



Blockchain em Saúde: uma análise de pesquisas na base Scopus

Blockchain in Health: an analysis of research in the Scopus database

Blockchain en Salud: un análisis de investigación en la base de datos Scopus

Charles Jefferson Rodrigues Alves¹, Leandro Teófilo Pinto dos Reis², Levi Rodrigues Neto², Débora Oliveira da Silva³, Cristiano André da Costa⁴

RESUMO

Descritores: Blockchain; Healthcare; Registros-do-Paciente; Contratos-Inteligentes

Objetivos: Este estudo tem como objetivo analisar os principais modelos e aplicações da tecnologia *Blockchain* na saúde, identificando seus benefícios, desafios e compreender como a tecnologia está impactando a área médica. **Método:** Esta pesquisa se baseia em uma revisão sistemática de artigos publicados em saúde na base de dados Scopus, mostrando o processo de seleção dos artigos, a análise bibliométrica, análise de conteúdo e análise de rede em alinhamento com o objetivo do estudo. **Resultados:** Trinta artigos foram selecionados para estruturar o estudo, um ponto de atenção na implementação da tecnologia deve-se quanto à questão da interoperabilidade, privacidade e segurança dos dados. **Conclusão:** Este artigo fornece um panorama do cenário dos modelos propostos e implementações baseadas em *Blockchain* na área médica. Além disso, este trabalho contribui para o processo de concepção e implementação da *Blockchain* na saúde.

ABSTRACT

Keywords: Blockchain; Healthcare; Patient Records; Smart Contracts

Objective: This study aims to analyze the main models and applications of Blockchain technology in healthcare, identifying its benefits, challenges and understanding how the technology is impacting the medical field. **Method:** This research is based on a systematic review of articles published in health in the Scopus database, showing the process of article selection, bibliometric analysis, content analysis and network analysis in line with the objective of the study. **Results:** Thirty articles were selected to structure the study, a point of attention in the implementation of the technology is due to the issue of interoperability, privacy and data security. **Conclusion:** This article provide an overview of the scenario of proposed models and implementations based on Blockchain in relation to the medical field. In addition, this work contributes to the process of designing and implementing the Blockchain in healthcare.

RESUMEN

Descriptores: Blockchain; Atención Médica; Boletín Electrónico; Registros De Pacientes; Contratos Inteligentes; Revisión Sistemática

Objetivo: Este estudio tiene como objetivo analizar los principales modelos y aplicaciones de la tecnología Blockchain en la salud, identificando sus beneficios, desafíos y entendiendo cómo la tecnología está impactando en el campo médico. **Método:** Esta investigación se basa en una revisión sistemática de artículos publicados en salud en la base de datos Scopus, mostrando el proceso de selección de artículos, análisis bibliométrico, análisis de contenido y análisis de redes en línea con el objetivo del estudio. **Resultados:** Se seleccionaron treinta artículos para estructurar el estudio, un punto de atención en la implementación de la tecnología se debe al tema de interoperabilidad, privacidad y seguridad de los datos. **Conclusión:** Este artículo proporciona una descripción general del escenario de modelos e implementaciones propuestos basados en Blockchain en relación con el campo médico. Además, este trabajo contribuye al proceso de diseño e implementación de Blockchain en la salud.

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS), Brasil.

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS), Brasil.

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS), Brasil.

⁴ Docente do Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo (RS), Brasil.

INTRODUÇÃO

Atualmente não dispomos de infraestrutura amadurecida para armazenamento e compartilhamento de dados médicos ao longo da cadeia de valor da saúde⁽¹⁾. Esta situação acarreta uma difícil comunicação, é lento, aumenta os custos, falhas e conseqüentemente, limitando os agentes de saúde em desenvolver um melhor entendimento dos pacientes, o que conduziria no impulsionamento da inovação e de melhores serviços de saúde.

Através dos registros eletrônicos de saúde (EHR) e dos registros pessoais de saúde (PHR)⁽²⁾, com suas anotações clínicas, relatórios de diagnóstico de doenças e histórico de tratamento clínico⁽³⁾ é possível listar vários grupos de dados, como alergias, sinais vitais, consultas médicas, imunizações, resultados de exames laboratoriais, imagens médicas e diagnósticos⁽⁴⁾. O compartilhamento seguro e eficiente destes registros entre as organizações médicas apresentam ótimos *insights* para a melhoria do setor⁽⁵⁻⁶⁾, todavia, dificuldades na prestação destes serviços, incluem a falta de gerenciamento destes dados e como os mesmos seriam verificados, imutáveis e distribuídos. A não existência de uma solução de gestão integrada é um desafio ao sistema público e privado de saúde.

Segundo McGhin et al. (2019)⁽⁷⁾, pesquisadores estão contribuindo para a criação de soluções para digitalizar o processo, interconectando os recursos disponíveis em saúde. Exemplificando, temos as tecnologias emergentes: Internet das Coisas (IoT) e Internet das Coisas Médicas (IoHT) ou Internet das Coisas da Saúde (IoMT), onde sensores monitoram os sinais biomédicos do paciente⁽⁸⁾, coletando e provendo dados para a medicina de precisão⁽⁹⁾. Entretanto, a interconectividade produzida entre eles acarreta um alto risco de segurança cibernética⁽¹⁰⁾.

Blockchain é uma fusão de duas tecnologias: a criptografia e a comunicação *peer-peer*, popularizada após a criação do Bitcoin⁽¹¹⁾. E dentre os setores de atuação, a saúde é um dos setores-chave para beneficiar a adoção do *blockchain*. Uma vez que dispõe de enorme potencial na solução de problemas corriqueiros do sistema de saúde, como o armazenamento imutável e distribuição de registros médicos, gestão no acesso as partes interessadas e envolvidas no processo, garantindo proteção e segurança das informações. Também é competente na transição da interoperabilidade tradicional para a centrada no paciente, assegurando-lhes a decisão sobre o acesso dos dados⁽¹²⁻¹³⁾.

O estudo propõe uma investigação na literatura para responder à questão: o que dizem as pesquisas sobre a tecnologia *Blockchain* em *Healthcare*? Apresentar o estado da arte das publicações, sintetizando as mais significativas tendências sobre a tónica, através de um estudo bibliométrico, análise de conteúdo e análise em rede.

Blockchain

Desde o seu surgimento em 2008 e implementação em 2009⁽¹⁴⁾ com o advento da criação da criptomoeda Bitcoin por Nakamoto⁽¹⁵⁾, é notável um alto crescimento da tecnologia nos últimos anos⁽¹⁶⁻¹⁷⁾. *Blockchain* dispõe de potencialidade na atuação de diferentes setores: indústrias,

governos, serviços financeiros, investimentos imobiliários e saúde⁽¹⁸⁾. Como exemplos, temos projetos de inovação em algumas cidades, como Dubai, Estocolmo, Toronto, Kranj e Visakhapatnam^(6,10,17). Assim, as suas particularidades de confiabilidade, imutabilidade, autenticidade e auditabilidade, com a geração de dados encriptados em uma rede de validação horizontal⁽¹⁹⁾, instiga diversas investigações da sua utilização em variados campos do conhecimento.

Blockchain é conceituado como um livro-razão distribuído constituindo-se de uma cadeia ordenada e consistente de transações, compartilhada em múltiplos nós dentro de uma rede *peer-to-peer*⁽²⁰⁻²¹⁾. Outras tecnologias foram agregadas buscando fortalecer e otimizar a solução⁽²¹⁾, destaque para o Ethereum⁽⁶⁾, Hyperledger⁽³⁾ e os *smart contracts*, possibilitando a realização de operações no *Blockchain*⁽²²⁾.

Permanece em constante evolução e terá um impacto relevante nos próximos anos⁽¹⁴⁾, na saúde, há uma estimativa de investimentos de 297 bilhões de dólares em 2022⁽²³⁾. No entanto a tecnologia não poderá ser implementada com sucesso em todos os casos⁽¹⁸⁾, portanto, é importante uma profunda análise da sua viabilidade, tornando-se uma instigação ou desafio que mantém os cientistas continuamente ativos.

Smart Contracts

Foi introduzida e proposta por Nick Szabo, e é definida como um protocolo digital que permite a execução automatizada dos termos de relacionamento de um contrato na rede⁽²²⁾. Assim, os *smart contracts* são armazenados na rede com um endereço único, permitindo que usuários interajam com eles, iniciando a execução automática do código em cada nó da rede com base na função chamada dentro da transação.

Na prática seriam similares a um contrato em papel físico firmado entre pessoas. No contrato em papel clássico, são definidas todas as regras que estabelecem as responsabilidades e a comunicação entre as partes que a assinaram, na tecnologia *Blockchain* funciona da mesma forma, porém essa contratação é toda digital.

A proposta do *blockchain* juntamente com os *smart contracts*, trazem uma série de oportunidades e perspectivas para utilização e troca de dados⁽²²⁾, portanto, podemos inferir que o papel do *blockchain* seria o ambiente de armazenamento e os *smart contracts* o mecanismo de compartilhamento seguro das informações.

MÉTODOS

Esta seção apresenta conceitos construídos com base em uma revisão da literatura, através da investigação e análise dos aspectos relativos às estratégias empregadas no gerenciamento distribuído de informações em saúde utilizando o *blockchain*. Sendo assim, nesta pesquisa qualitativa e descritiva, foram realizadas: análise bibliométrica, análise de conteúdo e análise em rede dos estudos encontrados.

A revisão foi realizada em 2021, utilizando-se dos recursos da base Scopus, sendo escolhida especialmente

por seus padrões de qualidade e da sua abrangente cobertura interdisciplinar de periódicos (atualmente abarca cerca de 19,5 mil títulos de mais de 5.000 editoras internacionais, cobrindo cerca de 16.500 revistas)⁽²⁴⁾. Por conseguinte, a busca dos estudos valeu-se da definição da *string* de busca, com a concatenação das duas palavras no domínio de interesse: *blockchain* e *healthcare*, chegando-se às *strings* a seguir: “health OR healthcare” AND “blockchain”.

Na filtragem, o intervalo de datas compreendeu-se de 2016 a 2021, devido ser um período que apresenta o estudo de aplicações e visões mais consolidadas. Depois, constituiu-se da seleção de artigos com idioma inglês. Em seguida, foram selecionados somente os estudos publicados em revistas científicas (*journals*), excluindo todos que não fossem artigos finalizados, os anais de conferências, estudos não concluídos e capítulos de livros para manter o rigor e qualidade do conteúdo, resultando em 67 estudos. O último filtro concentrou-se na triagem de título e resumo com foco explicitamente na área de saúde, resultando 30 artigos para leitura completa.

Levantados e definidos os artigos, realizou-se a análise dos mesmos, utilizando as técnicas de análise bibliométrica através do *software* VOSviewer, análise de conteúdo com o auxílio do *software* Atlas.ti e por fim uma análise em rede.

A aplicação da bibliometria tem especial apelo na prospecção de tecnologias emergentes, onde diferentes direções de desenvolvimento e suas combinações disputam espaço para serem adotadas no futuro⁽²⁵⁾. A análise bibliométrica irá se relacionar com a contagem de publicações ou citações encontradas nos estudos⁽²⁶⁾.

A análise de conteúdo é uma técnica de investigação que ambiciona a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo. Logo, foram definidos quarenta códigos, agrupados em onze categorias. Em seguida a decodificação, adaptação e agrupamento se deram sempre norteados pelo referencial teórico da pesquisa. Por último, aplicou-se a técnica de análise em rede nos resultados estatísticos obtidos para orientar a associação dos estudos

e estratégias quanto à tecnologia⁽²⁷⁾.

RESULTADOS

Com base na revisão e nas seguintes análises: bibliométrica; de conteúdo; em rede; dos artigos selecionados, foram elaboradas as figuras e discussões nesta seção. A Figura 1 ilustra as publicações analisadas concentradas por ano de publicação, destacando-se no ano de 2020 com vinte e quatro artigos ou 80%. Quanto à distribuição geográfica das publicações relevantes, temos os principais países envolvidos: Reino Unido com 23%, a Índia e os Estados Unidos da América com 40%, Arábia Saudita com 17%. Dentre os documentos analisados, três revistas concentraram 33,3% do total de publicações, são elas a IEEE Access e a Sensors Switzerland com 26%, e por fim a Information Security and Applications com 7%.

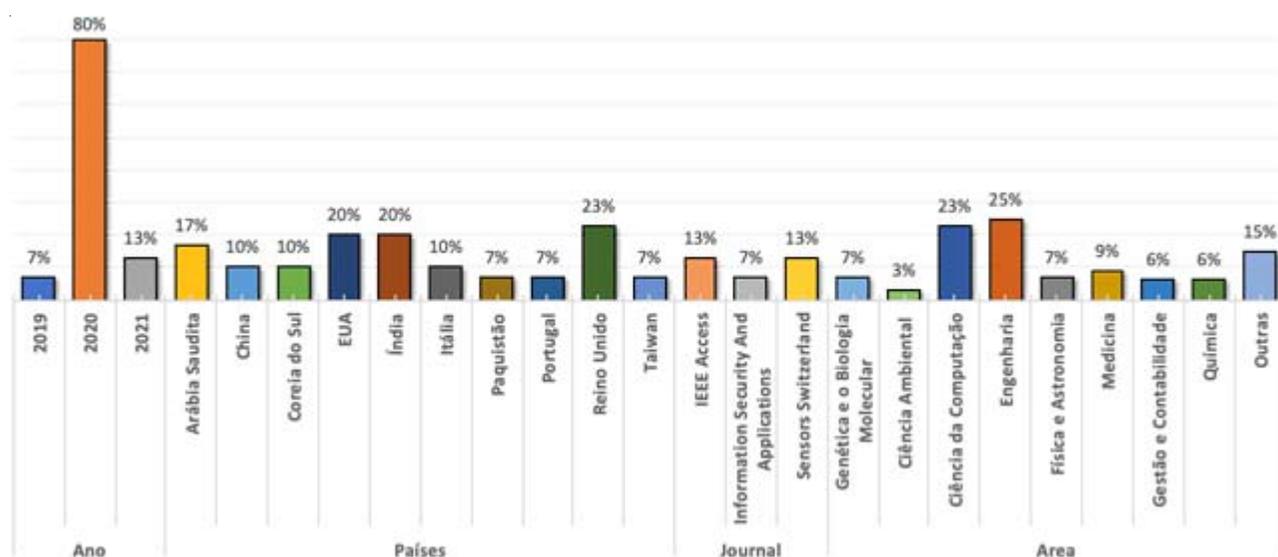
Nota-se que os artigos foram desenvolvidos em diversas áreas de estudo, com destaque para a Engenharia, presente em 25% dos documentos e Ciência da Computação com 23% das publicações, conforme ilustrado acima.

Na análise de coocorrência dos artigos, eles concentram em sua maioria nas palavras-chaves que representam o tema central do estudo, onde *Blockchain* e *Healthcare* seriam os centrais. Desse mapa de palavras, percebe-se que os autores utilizaram as mesmas palavras-chaves e devido os estudos apresentarem abordagem distintas da tecnologia *Blockchain* aplicada nos sistemas de saúde, nota-se ainda que existem outras palavras de bastante ocorrência entre os documentos (Figura 2).

Através da análise supracitada, conseguimos identificar alguns padrões, em relação à existência ou não de uma solução proposta, principais desafios enfrentados por sistemas inteligentes de gestão da saúde, assim como algumas aplicações da tecnologia *Blockchain* para a área da saúde.

Soluções propostas

Os trinta artigos examinados propuseram modelos e propostas práticas para o *blockchain* em saúde, entretanto,



Fonte: Autores, 2021

Figura 1 - Classificação dos resultados da revisão da literatura

Quadro 1 - Listagem de estudos que propuseram soluções com aplicação em campo.

Autores e Ano	Projeto	Descrição do Projeto	Integração	Citações
Cernian, A., et al. (2020)	PatientDataChain	Integração dos registros pessoais de saúde de fontes heterogêneas em um sistema de PHR unificado e descentralizado, com troca de dados aprimorada entre os atores da saúde.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR • Sensores • Sistemas farmacêuticos 	9
Akkaoui, R., et al. (2020)	EdgeMediChain	Arquitetura de autenticação e autorização para compartilhamento de dados de saúde, incluindo EMRs e PHD gerados de dispositivos IoMT.	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores <i>wearables</i> • <i>Internet of Medical Things</i> (IoMT) 	19
Jan, M. A., et al. (2021)	-	Mecanismo seguro de autenticação, coleta de dados e intercâmbio de Informações de Saúde Pública (PHI) através de sensores.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR • Sensores <i>wearables</i> 	12
Xu, J., et al. (2019)	Healthchain	Esquema de preservação de privacidade de dados de saúde em grande escala, os dados são criptografados para conduzir um controle de acesso refinado.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR • Sensores IOT 	111
Tahir, M., et al. (2020)	-	Arquitetura de integração de redes e aplicativos para autenticação de dispositivos IoT garantindo privacidade e integridade dos dados do usuário.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR • <i>Internet of Medical Things</i> (IoMT) 	11
Pandey, P., et al. (2020)	AarogyaChain	Registrar de forma transparente e segura os eventos de saúde do nascimento até a morte de um cidadão, oferecendo intolerância à corrupção e implementação eficiente de programas de seguro saúde em todo país.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR 	25
Khatoon, A., et al. (2019)	-	Permite a troca de registros médicos de forma segura com médicos, hospitais, organizações de pesquisa e partes interessadas, mantendo o controle total sobre a privacidade, agilizando procedimentos complexos.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR 	121
Celesti, A., et al. (2020)	-	Plataforma de telemedicina onde a equipe médica de diferentes hospitais coopera entre si formando uma equipe virtual capaz de realizar um fluxo de trabalho de saúde seguro e rápido.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR • <i>Internet of Medical Things</i> (IoMT) 	44
Jamil, F., et al. (2020)	-	Plataforma para monitoramento seguro dos sinais vitais dos pacientes em hospitais inteligentes. Eles são equipados com dispositivos que lê os sinais vitais e os compartilham com outros usuários autorizados.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR • <i>Internet of Medical Things</i> (IoMT) 	86
Abdellatif, A. A., et al. (2020)	ssHealth	Permite a troca segura de grandes quantidades de dados entre as entidades de saúde, integrando múltiplas entidades nacionais e internacionais e correlacionando eventos médicos críticos para gestão e monitoramento de epidemias com mais rapidez.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR • <i>Internet of Medical Things</i> (IoMT) • Sistemas de gestão farmacêutica 	32
Dhagarra, D., et al. (2019)	-	Fornecer estrutura integrativa em banco de dados de saúde sem comprometer a privacidade. Através de um número de identificação exclusivo (UID) formalizado e implementado pelo Governo da Índia para a identificação de todos pacientes.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR 	29
Stamatellis, C., et al. (2020)	Prehealth	Solução de gerenciamento eficaz de EHR utilizando um protocolo criptográfico Idemix, fornecendo recursos de preservação de privacidade e anonimato na atualização ou compartilhamento de registros privados.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR 	16
Islam, A., & Shin, S. Y. (2020)	Bhealth	Sistema de coleta de dados de saúde via veículo aéreo não tripulado, armazenando com segurança em servidor em nuvem mais próximo utilizando <i>blockchain</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores corporais (BoS) • Veículo aéreo não tripulado (Vant) 	41
Abou-Nassar, E., et al. (2020)	DITrust Chain	Sistema de contrato inteligente de saúde para gerenciamento de dados médicos para dar agilidade em procedimentos médicos complexos.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema EHR 	79

Fonte: Autores, 2021

em nível mais inferior de *stakeholder*, tais como *frameworks* e bibliotecas em código aberto, permitindo que instituições menores incorporassem sem serem coagidos a contratar um ambiente de computação em nuvem ou de ponta já disponível comercialmente.

Portanto, soluções que funcionem para torná-lo mais acessível, precisam ser exploradas e expandidas mais prontamente, possibilitando ser aproveitado e disponibilizado de forma mais ampla. O aprimoramento e expansão da confiança pública produzirá um ciclo

sustentável de crescimento e um avanço para o desenvolvimento de *hardwares*, ferramentas e aplicativos em toda a rede.

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, a relação entre *blockchain* e sistemas de saúde foi explorada e analisada. Os estudos referentes ao emprego da tecnologia aplicada a soluções para a área da saúde ainda são recentes, como mostrado na Figura 1. Distintos autores se mostram preocupados com os desafios e limitações enfrentados nos sistemas médicos, tais como interoperabilidade, segurança e privacidade dos dados do paciente, além das questões sociais relacionadas ao tema. A temática está sendo estudada em diversos países, com destaque para Reino Unido, Índia, Estados Unidos da América e Arábia Saudita, como demonstrado.

Blockchain apresenta um aumento da qualidade de transparência do sistema ao proporcionar o acesso a informações seguras aos *stakeholders* capacitados para utilizar a tecnologia e para todos participantes da cadeia. Ao amplificar tal transparência, estimulará o sentimento de confiança de todos os envolvidos na cadeia.

Soluções modernas e complexas começam a ficar disponíveis através da computação em nuvem para atender as principais lacunas e preocupações quanto à tecnologia, embora atualmente não atenda às necessidades das empresas em crescimento, em razão dos altos custos de implementação e manutenção. Essas preocupações

precisam ser trabalhadas para a melhoria do emprego do *blockchain*, tornando-o uma ferramenta que auxilia o usuário na decisão de como utilizar todas as suas potencialidades. Desta forma, ao se trabalhar no intuito de fazer o *blockchain* ser benéfico no gerenciamento seguro e eficiente de informações, o mesmo se tornará uma tecnologia mais conhecida, muito mais palpável e poderoso do que é atualmente.

Como direcionamento de pesquisas futuras, observa-se que as aplicações na área de saúde ainda estão em um estágio embrionário de investigação, todavia possui um grande potencial para o setor. Por isto, há uma necessidade de reunir líderes de saúde, governos, grupos de pesquisas, inovadores de tecnologia e outras partes interessadas para em conjunto enfrentar os inúmeros desafios que incomodam o setor há décadas. Paralelamente, diante das inovadoras aplicações e *frameworks* que estão sendo desenvolvidos e implementados, haverá a necessidade de uma avaliação da eficiência com mais profundidade usando métricas de medição de desempenho, além de concentrar na estrutura e na semântica dos dados trocados de tais soluções.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Financial Code 001), Unisinos e IFTO, pelo apoio a este trabalho.

REFERÊNCIAS

- Cernian, A., Tiganoia, B., Sacala, I. S., Pavel, A., & Iftemi, A. (2020). Patientdatachain: A blockchain-based approach to integrate personal health records. *Sensors (Switzerland)*, 20(22), 1–24. <https://doi.org/10.3390/s20226538>
- Dong, X. N., Lin, Z. K., & Dong, Z. S. (2012). The research on the electronic supervision of drug distribution system control. *Advanced Materials Research*, 468–471, 1189–1194. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.468-471.1189>
- Tanwar, S., Parekh, K., & Evans, R. (2020). Blockchain-based electronic healthcare record system for healthcare 4.0 applications. *Journal of Information Security and Applications*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2019.102407>
- Roehrs, A., Da Costa, C. A., & da Rosa Righi, R. (2017). OmniPHR: A distributed architecture model to integrate personal health records. *Journal of biomedical informatics*, 71, 70–81.
- Tamersoy, A., Loukides, G., Nergiz, M. E., Saygin, Y., & Malin, B. (2012). Anonymization of longitudinal electronic medical records. *IEEE transactions on information technology in medicine/ : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 16(3), 413–423. <https://doi.org/10.1109/TTTB.2012.2185850>
- Akkaoui, R., Hei, X., & Cheng, W. (2020). EdgeMediChain: A Hybrid Edge Blockchain-Based Framework for Health Data Exchange. *IEEE Access*, 8, 113467–113486. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3003575>
- McGhin, T., Choo, K. K. R., Liu, C. Z., & He, D. (2019). Blockchain in healthcare applications: Research challenges and opportunities. *Journal of Network and Computer Applications*, 135(January), 62–75. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.02.027>
- Jan, M. A., Cai, J., Gao, X. C., Khan, F., Mastorakis, S., Usman, M., Alazab, M., & Watters, P. (2021). Security and blockchain convergence with Internet of Multimedia Things: Current trends, research challenges and future directions. *Journal of Network and Computer Applications*, 175(November 2020), 102918. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102918>
- Xu, J., Xue, K., Li, S., Tian, H., Hong, J., Hong, P., & Yu, N. (2019). Healthchain: A Blockchain-Based Privacy Preserving Scheme for Large-Scale Health Data. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5), 8770–8781. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2923525>
- Huang, E.-W., & Liou, D.-M. (2007). Performance analysis of a medical record exchanges model. *IEEE transactions on information technology in biomedicine: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 11(2), 153–160. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17390985>
- Wright, C. S. (2019). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *SSRN Electronic Journal*, 1–12. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3440802>
- Kiberu, V. M., Mars, M., & Scott, R. E. (2019). Development of an evidence-based e-health readiness assessment framework for Uganda. *Health Information Management Journal*. <https://doi.org/10.1177/1833358319839253>
- Pólvora, A., Nascimento, S., Lourenço, J. S., & Scapolo, F. (2020). Blockchain for industrial transformations: A forward-looking approach with multi-stakeholder engagement for policy advice. *Technological Forecasting and Social Change*, 157(December 2018), 120091. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120091>
- Tripathi, G., Ahad, M. A., & Paiva, S. (2020). S2HS - A blockchain based approach for smart healthcare system. *Healthcare*, 8(1), 100391. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2019.100391>
- Mettler, M., & Hsg, M. A. (2016). 2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016. 2016 IEEE 18th Interna-

- tional Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016, 16–18.
16. Albahli, S., Khan, R. U., & Qamar, A. M. (2020). A blockchain-based architecture for smart healthcare system: A case study of Saudi Arabia. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 5(1), 40–47. <https://doi.org/10.25046/aj050106>
 17. Dhagarra, D., Goswami, M., Sarma, P. R. S., & Choudhury, A. (2019). Big Data and blockchain supported conceptual model for enhanced healthcare coverage: The Indian context. *Business Process Management Journal*, 25(7), 1612–1632. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2018-0164>
 18. Moura, L. M. F. de, Brauner, D. F., & Janissek-Muniz, R. (2020). Blockchain e a Perspectiva Tecnológica para a Administração Pública: Uma Revisão Sistemática. *Revista de Administração Contemporânea*, 24(3), 259–274. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2020190171>
 19. Blockchain, W. I. S. (2016). Blockchain/: the Promise of Smart Contracts. 8(February), 2–5.
 20. Agostinho, B., Schreiner, G., Gomes, F., Pinto, A. S. R., & Dantas, M. (2019). Unificação de Dados de Saúde Através do Uso de Blockchain e Smart Contracts. 31–40. <https://doi.org/10.5753/erbd.2019.8476>
 21. da Conceição, A. F., Rocha, V. M., & de Paula, R. F. (2019). Blockchain e Aplicações em Saúde. *Sociedade Brasileira de Computação*.
 22. Szabo, N. (1997). Formalizing and securing relationships on public networks. *First Monday*, 2(9). <https://doi.org/10.5210/fm.v2i9.548>
 23. Tansel, A. U. (2013). Innovation through Patient Health Records. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 75, 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.021>
 24. Tahir, M., Sardaraz, M., Muhammad, S., & Khan, M. S. (2020). A lightweight authentication and authorization framework for blockchain-enabled IoT network in health-informatics. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/SU12176960>.
 25. Yang, J., Onik, M. M. H., Lee, N. Y., Ahmed, M., & Kim, C. S. (2019). Proof-of-familiarity: A privacy-preserved blockchain scheme for collaborative medical decision-making [Article]. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(7), Article 1370. <https://doi.org/10.3390/app9071370>
 26. Yoshida, N. D. (2010). Análise bibliométrica: um estudo aplicado à previsão tecnológica. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 2(1), 52-84.
 27. Coates, V., Farooque, M., Klavans, R., Lapid, K., Linstone, H. A., Pistorius, C., & Porter, A. L. (2001). Technological forecasting and social change, 67(1), 1-17.
 28. Araujo, A. L. S. O., Andrade, W., Guerrero, D., Melo, M., & de Souza, I. M. L. (2018). Análise de rede na identificação de habilidades relacionadas ao pensamento computacional. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Vol. 29, No. 1, p. 655)*.
 29. Margheri, A., Masi, M., Miladi, A., Sassone, V., & Rosenzweig, J. (2020). Decentralised provenance for healthcare data. *International Journal of Medical Informatics*, 141(March), 104197. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104197>