



Utilização da tecnologia *blockchain* na administração de registros eletrônicos de paciente

Utilization of blockchain technology in electronic patient record management

Utilización de la tecnología *blockchain* en la gestión de registros electrónicos de pacientes

Isaque Benevides Castro Carvalho¹, Márcia Maria Pereira¹.

RESUMO

Objetivo: Investigar a aplicação da tecnologia *blockchain* na gestão de registros eletrônicos de saúde. **Métodos:** Realizamos uma revisão integrativa seguindo as diretrizes do *Centre for Reviews Dissemination* (CRD). A pergunta central foi: "Quais são as aplicações da tecnologia *blockchain* na gestão de registros eletrônicos de saúde?" Realizamos buscas em bases de dados (MEDLINE, Web of Science e Scopus) no período de 2018 a 2022, utilizando termos-chave relacionados à *blockchain* e registros de saúde eletrônicos. Foram selecionadas 21 publicações que atenderam aos critérios de inclusão. **Resultados:** A tecnologia *blockchain* tem sido explorada em diversas aplicações na área de saúde, incluindo segurança e privacidade dos dados, interoperabilidade, empoderamento do paciente e eficiência operacional. Países como China, Estados Unidos e Índia lideram a pesquisa nessa área. Os estudos ressaltaram a importância da *blockchain* na garantia da integridade dos dados de saúde e na capacitação dos pacientes para compartilhar seletivamente suas informações. No entanto, desafios como regulamentações e custos ainda precisam ser superados. **Considerações finais:** A tecnologia *blockchain* mostra um potencial promissor para melhorar a gestão de registros eletrônicos de saúde, oferecendo segurança e empoderamento aos pacientes. No entanto, sua adoção enfrenta desafios significativos que exigem cooperação entre partes interessadas e pesquisa contínua.

Palavras-chave: Tecnologia *blockchain*, Registros eletrônicos de saúde, Privacidade de dados, Segurança da informação.

ABSTRACT

Objective: To investigate the application of blockchain technology in the management of electronic health records. **Methods:** We conducted an integrative review following the guidelines of the Centre for Reviews Dissemination (CRD). The central question was, "What are the applications of blockchain technology in the management of electronic health records?" We conducted searches in databases (MEDLINE, Web of Science, and Scopus) from 2018 to 2022, using keywords related to blockchain and electronic health records. We selected 21 publications that met the inclusion criteria. **Results:** Blockchain technology has been explored in various applications in the healthcare field, including data security and privacy,

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) - Programa de Pós-graduação (Mestrado) em Telessaúde e Saúde Digital, Rio de Janeiro - RJ.

interoperability, patient empowerment, and operational efficiency. Countries such as China, the United States, and India lead research in this area. Studies emphasized the importance of blockchain in ensuring the integrity of health data and empowering patients to selectively share their information. However, challenges such as regulations and costs still need to be overcome. **Final considerations:** Blockchain technology shows promising potential to improve the management of electronic health records, offering security and empowerment to patients. However, its adoption faces significant challenges that require cooperation among stakeholders and ongoing research.

Keywords: Blockchain technology, Electronic health records, Data privacy, Information security.

RESUMEN

Objetivo: Investigar la aplicación de la tecnología blockchain en la gestión de registros electrónicos de salud. **Métodos:** Realizamos una revisión integrativa siguiendo las pautas del Centre for Reviews Dissemination (CRD). La pregunta central fue: "¿Cuáles son las aplicaciones de la tecnología blockchain en la gestión de registros electrónicos de salud?" Realizamos búsquedas en bases de datos (MEDLINE, Web of Science y Scopus) desde 2018 hasta 2022, utilizando palabras clave relacionadas con blockchain y registros de salud electrónicos. Seleccionamos 21 publicaciones que cumplieron con los criterios de inclusión. **Resultados:** La tecnología blockchain se ha explorado en diversas aplicaciones en el campo de la salud, incluida la seguridad y privacidad de los datos, la interoperabilidad, el empoderamiento del paciente y la eficiencia operativa. Países como China, Estados Unidos e India lideran la investigación en esta área. Los estudios enfatizaron la importancia de la blockchain en garantizar la integridad de los datos de salud y en empoderar a los pacientes para compartir selectivamente su información. Sin embargo, todavía se deben superar desafíos como regulaciones y costos. **Consideraciones finales:** La tecnología blockchain muestra un potencial prometedor para mejorar la gestión de registros electrónicos de salud, ofreciendo seguridad y empoderamiento a los pacientes. Sin embargo, su adopción enfrenta desafíos significativos que requieren la cooperación entre las partes interesadas y la investigación continua.

Palabras clave: Tecnología blockchain, Registros de salud electrónicos, Privacidad de datos, Seguridad de la información.

INTRODUÇÃO

A implementação de Sistemas de Registro Eletrônico de Pacientes (EHRs, sigla em inglês) em hospitais em escala global é uma resposta às inúmeras vantagens que esses sistemas oferecem. Suas principais contribuições são visíveis na melhoria da segurança dos registros médicos e na relação de custo-benefício favorável (SHAHNAZA, et al., 2019).

No contexto da área de saúde, os EHRs assumem um papel de destaque, disponibilizando uma ampla gama de funcionalidades essenciais. Dentre elas, destacam-se o armazenamento eletrônico de registros médicos, o agendamento de consultas, a gestão financeira, a contabilidade e a administração de exames laboratoriais. Essas funcionalidades estão incorporadas em grande parte dos sistemas EHR utilizados nos diversos segmentos da área de saúde. A evolução da internet e da computação em nuvem desempenhou um papel crucial na transformação dos prontuários eletrônicos, tornando-os não apenas ferramentas para registro e organização de informações médicas, mas também o principal meio de acesso a informações de saúde tanto para médicos quanto para pacientes (HUANG J, et al., 2019). Na era da Saúde Digital, os pacientes têm acesso a aplicativos integrados aos prontuários eletrônicos, o que permite, por exemplo, o envio ágil e seguro de resultados de exames laboratoriais e de imagem.

A demanda por prontuários eletrônicos de pacientes é incontestável na sociedade atual da informação, facilitando o armazenamento eficiente e posterior processamento das informações dos pacientes. Isso se traduz em um suporte valioso para profissionais de saúde, auxiliando em diagnósticos mais precisos e orientação terapêutica adequada. No entanto, é importante notar que, em grande parte dos casos, os

registros eletrônicos de saúde permanecem sob controle predominante de profissionais de saúde, o que limita o acesso dos pacientes às próprias informações médicas (GUOH, et al., 2018).

A preocupação com a segurança se torna evidente quando se considera o compartilhamento de informações entre sistemas de registros médicos eletrônicos. Esse compartilhamento potencialmente expõe informações de saúde a diversos usuários, levantando questões sobre a privacidade e a segurança desses dados (ALSHALALI T, et al., 2018).

Nos últimos anos, observamos um crescente interesse na aplicação da tecnologia *blockchain* no setor de saúde. A proposta de valor da *blockchain* nesse contexto é viabilizar o compartilhamento seguro de dados confidenciais de pacientes entre entidades de saúde, ao mesmo tempo em que empodera os próprios pacientes (EL-GAZZAR R e STENDAL K, 2020). De acordo com a IBM, a maioria dos gestores de saúde acredita que a *blockchain* terá um grande impacto na melhoria dos ensaios clínicos, na conformidade regulatória e na criação de uma estrutura descentralizada para o compartilhamento de registros eletrônicos de saúde (HASSELGREN A, et al., 2020).

Apesar das diretrizes éticas que preconizam a guarda de registros médicos pelos profissionais e a disponibilização de cópias aos pacientes atendidos, muitas vezes os pacientes enfrentam dificuldades no acesso às informações de saúde devido à diversidade de métodos de registro, organização e armazenamento de prontuários. A tecnologia *blockchain* e contratos inteligentes oferecem uma abordagem inovadora para manter referências a registros eletrônicos de saúde, permitindo que os pacientes exerçam um maior controle sobre seus próprios dados, ao mesmo tempo em que facilitam o acesso dos profissionais de saúde e instituições hospitalares a informações de pacientes sob tratamento em outras instituições (SHAHNAZ A, et al., 2019).

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar a aplicação da tecnologia *blockchain* no setor de saúde, com foco nos sistemas de registros eletrônicos de pacientes, por meio de uma revisão integrativa da literatura científica.

MÉTODOS

A revisão integrativa da literatura foi conduzida de acordo com as orientações estabelecidas pelo *Centre for Reviews Dissemination* - CRD (CRD, 2009). A formulação da pergunta de pesquisa foi cuidadosamente elaborada, optando-se por utilizar termos abrangentes nos componentes da questão, a fim de não impor restrições exageradas aos critérios de inclusão.

A pergunta central definida foi a seguinte: "Quais são as aplicações da tecnologia *blockchain* na gestão de registros eletrônicos de saúde?" Esta abordagem permitiu que a revisão contemplasse uma ampla variedade de perspectivas e possíveis contribuições do uso da tecnologia *blockchain* na área da saúde.

Os critérios de elegibilidade adotados nesta revisão integrativa não restringiram o tipo de publicações a serem consideradas. Essa decisão foi baseada na premissa de que as evidências relacionadas à aplicação da tecnologia *blockchain* na gestão de registros eletrônicos de saúde podem ser limitadas, dada a natureza inovadora desse campo de estudo. A busca por publicações, abrangendo artigos científicos, dissertações e teses, foi realizada em três reconhecidas bases de dados eletrônicas: MEDLINE, Web of Science e Scopus. O período de análise considerou os últimos 5 anos, de 2018 a 2022.

Para a seleção de termos-chave a serem usados na busca, foram escolhidos os seguintes descritores: "*blockchain*", "*smart contract*", "*electronic health record*", "*health informatics*" e "*information storage and retrieval*". Esses termos foram selecionados para abranger diferentes aspectos da tecnologia *blockchain* e sua relação com os registros eletrônicos de saúde, considerando tanto a dimensão tecnológica quanto a gestão e organização de informações de saúde.

A estratégia de busca empregou operadores booleanos "AND" e "OR" para conectar os termos-chave, permitindo a combinação de descritores relacionados à tecnologia *blockchain* e registros eletrônicos de saúde. Critérios de exclusão foram aplicados com base na disponibilidade do texto completo das

publicações e na exigência de que pelo menos dois dos descritores selecionados fossem mencionados no conteúdo. Além disso, a busca bibliográfica concentrou-se exclusivamente em trabalhos publicados em inglês, dada a predominância desse idioma na literatura científica global. Uma análise adicional foi conduzida para identificar o perfil geográfico das publicações, a fim de avaliar em quais regiões do mundo a aplicação da tecnologia *blockchain* em registros eletrônicos de saúde tem sido mais investigada. Essa abordagem proporcionará uma compreensão abrangente das tendências e áreas de destaque na pesquisa sobre o tema.

RESULTADOS

Foi conduzida uma análise geográfica das publicações disponíveis com o intuito de traçar um panorama abrangente das pesquisas que abordam o uso da tecnologia *blockchain* e contratos inteligentes. Nos últimos anos, os países mais proeminentes no desenvolvimento e estudo dessas tecnologias foram a China, Estados Unidos, Índia, Inglaterra e Austrália.

Vale ressaltar que o Brasil se posicionou na 21ª posição em termos de quantidade de publicações sobre esses temas, com uma média de 30 artigos anuais. No entanto, ao incluir o termo "*electronic health record*", o número de publicações brasileiras diminuiu significativamente, chegando a apenas 4 nos últimos 10 anos, com poucas variações ao adicionar os termos "*health informatics*" e "*information storage and retrieval*".

O avanço tecnológico e a digitalização dos dados na área da saúde têm facilitado a adoção de sistemas de registros eletrônicos de saúde, tornando-os obrigatórios em alguns países (AGUIRRE RR, et al., 2019). A gestão crescente de dados de saúde de forma eletrônica faz parte da transformação digital (DASH S, et al., 2019), mas a complexidade e a natureza dinâmica desses conjuntos de dados volumosos impõem desafios relacionados ao processamento, armazenamento e análise.

Um dos principais desafios reside no fato de que aproximadamente 80% dos dados nos registros eletrônicos de saúde não possuem uma estrutura clara (MARTIN-SANCHEZ F e VESPOOR K, 2014), exigindo o uso de ferramentas especializadas para extrair informações significativas. Isso limita o potencial desses dados para a medicina personalizada e para a melhoria dos resultados de saúde.

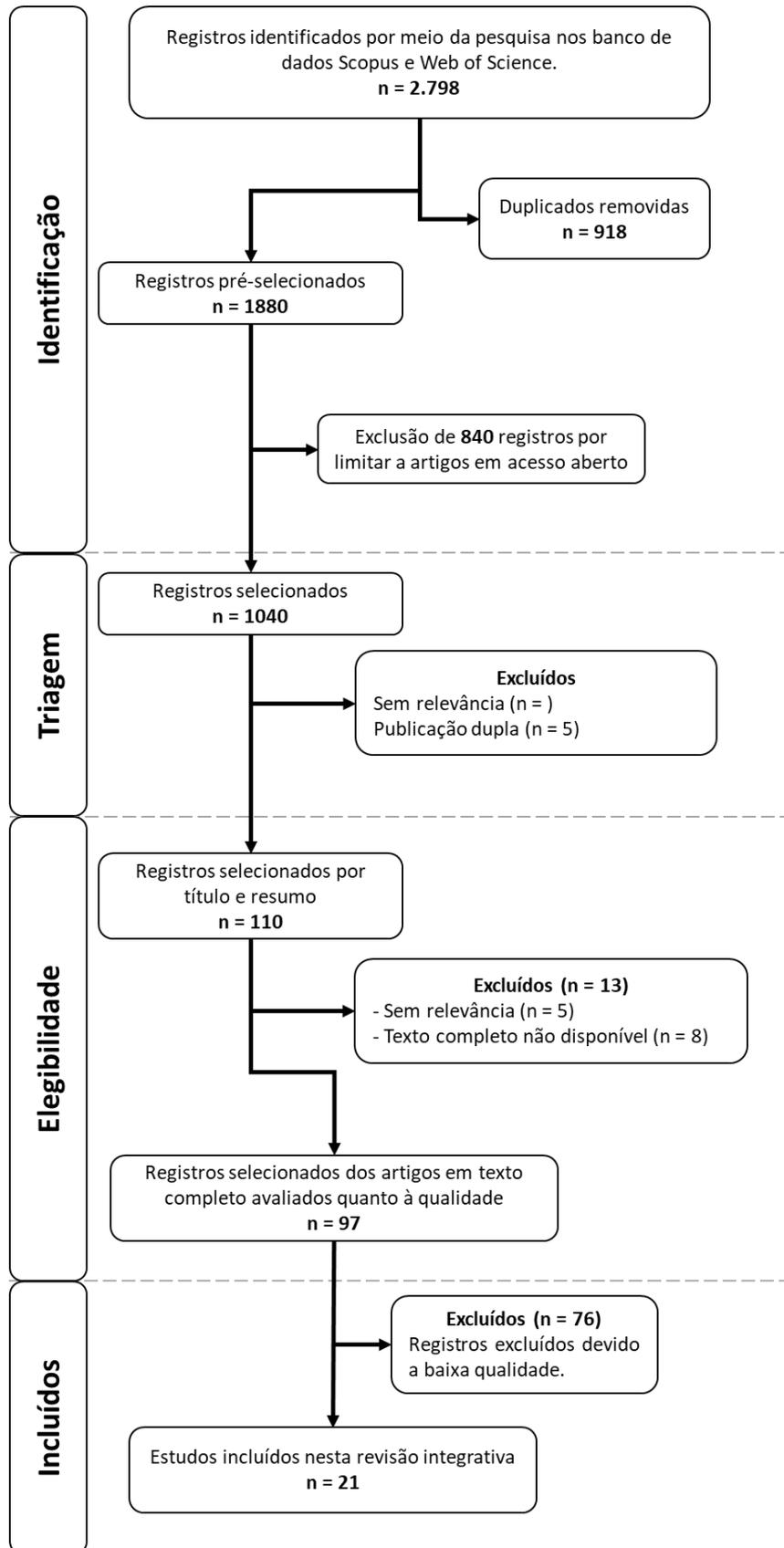
Além disso, à medida que mais dados dos registros eletrônicos de saúde se tornam acessíveis, métodos mais sofisticados são necessários para garantir a segurança e a privacidade dos pacientes, incluindo políticas de controle de acesso, limpeza de dados e gerenciamento de consentimento.

A tecnologia *blockchain* também está ganhando destaque na indústria e no setor público (HUSSEIN HM, et al., 2018). Com o cenário digital evoluindo rapidamente, torna-se crucial obter uma visão abrangente do impacto das soluções digitais nos registros de saúde individuais, abrangendo registros de saúde eletrônicos e pessoais.

A **Figura 1** apresenta o fluxograma detalhado do processo de seleção de artigos, o qual transcorreu em três etapas distintas e foi descrito por meio do diagrama de fluxo da tabela PRISMA. Com base nos resultados obtidos através de consultas em bases de dados eletrônicas e após uma criteriosa seleção das publicações disponíveis, foi compilado um repositório contendo informações-chave extraídas de 21 artigos.

Esse repositório serviu como alicerce para análises posteriores. A lista completa das publicações, juntamente com seus principais dados e referências correspondentes, encontra-se na **Quadro 1**.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos para revisão integrativa.



Fonte: Carvalho IBC e Rendeiro MMP, 2023.

Quadro 1- Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura sobre o uso de *blockchain* na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes.

N	Autores (Ano)	Objetivos
1	Alzahrani S, et al. (2022)	Desenvolver um modelo de pontuação para avaliar a prontidão da organização de saúde para adotar <i>blockchain</i> no contexto de gerenciamento de sistemas de registros eletrônicos de saúde.
2	Lai C, et al. (2022)	Propõe um sistema seguro de compartilhamento de dados médicos, baseado em assinatura rastreável e <i>blockchain</i> , para resolver o problema das dificuldades de compartilhamento de dados médicos entre instituições.
3	Zhang G, et al. (2022)	Propõe o uso da tecnologia <i>blockchain</i> , para preservar a segurança do sistema de e-saúde, garantindo a confidencialidade dos prontuários dos pacientes.
4	Lee Y, et al. (2022)	Construir um mecanismo de criptografia tripla para prontuários eletrônicos, por meio do sistema <i>blockchain</i> , para que os dados médicos possam ser trocados, verificados e aplicados em diferentes locais.
5	Chelladurai Ue Pandian S (2022)	Propõe um sistema que visa trocar informações de saúde em uma plataforma <i>blockchain</i> para construir um <i>smart</i> sistema de e-saúde.
6	Taloba Al, et al. (2021)	Apresentam uma estrutura de segurança baseada em <i>blockchain</i> , fornecendo uma maneira segura de acesso aos dados clínicos dos pacientes, para os pacientes e seus cuidadores, médicos e agentes de seguros, usando criptografia e descentralização.
7	Cunningham et al. (2021)	Analisar os requisitos para um sistema de vinculação de dados médicos, que utiliza a funcionalidade principal do <i>blockchain</i> , substituindo um provedor de vinculação terceirizado confiável.
8	Xavier ACC e Duque CG(2021)	Apresenta como o emprego de métodos arquivísticos e das tecnologias <i>blockchain</i> e <i>smart contracts</i> , podem contribuir positivamente para a gestão dos prontuários eletrônicos do paciente.
9	El-Jabari C, et al. (2020)	Propõe um sistema federado eletrônico de saúde, baseado na arquitetura de documentos clínicos, através de um registro de saúde eletrônico e uma estrutura <i>blockchain</i> , para aprimorar a interoperabilidade com escalabilidade, tolerância a falhas, privacidade e segurança.
10	Lee H, et al. (2020)	Construir uma arquitetura baseada em <i>blockchain</i> para uma plataforma internacional de troca de registros de saúde, para garantir a confidencialidade, integridade e disponibilidade de registros de saúde.
11	Girardi F, et al. (2020)	Discutir algumas questões relativas à gestão e proteção de dados de saúde trocados por meio de novos dispositivos médicos ou de diagnóstico.
12	Niu S, et al. (2020)	Propõe um esquema de compartilhamento de dados médicos, baseado em <i>blockchains</i> autorizados, que usam criptografia de atributos baseada em texto cifrado, para garantir a confidencialidade dos dados e o controle de acesso aos dados médicos.
13	Chen L, et al. (2019)	Projetam um esquema de armazenamento, para gerenciar dados médicos pessoais com base em <i>blockchain</i> e armazenamento na nuvem. Além disso, é descrita uma estrutura de serviço para compartilhamento de registros médicos.
14	Lo Y, et al. (2019)	Desenvolver uma estrutura escalável, flexível e habilitada para <i>blockchain</i> , para construir um serviço de referência médica, conectando unidades de saúde.
15	Chen Y, et al. (2019)	Propõe um esquema de criptografia pesquisável, baseado em <i>blockchain</i> , para registros eletrônicos de pacientes.
16	Cao S, et al. (2019)	Apresentar um sistema seguro de eHealth, assistido em nuvem, para proteger os registros eletrônicos de pacientes usando a tecnologia <i>blockchain</i> .
17	Guo R, et al. (2019)	Propõe uma arquitetura híbrida, para facilitar o controle de acesso de dados ao formulário eletrônico de saúde, usando <i>blockchain</i> e <i>edge node</i> .
18	Shahnaz A, et al. (2019)	Implementar a tecnologia <i>blockchain</i> para formulário eletrônico de saúde, fornecendo armazenamento seguro de registros eletrônicos, definindo regras de acesso granular para os usuários.
19	Tamazirt L, et al. (2018)	Apresentam uma solução para ajudar os profissionais de saúde a serem informados das menores alterações feitas no prontuário de um paciente, a fim de reduzir as taxas de erros médicos, mas também permitindo que eles os consultem de forma transparente se autorizados.
20	Zhang A, Lin X (2018)	Fornecer quatro contribuições para o estudo da aplicação da tecnologia <i>blockchain</i> ao compartilhamento de dados clínicos.
21	Wehbe Y, et al. (2018)	Apresentam um modelo de rede <i>blockchain</i> com meta restrição para gerenciamento de registros de saúde.

Fonte: Carvalho IBC e Rendeiro MMP, 2023.

A tecnologia *blockchain* oferece aplicações variadas, incluindo na área de saúde, abrangendo o gerenciamento de dados de pacientes, a cadeia de suprimentos de saúde, o processamento de reclamações financeiras e de seguros, e a prevenção de medicamentos falsificados. No entanto, sua implementação enfrenta desafios, como taxas de falha e a necessidade de cooperação entre partes interessadas. A literatura carece de modelos abrangentes para avaliar a prontidão das organizações de saúde na adoção da *blockchain*. Alzahrani S, et al. (2022) conduziram uma revisão e pesquisa que identificaram fatores cruciais para a adoção da *blockchain* em saúde. Eles desenvolveram um modelo de pontuação de prontidão, testado em estudos de caso reais, destacando a capacidade da *blockchain* em melhorar a gestão de registros de saúde, proporcionando segurança e transparência. Principais fatores influenciadores incluem conformidade regulatória, orçamento disponível e apoio da gestão. Esse modelo auxilia as organizações de saúde a avaliar sua preparação para a adoção da *blockchain* e identificar áreas de aprimoramento, visando o sucesso nesse processo.

No artigo de Lai C, et al. (2022), os autores propuseram uma solução para os desafios do compartilhamento de dados médicos entre instituições de saúde. Eles desenvolveram um esquema seguro baseado em assinatura de anel rastreável e tecnologia *blockchain*, visando garantir a integridade e privacidade dos dados médicos, ao mesmo tempo que facilitam o compartilhamento seguro. O sistema incluiu características como assinatura de anel rastreável, contratos inteligentes, controle de acesso e armazenamento seguro via Sistema de Arquivos Interplanetários (IPFS). A integração com *blockchain* permitiu rastrear a origem dos registros de saúde eletrônicos (EHR) e compartilhar dados de forma segura. Os testes de segurança e desempenho demonstraram a eficácia, segurança e praticidade do esquema para enfrentar os desafios relacionados ao compartilhamento de dados médicos.

No artigo de Zhang G, et al. (2022), foi abordada a questão dos desafios de segurança em sistemas de saúde eletrônica assistida pela nuvem (*e-health*), onde médicos mal-intencionados podem comprometer os registros de saúde dos pacientes ou divulgar informações confidenciais. Para enfrentar essa problemática, os autores propuseram um sistema de *e-health* baseado em *blockchain* que visa preservar a privacidade dos registros de saúde dos pacientes. Neste sistema, é utilizada criptografia avançada para criar registros à prova de violação dos registros de saúde dos pacientes, que são integrados a transações na *blockchain*, tornando-os verificáveis e protegidos contra alterações não autorizadas. Além disso, protocolos de pagamento seguros foram projetados por meio de contratos inteligentes na *blockchain*. A análise de segurança e a avaliação de desempenho confirmaram que o esquema é seguro e eficiente, com um impacto computacional mínimo. Assim, o sistema alcança com sucesso seu objetivo de garantir a segurança e a confidencialidade dos registros de saúde dos pacientes no contexto de *e-health* assistida pela nuvem.

Lee Y, et al. (2022) abordaram os desafios relacionados à privacidade, correção e segurança dos registros médicos eletrônicos no contexto da pandemia da COVID-19. Eles desenvolveram um sistema seguro para a troca e aplicação desses dados em diferentes locais médicos. O estudo apresenta um mecanismo eficiente de criptografia tripla para registros médicos eletrônicos, denominado SEMRES. Este sistema garante a correção dos dados por meio de *blockchain*, oferecendo segurança, proteção de informações e verificação de dados integradas. Isso permite a troca, verificação e aplicação de dados médicos em diferentes locais. Após um paciente receber serviços médicos, o registro médico eletrônico é recriptografado e armazenado com garantia de não repúdio por meio de *blockchain*. O estudo conclui que essa abordagem ajuda os proprietários de dados a compartilhar seus registros médicos com profissionais de saúde de forma segura e eficaz, incluindo a conclusão de pagamentos por serviços médicos.

No estudo realizado por Chelladurai U e Pandian S (2022), o objetivo foi abordar o desafio de acessibilidade aos registros de saúde em diversos hospitais e criar uma solução regulamentada por meio de contratos inteligentes de *blockchain*. O sistema proposto visa a troca de informações de saúde em uma plataforma de *blockchain* para construir um sistema de saúde eletrônica inteligente. Ele utiliza contratos inteligentes de *blockchain* para criar um registro de paciente imutável, garantindo armazenamento seguro e acesso rápido aos registros de saúde. O *blockchain* atua como um repositório de dados clínicos, permitindo que pacientes acessem seus registros por meio de prestadores de serviços de saúde, enquanto mantém

alta segurança e integridade dos dados. Testes realizados confirmaram a eficácia do sistema proposto, demonstrando sua viabilidade e eficiência.

Taloba AI, et al. (2021), discutem a falta de segurança e violações de privacidade dos dados dos pacientes armazenados digitalmente em registros eletrônicos de saúde e propõem um sistema baseado em *blockchain*. Esse sistema utiliza a tecnologia *blockchain* para criar um ambiente altamente seguro, transparente e descentralizado para o armazenamento e acesso aos registros de saúde dos pacientes. Isso resolve o desequilíbrio entre acessibilidade e segurança dos dados, garantindo que apenas pessoas autorizadas possam acessar essas informações. O estudo demonstra como esse framework de segurança baseado em *blockchain* beneficia médicos, pacientes, cuidadores e autoridades externas, proporcionando uma maneira segura de armazenar e acessar os dados médicos dos pacientes nos registros eletrônicos de saúde.

Diversos estudos têm explorado a aplicação da tecnologia *blockchain* no contexto dos registros eletrônicos de saúde (EHR) e prontuários médicos, visando abordar desafios relacionados à privacidade, segurança, interoperabilidade e eficiência desses sistemas. Cunningham J, et al. (2021) propuseram uma solução baseada em *blockchain* que combina auditoria nativa de *blockchain* e protocolo de troca de consultas, garantindo a troca segura de identificadores de pacientes entre provedores de dados. Xavier ACC e Duque CG (2021) destacaram como métodos de arquivologia e tecnologias como *blockchain* e *smart contracts* podem melhorar a gestão de prontuários eletrônicos de pacientes, resolvendo questões técnicas e lacunas na legislação.

El-Jabari C, et al. (2020) apresentaram um sistema de saúde eletrônico federado baseado em *blockchain* para melhorar a interoperabilidade, escalabilidade, privacidade e segurança dos registros médicos. Lee H, et al. (2020) desenvolveram uma plataforma de troca internacional de registros de saúde pessoal baseada em *blockchain*, garantindo confidencialidade, integridade e disponibilidade dos registros. Girardi F, et al. (2020) discutiram a introdução de novos tipos de registros de saúde do paciente e a necessidade de segurança de dados, destacando a aplicação do *blockchain*. Niu S, et al. (2020) propuseram um esquema de compartilhamento de dados médicos baseado em *blockchain* com permissões para garantir a confidencialidade, controle de acesso e eficiência na recuperação de informações médicas.

Chen L, et al. (2019) abordaram vazamentos de dados em registros eletrônicos de saúde e propuseram um esquema de criptografia pesquisável baseado em *blockchain* para garantir privacidade e controle dos proprietários de dados. Lo Y, et al. (2019) desenvolveram um framework baseado em *blockchain* para melhorar a indicação médica eletrônica, proporcionando acesso eficiente aos dados médicos dos pacientes. Chen L, et al. (2019) enfatizaram a importância do armazenamento seguro de dados médicos pessoais, apresentando um esquema baseado em *blockchain* e armazenamento em nuvem. Cao S, et al. (2019) exploraram a proteção contra modificações ilegais em registros eletrônicos de saúde terceirizados, usando o Ethereum e *blockchain* para garantir a integridade dos registros.

Guo R, et al. (2018) propuseram o uso do *blockchain* para dar aos pacientes acesso completo e controle sobre seus registros médicos, enfatizando a descentralização e segurança dos dados. Shahnaz A, et al. (2019) discutiram as limitações dos registros eletrônicos de saúde e exploraram como a tecnologia *blockchain* pode melhorar a interoperabilidade e proteção de privacidade. Tamazirt L, et al. (2018) propuseram uma estratégia de gerenciamento, armazenamento e segurança descentralizados usando *blockchain* para melhorar a precisão dos diagnósticos médicos. Zhang A e Lin X (2018) desenvolveram um esquema baseado em *blockchain* para compartilhamento seguro de informações de saúde pessoal (PHI), enfatizando a segurança e a privacidade. Wehbe Y, et al. (2018) apresentaram um sistema que integra *blockchain* e inteligência artificial para o gerenciamento seguro de registros de saúde e diagnósticos assistidos por computador. Esses estudos destacam o potencial do *blockchain* para melhorar a segurança, privacidade e eficiência dos registros eletrônicos de saúde, bem como abordar questões críticas no campo da medicina e gestão de dados de pacientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos revisados neste contexto demonstram o potencial significativo da tecnologia *blockchain* para melhorar a segurança, privacidade, integridade e interoperabilidade dos registros eletrônicos de saúde. Eles oferecem uma variedade de soluções e abordagens inovadoras para enfrentar os desafios críticos enfrentados pelas organizações de saúde e pacientes na gestão de dados de saúde. Desde a criação de modelos de prontidão para adoção até o desenvolvimento de sistemas completos baseados em *blockchain*, esses estudos fornecem insights valiosos para a comunidade de saúde e tecnologia. No entanto, é importante reconhecer que, embora o potencial seja claro, a implementação bem-sucedida de soluções baseadas em *blockchain* na área de saúde ainda enfrenta desafios significativos, como questões regulatórias, cooperação entre partes interessadas e custos. Portanto, o avanço contínuo na pesquisa e na colaboração é essencial para aproveitar plenamente os benefícios dessa tecnologia revolucionária no setor de saúde.

REFERÊNCIAS

1. AGUIRRE RR, et al. Electronic health record implementation: a review of resources and tools. *Cureus*. 2019; 11(9).
2. ALSHALALI T, et al. Security and Privacy of Electronic Health Records Sharing Using Hyperledger Fabric. 2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI). 2018;760-763.
3. ALZHRANI S, et al. Assessment of the blockchain technology adoption for the management of the electronic health record systems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2022;70(8):2846-2863.
4. CAO S, et al. Cloud-assisted secure eHealth systems for tamper-proofing EHR via blockchain. *Information Sciences*. 2019;485:427–40.
5. CHELLADURAI U e PANDIAN S. A novel blockchain based electronic health record automation system for healthcare. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. 2021; 13:693-703.
6. CHEN L, et al. Blockchain based searchable encryption for electronic health record sharing. *Future Generation Computer Systems*. 2019;95:420–9.
7. CHEN Y, et al. Blockchain-Based Medical Records Secure Storage and Medical Service Framework. *Journal of Medical Systems*. 2018 Nov 22;43(1).
8. CUNNINGHAM J, et al. Blockchain Native Data Linkage. *Frontiers in Blockchain*. 2021; 29:4.
9. DASH S, et al. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of Big Data*. 2019; 6(1):1-25.
10. EL-GAZZAR R e STENDAL K. Blockchain in health care: hope or hype? *Journal of Medical Internet Research*. 2020;22(7):e17199.
11. EL JABARI C, et al. Towards a New Paradigm of Federated Electronic Health Records in Palestine. *Informatics*. 2020;7(4):41.
12. GIRARDI F, et al. Improving the Healthcare Effectiveness: The Possible Role of EHR, IoMT and Blockchain. *Electronics*. 2020;9(6):884.
13. GUO R, et al. Secure Attribute-Based Signature Scheme With Multiple Authorities for Blockchain in Electronic Health Records Systems. *IEEE Access*. 2018;6:11676–86.
14. HASSELGREN A, et al. Blockchain in healthcare and health sciences—A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*. 2020; 134:104040.
15. HUANG J, et al. MedBloc: A Blockchain-Based Secure EHR System for Sharing and Accessing Medical Data [Internet]. *IEEE Xplore*. 2019;594–601.
16. LAI, C, et al. Secure medical data sharing scheme based on traceable ring signature and blockchain. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 2022; 15(3): 1562-1576.
17. LEE HA, et al. An Architecture and Management Platform for Blockchain-Based Personal Health Record Exchange: Development and Usability Study. *Journal of Medical Internet Research*. 2020 Jun 9;22(6):e16748.
18. LEE YL, et al. A Triple Security Protected Blockchain Based Medical Record Exchange Structure. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2022;215:106595.
19. LO YS, et al. Blockchain-Enabled iWellChain Framework Integration With the National Medical Referral System: Development and Usability Study. *Journal of Medical Internet Research*. 2019 Dec 4;21(12):e13563.

20. NIU S, et al. Electronic Health Record Sharing Scheme With Searchable Attribute-Based Encryption on Blockchain. *IEEE Access*. 2020;8:7195–204.
21. SHAHNAZ A, et al. Using Blockchain for Electronic Health Records. *IEEE Access*. 2019;7(1):147782–95.
22. TALOBA AI, et al. A Framework for Secure Healthcare Data Management using Blockchain Technology. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2021;12(12).
23. TAMAZIRT L, et al. Blockchain Technology: A new secured Electronic Health Record System. *HAL Archives Ouvertes*. Santiago, Chile; 2018;134–41.
24. WEHBE Y, et al. Blockchain AI Framework for Healthcare Records Management: Constrained Goal Model. 2018 26th Telecommunications Forum (TELFOR). 2018;420-425.
25. XAVIER ACC e DUQUE CG. 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*. 2021;10(3):1.
26. ZHANG A e LIN X. Towards Secure and Privacy-Preserving Data Sharing in e-Health Systems via Consortium Blockchain. *Journal of Medical Systems*. 2018;42(8).
27. ZHANG G, et al. Blockchain-based privacy preserving e-health system for healthcare data in cloud. *Computer Networks*. 2021 Nov;108586.