Microsoft Excel software, where it was possible to analyze the available literature on *Blockchain* in health. A total of 397 studies out of 967 were selected, being these, 311 articles from Scopus and 86 from WoS. The study revealed that China is the country that has published the most on the subject with 70 articles. In relation to teaching institutions and/or research groups, the IEEE stands out with 8 publications. Finally, *Blockchain* applications in health, after the standardization carried out, highlight the Medical Data Management with 118 records in the analyzed databases. This bibliometric review shows that there is a lack of studies in Brazil, on the other hand, it shows to be very promising for the health.

#### RESUMEN

La industria de la salud ha aprovechado la introducción de las tecnologías digitales. La aplicación de *Blockchain* en salud tiene un enorme potencial disruptivo, ya que tiene la capacidad de brindar mayor confiabilidad en el almacenamiento de registros médicos y reducir el riesgo de manipulación. Esta investigación tiene como objetivo presentar un estudio bibliométrico sobre *Blockchain* en salud, con el objetivo de identificar las principales regiones del mundo que estudian el tema, las instituciones educativas que más han publicado sobre el tema y sus aplicaciones más recorrentes. Como metodología se utilizó un procedimiento exploratorio sistemático para extraer trabajos de las bases de datos Scopus y Web of Science (WoS), con análisis cualitativo facilitado por el software Microsoft Excel, donde fue posible analizar la literatura disponible sobre *Blockchain* en salud. Se seleccionaron un total de 397 estudios de 967, siendo estos, 311 artículos de Scopus y 86 de WoS. El estudio reveló que China es el país que más ha publicado sobre el tema con 70 artículos. En relación a las instituciones de enseñanza y/o grupos de investigación, destaca el IEEE con 8 publicaciones. Finalmente, las aplicaciones de *Blockchain* en salud, tras la estandarización realizada, destacan la Gestión de Datos Médicos con 118 registros en las bases de datos analizadas. Esta revisión bibliométrica muestra que hay una falta de estudios en Brasil, por otro lado, se muestra muy prometedor para de la salud.

## INTRODUÇÃO

O setor de saúde tem aproveitado a inserção de tecnologias digitais. Novos dispositivos móveis auxiliam os profissionais de saúde e aumentam o bem estar das pessoas ao impactar na qualidade dos serviços prestados, como o acesso os serviços de telessaúde, os quais tratam da interação remota mediada por Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) entre pessoas e/ou equipamentos, de modo síncrono ou assíncrono, com a finalidade assistencial (Schmitz et al., 2017; Bigini; Freschi; Lattanzi, 2020). No entanto, existem desafios em relação à privacidade e segurança ao compartilharem informações médicas em ambientes incertos e não confiáveis, as quais merecem atenção (Bigini; Freschi; Lattanzi, 2020).

Dados médicos são considerados sensíveis, requerendo confidencialidade e privacidade no contexto da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (Santos et al., 2020). As idas aos centros de saúde são habituais na vida da população, seja na busca por tratamento ou para a prevenção de doenças e, em razão desses comparecimentos, dados dos pacientes são gerados. Paralelamente a isso, origem e armazenamento de dados não se integram, sendo ainda um *gap* a ser trabalhado, onde os próprios pacientes não possuem acesso, além também de não conseguir controlar quem pode acessá-los ou o que pode ou não ser feito com eles (Viana et al., 2020; Junqueira, 2020; Souza, 2021).

Neste contexto, políticas de privacidade foram legisladas em vários países a fim de regular e preservar a privacidade dos registros de pacientes, como a instituição da Política Nacional de Segurança da Informação que dispõe sobre a governança da segurança da informação e a Portaria nº 467/2021, vigente em território nacional, a qual dispõe sobre as ações de Telemedicina com o objetivo de regulamentar e operacionalizar as medidas de enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente da Covid-19 (Coutinho; Neves; Lopes, 2021).

Assim, devido aos requisitos legais para proteger as informações médicas dos pacientes, os cuidados em relação à segurança e privacidade estão entre as particularidades do setor de saúde (Abijaude et al., 2021). De acordo com Shahnaz, Qamar e Khalid (2019), a aplicação do *Blockchain* na saúde possui enorme potencial disruptivo, pois possui a capacidade de prover maior confiabilidade no armazenamento dos registros médicos e diminuição dos riscos de adulteração, além de proporcionar o princípio do não repúdio, garantindo a autenticidade e integridade dos dados dos pacientes. Ademais, após estudo realizado, Mendonça et al. (2021) afirmam que com a tecnologia é possível manter o controle da propriedade dos dados, autorizando e revogando as permissões relacionadas aos dados individualizados de uma maneira simples e eficaz.

Estudos de Shahnaz, Qamar e Khalid (2019) apontam que a *Blockchain* tem sido uma área de pesquisa interessante, em que o setor de saúde se beneficia devido à segurança, privacidade, confidencialidade e descentralização, permitindo com que os pacientes tenham um papel ativo no desenvolvimento e atualização de seus próprios dados em sistemas de saúde. Entretanto, El-Gazzar e Stendal (2021) defendem que o uso da tecnologia não resolverá os

problemas encontrados no setor de saúde, mas que evidenciará as oportunidades de melhoria.

Apesar da incontestável importância da tecnologia, ainda há carência de literatura em relação à aplicação da *Blockchain* na saúde, tendo em vista que sua utilização ainda é recente, onde começou a surgir como uma opção tecnológica em 2016. A saúde é uma indústria complexa com várias partes interessadas influentes e a *Blockchain* tem a capacidade de interromper a logística da indústria da saúde por meio de soluções inovadoras aos seus desafios, que incluem, mas não se limitam a: (1) gerenciamento da cadeia de suprimentos; (2) problemas técnicos em gerenciamento de dados; (3) contratos inteligentes; (4) confidencialidade das informações pessoais de saúde; (5) permissão e/ou auxílio na implementação e avaliação de pagamentos alternativos; e (6) rastreamento e vigilância de surtos de vírus (Gaynor et al., 2020).

Deste modo, a motivação do presente estudo perpassa por vários aspectos. Para a área social, os resultados podem contribuir para as bases teóricas sobre a implementação da *Blockchain* na área da saúde e obter ganhos nos processos gerenciais e, assim, benefícios para os pacientes como garantir a confidencialidade de seus dados médicos. Em relação à área financeira, evitará tanto a repetição de exames que, por vezes, usam radiação (por exemplo, raio X), procedimentos invasivos e direciona a um melhor controle de medicamentos, evitando com isso a obsolescência. Ademais, contribui como material de consulta para trabalhos futuros.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é apresentar um estudo bibliométrico sobre *Blockchain* na saúde, visando identificar os principais países que estudam o assunto, as instituições de ensino que mais têm publicado sobre o tema e suas aplicações mais frequentes.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### SAÚDE 4.0

Com a evolução da sociedade, ciclos ocorrem com o surgimento de novas tecnologias. Nos últimos anos, evidencia-se a miniaturização de eletrônicos, assim como o aumento da capacidade de processamento de dados (Weiss, 2019). A aplicação prática dessas inovações cresce rapidamente, principalmente na área da saúde, de maneira a reduzir possíveis erros médicos e melhorar diagnósticos (Lobo, 2021).

A saúde 4.0 ou Saúde Digital segue a revolução 4.0, sendo o fenômeno da utilização de ferramentas e dispositivos tecnológicos, que aplicam a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial para melhorar a acessibilidade aos diagnósticos das doenças (Kara-Junior, 2019). Atualmente, uma grande quantidade de dados migra para a nuvem, tanto a partir de dispositivos próprios dos pacientes como por consultórios médicos e clínicas, ajudando, dessa maneira, a criar modelos de gestão de saúde mais assertivos (Lobo, 2021).

Segundo Siemens Healthineers (2019), a saúde 1.0 é entendida através do início da digitalização em 1990, onde as informações de receitas e prontuários médicos passam a ser

gerenciados e armazenados em computadores através de sistemas como *Picture Archiving and Communication System (PACS)*, que em português significa Sistema de Comunicação e Arquivamento de Imagens, e *Radiology Information System*, ou seja, um sistema de gerenciamento de informações radiológicas. Posteriormente, na saúde 2.0, os hospitais começaram a adotar sistema de gestão de ambiente clínico, controlando, inicialmente, computadores e instrumentos. Já a terceira revolução na saúde, surgiu da necessidade em armazenar as informações dos pacientes de forma compilada em um sistema eletrônico, possibilitando a inserção de dados pelos próprios usuários e a melhoria do acesso. Com este crescimento das informações, desponta a saúde 4.0 (Figura 1), com o intuito de transformação os processos de atendimento ao paciente numa melhor experiência.

**Figura 1.** Demonstração do ambiente virtual e físico relacionado à Saúde 4.0



Fonte: Lobo, 2019 *apud* Siemens Healthineers, 2019.

Um dos exemplos de tecnologia da saúde 4.0 é a telemedicina, a qual oferece equipamentos para distinguir um problema de saúde em local remoto (Kara-Junior, 2019). Sua aplicação pode ser vista em situações como a realização de triagem de pacientes com suspeita de Covid-19 ao evitar idas desnecessárias aos serviços de saúde; monitoramento remoto dos pacientes infectados em isolamento domiciliar ou depois do recebimento da alta e; acompanhamento remoto dos pacientes que tenham doenças crônicas que possam ter suas consultas canceladas ou remarçadas em razão da Covid-19 (Simões; Oliveira; Santos, 2020).

Outro exemplo seria *big data*, que consiste na prática de coleta e processamento de um número grande de dados, sistemas e algoritmos; portanto, é utilizado para analisar um volume de dados enorme e que tem crescido exponencialmente (Attademo et al., 2021). Como no enfrentamento da pandemia da Covid-19, tal prática pode ajudar a lidar com a enorme e sem precedente quantidade de dados derivados da vigilância em saúde pública e monitoramento de surtos epidêmicos em tempo real, previsões de tendências, informações regulares sobre a

situação e atualização de instituições e organismos governamentais, além de informações sobre a utilização de unidades de saúde (Bragazzi et al., 2020).

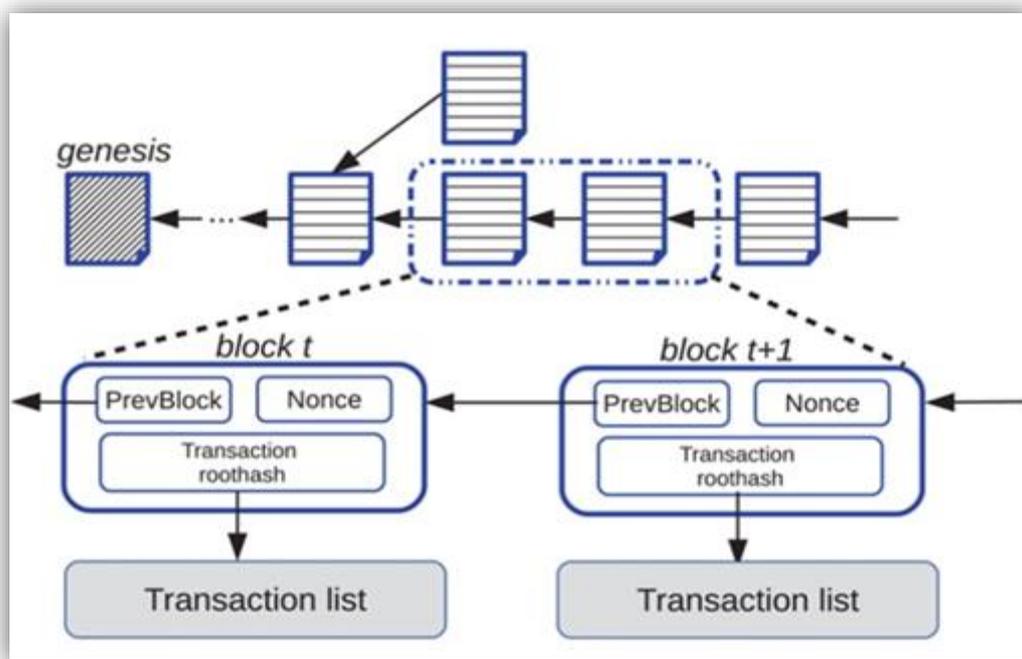
Assim, o uso da *Blockchain* tem sido tópico central na discussão a respeito da segurança dos dados sensíveis sanitários, a qual pode gerar soluções nas áreas de integridade, certificação e disponibilidade dos dados (Camara et al., 2021).

### **BLOCKCHAIN**

A *Blockchain*, idealizada em 2008 por um programador anônimo sob pseudônimo de Satoshi Nakamoto, surgiu com a criptomoeda *Bitcoin* com o intuito de resolver o problema durante as transações *on-line*, onde sempre era necessário um terceiro para intermediá-las. Então, a *Blockchain* objetiva ser um “livro-razão” onde as transações financeiras daquele que utilizam *Bitcoin* devem ficar armazenadas de maneira a não ocorrer o problema conhecido como “gasto duplo” (Ulrich, 2014; Lucena e Henriques, 2016).

Portanto, a *Blockchain* é um encadeamento de blocos onde as informações são inseridas, sendo diferente do objetivo de um banco de dados, onde se registra em forma linear (Nakamoto, 2008). Como se evidencia na Figura 2, onde cada bloco possui sua identificação e o *hash* criptografado do bloco anterior.

**Figura 2.** Estrutura de dados da *Blockchain*

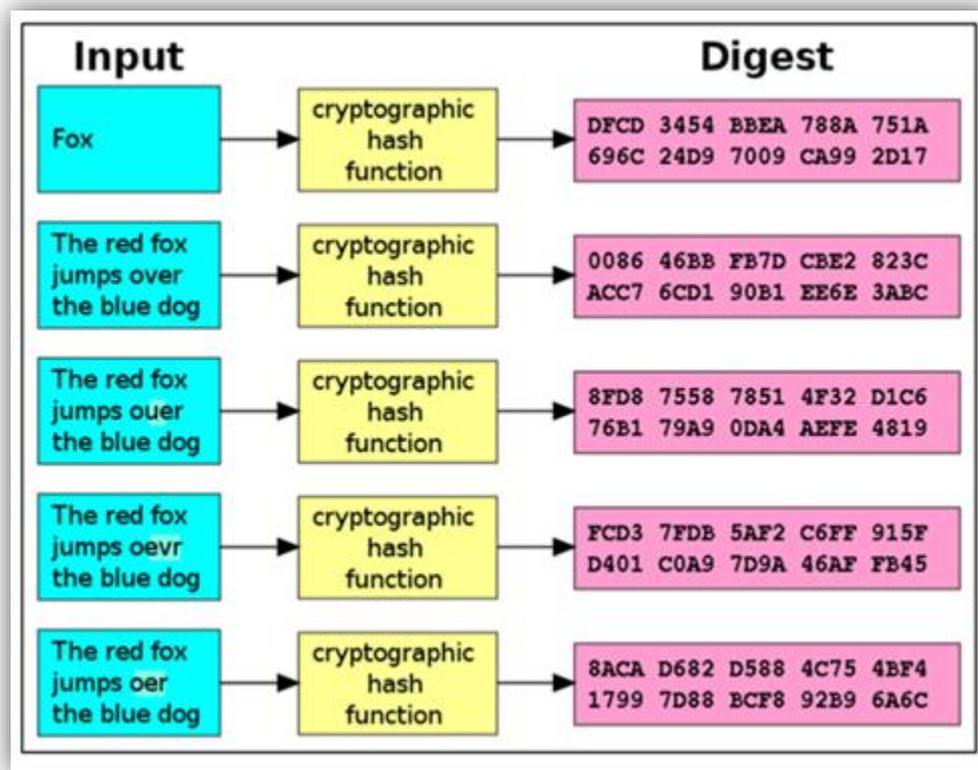


Fonte: Dinh et al. (2018)

Para entender o funcionamento da *Blockchain*, é preciso conhecer os cinco princípios idealizados por Nakamoto e utilizados nas criptomoedas, que são: “funções de mão única” (*hash*), “registro do tempo de criação ou modificação do arquivo” (*timestamp*), “assinatura digital do autor da alteração do arquivo”, “rede descentralizada *peer-to-peer*” e “mecanismo de geração de um novo bloco do *Blockchain*” (Lucena; Henriques, 2016).

Segundo Preneel (2010), o surgimento da função *hash* data de mais de 70 anos e foi criada para proteger as informações, onde ao ler os dados se gera outro de tamanho fixo, denominado “código *Hash*”. Na Figura 3 é demonstrado de forma visual o funcionamento da Função *Hash*, onde é possível observar que independentemente do tamanho da mensagem de entrada, ela possuirá o mesmo tamanho na saída, e ainda que qualquer alteração, seja uma letra ou até mesmo espaçamento, irá gerar uma nova mensagem.

Figura 3. Funcionamento da Função *Hash*



Fonte: Silva (2019)

Segundo Bovério e Silva (2018), o *timestamp* tem o objetivo de dificultar e impossibilitar fraudes na *Blockchain*. Nakamoto (2008) completa explicando que o *timestamp* comprova que os dados existem no momento para entrar no *Hash*, ou seja, na hora do registro. A assinatura digital, por sua vez, é uma técnica criptográfica usada para garantir a propriedade de um arquivo ou dado (Kurose; Ross, 2006).

Swan (2015) demonstra nos seus estudos a importância da rede *peer-to-peer*, afirmando que a sua combinação com a criptografia de chaves pública e privada na *Blockchain* foi a principal forma de resolver o problema de gasto duplo. Lucena e Henriques (2016) acrescentam ainda, que essa rede descentralizada é fundamental para o funcionamento de uma *Blockchain*, uma vez que todos os acréscimos no mesmo podem ser reconhecidos e aceitos ou rejeitados pela maioria dos *peers*.

Todas as diferentes atividades que a *Blockchain* pode desempenhar foram divididas em três gerações: *Blockchain* 1.0 referente à descentralização do dinheiro, de modo a apresentar uma grande importância na revolução, desde a criação do conceito de criptomoedas virtuais até a

forma que realizamos transações pela internet. *Blockchain 2.0* é relacionada à descentralização dos mercados e *Blockchain 3.0* é voltada a pesquisas e projetos nas áreas governamentais (Swan, 2015).

Apesar disso, nos estudos de Gates (2017) a divisão é feita em apenas duas gerações, onde a segunda e a terceira são uma só. A *Blockchain 2.0* é marcada pelo surgimento da *Blockchain* do *Ethereum*, que consiste em um ambiente que utiliza uma máquina virtual para executar aplicações descentralizadas e processar qualquer aplicação na rede como do *smart contract* (do inglês, contrato inteligente) o qual funciona sem a necessidade de um intermediário.

Segundo Buterin (2015), criador do *Ethereum*, existem dois tipos de *Blockchain*: não permissionados, onde qualquer integrante pode realizar modificações na cadeia, sendo uma das características principais quando se trata da total descentralização da informação, uma vez que cada membro possuirá a cadeia de blocos. E permissionados, que se traduzem em pessoas autorizadas às quais poderão realizar operações na cadeia, sendo primeiro necessário indicar os gerenciadores de permissões.

Gates (2017) acredita que a *Blockchain* possui várias utilidades além da área financeira e uma das aplicações dessa tecnologia é na saúde. Esse sistema eletrônico aconteceria da seguinte maneira: médicos, enfermeiros, hospitais, entre outros, conseguirão ter acesso aos prontuários dos pacientes, de forma a salvar vidas, uma vez que será possível ter acesso desde o tipo sanguíneo até alergia a medicamentos.

### **BLOCKCHAIN NA SAÚDE**

O setor de saúde tem aproveitado o avanço das tecnologias digitais, de modo que o uso destas possa auxiliar os profissionais da área na prestação do serviço de saúde, bem como aumentar o bem-estar das pessoas. No entanto, tal avanço abre discussões sobre as questões de privacidade e segurança no compartilhamento de dados médicos em cenários não confiáveis, as quais merecem atenção (Bigini; Freschi; Lattanzi, 2020).

Neste contexto, visando solucionar problemas relacionados à segurança das informações, a aplicação da *Blockchain* na saúde tem emergido. Esta demonstra sua aplicabilidade para a contradição entre a privacidade do paciente e o comércio de demandas dos dados de saúde dos sistemas médicos inteligentes, pois visa proporcionar a preservação de privacidade ao realizar o compartilhamento seguro de dados médicos entre várias entidades envolvidas, pacientes, instituições de pesquisa e servidores de nuvem semiconfiáveis (Huang et al., 2020).

Mougayar (2017) aponta que além da *Blockchain* melhorar os desafios de registros médicos e privacidade de dados do paciente, existem outros usos para a área de saúde como: ao usar uma combinação de processos multiassinatura e *QR Codes* podem dar acesso específico ao registro médico ou a partes dele a profissionais de saúde autorizados; compartilhar dados dos paciente, mantendo-o anônimo para garantir a privacidade; registrar e cronometrar procedimentos ou ocorrências médicas para reduzir fraude de convênios; registrar a manutenção de partes críticas de equipamentos médicos, como *scanner* de ressonância

magnética; carregar uma carteira segura com todos os registros médicos nela, permitindo seu acesso em caso de emergência e verificar a proveniência de medicamentos.

Além disso, autores abordam potenciais aplicações da *Blockchain* em diversas áreas médicas como: imagens médicas, pois proporciona melhor rastreabilidade de dados de imagem dentro de ensaios clínicos; potencial de capacitar os pacientes e lhes dar um melhor controle de quem acessa seus dados de saúde (Elmar et al., 2021); proporcionar melhores cuidados de sobrevivência no tratamento de câncer ao integrar *Blockchain* e *Machine Learning* (ML) (Cheng et al., 2021); entre outros.

Dabbargh, Sookhak e Safa (2019) realizaram um estudo bibliométrico onde foram analisados 995 artigos sobre a *Blockchain* durante os anos de 2013 a 2018 e desses apenas 3% foram publicados em revistas que abordam saúde, um número reduzido quando comparado com outras áreas. Nessa pesquisa, foi constatado ainda um salto na produção de artigos a partir de 2016 para 2017, quando passou a focar em outras aplicações da *Blockchain*.

Tandon et al. (2020) também realizaram uma revisão sistemática da literatura de pesquisas sobre aplicações da *Blockchain* no domínio da saúde. O estudo contou com 42 artigos, os quais apresentavam conhecimento acerca de lacunas existentes ao uso da tecnologia para melhoria dos processos de saúde. E os resultados dessa pesquisa mostram que está sendo utilizada para promover novas intervenções mais avançadas para melhorar o gerenciamento de dados médicos e os registros de prontuários eletrônicos.

Por sua vez, Alonso et al. (2019) fizeram uma revisão sistemática específica sobre os usos da *Blockchain* na saúde, utilizando artigos que foram publicados entre 2010 e 2018. Foram encontradas 18 publicações pertinentes dos anos de 2016, 2017 e 2018, o que aponta um crescimento acerca da temática, e assim apresentado também nos estudos de Dabbargh, Sookhak e Safa (2019). Segundo os autores, o grande desafio ainda é a questão de acesso, sendo essa a grande vantagem, que poderiam servir para o desenvolvimento de tratamentos de doenças, até melhorias nas políticas de saúde. Por fim, Alonso et al. (2019) trazem que a utilização da tecnologia *Blockchain* possibilita uma forma de cuidado diferenciado na jornada do paciente.

Baz et al. (2022) citam que as vantagens da *Blockchain* como proporcionar privacidade, segurança, confidencialidade, rastreabilidade e responsabilidade aos dados auxiliarão as autoridades a formular estratégias no enfrentamento da pandemia da Covid-19. Por exemplo, dados imutáveis relacionados ao surto em uma cidade podem ser usados pelas autoridades para classificar melhor os pontos críticos de infecção. Sendo assim, ter acesso a esse conhecimento proporciona maior assertividade na elaboração de estratégias que visem o bloqueio da propagação do vírus.

Conforme Cobianchi et al. (2020, 2021a, 2021b), saúde e dados eletrônicos surgiram como tema central devido à crise do Covid-19, onde a emergência pandêmica demonstrou a abordagem dialógica entre saúde individual e pública. Nayak e Bhattacharyya (2020) relataram que dados eletrônicos fornecidos pelos *wearables* têm sido bastante utilizados em

diversos países, para rastrear pacientes com Covid-19, e isso mudou o setor de saúde geral. Enquanto isso, Fusco et al. (2020, p. 1) afirmam que o uso da *Blockchain* combinado com sistemas de inteligência artificial, pode contribuir para a contenção do risco pandêmico.

Diante do exposto, nota-se que com o rápido desenvolvimento da informação e tecnologia de rede, dados médicos podem estar sujeitos à ameaça de ataques à sua segurança, vazamento, adulteração e falsificação durante as transmissões desses dados médicos, armazenamento e compartilhamento de dados baseado em redes públicas e ambientes de nuvem. Neste contexto, é de grande valia a adoção da *Blockchain* na área de saúde dado suas vantagens em resolver à problemática atual dos sistemas de saúde em questão (Chen et al., 2021).

## METODOLOGIA

Com o objetivo de obter resultados capazes de abordar a tendência da produção acadêmica mundial sobre *Blockchain* na saúde, adotou-se abordagem bibliométrica, utilizada para verificar e apresentar, através de frequência, os registros escritos (Vanti, 2002). Assim, este estudo faz uma abordagem qualitativa ao tema proposto, caracterizando-se também como uma pesquisa exploratória, ao buscar responder às seguintes perguntas: “Quais são as principais regiões no mundo que estudam sobre *Blockchain* na saúde? Quais são as instituições de ensino e/ou grupos de pesquisa que mais têm publicado sobre o tema? Quais são as aplicações da tecnologia *Blockchain* na saúde mais recorrentes?” Através das perguntas estabelecidas, foi realizado um levantamento bibliométrico sistemático, a fim de criar uma visão de como a tecnologia *Blockchain* na área da saúde está sendo disseminada no mundo.

Com o auxílio do *software* Microsoft Excel foi possível analisar a literatura disponível sobre *Blockchain* na saúde, de modo a identificar as principais regiões e instituições mundiais que estudam sobre o tema e as aplicações mais comuns da *Blockchain* na área da saúde. Para isso, suas etapas de desenvolvimento foram divididas em: (a) definição do tema; (b) definição das hipóteses; (c) determinação dos critérios; (d) levantamento das palavras-chave; (e) seleção das bases de dados; (f) levantamento dos artigos nas bases de dados usando as palavras-chave; (g) seleção de documentos de acordo com os critérios; (h) extração da literatura selecionada; (i) seleção e preenchimento das perguntas que respondem ao problema levantado, após leitura dos resumos e introdução dos artigos.

Os artigos foram extraídos de periódicos indexados às bases de dados *Scopus* e *Web of Science* (WoS) durante o período de 2019 a 2021. Os critérios para escolha dos artigos selecionados foram: serem trabalhos redigidos nas línguas portuguesa, inglesa ou espanhola; serem documentos classificados como artigo, revisão ou revisão de conferência e; abordarem a temática da *Blockchain* essencialmente aplicado à área da saúde. Não foram consideradas pesquisas classificadas como revisão bibliográfica e contendo apenas diretrizes, visto o objetivo de investigar o cenário mundial em que a *Blockchain* é aplicada na saúde. Assim, foram analisadas apenas pesquisas quantitativas. As palavras-chave utilizadas na extração dos artigos nas bases de dados foram: “*Blockchain*”, “*Health*”, “*Healthcare*”, “*Saúde*”.

Em linhas gerais, a busca nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* foi realizada em 21 de dezembro de 2021, obtendo, respectivamente, 718 e 646 artigos respectivamente. Dos 718 artigos da *Scopus*, 397 também estavam na *Web of Science*.

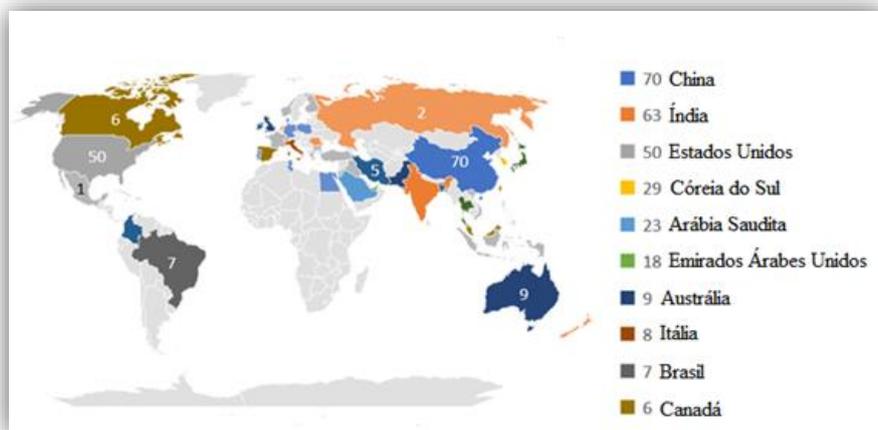
Após o refinamento, foi realizada a análise do resumo e da introdução dos artigos para verificar se eles se relacionavam ao tema, ou apenas continham os termos de busca no título e/ou palavras-chave e/ou resumo. Da *Scopus*, 311 artigos têm correlação com o tema, e da *Web of Science*, 86 são correlatos. Como resultado, pode-se concluir que 397 artigos publicados em periódicos indexados nas duas bases efetivamente apresentaram estudos sobre o assunto, o que representou 29,1% do total de artigos encontrados.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise evidenciaram que a aplicação da *Blockchain* no setor de saúde é um campo de pesquisa relativamente novo, assim como é apontado nos estudos de Kraus et al. (2021), que por esse motivo a maioria dos estudos focados nesse tema são baseadas em estudo de caso e abordagens qualitativas, as quais permitem análises aprofundadas, mas limitam generalizar os achados. Ademais, Makin (2021), destaca ainda que os potenciais benefícios oriundos das pesquisas acadêmicas não são aplicados, pois existe uma lacuna entre a prática e a pesquisa.

De acordo com os levantamentos, os países que mais estudam sobre a *Blockchain* na saúde são China, Índia, Estados Unidos e Reino Unido, estando o Brasil em 11º lugar em publicações no assunto, como observado na Figura 4. Dentre os primeiros aparecem dois países do BRICS, o qual é formado por um agrupamento de países de mercado emergente em relação ao seu desenvolvimento econômico. Eles se destacam através das iniciativas no âmbito da ciência, da tecnologia e da inovação (CTI). A China se destaca como um dos maiores produtores mundiais de conhecimento científico. Recentemente, esse país, começou os acordos para o estabelecimento do que vem sendo conhecido como a “Rota da Seda Digital”, a qual abrange computação quântica, nanotecnologia, inteligência artificial, *big data* e armazenamento em nuvem (Del Grossi, 2020). E isso confirma os resultados da nossa pesquisa, em que a China se encontra em 1º lugar quanto ao número de publicações sobre a *Blockchain*.

Figura 4. Países que mais publicaram sobre o tema

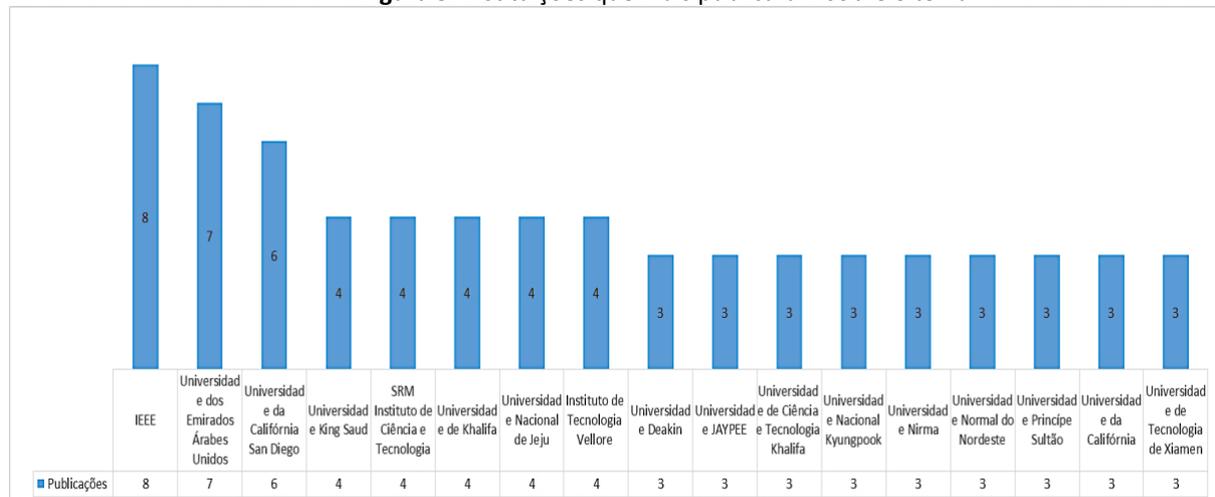


Fonte: Autores (2022).

Yadav (2015) afirmou em seus estudos que a falta de captura e compartilhamento de informações nos países em desenvolvimento, causam o baixo desempenho nas cadeias de suprimentos do setor público. Enquanto Mayer et al. (2020) dizem que a *Blockchain* pode apoiar o compartilhamento de informações, Massaro et al. (2015) colocam que países emergentes representam um contexto de pesquisa específico, e as teorias e soluções desenvolvidas para a maioria das economias avançadas não podem ser aplicadas de formas diferentes. Esse estudo contribuiu para mostrar o desenvolvimento do lado negativo da tecnologia *Blockchain* (Umeh, 2019), uma vez que é esperado que a *Blockchain* influencie na redução das desigualdades (Toufaily et al., 2021), mas os resultados demonstraram que a sua implementação está focada nas economias desenvolvidas e emergentes.

Quanto às instituições de ensino e/ou grupo de pesquisa que mais têm publicado sobre *Blockchain* na saúde, podem ser observadas na Figura 5.

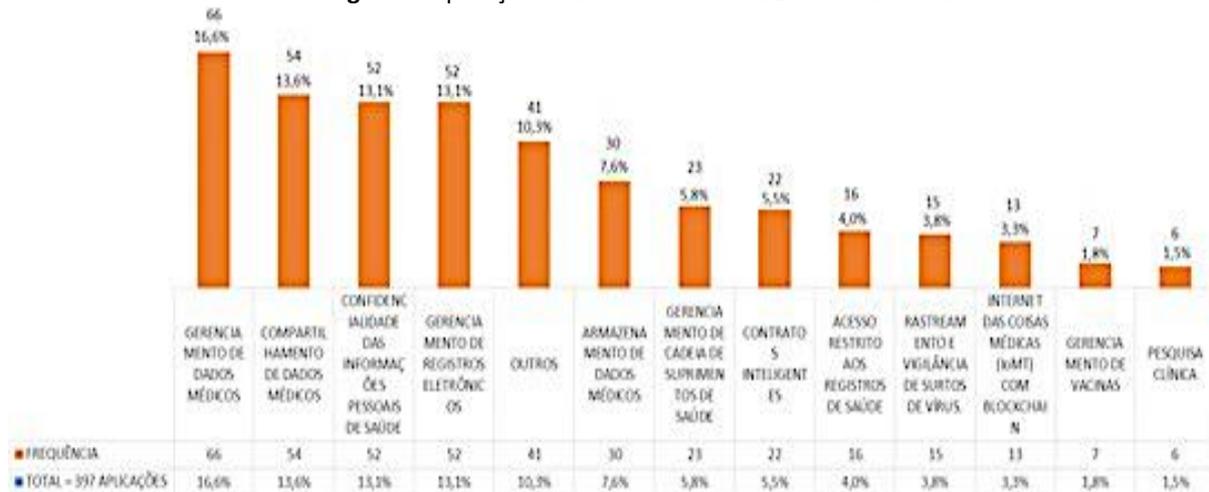
**Figura 5.** Instituições que mais publicaram sobre o tema



Fonte: Autores (2022).

De acordo com o gráfico da Figura 5, o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos ou Instituto de Engenheiros Eletrotécnicos e Eletrônicos (IEEE) é a instituição que mais publicou sobre a *Blockchain* aplicada à saúde, durante o período de 2019 e 2021. Assim como Dabbagh, Safa e Sookhak (2019) mostram em seus estudos que o IEEE provou ser um dos locais mais populares, publicando 43 artigos. Outra instituição que também tem publicado um número considerável de artigos é a Universidade da Califórnia em San Diego, é também uma organização que investe bastante em pesquisas, principalmente sobre a *Blockchain*. Esse resultado acaba justificando o fato de os Estados Unidos estarem entre um dos países que mais investem em estudos acerca do tema.

Em relação às aplicações mais frequentes da tecnologia *Blockchain* na saúde, foi feita a padronização dessas após a coleta de artigos correlacionados com o tema. Todas as aplicações mais recorrentes da *Blockchain* na saúde e suas respectivas porcentagens estão expostas no gráfico da Figura 6.

Figura 6. Aplicações mais recorrentes da *Blockchain* na saúde

Fonte: Autores (2022).

Observando-se os resultados obtidos tem-se como aplicação mais recorrente a *Blockchain* usada para o Gerenciamento de Dados Médicos. Vários artigos se concentraram no sistema geral de registro de dados de saúde, por exemplo, Mayer et al. (2020) afirmam que essa tecnologia poderia modificar a forma como os registros eletrônicos de saúde dos pacientes são armazenados e compartilhados, fornecendo mais segurança entre a troca de informações nas instituições de saúde, pois estariam protegidos por um sistema descentralizado. Chenthará et al. (2020) também apontam em seus estudos que a cadeia de blocos será uma plataforma unificada para compartilhar dados de pacientes, atualmente inacessíveis, pode se tornar a base para um atendimento preciso e personalizado ao paciente.

Fernández-Caramés et al. (2019) detalham em seu estudo sobre o projeto de implementação de um sistema que utiliza um dispositivo chamado Monitor Contínuo de Glicose (CGM), que permite monitorar remotamente pacientes que possuem diabetes *Mellitus* e, assim, alertando-os sobre situações perigosas. Os autores trazem ainda que para trocar dados confiáveis com cientistas médicos e cuidadores, o sistema inclui a implantação de um sistema de armazenamento descentralizado que recebe, processa e armazena os dados coletados, e por esse motivo o sistema faz o uso da *Blockchain*.

Um dos tópicos mais discutidos dentro do tema é a privacidade. No setor de saúde, isso sempre foi um grande problema, principalmente por causa do crescimento da digitalização das informações. Griggs et al. (2018) afirmam que os dados de saúde são vistos como um meio lucrativo para diversos *hackers*, e as normas do governo possuem forte motivação capaz de garantir a transmissão de informações de saúde protegidas. Como exemplo, Massaro (2021) traz que enquanto escrevia a sua pesquisa um ataque cibernético em Roma (Itália) bloqueou a vacinação Covid-19 de quase seis milhões de pessoas e causou um vazamento maciço de dados.

Uma das partes essenciais de sistemas de Prontuários Eletrônicos do Paciente é a identificação do indivíduo. Segundo Da Conceição et al. (2019), ainda não há no Brasil um sistema único para identificação dos pacientes, um exemplo de tentativa é o Cartão Sistema Único de Saúde (SUS) e a proposta de um Documento Nacional de Identificação. Diante disso, é visível a

importância de se estudar a aplicação da *Blockchain* para Gerenciamento de Dados, confidencialidade das informações, pois se a privacidade deve ser protegida, os dados de saúde devem ser gerenciáveis e transferíveis com segurança (Liang et al., 2018).

Giamberardino (2017) traz em seus estudos que muitos brasileiros convivem com a ineficiência do seu SUS e, dentre as limitações deste sistema, destacam-se as longas filas de espera para realização de cirurgias eletivas. Essa situação influencia diretamente não só sobre o bem-estar, como também nas probabilidades de cura do paciente. E muitas vezes os prazos, além de longos, podem ser imprevisíveis. Diante desse problema nacional de saúde pública, Nascimento (2018) traz em sua pesquisa soluções para a falta de transparência das filas de cirurgias utilizando a tecnologia *Blockchain*.

Souza (2021) traz também a *Blockchain* sendo utilizada para melhorias no âmbito do SUS. A autora aborda em sua pesquisa, um prontuário eletrônico centrado no gerenciamento de gravidades com foco em sífilis, utilizando a tecnologia *Blockchain*, com a intenção de acompanhar os pacientes de maneira segura e transparente. A garantia da interoperabilidade é feita através de contratos inteligentes, utilizando a linguagem de programação *Solidity*.

A interação com outras tecnologias como Internet das Coisas (IoT) e computação em nuvem também são discutidas. As informações ficam mais fáceis de serem obtidas, principalmente por meio do uso de componentes de IoT acoplados a pacientes ou a equipamentos médicos, e a maioria desses aplicativos, possuem problemas como o vazamento e a confiabilidade dos dados. Então para reduzir esse problema, a *Blockchain* é sugerida como uma solução, uma vez que poderá fornecer maior estabilidade e segurança para os aplicativos (Abijaude et al., 2021).

Outra aplicação da *Blockchain* é para o gerenciamento da cadeia de suprimentos de saúde, que faz a rastreabilidade dos equipamentos hospitalares, prevenção de subutilização e verificação de fraudes. Tendo ainda a análise da prescrição dos remédios aos pacientes, a identificação de problemas com lotes de medicamentos ou problemas na fabricação (Da Conceição et al., 2019).

Nos artigos encontrados, pouco foi abordado sobre a forma como se identificam os problemas não visíveis dentro de uma organização de saúde e que podem ser solucionados através da tecnologia *Blockchain*. A ineficiência operacional e a falta de padronização nos processos de negócios de uma organização podem resultar em grandes custos gerenciais, satisfação limitada do cliente e baixa qualidade de serviço. Por exemplo, no setor de saúde, a ineficiência operacional é atribuída, principalmente, à prestação de cuidados de saúde, à escassez de recursos médicos e ao lado lógico e administrativo dos serviços de saúde (De Koning et al., 2006; Taghizadegan, 2010). O *Lean* ou manufatura enxuta é uma metodologia de melhoria contínua amplamente utilizada para melhorar a qualidade de produtos ou serviços (Antony et al., 2017; Ev et al., 2019), refere-se à abordagem de eliminação de desperdício que facilita os gerentes de negócios a minimizar atividades que não agregam valor aos processos. Além disso, ajuda a acelerar o tempo de processamento/execução, aprimorando a prestação de serviços, reduzindo o estoque e otimizando a taxa de consumo de recursos.

O *Lean Healthcare* é uma filosofia que pode ser aplicada em diversos setores da saúde, e as suas ferramentas, principalmente o DMAIC – acrônimo para *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (definir, medir, analisar, melhorar e controlar) –, o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), o Ciclo PDCA – *Plan, Do, Check e Act* (planejar, fazer, checar e agir) – e o A3, são ferramentas que possibilitam identificar onde está o problema nos setores médicos, analisá-los e controlá-los. Silva (2019) em seu estudo sobre o compartilhamento de registros eletrônicos em saúde utilizando a *Blockchain*, utilizou o método iterativo de melhoria contínua PDCA/PDSA, onde foi seguido o passo a passo proposto pela ferramenta para alcançar seus objetivos.

Ismail e Materwala (2020) relataram que os resultados mostram que uma abordagem centrada no paciente pode alcançar um desempenho significativo usando *Blockchain*. Ademais, dados de pacientes imutáveis e válidos na *Blockchain* podem ajudar profissionais de saúde a obter um melhor suporte prognóstico e diagnóstico. Em síntese, os resultados mostraram como a tecnologia *Blockchain* pode contribuir efetivamente para a transformação digital no setor de saúde.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho possibilitou uma visão geral da produção científica mundial sobre a *Blockchain* na saúde, confirmando que o assunto ainda se encontra em sua fase inicial. Permitiu observar que a sua implementação está focada em economias desenvolvidas e emergentes, e que poucos países da América do Sul têm se dedicado a pesquisar possíveis aplicações acerca do tema, por exemplo no Brasil só foram encontradas sete publicações, o que dificulta o desenvolvimento da área médica com a implementação da tecnologia. Apesar da *Blockchain* não ter seu valor real confirmado e ser atualmente relacionada às expectativas. Ela, além de ser uma tecnologia digital extremamente importante, geralmente ajuda na redução de algumas dificuldades, como o problema de confidencialidade das informações pessoais de saúde e gerenciamento de dados. Assim, a partir da leitura e análise de conteúdo baseados nos artigos, foi visto o quão são necessários mais esforços para estudar e envolver mais países que possuem economias emergentes, ampliando-se, dessa forma, a chance de resultados satisfatórios.

A tecnologia *Blockchain* mostrou imenso potencial no setor de saúde e auxilia na redução de custos de transação, aumentando a transparência operacional e permitindo o gerenciamento eficiente de registros eletrônicos de saúde. Além disso, ajuda a fornecer soluções de saúde práticas e personalizadas para a sociedade para trazer um ambiente saudável. O gerenciamento de qualidade utilizando a tecnologia *Blockchain* auxilia na identificação rápida das causas dos problemas que podem afetar a saúde e a segurança do paciente.

É relevante mencionar que, assim como qualquer trabalho de natureza bibliométrica, o método escolhido apresenta limitações. Como a amostra dos artigos selecionados contemplou apenas duas bases, é possível que estudos relevantes publicados em outras fontes tenham sido desconsiderados. Ressalta-se também que a análise desenvolvida se baseou na percepção dos autores, logo, os aspectos considerados no presente estudo não incluem pontos de vistas de terceiros. No entanto, apesar das limitações, este estudo consegue apresentar sua contribuição para a literatura científica mundial sobre a *Blockchain* na saúde, uma vez que evidenciou os países que mais investem no estudo acerca do tema, as instituições de ensino que mais se comprometem em pesquisar e as aplicações mais

recorrentes para a área da saúde. Dessa forma, sugere-se, para trabalhos futuros, realizar outros estudos mais detalhados sobre a aplicação prática na área da saúde. Além disso, seria interessante replicar o mesmo estudo, mas em bases de dados de literatura diferentes para investigar se os resultados seriam semelhantes aos achados deste.

## REFERÊNCIAS

- Abijaude, J., Serra, H., Barretto, R., Bezerra, A., Sobreira, P., & Greve, F. (2021). Internet das coisas, *blockchain* e contratos inteligentes aplicados à saúde. Sociedade Brasileira de Computação.
- Alonso, S. G., Arambarri, J., López-Coronado, M., & De La Torre Díez, I. (2019). Proposing new *blockchain* challenges in ehealth. *Journal of medical systems*, 43(3), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1195-7>
- Ammouial, D. E. (2017). *Blockchain for Business*. <http://dx.doi.org/10.18235/0003747>
- Antony, J., Snee, R., & Hoerl, R. (2017). Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(7), 1073-1093. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2016-0035>
- Attademo, C. V., Carneiro, H. Y. A., De Andrade, H. P., & Mancia, J. R. (2021). Impacto do big data na implementação de políticas públicas voltadas à saúde. *Vita et Sanitas*, 15(2), 41-52.
- Baz, M., Khatri, S., Baz, A., Alhakami, H., Agrawal, A., & Khan, R. A. (2022). *Blockchain* and artificial intelligence applications to defeat COVID-19 pandemic. *Computer Systems Science and Engineering*, 691-702. <http://dx.doi.org/10.32604/csse.2022.019079>
- Begoli, E. & Horey, J. (2012, August). Design principles for effective knowledge discovery from big data. In 2012 Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture and European Conference on Software Architecture (pp. 215-218). IEEE.
- Bell, L., Buchanan, W. J., Cameron, J., & Lo, O. (2018). Applications of *blockchain* within *healthcare*. *Blockchain in healthcare today*. Recuperado de <http://researchrepository.napier.ac.uk/Output/1191195>
- Bigini, G., Freschi, V., & Lattanzi, E. (2020). A review on *blockchain* for the internet of medical things: Definitions, challenges, applications, and vision. *Future Internet*, 12(12), 208. <https://doi.org/10.3390/fi12120208>
- Bovério, M. A. & Da Silva, V. A. F. (2018). *Blockchain*: uma tecnologia além da criptomoeda virtual. *Revista Interface Tecnológica*, 15(1), 109-121. <https://doi.org/10.31510/infav15i1.326>
- Bragazzi, N. L., DAI, H., Damiani, G., Behzadifar, M., Martini, M., & WU, J. (2020). How big data and artificial intelligence can help better manage the COVID-19 pandemic. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3176. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093176>
- Buterin, V. (2015). On public and private *blockchains*. *Ethereum blog*, 7(1). <https://doi.org/10.4337/9781784717766.00019>
- Camara, M. A. A., Lins, G. H. A., De Oliveira, F. H. C., Camelo, E. M. A., & De Medeiros, N. R. F. C. (2021). Internet das Coisas e *blockchain* no Sistema Único de Saúde: a proteção dos dados sensíveis diante da Lei Geral de Proteção de Dados. *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, 10(1), 93-112. <https://orcid.org/0000-0002-7663-3029>
- Cheng, A. S., Guan, Q., Su, Y., Zhou, P., & Zeng, Y. (2021). Integration of Machine Learning and *Blockchain* Technology in the *Healthcare* Field: A Literature Review and Implications for Cancer Care. *Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*, 8(6), 720-724. <https://doi.org/10.4103/apion.apion-2140>
- Chen, Z., Xu, W., Wang, B., & YU, H. (2021). A *blockchain*-based preserving and sharing system for medical data privacy. *Future Generation Computer Systems*, 124, 338-350. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.05.02>
- Chenthara, S., Ahmed, K., Wang, H., Whittaker, & F. Chen, Z., 2020 Healthchain: uma nova estrutura sobre preservação da privacidade de registros eletrônicos de saúde usando a tecnologia *blockchain*. *PloS One* 15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243043>
- Cobianchi, L., Dal Mas, F., & Angelos, P. (2021). One size does not fit all—translating knowledge to bridge the gaps to diversity and inclusion of surgical teams. *Annals of Surgery*, 273(2), e34-e36. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004604>
- Cobianchi, L., Dal Mas, F., Massaro, M., Bednarova, R., Biancuzzi, H., Filisetti, C., Barcellini, A., Orlandi, E., Miceli, L., & Angelos, P., 2021b. Hand in hand: a multisectoral approach to surgical care co-production. *Sou. J. Surg.* <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2021.07.053>
- Coutinho, L. R., Neves, H. P. O. D. E., & Lopes, L. C. (2021). Approaches to cloud computing: a brief review on security and privacy applied to e-health in the context of the Conect SUS Program and the National Health Data Network (RNDS). *Brazilian Journal of Development*, 7(4), 35152-35170. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-127>
- Conceição, A. F., da Rocha, V. M., & De Paula, R. F. (2019). *Blockchain* e Aplicações em Saúde. Sociedade Brasileira de Computação.
- Dabbagh, M., Sookhak, M., & Safa, N. S. (2019). The evolution of *blockchain*: A bibliometric study. *Ieee Access*, 7, 19212-19221. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2895646>
- De Koning, H., Verver, J. P., van den Heuvel, J., Bisgaard, S., & Does, R. J. (2006). Lean six sigma in healthcare. *The*

- Journal for Healthcare Quality (JHQ), 28(2), 4-11. <https://doi.org/10.1111/j.1945-1474.2006.tb00596.x>
- De Lucena, A. U. D., & Henriques, M. A. A. (2016). Estudo de arquiteturas dos *blockchains* de Bitcoin e Ethereum. IX Encontro de Alunos e Docentes do DCA/FEEC/UNICAMP, 9, 29-30.
- De Souza, B. S. (2021). PEP+: A *Blockchain* Model for Syphilis Case Management.
- Del Grossi, V. C. D. (2020). O BRICS e as iniciativas em ciência, tecnologia e inovação pós-cúpula de Joanesburgo. *Novum Jus*, 14(1), 137-164. <https://doi.org/10.14718/novumjus.2020.14.1.6>
- Dinh, T. T. A., Liu, R., Zhang, M., Chen, G., Ooi, B. C., & Wang, J. (2018) Untangling *Blockchain*: A Data Processing View of *Blockchain* Systems. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 30(7), 1366-1385. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2017.2781227>
- El-Gazzar, R., & Stendal, K. (2020). *Blockchain* in health care: hope or hype?. *Journal of Medical Internet Research*, 22(7), e17199. Recuperado de <https://www.jmir.org/2020/7/e17199/>
- Elmar, K., Marti-Bonmati, L., Brady, A. P., & Desouza, N. M. (2021). ESR white paper: *blockchain* and medical imaging. *Insights into Imaging*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01029-y>
- E. V., & Antony, J. (2019). Application of Lean Six Sigma in IT support services—a case study. *The TQM Journal*, 31(3), 417-435. [doi: 10.1108/TQM-11-2018-0168](https://doi.org/10.1108/TQM-11-2018-0168)
- Fernández-Caramés, T. M., Froiz-Míguez, I., Blanco-Novoa, O., & Fraga-Lamas, P. (2019). Enabling the internet of mobile crowdsourcing health things: A mobile fog computing, blockchain and IoT based continuous glucose monitoring system for diabetes mellitus research and care. *Sensors*, 19(15), 3319. <https://doi.org/10.3390/s19153319>
- Fusco, A., Dicuonzo, G., Dell'atti, V., & Tatullo, M., 2020. *Blockchain* na área da saúde: insights sobre o COVID-19. *Int. J. Ambiente. Res. Publ. Saúde* 17, 1-12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197167>
- Gates, M. (2017). *Blockchain*: Ultimate guide to understanding *blockchain*, bitcoin, cryptocurrencies, smart contracts and the future of money (Vol. 125). Scotts Valley: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Gaynor, M., Tuttle-Newhall, J., Parker, J., Patel, A., & Tang, C. (2020). Adoption of *blockchain* in health care. *Journal of medical Internet research*, 22(9), e17423. <https://doi.org/10.2196/17423>
- Giamberardino Filho, D. D. (2017). O Sistema Único de Saúde e as filas de espera para cirurgias eletivas. *Arquivos do CRM-PR*, 34(135). Recuperado de <https://portal.cfm.org.br/artigos/o-sistema-unico-de-saude-e-as-filas-de-espera-para-cirurgias-eletivas>
- Gil, A. C. (2008). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2010. LACOMBE, FJM/GILBERTO. LJM
- Administration: Principles and trends. rev. and updated. São Paulo: Saraiva.
- Griggs, K. N., Ossipova, O., Kohlios, C. P., Baccarini, A.N., HOWson, E. A., & Hayajneh T. Sistema *blockchain* de saúde usando contratos inteligentes para monitoramento remoto automatizado seguro de pacientes. *J Med Syst*. 2018 Jun 6;42(7):130. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0982-x>
- Huang, H., Zhu, P., Xiao, F., Sun, X., & Huang, Q. (2020). A *blockchain*-based scheme for privacy-preserving and secure sharing of medical data. *Computers & Security*, 99, 102010. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.102010>
- Ismail, L. & Materwala, H. (2020). Paradigma *Blockchain* para saúde: avaliação de desempenho. *Symmetry*, 12(8), 1200. <https://doi.org/10.3390/sym12081200>
- Junqueira, N. R. (2020). Concessão de Permissão a Dados de Saúde Baseada em Contratos Inteligentes em Plataforma de *Blockchain*. Recuperado de <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/10400>
- Kara-Junior, N. (2019). Ophthalmology 4.0. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, 78(3), 157-158. <https://doi.org/10.5935/0034-7280.20190118>
- Kurose, J. F. & Ross, K. W. (2006). *Computer Networks and the Internet*. São Paulo: Person, 28.
- Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Invernizzi, A. C. (2021). Digital transformation in *healthcare*: Analyzing the current state-of-research. *Journal of Business Research*, 123, 557-567. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030>
- Liang, X., Shetty, S., Tosh, D., Bowden, D., Njilla, L., & Kamhoua, C., 2018. *Blockchain* has enabled the sharing and collaboration of trusted and responsible data in mobile *healthcare* applications. *EAI-endorsed transactions in comprehensive health and technology* 4. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.24-7-2018.159338>
- Lobo, M. S. (2021). Proposta de programa de formação complementar em saúde 4.0. Recuperado de <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/61920>
- Makin, S. (2021). A lacuna da prática de pesquisa como uma fronteira pragmática do conhecimento Informação e Organização. <https://doi.org/10.5585/gep.v12i3.17227>
- Massaro, M. (2021). Transformação digital no setor de saúde por meio da tecnologia *blockchain*. Insights de pesquisas acadêmicas e desenvolvimentos de negócios. *Technovation*. Recuperado de <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/14152>
- Massaro, M., Dal Mas, F., Chiappetta, J. C. J., & Bagnoli, C. (2020). Criptoconomia e novos modelos de negócios sustentáveis: Reflexões e projeções usando uma análise de estudo de caso. *Responsabilidade Social Corporativa e Gestão Ambiental*, 27 (5), 2150-2160. <https://doi.org/10.1002/csr.1954>
- Mayer, A. H., Costa, C. A., da, & Righi, R. D. R. (2020). Registros eletrônicos de saúde em um *Blockchain*: uma revisão sistemática. *Saúde Inf. J.* 26,

1273-1288.

<https://doi.org/10.1177/1460458219866350>

Mendonça, R. D., Gomes, O. S., Vieira, A. B., & Nacif, J. A. (2021). Tratamento de Concessão e Revogação de Acesso a Registros Eletrônicos de Saúde em *Blockchain*. In: Anais do IV Workshop em *Blockchain: Teoria, Tecnologias e Aplicações*. (pp. 100-113). SBC. <https://doi.org/10.5753/wblockchain.2021.17133>

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 21260. Recuperado de [https://www.uscc.gov/sites/default/files/pdf/training/annual-national-training-seminar/2018/Emerging\\_Tech\\_Bitcoin\\_Crypto.pdf](https://www.uscc.gov/sites/default/files/pdf/training/annual-national-training-seminar/2018/Emerging_Tech_Bitcoin_Crypto.pdf)

Nascimento, F. R. A. (2018). Transparência nas filas de cirurgias eletivas realizadas com recursos do SUS através da tecnologia *Blockchain*. Relatórios Técnicos do Departamento de Informática Aplicada da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27815.19364>

Nayak, B., & Bhattacharyya, S. S. (2020). A narrativa em mudança no setor de seguros de saúde: tecnologia vestível em produtos e serviços de seguros de saúde para o mundo COVID-19. *Journal of Health Management*, 22(4), 550-558. <https://doi.org/10.1177/0972063420983>

Preneel, B. (1994). Cryptographic hash functions. *European Transactions on Telecommunications*, 5(4), 431-448. <https://doi.org/10.1002/ett.4460050406>

Santos, A. C., Firmino, R. M., Soto, J. C., Medeiros, D. S., Mattos, D. M., Albuquerque, C. V., ... & Fernandes, N. C. (2020). Aplicações em redes de sensores na área da saúde e gerenciamento de dados médicos: tecnologias em ascensão. Sociedade Brasileira de Computação. <https://doi.org/10.5753/sbc.4710.8.4>

Schmitz, C. A. A., Gonçalves, M. R., Umpierre, R. N., Da Silva Siqueira, A. C., D'ávila, O. P., Bastos, C. G. M., ... & Harzheim, E. (2017). Teleconsulta: nova fronteira da interação entre médicos e pacientes. *Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade*, 12(39), 1-7. Recuperado de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/187809>

Shahnaz, A., Qamar, U., & Khalid, A. (2019). Using *Blockchain* for Electronic Health Records. *IEEE Access* 7: 147782–147795. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2946373>

Silva, V. F. D. (2019). Registros eletrônicos de saúde e pesquisa clínica: ferramentas para permitir um uso adequado e descentralizado de informações. Recuperado de

<https://periodicos.ufba.br/index.php/RFD/article/view/59912>

Silva, L. V. G. D. (2020). Saúde Digital: a Interoperabilidade e a Tecnologia *Blockchain* (Doctoral dissertation). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10400.6/10600>

Simões, S. M., Oliveira, A., & Dos Santos, M. A. (2020). Telemedicina na pandemia COVID-19. *Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação*, 7(2), 104-109. Recuperado de <https://periodicos.ufs.br/revipi/article/view/14220>

Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. " O'Reilly Media, Inc".

Tandon, A., Dhir, A., Islam, AN & Mäntymäki, M. (2020). *Blockchain* na área de saúde: uma revisão sistemática da literatura, que sintetiza a estrutura e a agenda de pesquisas futuras. *Computadores na Indústria*, 122, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103290>

Taghizadegan, S. (2010). *Essentials of lean six sigma*. Elsevier.

Toufaily, E., Zalan, T., & Dhaou, S. (2021). Uma estrutura de tecnologia *blockchain* adoção: uma investigação de desafios e valor esperado. *Inf. Gerenciar* 58. <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103444>

Ulrich, F. (2014). *Bitcoin: a moeda na era digital*. ed. São Paulo: LVM Editora, São Paulo.

Vanti, N. A. P. (2002). Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da informação*, 31, 369-379. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652002000200016>

Viana, C., Brandao, A., Dias, D., Castellano, G., & DE Paiva Guimaraes, M. (2020). *Blockchain* para gerenciamento de prontuários eletrônicos. *Revista ibérica de sistemas e tecnologias de informação*, (E28), 177-187. Recuperado de <https://www.risti.xyz/issues/ristie28.pdf>

Yadav, P. (2015). Cadeias de fornecimento de produtos de saúde em países em desenvolvimento: diagnóstico das causas do mau desempenho e uma agenda de reforma. *Health Systems and Reform*, 1, 142-154. <https://doi.org/10.4161/23288604.2014.968005>

Xavier, A. C. C. & Duque, C. G. (2021). Prontuário eletrônico do paciente: qual a contribuição da arquivística e do Smart Contracts para a sua gestão na Era da Saúde 4.0? *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, 10(3), 1-10. Recuperado de <https://revistas.ufpr.br/atoz/article/view/81267>

Weiss, M. C. (2019). Sociedade sensorizada: a sociedade da transformação digital. *Estudos avançados*, 33, 203-214. Recuperado de <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/159485>