



Universidade do Estado de Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Faculdade de Ciências Médicas

Isaque Benevides Castro Carvalho

Prontuário eletrônico odontológico com uso da tecnologia blockchain

Rio de Janeiro

2022

Isaque Benevides Castro Carvalho

Prontuário eletrônico odontológico com uso da tecnologia blockchain

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Telemedicina e Telessaúde, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marcia Maria Pereira Rendeiro

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

C331 Carvalho, Isaque Benevides Castro.
Prontuário eletrônico odontológico com uso da tecnologia blockchain / Isaque Benevides Castro Carvalho. – 2022.
69 f.

Orientadora: Prof.^a Dra. Márcia Maria Pereira Rendeiro

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Médicas. Pós-graduação em Telemedicina e Telessaúde.

1. Registros eletrônicos de saúde – Instrumentação – Teses. 2. Sistemas de informação em saúde – Teses. 3. Blockchain – Teses. 4. Odontologia – Teses. I. Rendeiro, Márcia Maria Pereira. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

CDU 616.314:004

Bibliotecária: Felipe Caldonazzo
CRB7/7341

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Isaque Benevides Castro Carvalho

Prontuário eletrônico odontológico com uso da tecnologia blockchain

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Telemedicina e Telessaúde, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 07 de julho de 2022.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Marcia Maria Pereira Rendeiro (Orientadora)
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof. Dr. Igor Machado Coelho
Universidade Federal Fluminense

Prof.^a Dra. Rosa Maria Esteves Moreira da Costa
Instituto de Matemática e Estatística - UERJ

Rio de Janeiro

2022

DEDICATÓRIA

A minha esposa Kely, amorosa, dedicada, generosa, compreensiva e aos meus filhos amados Gustavo e Júlia, dedico esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu Deus que me ampara, me conforta e me dá forças quando já não as possuo. A minha família pelo apoio incondicional e irrestrito principalmente de minha amada esposa Kely.

Aos meus pais que sempre estão em amor e oração junto a mim.

A minha orientadora Prof. Dra. Marcia Maria Pereira que desde o início sempre me incentivou com paciência e generosidade me mostrando o caminho a percorrer.

Ao Prof. Dr Igor Machado Coelho por ter acreditado e me incentivado com projeto relacionado a tecnologia blockchain tendo compartilhado muito conhecimento para meu enriquecimento no assunto.

Prof.^aDra Rosa Maria Esteves Moreira da Costa pelas orientações.

Agradeço ao Diretor da Odontoclínica Central do Exército, Cel Renato Alves da Rocha Almeida, um amigo, que sempre me incentivou a progredir profissionalmente com apoio incondicional.

Aos meus colegas de turma do mestrado, em especial meu amigo Gustavo Wanderley Lopes de Azevedo que sempre me apoiou nas dificuldades.

Ao corpo discente, docente e da secretaria do Curso de Mestrado Profissional em Telemedicina e Telessaúde da UERJ.

RESUMO

CARVALHO, Isaque Benevides Castro. *Prontuário eletrônico odontológico com uso da tecnologia blockchain*. 2022. 69 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Telemedicina e Telessaúde) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

O armazenamento de dados de pacientes em prontuários é realizado de forma centralizada, dificultando o acesso de pacientes a esses dados confidenciais, em notório prejuízo ao controle desse paciente aos registros odontológicos e ao acompanhamento detalhado das etapas de um determinado tratamento odontológico. O controle de prontuários odontológicos, por esse motivo, é prerrogativa exclusiva de cirurgiões-dentistas. O paciente, em muitas situações, desconhece totalmente as anotações registradas no próprio prontuário. Neste sentido, esta pesquisa objetiva identificar os estudos sobre a aplicação da tecnologia *blockchain* na área da saúde e, através destas informações, definir os requisitos de um protótipo de prontuário eletrônico odontológico que prevê o uso da tecnologia *blockchain*. Trata-se de uma revisão integrativa. A pergunta norteadora da pesquisa foi: quais as aplicações da tecnologia *blockchain* na gestão dos prontuários eletrônicos de saúde? A busca bibliográfica ocorreu em 2022, utilizando publicações (artigos, dissertações e teses) dos últimos 10 anos, nas bases de dados eletrônicos MEDLINE, *Web of Science* e *Scopus*. Além disso, foram identificados requisitos e cenários de uso. A revisão integrativa recuperou 18.728 estudos, através dos descritores “*blockchain*” ou “*smartcontracts*”. Através da aplicação dos conceitos de exclusão, inclusão e qualidade, foram recuperados e utilizados nesta revisão 83 estudos. A descrição dos cenários auxiliou no entendimento das necessidades, requisitos e da aceitabilidade do projeto e sua viabilidade. A plataforma *blockchain* proporciona o desenvolvimento de uma aplicação descentralizada, na qual o padrão de transações de dados não é controlado por nenhuma organização intermediária. A transação de dados das entidades é armazenada em um banco de dados descentralizado de forma verificável, segura, imutável e transparente com carimbo de hora e outros detalhes relevantes. O número de estudos sobre *blockchains* em aplicações de saúde continua aumentando, embora algumas aplicações da tecnologia ainda apresentem imitações que permanecem sem solução. Apesar do excelente potencial e do grande interesse na tecnologia *blockchain*, avaliamos que seu impacto no armazenamento de prontuários de pacientes, permanece na fase de documentação e as aplicações de pesquisa e atendimento clínico, ainda precisam ser desenvolvidas. A maioria dos estudos baseados em soluções *blockchain*, continuam na forma de novos conceitos e em alguns casos, operacionalmente com base de dados de usuários restrita. O futuro da tecnologia *blockchain* que elimina intermediários, tem imenso potencial para exercer um efeito positivo significativo no armazenamento de dados de pacientes na área da saúde.

Palavras-chave: Blockchain. Odontologia. Prontuário Eletrônico.

ABSTRACT

CARVALHO, Isaque Benevides Castro. *Electronic Dental Record Using Blockchain Technology*. 2022. 69 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Telemedicina e Telessaúde) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The storage of patient data in medical records is performed centrally, making it difficult for patients to access this confidential data, which is notoriously detrimental to the control of this patient over dental records and the detailed monitoring of the steps of a given dental treatment. The control of dental records, for this reason, is the exclusive prerogative of dentists. The patient, in many situations, is totally unaware of the notes recorded in the chart itself. In this sense, this research aims to identify studies on the application of blockchain technology in the health area and, through this information, define the requirements of a prototype of an electronic dental record that provides for the use of blockchain technology. This is an integrative review. The guiding question of the research was: what are the applications of blockchain technology in the management of electronic health records? The bibliographic search took place in 2022, using publications (articles, dissertations and theses) from the last 10 years, in the electronic databases MEDLINE, Web of Science and Scopus. In addition, requirements and usage scenarios were identified. The integrative review retrieved 18,728 studies, using the descriptors “blockchain” or “smart contracts”. Through the application of the concepts of exclusion, inclusion and quality, 83 studies were retrieved and used in this review. The description of the scenarios helped to understand the needs, requirements and acceptability of the project and its feasibility. The blockchain platform provides the development of a decentralized application, in which the pattern of data transactions is not controlled by any intermediary organization. Entities transaction data is stored in a decentralized database in a verifiable, secure, immutable and transparent manner with time stamp and other relevant details. The number of studies on blockchains in healthcare applications continues to increase, although some applications of the technology still have imitations that remain unsolved. Despite the excellent potential and the great interest in blockchain technology, we assess that its impact on the storage of patient records remains in the documentation phase and research and clinical care applications still need to be developed. Most studies based on blockchain solutions continue in the form of new concepts and in some cases, operationally based on restricted user data. The future of blockchain technology that eliminates middlemen has immense potential to exert a significant positive effect on the storage of patient data in healthcare.

Keywords: Blockchain. Dentistry. Electronic Record.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Exemplo de arquitetura da <i>blockchain</i>	22
Figura 2 –	Tabela PRISMA para o fluxo de seleção dos artigos de revisão integrativa.....	32
Figura 3–	Infográfico do cenário para criação do modelo de prontuário	47
Figura 4–	Infográfico do cenário para o desenvolvimento dos smartcontracts .	48
Figura 5–	Infográfico do cenário para cadastramento no sistema/aplicativo/site	49
Figura 6–	Fluxo sistêmico para criação da conta/carteira, fornecimentos de informações e permissão	50
Figura 7–	Infográfico do cenário para acesso do paciente ao sistema	51
Figura 8–	Cadastramento de usuário paciente.....	52
Figura 9–	Infográfico do cenário para acesso do usuário profissional.....	53
Figura 10 –	Fluxograma compartilhamento do ambiente <i>blockchain</i> por pacientes e profissionais de saúde	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Processo de criação do código de pesquisa de publicações disponíveis na literatura consultada	28
Tabela 2 – Tabela 2 – Volume de publicações obtidas de acordo com os códigos de pesquisa utilizados	31
Tabela 3 – Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura obre o uso da blockchain na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CFO	Conselho Federal de Odontologia.
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados.
PEP	Prontuário Eletrônico de Paciente.
IPFS	InterPlanetary File System - Sistema de Arquivos Interplanetário

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	12
1	OBJETIVOS	15
1.1	Objetivo Geral	15
1.2	Objetivos Específicos	15
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1	Prontuários Eletrônicos de Pacientes	16
2.2	Prontuários Eletrônicos Odontológicos	17
2.3	Tecnologia <i>Blockchain</i>	20
2.4	A tecnologia <i>blockchain</i> na saúde	22
2.5	Prontuários eletrônicos e <i>Blockchain</i>	24
3	MATERIAL E MÉTODO	27
3.1	Revisão integrativa da literatura	27
3.2	Identificação dos requisitos	29
3.3	Cenários de uso	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Dados disponíveis na Literatura	31
4.2	Problema técnico 1: segurança dos dados armazenados no registro de saúde	41
4.3	Problema técnico2: proteção da privacidade dos dados no registro de saúde	41
4.4	Problema técnico 3: garantia da integridade dos dados e sua disponibilidade	41
4.5	Problema técnico 4: acesso aos controles no sistema de saúde	42
4.6	Problema técnico 5: interoperabilidade de dados no sistema de saúde	42
4.7	Problema técnico 6: gerenciamento dos dados no sistema de saúde	42
4.8	Recomendações para pesquisadores	43
4.9	Recomendações para desenvolvedores	43
4.10	Recomendações para organizações e sistemas de saúde	44
4.11	Requisitos	44
4.12	Cenários de uso	46

4.12.1	<u>Cenário 1: Criação do modelo de protótipo do prontuário eletrônico</u>	46
4.12.2	<u>Cenário 2: Desenvolvimento dos contratos inteligentes</u>	47
4.12.3	<u>Cenário 3: Cadastramento no sistema/aplicativo/site</u>	48
4.12.4	<u>Cenário 4: Acesso ao sistema enquanto usuário paciente</u>	50
4.12.5	<u>Cenário 5: Acesso ao sistema enquanto usuário profissional</u>	52
4.13	Perspectivas para elaboração do protótipo do Prontuário Eletrônico	54
	CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS	57
	REFERÊNCIAS	59

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Preservar dados confidenciais de pacientes constitui-se entre os principais desafios da prática odontológica cotidiana. Esse cuidado decorre, principalmente, em resposta ao crescimento exponencial de informações digitais disponíveis, acerca do estado clínico e demais peculiaridades inerentes àqueles que demandam atendimento em consultórios e clínicas especializadas em odontologia.

Perfaz-se em obstáculo, então, aliar segurança de dados, criação de repositórios confiáveis, acesso rápido e prático de pacientes a essas informações e, concomitantemente, conquistar confiança de pacientes nos processos envolvidos em toda essa dinâmica. Tudo isso pode ser superado, no entanto, com adoção, por exemplo, de soluções desenvolvidas no âmbito da tecnologia digital.

Registre-se, a propósito, que a relação médico-paciente se fundamenta na percepção de confiança absoluta. Esse atributo, pois, perpassa todas as instâncias do atendimento. Ciente desse primado insofismável, o exercício da odontologia deve, sobretudo, responder a demandas correlatas e a demais cuidados que se constituam em conforto, segurança e crença integral na condução ética e responsável do cirurgião-dentista.

Destaque-se, aqui, por sua vez, as dificuldades de implantação de soluções de digitalização de informações no Brasil e no mundo. Elas necessitam de providências e demais protocolos que se traduzam na proteção completa de dados em conformidade com o preceito legal respectivo que os fundamentam, sempre, claro, sob a perspectiva da legislação de cada país, que, dessa maneira, normatiza e prevê garantias à inviolabilidade intrínseca a esses registros sob a devida tutela do amparo jurídico.

No Brasil, o Conselho Federal de Odontologia (CFO), por sua vez, recomenda ao cirurgião-dentista protocolos que deverão ser seguidos no ato de registros de pacientes. De acordo com o CFO, pois, é basilar constar a identificação, breve histórico clínico, exames de saúde detalhados, planos de abordagem terapêutica e a evolução de tratamentos.

Implementar esses protocolos de segurança em soluções virtuais de maneira hegemônica na prática da odontologia, portanto, significará a reiteração do primado da confiança e, conseqüentemente, da percepção fidedigna de bem-estar integral na relação paciente-médico.

O avanço no desenvolvimento de ferramentas tecnológicas, por sua vez, provoca mudanças de hábitos e apresenta soluções para a humanidade, contribuindo, também, para o

advento de melhorias no segmento de Saúde. A segurança e a usabilidade destacam-se entre os principais benefícios oferecidos pelo progresso tecnológico a esse nicho profissional. Na Odontologia, a propósito, os sistemas de Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) transformam e modernizam, pouco a pouco, no Brasil e no mundo, a rotina de registros de dados de pacientes em consultórios e clínicas especializadas. O Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) constitui-se em registro digital com todas as informações inerentes ao paciente, em substituição ao registro manual consolidado e praticado até há pouco.

O armazenamento de dados de pacientes em prontuários, ainda hoje, é realizado de forma centralizada. Essa característica, por sua vez, dificulta o acesso de pacientes a esses dados confidenciais, em notório prejuízo ao controle desse paciente aos registros odontológicos e ao acompanhamento detalhado das etapas de um determinado tratamento odontológico. O controle de prontuários odontológicos, por esse motivo, é prerrogativa exclusiva de cirurgiões-dentistas. O paciente, em muitas situações, desconhece totalmente as anotações registradas no próprio prontuário.

O advento dos prontuários eletrônicos odontológicos, portanto, chega, aos poucos, ao Brasil e ao mundo, para criar protocolos mais práticos e seguros no armazenamento de dados e, paralelamente, restaurar a confiança integral - perpetrada em comunicação fluida, clara, recíproca e objetiva entre pacientes e cirurgiões-dentistas - primado fundamental para a consecução dessa prática médica cotidiana.

Muitos pacientes, até aqui, a propósito, não conseguem acessar os registros odontológicos quando necessitam dar sequência a um determinado tratamento, justamente por dificuldades impostas pela comunicação obliterada com cirurgiões-dentistas ou mesmo com funcionários que atuam em consultórios e clínicas odontológicas. Garantir o acesso a informações pessoais e confidenciais a milhares de pacientes, então, impõe-se como prerrogativa indissociável à atividade odontológica amparada em preceitos de justiça, igualdade e conduta ética, notadamente por constituir-se em direito inalienável.

A tecnologia *blockchain*, por sua vez, em tradução livre e adaptada do inglês, é uma espécie de cinturão de blocos virtuais, desenvolvido para armazenar dados, no qual cada um contém um arquivo e um *hash* (soluções criptografadas que imprimem características invioláveis em nome da segurança desses dados), que garante a inviolabilidade de informações acondicionadas naquele espaço virtual. Essa tecnologia despontou pós-crise financeira de 2008, juntamente com o advento da moeda virtual Bitcoin e conquistou preponderância ao ser empregada em segmentos de Finanças, Tecnologia, Indústria e em outros tantos, incluindo a Saúde. Essa tecnologia é atualmente utilizada em registros

eletrônicos de saúde, fundamentalmente por associar características descentralizadoras com relevância incontestável em segurança, integridade, autenticidade e validação.

O presente trabalho objetiva identificar os estudos sobre a aplicação da tecnologia *blockchain* na área da saúde e, através destas informações, definir os requisitos de um Protótipo de Prontuário Eletrônico Odontológico que prevê o uso da tecnologia *blockchain*, a fim de oferecer segurança, proteção e interação fluida de dados e, adicionalmente, propiciar o acesso de pacientes a essas informações estratégicas e confidenciais e, dessa maneira, reiterar e ressignificar o primado da confiança e, conseqüentemente, da percepção fidedigna de bem-estar integral na relação paciente-dentista.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Identificar os estudos sobre a aplicação da tecnologia *blockchain* na área da saúde e, através destas informações, definir os requisitos de um Protótipo de Prontuário Eletrônico Odontológico que prevê o uso da tecnologia *blockchain*.

1.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar uma revisão integrativa da literatura sobre a aplicação da tecnologia *blockchain* para um sistema de prontuários eletrônicos;
- b) Descrever as vantagens de operacionalização da tecnologia *blockchain* em prontuários odontológicos e sua aplicabilidade;
- c) Estabelecer os requisitos, de acordo com a literatura, sobre a tecnologia *blockchain* aplicada ao uso de prontuários eletrônicos odontológico de pacientes;
- d) Discutir os requisitos propostos por meio da definição de cenários de uso.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Prontuários Eletrônicos de Pacientes (PEP)

De acordo com Coltri e Silva (2019) “Prontuário eletrônico é o conjunto de documentos do paciente, elaborado e armazenado em meio eletrônico, em determinado sistema, com a devida certificação de autenticidade”.O sistema tradicional de gestão de registros de prontuários depende basicamente de documentos manuscritos, que apresentam muitas desvantagens, como informações cronológicas desorganizadas, dados insuficientes, registros violáveis, redundância de dados, inconsistência na escrita à mão e sendo por vezes ineficiente (POONGUZHALI et al., 2020).Essa realidade conspirava contra preceitos de eficiência, segurança e organização, dentre outras, além de apresentar, reiteradamente, risco de duplicação de dados. Os sistemas de Prontuários Eletrônicos de Pacientes (PEP) foram implementados em vários hospitais em todo o mundo, devido a vantagens e benefícios oferecidos, principalmente na melhoria de segurança e na relação vantajosa de custo-benefício. Os PEP são considerados vitais ao setor de saúde, pois oferecem várias funcionalidades para esse segmento profissional. As principais são: armazenamento eletrônico de registros médicos, gerenciamento de compromissos, faturamento, contabilidade e testes de laboratório. Tais funcionalidades estão disponíveis em muitos dos sistemas de PEP usados em segmentos de Saúde. Os objetivos principais, portanto, são propiciar segurança e possibilitar registros médicos compartilháveis em diferentes plataformas (SHAHNAZ, 2019).

Lourenção e Júnior (2016), destacam a esse propósito, que os prontuários eletrônicos permitem otimizar a segurança e a auditoria de informações armazenadas, resultando em maior privacidade a todos os envolvidos. Ressaltam, ainda, aspectos positivos inerentes à implantação dessa solução digital, tais como aperfeiçoar práticas de preservação de informações de pacientes, reduzir custos operacionais, racionalizar atividades cotidianas, melhorar a qualidade do atendimento e aprimorar a gestão em Saúde.Segundo Aranha (2019), com o advento da Internet e da computação em nuvem, os prontuários eletrônicos transformaram-se em importantes ferramentas, não apenas de registro e organização de informações ao médico sobre pacientes, mas sobretudo, como veículo principal, por meio do qual médicos e pacientes podem acessar informações e, igualmente, inserir com rapidez, facilidade e segurança dados pertinentes à saúde. No segmento de Saúde Digital, o paciente

dispõe de aplicativos integrados a prontuários eletrônicos que possibilitam, por exemplo, enviar resultados de exames laboratoriais e de imagem.

Os PEP's, apesar de toda evolução, ainda apresentam entraves em etapas de implementação. Prescinde-se, nessa hora, por exemplo, da falta de padronização em terminologias. Essa situação provoca a perda ou inviabiliza muito dos recursos que poderiam ser disponibilizados, tais como alertas, sistemas de apoio à decisão, pesquisas clínicas e outros. A ausência em si de recursos de segurança e confidencialidade gera descrédito e diminui a confiança de usuários. A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), entretanto, estabelece regras para o tratamento de informações de pessoas físicas por outros indivíduos ou pessoas jurídicas. Essa legislação visa conferir mais segurança jurídica para todos os envolvidos: pacientes, profissionais de saúde, operadoras de saúde e desenvolvedores de sistemas (ARANHA, 2019).

O PEP é uma exigência da atual sociedade da informação, primordialmente por facilitar o armazenamento e, posteriormente, o processamento de informações de pacientes, perpetrando-se em auxílio expressivo a profissionais de saúde na elaboração de diagnósticos mais precisos e na orientação terapêutica adequada (MONTEIRO, 2019). Guo et al. (2018), destacam que os registros eletrônicos de saúde são, ainda hoje, totalmente controlados por profissionais de saúde, realidade que, por ser assim, impossibilita o acesso de pacientes aos próprios dados. Os pacientes precisam, muitas vezes, estar atentos a detalhes demandados pelos próprios cuidados de saúde e, também, monitorar o gerenciamento de seus próprios dados disponibilizados.

Um problema crítico que sistemas de saúde em todo o mundo enfrentam, é como compartilhar informações e dados médicos com diversas finalidades, e, ainda assim, garantir integridade e inviolabilidade desses dados (HALANKA, 2017). O compartilhamento de informações entre os sistemas de registros médicos eletrônicos aumentou a preocupação sobre segurança, porque esses dados de saúde são potencialmente acessíveis a uma variedade de usuários, realidade que pode levar à exposição absoluta e indesejável desses dados (ALSHALALI et al., 2018).

2.2 Prontuários Eletrônicos Odontológicos

Até o ano de 1992, a terminologia utilizada para descrever o documento que agrega as informações relativas a pacientes era Ficha Clínica. A quantidade de informações e a variabilidade de dados que estas Fichas Clínicas agregavam, entretanto, começaram a ser

consideradas insuficientes. O Parecer 125/92 aprovado e emitido pelo Conselho Federal de Odontologia (CFO), modificou a terminologia a ser utilizada para descrever o documento, que passou a se chamar Prontuário Odontológico. O CFO também definiu o conteúdo e informações necessários que devem ser observados na criação do prontuário, não existindo, entretanto, uma forma ou modelo rígido para que este documento tenha sua efetividade e alcance sua finalidade de registro e documentação oficial. Os requisitos definidos para guiar a correta elaboração são os seguintes: a individualização de paciente (e sua ficha de anamnese com sua história pregressa, familiar, histórico médico e odontológico) e do profissional, o estado clínico bucal do início do atendimento e a queixa do paciente, anotações sobre planos, opções, execução e evolução de tratamentos, termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE), exames e receitas, atestados e orientações (COELHO et al., 2017).

O documento, preenchido de maneira correta, com informações concisas e de qualidade tem importância tanto para o profissional, no sentido clínico, administrativo e legal, garantindo para aquele que pratica a odontologia defensiva, o resguardando de eventuais questionamentos e suspeitas sobre sua atuação, quanto para o paciente que tem direito de posse e acesso à dados relativos a si próprio (COELHO et al., 2017). Um prontuário odontológico é, portanto, uma ferramenta essencial e indispensável que propicia ao profissional, ofertar um trabalho com qualidade e eficácia. Com a utilização dos prontuários pode-se avaliar a evolução do tratamento (SANTOS; CARVALHO, 2014).

De acordo com Santos e Carvalho (2014), a digitalização, que tornou possível a criação de documentações eletrônicas digitais, já é uma realidade nos consultórios odontológicos na forma de prontuários eletrônicos. Ainda segundo os autores, o uso inadequado desta tecnologia pode acarretar problemas éticos e legais, uma vez que o profissional deve trabalhar observando a consonância com o que dispõe o Código de Ética Odontológica. O Código de Ética Odontológica (2012), versa sobre os deveres obrigatórios e o comportamento ético profissional que deve ser atentado no exercício da profissão. De acordo com ele é dever do profissional:

Art 8, inciso X - elaborar e manter atualizados os prontuários na forma das normas em vigor, incluindo os prontuários digitais

Art 17- É obrigatória a elaboração e a manutenção de forma legível e atualizada de prontuário e a sua conservação em arquivo próprio, seja de forma física ou digital (BRASIL, 2012).

O cirurgião-dentista deve sempre pautar-se pela legalidade e ética de seus atos, sendo de suma importância e imprescindível a boa escrita nos prontuários odontológicos, inclusive nos eletrônicos com correto relato semiológico e da evolução do tratamento do paciente.

Ademais o profissional poderá incorrer em infração caso negue ou dificulte o acesso do paciente à cópia e posse do Prontuário quando requisitado, conforme dispõe o artigo 18:

Art 18. Constitui infração ética: I - negar, ao paciente ou periciado, acesso a seu prontuário, deixar de lhe fornecer cópia quando solicitada, bem como deixar de lhe dar explicações necessárias à sua compreensão, salvo quando ocasionarem riscos ao próprio paciente ou a terceiros (BRASIL, 2012).

Tal intercorrência que pode advir da negativa de acesso do prontuário, seja por que o profissional não o elaborou ou não possui mais o documento sob sua guarda, poderia vir a ser evitada caso Sistemas como o proposto neste trabalho sejam postos em funcionamento, pois facilitaria o lado do profissional que entraria em um espaço que está sempre disponível ao paciente e onde basta o preenchimento do Prontuário eletrônico, tornando o processo mais ágil, pois não haveria necessidade de o próprio profissional confeccionar seu modelo de Prontuário; e rápido, pois apenas haveria a necessidade de preenchimento e verificação para que, automaticamente, o paciente tenha para si posse (na forma digital/eletrônica) do documento.

A substituição de documentos físicos por documentos digitais já vinha acontecendo antes de 2019, e foi ainda mais aprofundada pela pandemia que vivemos e suas imposições de distanciamento físico e social. Essa forma de adequação dos registros a um mundo cada vez mais digitalizado impõe, certamente, dificuldades das mais variadas: o desconhecimento sobre como se operam sistemas, aplicativos e máquinas; a insegurança na utilização dessas novas tecnologias por desconhecimento de como operam, suas funcionalidades e limitações. A passividade de manipulação de informações e conteúdo é outra questão que gera inseguranças que poderiam fragilizar a segurança jurídica dessas relações.

Apesar das incertezas que cercam as novas tecnologias elas têm sido incorporadas na vida cotidiana e profissional. Santos e Carvalho (2014), abordam sobre Prontuários eletrônicos e como eles podem obedecer às normas determinadas pelo CFO que, no ano de 2009, aprovou as normas técnicas acerca da digitalização, do uso de sistemas informatizados e sobre como o mesmo necessita de mecanismos de autenticidade, confidencialidade, integridade e segurança dos documentos. O CFO também lançou a Resolução 91, informando que, apenas softwares que tenham certificação junto à Sociedade Brasileira de Informática e

Saúde (SBIS), podem substituir legalmente os prontuários convencionais. Apesar dessa determinação, a falta de certificações pelas empresas que prestam esses serviços de prontuários eletrônicos é constatada pelos autores (SANTOS;CARVALHO, 2014).

2.3 Tecnologia *Blockchain*

Ulrich (2014), descreve a tecnologia *blockchain* como um livro de registros de razão público, distribuído, sendo um “grande banco de dados públicos contendo o histórico de todas as transações realizadas”.A tecnologia *blockchain* é baseada na noção de um livro razão distribuído, que atua como um banco de dados composto por informações sobre o histórico de transações envolvendo esses agentes. É constantemente auditado por grupos de agentes selecionados de acordo com diferentes políticas, a depender do domínio do aplicativo (MAYER et al., 2019).

De acordo com Malik et al. (2020), a tecnologia *blockchain* constitui-se em séries de registros de dados imutáveis que podem potencializar cadeias de abastecimento existentes com rastreabilidade, proveniência, informações de propriedade e soluções antifraude. Em cadeias de abastecimento baseadas em *blockchain*, eventos como dados de comércio, propriedade e localização são *hash*. Essas transações são agrupadas em blocos que estão ligados entre si com criptografias, que as tornam invioláveis e imutáveis.Esta tecnologia foi mencionada pela primeira vez no ano de 2008, quando ocorreu o lançamento da Bitcoin e seu *whitepaper*, que descrevia os objetivos e o funcionamento da moeda digital descentralizada e independente de sistemas financeiros tradicionais. A *blockchain* é uma cadeia de blocos *peer-to-peer*criptografada que vem sendo aprimorada desde então, atualmente já está sendo construída uma terceira geração da tecnologia (3.0), que foca esforços em aplicações não-financeiras, ampliando os propósitos e possibilidades gerais desta (AGBO; MAHMOUD; KLUND, 2019).

A tecnologia *blockchain* com suas características de descentralização e de confiança, demonstra, ao longo do tempo, potencial de aplicação em vários setores, inclusive na área da Saúde Digital, potencialmente possibilitando o compartilhamento seguro de Registros Eletrônicos de Saúde e gerenciamento de acesso a dados entre múltiplas entidades médicas. A implementação de *blockchain*, portanto, pode oferecer soluções promissoras que promovam benefícios à saúde e, assim, revolucionar o segmento de Saúde (NGUYEN et al., 2019).

Poonguzhali et al. (2020), descrevem as principais característica da tecnologia *blockchain*:

Imutabilidade: os registros na transação uma vez atualizados não podem ser alterados e os dados são armazenados permanentemente

Descentralização: uma cópia dos dados é armazenada em todos os nós da rede, o que faz com que os dados sejam descentralizados.

Consenso: cada bloco é verificado pelo minerador que faz parte da rede.

Transparência: todos os membros da rede podem acessar ou visualizar os dados.

Mayer et al. (2019), indicam que a tecnologia *blockchain* pode ser dividida em três tipos: 1. **Blockchains públicos** - Todos podem participar da rede distribuída, monitorar o trâmite de dados, verificá-los e participar do processo de obtenção de consenso;

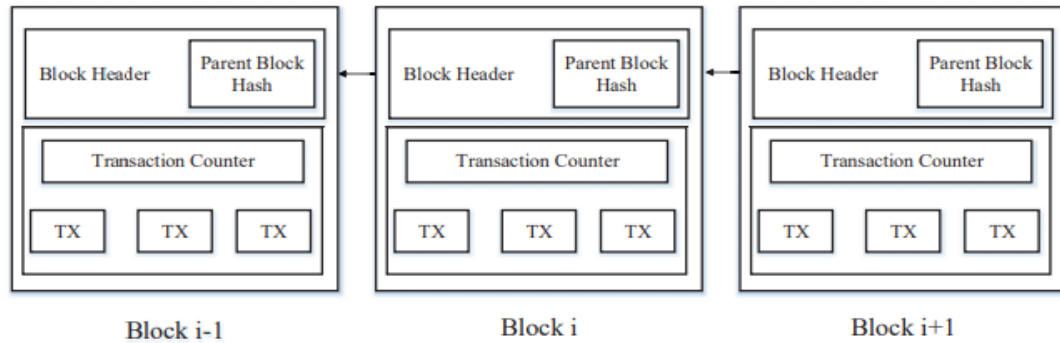
2. **Blockchains do consórcio** - O nó que tem autoridade pode ser selecionado com antecedência e geralmente estabelece parcerias, tais como *business-to-business*;

3. **Blockchains privados** - Os nós serão restritos e nem todos podem participar do *blockchain*, que, por sua vez, possui gerenciamento estrito de autoridade de acesso a dados.

Os dados no *blockchain* podem ser abertos (públicos) ou privados. Essa tecnologia, a propósito, é considerada uma rede parcialmente descentralizada.

Um *blockchain* público, é um *blockchain* aberto como as criptomoedas Bitcoin ou Ethereum. Essa característica permite o ingresso de qualquer pessoa, ainda que sob regras para essa participação, incluindo o código-fonte público. Um *blockchain* de consórcio, por sua vez, funciona como um *blockchain* público, mas só é acessível a um grupo fechado de integrantes chancelados pela rede. Um *blockchain* privado, traz em si, propriedade e gerenciamento centralizados. Os modelos atuais estão mais concentrados no desenvolvimento de requisitos de segurança de *blockchain* consórcio do que em públicos (CHUKWU; GARG, 2020). A criptografia assimétrica e o algoritmo de consenso distribuído, foram implementados na *blockchain* para segurança do usuário e consistência do livro- razão (ZHENG et al., 2018). A arquitetura da *blockchain* consiste em uma sequência de blocos, formados de um bloco título/cabeçalho e um bloco de dados que, intercalando-se, formam sua estrutura.

Figura 1 - Exemplo de arquitetura da blockchain.



Fonte: Zheng et al.(2018).

Para ingressar nas plataformas é necessário o cadastro de um par de chaves, sua assinatura digital ou eletrônica, que servirá para garantir a confiabilidade das identidades e a confiabilidade das transações. Para os autores as características chave da *blockchain* são: a descentralização, a persistência, o anonimato e a auditabilidade. Tal arquitetura mostra potencial para algumas áreas como: testes *blockchain*, fomento a criação de aplicações utilizando a *blockchain*, contrabalança a tendência à centralização, e análises de *big data* possíveis pelas características da rede (mais ou menos a depender do tipo de aplicação ou sistema a ser criado, se público ou privado) (ZHENG et al., 2018).

2.4 A Tecnologia *Blockchain* na Saúde

Nos últimos anos, há um interesse crescente na tecnologia *blockchain* no setor de saúde. A proposta de valor para usar a tecnologia *blockchain* no setor de saúde é compartilhar dados confidenciais do paciente, entre as entidades de saúde com segurança e empoderamento dos pacientes (ELGAZZAR; STENDAL, 2020). De acordo com a IBM, 70% dos gestores em saúde preveem que o maior impacto da *blockchain* na saúde, será a melhoria de ensaios clínicos, conformidade regulatória e fornecimento de estrutura descentralizada para compartilhamento de registros eletrônicos de saúde (HESSELGREN et al., 2020).

Agbo et al. (2019), em sua revisão sistemática, apresentam que vários estudos propuseram diferentes utilizações para a aplicação de *blockchain* na área de saúde. No entanto, há uma falta de implementações de protótipos adequados e estudos suficientes para caracterizar a eficácia da tecnologia. Os autores elencam as possibilidades de uso da tecnologia *blockchain* na saúde, incluindo o gerenciamento de registros eletrônicos de saúde,

gerenciamento da cadeia de suprimentos farmacêutica e de medicamentos, pesquisa e educação biomédica, monitoramento remoto de pacientes e análise de dados de saúde.

Os principais desafios da tecnologia blockchain com relação a gestão dos dados, na perspectiva de Poonguzhali são: escalabilidade, acessibilidade e propriedade, segurança e privacidade (POONGUZHALI et al., 2020). Pirtle e Ehrenfeld (2018), consideram que a tecnologia *blockchain* ainda não é capaz de ter uma estrutura de manutenção de registros a nível nacional, por falta de incentivo financeiros a criação de uma grande cadeia de dados em blocos. Os autores ainda afirmam que, os registros eletrônicos de saúde no modelo atual possuem valor de mercado estimado em 10 bilhões de dólares, e que substituir o modelo atual pelo modelo baseado em carteira digital (*digital ledger*) seria um desserviço. A *blockchain* seria usada então, como veículo suplementar para descrever procedimentos com pequena quantidade de informações e a maior parte dos dados estariam mantidos fora da rede blockchain em uma em um banco de dados Enterprise Data Warehouse (EDW) atual.

Junqueira (2020), na dissertação ‘Concessão de Permissão a dados de saúde baseada em contratos inteligentes em plataforma de *blockchain*’, apresentada à Universidade Federal de Goiás, explora como as novas tecnologias podem, também na área de saúde, prover meios para a realização de transações seguras. A autora encaminha como solução de arquitetura a implementação de contratos inteligentes, os *smartcontracts*, na identificação, rastreabilidade de dados e a possibilidade de concessão de permissão de acesso a estes dados. Os testes foram feitos na plataforma *Hyperledger Fabric*.

A revisão bibliográfica da autora indica ampla movimentação na criação e desenvolvimento de sistemas de *e-health* (saúde digital e eletrônica), que atendam para a inviolabilidade (sigilo) requerida, que é possibilitada por plataformas *blockchain* em modelos tanto públicos, de consórcio ou privados. As demais configurações, a finalidade de propostas implementadas e as definições de segurança requeridas em registros eletrônicos de saúde, podem ser asseguradas pelas configurações utilizadas e criadas na construção da rede, do sistema, bem como o conjunto de suas definições quando da implementação (definidos nos *smartcontracts*, que funcionam como scripts de execução) (JUNQUEIRA, 2020).

A autora apresenta como exemplo o sistema de arquitetura UbiCare (empresa de saúde digital norte-americana), que é um sistema de monitoramento remoto que oferece a possibilidade de pacientes e outros potenciais interessados em receber estes dados possam fazer isso por meio de uma plataforma baseada em rede social. A questão da concessão de permissão de acesso é solucionada pela utilização de três tipos de contratos inteligentes - um de identificação, outro de rastreamento de dados e um sobre a concessão de permissões de

acesso (JUNQUEIRA, 2020).A criação de protótipos de aplicações e sistemas digitais dentro de plataformas descentralizadas poderia modificar o grande mercado existente atualmente no setor de saúde e que oferecem serviços de registros eletrônicos.

2.5 Prontuários Eletrônicos e *Blockchain*

Existe um cenário de desconhecimento ou acesso difícil acerca de informações de saúde e odontológica, apesar das disposições do Código de Ética que informa sobre a necessidade de guarda do documento pelo profissional e a posse de uma via de cópia do prontuário para o paciente atendido. A dificuldade de comunicação com os profissionais, consultório e clínicas de odontologia, além da terem formas diversas de registro, organização e armazenamento desses prontuários, atualmente funciona como barreira imposta aos pacientes no acesso a dados relativos a si (COELHO et al., 2017).A tecnologia *blockchain* e contratos inteligentes, sinalizam fornecer uma maneira interessante e inovadora de manter referências a Registros Eletrônicos de Saúde. Ao empregar essa tecnologia, os pacientes são beneficiados por perfazerem direito à melhor controle dos próprios dados. Profissionais de saúde e instituições, como hospitais, no entanto, podem acessar dados de pacientes sob tratamento em outras instituições. A *blockchain*, em princípio, pode aprimorar resoluções que propiciem privacidade e interoperabilidade (SHAHNAZ, 2019).

De acordo com Hussien et al. (2019), os contratos inteligentes em *blockchain* são capazes de aprovar várias assinaturas entre pacientes e prestadores de serviços, permitindo que apenas usuários ou dispositivos autorizados, possam acessar ou anexar dados registrados no Prontuário Eletrônico de Pacientes, além de possibilitar a interoperabilidade em rede de consórcio. A validação de criptografia em *blockchain* substitui intermediários, garantindo segurança, enquanto todos os participantes da rede executam algoritmos complexos para certificar a integridade e validade de uma determinada entrada na rede *blockchain*. Essa tecnologia pode oferecer um novo modelo de descentralização de prontuários eletrônicos, aprimorando, assim, a eficiência e a segurança do sistema.

Wutythikarn& Hui (2018), em trabalho inicial para construção de protótipo com uso de tecnologia *blockchain* em serviço odontológico, usam a plataforma *Hyperledger Fabric*. Os autores justificam o emprego desta plataforma, por permitir conceber arquitetura modular e o uso de contrato inteligente, assim como Truong et al. (2020), ao propor plataforma de gestão de dados em *blockchain* permissionada, da *HiperledgerFabric*, que seja compatível com o Regulamento Geral de Proteção de Dados da Europa.

Segundo Alshalali et al. (2018), a construção de Registros Médicos de Pacientes com base em *blockchain* com *Hyperledger Fabric*, garante que esses pacientes tenham acesso e controle integral a informações de seus registros. Os dados de pacientes são armazenados com segurança e apenas participantes certificados podem ter acesso a dados sensíveis. Os autores ainda afirmam que a implementação de recursos do *Hyperledger Fabric*, auxilia a garantir o compartilhamento de informações de saúde entre as partes interessadas na rede com segurança e livre de preocupações, em relação a exposição de dados confidenciais dos pacientes.

Nguyen et al. (2019), implantaram plataforma *blockchain* em *Ethereum*, com hospedagem na nuvem da Amazon, na qual entidades médicas podem interagir como sistema de compartilhamento de registros eletrônicos de saúde. Tudo isso viabilizado por meio de desenvolvimento de tecnologia em sistema Android, e armazenamento no protocolo de Sistema de Arquivo Interplanetário (do inglês *InterPlanetary File System - IPFS*) em *blockchain*.

Chukwu&Garg (2020), em revisão sistêmica, citam a principal diferença entre *Hyperledger* e *Ethereum*. De acordo com os autores, o *Hyperledger* somente foi implementado como *blockchain* permissionado, enquanto *Ethereum* pode ser implementado como *blockchain* permissionada e não permissionada. Já os autores Hylock&Zeng (2019), desenvolveram uma ferramenta de informações de saúde em *blockchain*, centralizada no paciente, denominada *HealthChain*, com design projetado para permitir interoperabilidade de dados por meio de contratos inteligentes permissionados. Os autores citam desafios como segurança de dados, interoperabilidade, armazenamento em bloco e acesso a dados administrados por pacientes. Chukwu&Garg (2020), informam também que, desafios como baixa escalabilidade, baixo desempenho geral e alto custo, permanecem como obstáculos para a implementação de *blockchain* escalável no segmento área de Saúde, e que pesquisas futuras devem encontrar respostas factíveis na estrutura e na semântica da troca de dados.

Guo et al. (2018), apresentam esquema de assinatura fundamentado em atributos com várias autoridades. Um determinado paciente, assim, endossa uma mensagem de acordo com o atributo, embora não divulgue nenhuma informação além da evidência de que foi atestado. As autoridades, por sua vez, não possuem chave única ou central do paciente, condição que evita a custódia e garante a descentralização do sistema. Tang et al. (2019), propõem autenticação para PEP, respaldado em *blockchain* de assinatura em identidade com várias autoridades, que podem resistir a ataques de conluio. Segundo o autor, o esquema proposto é comprovadamente seguro no modelo oráculo aleatório, por possuir algoritmos de assinatura e

verificação mais eficientes do que os protocolos de autenticação existentes de PEP alicerçados em *blockchain*, a fim de garantir a validade de PEP's encapsulados no *blockchain*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Revisão integrativa da literatura

A revisão integrativa da literatura tem como objetivo de delimitar, localizar, analisar criticamente os artigos, coletar dados e sintetizar as pesquisas, com uma abordagem qualitativa, em relação a proposta do uso da tecnologia *blockchain* aplicada a gestão do prontuário eletrônico odontológico. Esta revisão foi orientada de acordo com as recomendações do *Centre for Reviews Dissemination* - CRD(CRD, 2009).

Para formulação da pergunta da pesquisa, optou-se por utilizar palavras mais amplas dos componentes da pergunta, a fim de que os critérios de inclusão não fossem restritivos. Dessa forma, obteve-se uma revisão integrativa mais abrangente, com menor possibilidade de viés de seleção (HIGGINS, GREEN, 2005). A pergunta definida foi: quais as aplicações da tecnologia *blockchain* na gestão dos prontuários eletrônicos de saúde?

Os critérios de elegibilidade desta revisão integrativa não restringiram tipos de publicações, pela suposição de que possa haver poucas evidências da aplicação da tecnologia *blockchain* na gestão de prontuários eletrônicos de saúde.

A busca de publicações (artigos, dissertações e teses) nas bases de dados eletrônicos *MEDLINE*, *Web of Science* e *Scopus*, foi a estratégia utilizada. Os descritores representam a coleção de termos, que funcionam como um filtro entre a linguagem do autor e a terminologia da saúde. A estratégia de busca de publicações utilizada neste estudo, foi realizada através de descritores a partir das palavras da pergunta. A conexão entre os termos escolhidos para a estratégia de busca foi estabelecida pelos operadores booleanos AND e OR, que funcionam como conectores entre os descritores (Tabela 1).

Inicialmente, a fim de se obter o retorno das publicações sobre *blockchain*, utilizou-se o código de pesquisa no campo do assunto {ts=(“*blockchain*” OR “*smartcontract*”)}, como ilustrado na linha #1 tabela 1. Além disso, de modo a avaliar um panorama mais atualizado, a pesquisa foi direcionada para as publicações feitas na última década (2012 - 2022) e, portanto, inseriu-se na estrutura o código de pesquisa no campo do ano de publicação {py=2012-2022} (linha #2). Para estreitar a pesquisa em torno dos termos *blockchain* ou *smartcontract*, inseriu-se um código no campo do assunto {ts=(“*electronichealthrecord*”)}, (linha #3). Por fim, definiram-se códigos para refinar a pesquisa, inserindo os termos “*healthinformatics*” (linha #4), “*informationstorageand retrieval*” (linha #5) e “*dentistry*” ou “*odontology*” (linha #6). Os pressupostos de exclusão foram alicerçados na ausência de texto disponível na versão

completa e não mencionar pelo menos dois descritores. Em relação ao idioma, a busca bibliográfica restringiu-se aos trabalhos publicados em inglês. Além disso, foi avaliado um perfil geográfico de tais publicações de maneira a verificar em quais regiões do mundo a tecnologia *blockchain* aplicada aos prontuários eletrônicos é mais estudada.

Tabela 1 – Descritores de busca para as publicações disponíveis na base de dados consultada.

n°	Código
#1	ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>)
#2	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>)
#3	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>) AND ts=(<i>“electronichealthrecord”</i>)
#4	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>) AND ts=(<i>“electronichealthrecord”</i> OR <i>“healthinformatics”</i>)
#5	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>) AND ts=(<i>“electronichealthrecord”</i> OR <i>“healthinformatics”</i> OR <i>“informationstorageand retrieval”</i>)
#6	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>) AND ts=(<i>“electronichealthrecord”</i> OR <i>“healthinformatics”</i> OR <i>“informationstorageand retrieval”</i>) AND ts=(<i>“dentistry”</i> OR <i>“odontology”</i>)

Fonte: Elaborado pelo autor.

As publicações que retornaram a partir destes códigos foram selecionadas em três etapas e foi descrito através do diagrama de fluxo do PRISMA: 1ª etapa: artigos selecionados através de leitura crítica e reflexiva do título e do resumo; 2ª etapa: os artigos foram lidos na íntegra e incluídos na revisão, aqueles relativos ao tema proposto nesta pesquisa e; 3ª etapa: seleção de artigos de acordo com os seguintes critérios de inclusão: publicações com informações de qualidade em termos precisos e identificáveis, com julgamento da excelência com relação às particularidades individuais e, publicações que geraram dúvidas quanto a pertinência em serem ou não incluídas foram incluídas, evitando-se assim a exclusões errôneas; e exclusão: publicações que não apresentavam resumo, mas que pelo título e palavras-chave havia clareza que não se relacionavam ao assunto proposto. Após a seleção dos artigos, realizou-se a extração de dados dos estudos incluídos, através de leitura exploratória identificando: autores/ano de publicação, local da pesquisa, tipo de estudo e objetivo. Em seguida, dos resultados foram sumarizados em uma tabela descritiva e posteriormente analisados.

3.2 Identificação dos requisitos

De acordo com Bhatia et al. (2020), os requisitos dos sistemas nem sempre são explícitos e podem ser parte do conhecimento tácito, o que os torna difíceis de elucidar. A extração e categorização de requisitos de documentos de diferentes tipos, são muito exigentes e propensos a erros. Desta forma, a identificação dos requisitos foi realizada baseada na literatura e na exigência das diferentes partes envolvidas, isto é, paciente, profissionais de saúde e profissionais de tecnologia de informação,

3.3 Cenários de uso

O conceito de cenários não é percebido de forma unânime, sendo as diferenças atribuíveis às diferentes tipologias de cenários que podem existir. Para tanto, elaboramos possíveis conceitos de cenários encontrados na literatura científica. Segundo Gugan (2008), os cenários oferecem visões alternativas do futuro. Eles identificam algumas diferenças básicas e atores-chave, bem como suas motivações e oferecem diferentes perspectivas sobre o desenvolvimento futuro. A formação e aplicação dos cenários ajudam, assim, a encontrar o caminho para enfrentar as incertezas futuras. De acordo com Schoemaker (2002), os cenários representam imagens internamente consistentes do futuro, com base em um conjunto de fatores mutuamente interligados, que são de natureza quantitativa e qualitativa. Conforme Gugan (2008), o ponto de partida da formação de cenários deve ser nosso conhecimento sobre o desenvolvimento futuro dos ambientes. Deve abordar o desenvolvimento de tendências, por um lado, e a identificação das principais incertezas, por outro. Cada cenário é então baseado na interligação mútua dessas tendências e incertezas. De acordo com Pearson e Lyons (1999), a formação de cenários é derivada de fatores que são incertos e têm um impacto decisivo em um processo ou sistema. De acordo com Tessun e Hermann (1999), os cenários identificam as principais forças motrizes do desenvolvimento, incluindo suas dependências mútuas que, além disso, se interligam com as oportunidades e riscos existentes. Uma visão semelhante de cenários também é defendida por Van der Heijden (2005).

Os conceitos de *cenário* mencionados geralmente têm características comuns, mas com algumas diferenças significativas. Essas diferenças são geralmente combinadas com certos tipos de cenários. Em primeiro lugar, os cenários qualitativos – apresentados na forma de certas histórias – que podem ocorrer no futuro, são significativamente diferentes. Em

oposição a esse conceito, os cenários quantitativos expressos em forma de matriz de cenários ou árvores de probabilidades, representam ferramentas de apoio ao processo decisório (GROTE et al., 2011).

Com o avanço das pesquisas e observações realizadas em diversos meios e referências, optamos por concentrar esforços na descrição de potenciais cenários(modelos), além de descrever os fluxos de funcionamento do sistema. O protótipo se beneficiará do uso de tecnologias que permitem e facilitam a digitalização, a descentralização de armazenamento, e tem potencial para favorecer a interoperabilidade entre pacientes, profissionais dentistas e demais agentes das áreas de saúde odontológica. Neste sentido, descreveremos cenários que demonstrem como seria o protótipo de prontuário, como se daria seu acesso, seu sistema/arquitetura envolvidos em seu desenvolvimento. Os cenários são baseados nas finalidades e objetivos pretendidos pelo protótipo e nos requisitos que devem ser observados em cada etapa do processo, de maneira que haja garantia que os prontuários eletrônicos encontram-se devidamente seguros e protegidos, possibilitando que usuários profissionais e pacientes possam ter acesso à informações de maneira personalizada, de acordo com as permissões concedidas (BORJESON et al, 2006).Os usuários profissionais poderão acessar registros que foram permitidos e poderão adicionar um novo registro no prontuário, e usuários pacientes poderão conceder (tudo ou parte) ou não permissões de acesso para profissionais.

Neste sentido, é proposta a seguinte estrutura para apresentação dos cenários:

- Título: identificação do cenário.
- Objetivo: estabelecer o objetivo do cenário.
- Ator: pessoa(s) ou estrutura organizacional que tem uma função no cenário.
- Recurso: objetos passivos com os quais lidam os atores.
- Episódio: série de sentenças que detalham e descrevem o comportamento do cenário.

Um cenário pode ter mais de um episódio, e cada episódio representa uma ação realizada por um ator onde participam outros atores utilizando recursos disponíveis.

Um episódio também pode se referir a outro cenário.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados disponíveis na Literatura

As pesquisas realizadas na ferramenta de pesquisa avançada do *MEDLINE*, *Web of Science* e *Scopus*, utilizando os códigos estabelecidos no item 3.1, retornaram números de publicações bastante distintos, como pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 – Volume de publicações obtidas de acordo com os códigos de pesquisa utilizados.

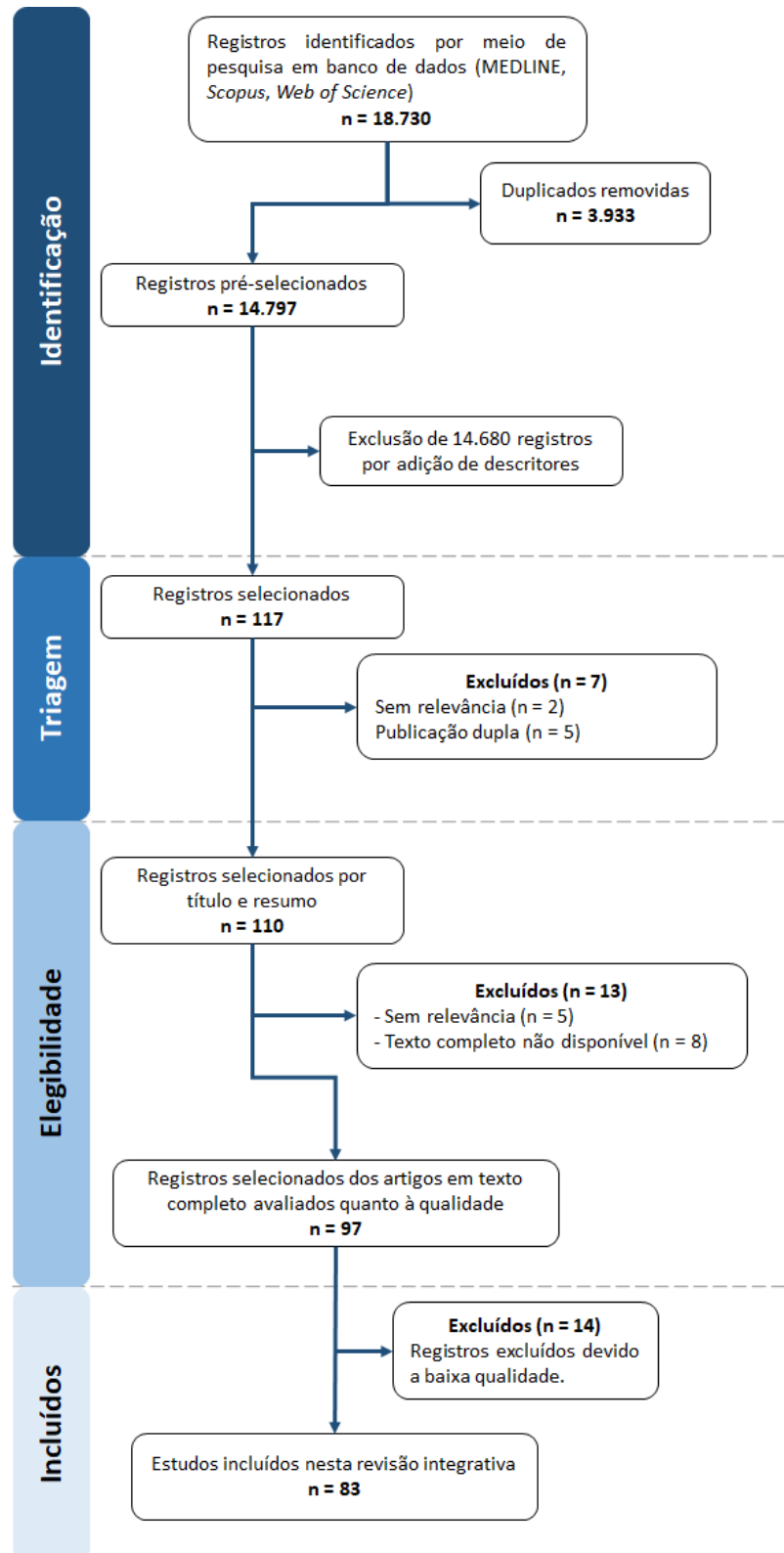
n°	Código	N° publicações
#1	ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>)	18.730
#2	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>)	18.728
#3	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>) AND ts=(<i>“electronichealthrecord”</i>)	97
#4	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>) AND ts=(<i>“electronichealthrecord”</i> OR <i>“healthinformatics”</i>)	115
#5	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>) AND ts=(<i>“electronichealthrecord”</i> OR <i>“healthinformatics”</i> OR <i>“informationstorageandretrieval”</i>)	117
#6	py=2012-2022 AND ts=(<i>“blockchain”</i> OR <i>“smartcontract”</i>) AND ts=(<i>“electronichealthrecord”</i> OR <i>“healthinformatics”</i> OR <i>“informationstorageandretrieval”</i> AND ts=(<i>“dentistry”</i> OR <i>“odontology”</i>))	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

A distribuição geográfica das publicações encontradas foi avaliada de modo a traçar um panorama mundial das pesquisas envolvendo o uso da tecnologia *blockchain* ou *smartcontract*. Os países que mais realizaram pesquisas, nesta última década, sobre o desenvolvimento e uso desta tecnologia são: China, Estados Unidos, Índia, Inglaterra, Austrália, Coreia do Sul, Canadá, Itália, Alemanha e Arábia Saudita. O Brasil ocupa a 21ª posição no ranking de publicações sobre a tecnologia *blockchain* ou *smartcontract*, com uma taxa de publicação média de 30 artigos por ano. Quando inserido o termo *“electronichealthrecord”*, o resultado obtido apresenta uma redução significativa, com 97 publicações. Com esses termos de busca, o Brasil publicou apenas 4 artigos nos últimos 10 anos. Pouca diferença no resultado é observada ao acrescentar os termos *“healthinformatics”* e *“informationstorageandretrieval”*. Na figura 2 observamos o fluxograma do processo de

seleção dos artigos que ocorreu em três etapas distintas e foi descrito através do diagrama de fluxo da tabela PRISMA.

Figura 2 – Tabela PRISMA para o fluxo de seleção dos artigos de revisão integrativa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O único artigo obtido, ao inserir os termos “*dentistry*” ou “*odontology*”, objetiva o uso da tecnologia *blockchain* para introduzir um ecossistema confiável, seguro e holístico no sistema de registro eletrônico de saúde com uma interface forense, acessada por especialistas em patologia forense e odontologia forense, com a finalidade de identificar restos humanos e recuperar dados de identificação de pessoas desaparecidas, compatíveis do sistema de registro eletrônico de saúde e odontológico, com a vantagem adicional de proteger violações de dados, redundâncias, inconsistências e erros.

De posse dos resultados obtidos através dos códigos de pesquisa aplicados nas bases de dados eletrônicas, após análise e seleção criteriosas de todas as publicações a que se teve acesso, foi construído um repositório de informações-chave, extraídas de 83 publicações, que serviu de base para a construção das análises subsequentes. A lista consolidada de publicações, junto com suas principais informações e as respectivas referências, é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura sobre o uso da *blockchain* na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes.

Referência	Objetivo
Ghayvat et al. (2022)	Combinar duas tecnologias descentralizadas, ecossistema sólido e tecnologia <i>blockchain</i> , fornecendo assim um design seguro centrado no paciente, para o complexo desenvolvimento de troca de dados nos prontuários eletrônicos.
Panigrahi, Nayak & Paul (2022)	Desenvolvimento de um aplicativo descentralizado, para armazenar e compartilhar dados médicos entre o paciente e o médico.
Alzahrani, Daim & Choo (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.
Chen, Yin & Ning (2022)	Os autores mesclam um sistema de arquivos interplanetário (IPFS) e a tecnologia <i>blockchain</i> , fornecendo um método de avaliação do usuário no contrato inteligente.
Lai 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.
Ahene et al. (2022)	Propõe uma nova criptografia de assinatura heterogênea com recriptografia de proxy (HSC-PRE), demonstrando como pode ser utilizado para obter segurança do registro eletrônico de saúde, sendo auditável e acessível, usando a tecnologia <i>blockchain</i> .
Zhang, Yang & Lui (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.

Tabela 3 – Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura sobre o uso da blockchain na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes (continua).

Referência	Objetivo
Butt et al. (2022)	Propõe o compartilhamento de registros em uma estrutura em cadeia, em que cada registro é conectado globalmente aos demais, baseado em uma <i>blockchain</i> . Este estudo se concentrou em disponibilizar dados médicos, especialmente de pacientes que viajam em diferentes países, por um período específico após a validação da autenticação necessária.
Lee 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.
Hasib et al. (2022)	Desenvolvimento de um site onde pacientes e médicos se beneficiarão, devido ao uso da tecnologia <i>blockchain</i> para acessar com segurança as informações dos prontuários médicos.
Aldughayfiq&Sampalli (2022)	Avaliar as atitudes das partes envolvidas e medir os benefícios potenciais da introdução do uso de <i>blockchain</i> e <i>machinelearning</i> , para prescrever medicamentos com segurança e privacidade das informações de prescrição do paciente, compartilhadas na rede.
Lavanya&Kavitha (2022)	Desenvolvimento do <i>blockchainmedSupport</i> , garantindo segurança com resistência à violação de prontuários médicos.
Elangovan et al. (2022)	Revisar sistematicamente estudos sobre o uso da tecnologia <i>blockchain</i> na área da saúde e analisar as características dos estudos que implementaram a tecnologia <i>blockchain</i> .
Chelladurai&Pandian (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.
Sharma et al. (2021)	Propõe uma arquitetura de sistema baseada em <i>blockchain</i> , para fornecer segurança aprimorada dos dados de prontuários médicos, usando o algoritmo de criptografia baseada em identidade.
Chelladurai, Pandian&Ramasamy (2021)	Construção de contratos inteligentes de <i>blockchain</i> para fornecer uma solução regulamentada para os requisitos dos pacientes, médicos e prestadores de serviços de saúde com gestão de integridade das informações.
Bharimalla et al. (2021)	Propõe um sistema <i>blockchain</i> aplicado a prontuários eletrônicos de saúde, baseado em malha <i>Hyperledger</i> . O sistema é integrado a tecnologias como NLP (<i>Natural LanguageProcessing</i>) e <i>Machine Learning</i> para oferecer aos usuários recursos práticos.
Taloba 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.

Tabela 3 – Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura sobre o uso da blockchain na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes (continua).

Referência	Objetivo
Roehrs et al. (2021)	Apresentam um modelo de arquitetura de uma plataforma <i>blockchain</i> , denominada “ <i>OmniPHRMulti-Blockchain</i> ”, abordando os principais desafios associados à distribuição geográfica de dados de formulários de pacientes.
Panwar&Bhatnagar (2021)	Uma técnica de assinatura de <i>hash</i> de curva criptográfica, baseada em <i>blockchain</i> de abordagem cognitiva, é proposta para proteger os registros médicos dos pacientes e compartilhar seus dados pessoais de saúde com segurança e conveniência.
Dedetürk, Soran&Bakir-Gungor (2021)	Apresenta uma revisão sobre a <i>blockchain</i> aplicada a genômica e saúde.
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.
Xavier &Gottschalg-Duque (2021)	Apresenta como o emprego de métodos arquivísticos e das tecnologias <i>blockchain</i> e <i>smartcontracts</i> , podem contribuir positivamente para a gestão dos prontuários eletrônicos do paciente.
George &Chacko (2021)	Desenvolvimento de um protótipo na <i>blockchainEthereum</i> com OpenEMR como sistema de saúde, onde o paciente possui seus dados relacionados ao tratamento e os armazena em um registro de saúde pessoal seguro
Rincón & Moreno-Sandoval (2021)	Descrever o processo da arquitetura de software, que oferece segurança às informações que compõem o registro eletrônico de saúde na Colômbia.
Reinert&Corser (2021)	Analisar os pontos fortes e fracos da tecnologia <i>blockchain</i> , à medida que eles impactam os prontuários de saúde móveis e os dispositivos IoMT.
Mandarino et al. (2021)	Descrever as questões relacionadas à adoção da tecnologia <i>blockchain</i> no desenvolvimento de um sistema de gestão de prontuários eletrônicos de saúde.
Xiao et al. (2021)	Construir e avaliar uma <i>blockchain</i> experimental para prontuários eletrônicos de saúde, denominada HealthChain.
Sun, Lv& Li (2021)	Analisar o status atual dos sistemas médicos e de saúde na China e estrangeiros, e o sistema de registro de saúde eletrônico médico baseado em <i>blockchain</i> .
Chelladurai&Pandian (2021)	Apresentar um novo sistema de automação de registro de saúde eletrônico, baseado em <i>blockchain</i> para assistência médica.
Vardhini et al. (2021)	Explora a probabilidade de representar registros médicos para garantir privacidade de dados, acessibilidade de dados e interoperabilidade de dados para o cenário específico de assistência médica.

Tabela 3 – Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura sobre o uso da blockchain na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes (continua).

Referência	Objetivo
Uddin et al. (2021)	Propõe uma arquitetura <i>Hyperledger Fabric</i> , habilitada para <i>blockchain</i> em diferentes sistemas de registros eletrônicos de saúde.
Alsalamah et al. (2021)	Estudar o uso de <i>blockchain</i> , propondo o <i>HealthyBlockchain</i> como um livro-razão, centrado no paciente, que rastreia digitalmente as transações médicas de um paciente ao longo do caminho do tratamento, para apoiar as equipes de atendimento.
Shi et al. (2020)	Apresenta uma revisão sistemática sobre o uso de <i>blockchain</i> para sistemas de registro eletrônico de pacientes, focando apenas nos aspectos de segurança e privacidade.
Capece& Lorenzi (2020)	Propõe um novo modelo, que consiste em uma <i>blockchain</i> autorizada para gerenciar e armazenar os registros eletrônicos de saúde de pacientes.
Shamshad et al. (2020)	Apresentar um novo protocolo de compartilhamento de registro eletrônico de saúde, com privacidade e segurança, baseado em <i>blockchain</i> , para diagnóstico aprimorado e tratamentos eficientes em telemedicina.
Jabari, Macedo & Al-jabari (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.
Stamatellis et al. (2020)	Implementar, através de uma estrutura <i>blockchain</i> , com permissão do <i>Hyperledger Fabric</i> , o armazenamento de registros de pacientes, de forma eficaz, proporcionando anonimato e desvinculação
Nuzzolese (2020)	Investigar possíveis aplicações da tecnologia <i>blockchain</i> , como uma solução técnica holística e de interoperabilidade, para o gerenciamento de dados de saúde/odontologia para uso médico e forense na identificação humana.
Uddin et al. (2020)	Propõe um modelo preditivo para o armazenamento de dados de saúde, que possa atender às necessidades do paciente, tomando decisões de armazenamento rapidamente, em tempo real.
Dubovitskaya et al. (2020)	Desenvolver um sistema que facilite o gerenciamento, o compartilhamento e a agregação segura e confiáveis de dados do registro eletrônico do paciente, permitindo que os pacientes gerenciem seus próprios registros de saúde em vários hospitais.
Durneva et al. (2020)	Avaliar a pesquisa sobre o uso da tecnologia <i>blockchain</i> para atendimento ao paciente, e os desafios associados, fornecendo uma agenda de pesquisa para pesquisas futuras.

Tabela 3 – Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura sobre o uso da blockchain na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes (continua).

Referência	Objetivo
Vyas et al. (2020)	Implementar o <i>EthereumSmartContract</i> , uma parte estendida do <i>blockchain</i> , no setor de saúde com o objetivo de manter todos os registros e transações seguros e protegidos e, ao mesmo tempo, reduzindo o número de violações de dados do usuário.
Lee 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.
Girardi 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.
Kim et al. (2020)	Propõe o protocolo seguro para o sistema de registro eletrônico de pacientes, assistido na nuvem usando <i>blockchain</i> .
Nagasubramanian et al. (2020)	Apresentar um sistema de proteção dos registros de saúde eletrônica, usando a tecnologia <i>blockchain</i> de infraestrutura de assinatura, sem chave na nuvem
Niu 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.
Tith et al. (2020)	Construir um sistema para acessar registros eletrônicos de pacientes facilmente, sem depender de um sistema de supervisão centralizado.
Lo 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.
Hussien et al. (2019)	Pesquisar, sistematicamente, todos os artigos de pesquisa relevantes sobre <i>blockchain</i> em aplicativos de saúde.
Yan, Li &Marstein (2019)	Apresentar uma arquitetura baseada em <i>blockchain</i> , para sistemas de registro eletrônico de saúde.
Chen et al. (2019)	Propõe um esquema de criptografia pesquisável, baseado em <i>blockchain</i> , para registros eletrônicos de pacientes.
Cao 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> .
Roehrs et al. (2019)	Apresenta a implementação e avaliação de um modelo PHR, que integra registros de saúde, usando a tecnologia <i>blockchain</i> .
Shen et al. (2019)	Apresentar um esquema eficiente de compartilhamento de dados, chamado MedChain, que combina técnicas de <i>blockchain</i> e rede P2P estruturada.

Tabela 3 – Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura sobre o uso da blockchain na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes (continua).

Referência	Objetivo
Guo 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> .
Huang et al. (2019)	Demonstra o MedBloc, um sistema de registro eletrônico de pacientes seguro, baseado em <i>blockchain</i> , para compartilhamento e acesso a dados médicos.
Carter et al. (2019)	Apresenta uma nova abordagem para uma rede de <i>blockchain</i> e computação em nuvem, utilizando <i>Amazon Web Services</i> e <i>blockchain Ethereum</i> , para facilitar a interoperabilidade em nível semântico de sistemas de registros eletrônicos de saúde sem formulários e formatação de dados padronizados.
Shahnaz 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.
Liu et al. (2019)	Propõe um esquema de compartilhamento e proteção de dados médicos, baseado na <i>blockchain</i> privada do hospital, para melhorar o sistema eletrônico de saúde do hospital.
Yang et al. (2019)	Propõe um esquema pesquisável de dados nos registros eletrônicos de saúde, baseado em <i>blockchain</i> , para realizar o cálculo e a aplicação de dados no ambiente de rede descentralizado.
Wu et al. (2019)	Projetar uma estrutura baseada em <i>blockchain</i> para o compartilhamento de documentos entre empresas e integração de registros eletrônicos de saúde.
Aguirre et al. (2019)	Apresentar o plano de seleção e implementação, avaliando os fluxos de trabalho institucionais existentes para cada departamento, descrevendo as necessidades para incluir um sistema de formulário eletrônico de saúde.
Dwivedi et al. (2019)	Apresentam uma nova estrutura de modelos de <i>blockchain</i> modificados adequados para dispositivos IoT, que dependem de sua natureza distribuída e outras propriedades adicionais, para manter a privacidade e segurança da rede dos formulários eletrônicos de saúde.
Omar et al. (2019)	Propõem uma plataforma com privacidade para dados de saúde na nuvem, baseado no ambiente <i>blockchain</i> .
Tian, He & Ding (2019)	Fornece um novo esquema para satisfazer a integridade, disponibilidade e privacidade dos dados médicos, através de uma chave compartilhada para criptografar os dados em um processo de diagnóstico e tratamento e, armazená-lo em uma <i>blockchain</i> .
Wang & Song (2018)	Propõe um sistema seguro de registro eletrônico de saúde, baseado em criptosistema, com em atributos e tecnologia <i>blockchain</i> .

Tabela 3 – Repositório de informações das publicações disponíveis na literatura sobre o uso da blockchain na gestão dos dados nos prontuários eletrônicos de pacientes (conclusão).

Referência	Objetivo
Alexaki et al. (2018)	Apresentam uma solução para o proteger os formulários eletrônicos de saúde de falha e de invasores.
Zhang & Lin (2018)	Propõe um esquema de compartilhamento de informações seguras e com preservação de privacidade, baseada em <i>blockchain</i> para melhorias de diagnóstico em sistemas de e-Saúde.
Yang & Li (2018)	Apresenta uma arquitetura baseada em <i>blockchain</i> , para sistemas de registro eletrônico de saúde.
Lui et al. (2018)	Apresentam o BPDS, um compartilhamento de dados de preservação de privacidade, baseado em <i>blockchain</i> para registros médicos eletrônicos.
Tamazirt, Alilat & Agoulmine (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.
Theodouli et al. (2018)	Desenvolvem o projeto de um sistema baseado em <i>blockchain</i> , para facilitar o compartilhamento de dados de saúde.
Chen et al. (2018)	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.
Mikula & Jacobsen (2018)	Explora o potencial da tecnologia <i>blockchain</i> , aplicada a um sistema descentralizado para gerenciamento de identidade e acesso a formulários eletrônicos de saúde.
Zhang et al. (2018)	Fornece quatro contribuições para o estudo da aplicação da tecnologia blockchain ao compartilhamento de dados clínicos.
Wehbe et al. (2018)	Apresentam um modelo de rede <i>blockchain</i> com meta restrição para gerenciamento de registros de saúde.
Yang et al. (2017)	Apresenta uma arquitetura baseada em <i>blockchain</i> para um registro eletrônico de saúde.
Ichikawa, Kashiyama & Ueno (2017)	Desenvolver e avaliar um sistema <i>mHealth</i> inviolável, usando a tecnologia <i>blockchain</i> , que permite computação confiável e auditável, usando uma rede descentralizada.
Yue et al. (2016)	Apresentam gateways de dados de saúde, como uma inteligência para área da saúde <i>nablockchain</i> , com um novo controle de risco de privacidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O desenvolvimento tecnológico associado a digitalização de dados da área da saúde, facilitaram a adoção de sistemas de registro eletrônico de saúde e, desta forma, estes sistemas tornaram-se obrigatórios em alguns países (AGUIRRE et al., 2019). Existem muitas definições de registros eletrônicos de saúde. De acordo com a norma ISO (*International Organization for Standardization*) (ISO, 2019): “um formulário eletrônico de saúde é um repositório de dados sobre a saúde e os cuidados de saúde de um sujeito em cuidados, onde todas as informações são armazenadas em mídia eletrônica”. Além disso, um registro de saúde pessoal foi definido pela ISO/TR 14292:2012(en) (ISSO, 2012) como: “uma representação de informações relacionadas ou relevantes para a saúde, incluindo bem-estar, desenvolvimento e bem-estar do indivíduo, que pode ser autônomo ou pode integrar informações de saúde de várias fontes, e para o qual, o indivíduo ou o representante a quem o indivíduo delegou seus direitos, gerencia e controla o conteúdo do registro e concede permissões de acesso e/ou compartilhamento com outras partes”.

Volumes crescentes de dados de saúde gerenciados e armazenados eletronicamente são inerentes à transformação digital (DASH et al., 2019). A complexidade e a natureza dinâmica de grandes conjuntos de dados de saúde, apresentam desafios relacionados ao processamento, armazenamento e análise de grandes quantidades de dados. Um dos principais problemas é que quase 80% dos dados dos formulários eletrônicos de saúde não são estruturados (MARTIN-SANCHEZ & VESPOOR, 2014), tornando necessárias ferramentas especializadas de extração de dados, para obter informações significativas. Neste sentido, os pesquisadores da área da saúde, não podem utilizar a grande quantidade de dados de saúde bloqueados em bancos de dados clínicos fragmentados em todo o seu potencial para medicina personalizada e melhores resultados de saúde. Além disso, à medida que mais dados de formulários eletrônicos de saúde se tornam acessíveis, métodos mais sofisticados são necessários para proteger a segurança dos dados e a privacidade do paciente, ou seja, políticas de controle de acesso, limpeza, gerenciamento de consentimento. A tecnologia *blockchain* também está ganhando força na indústria e no setor público (HUSSEIN et al., 2018). Com o cenário digital em rápida mudança, é importante desenvolver uma visão geral do impacto das soluções digitais em sistemas de registros de saúde individuais, incluindo registros de saúde eletrônicos e pessoais. Seis tipos de problemas técnicos foram determinados através desta revisão.

4.2 Problema técnico 1: segurança dos dados armazenados no registro de saúde

O primeiro tipo de problema técnico discutido em vários estudos, envolve a segurança dos dados médicos armazenados no registro de saúde para pacientes ou profissionais de saúde. O estudo de Tamarzit, Alilat & Agoulmine (2018), objetivou resolver a restrição do sistema de armazenamento dos formulários eletrônicos de saúde, dependente de terceiros confiáveis (por exemplo, servidores em nuvem), substituindo o sistema de infraestrutura de maneira descentralizada, garantindo assim, que o armazenamento seja resistente a ataques de segurança e *hacking* de dados de pacientes. Estudos de Chen et al. (2018) e Alexaki et al. (2018), tentaram resolver o problema da segurança dos formulários eletrônicos de saúde, visto que, o repositório de dados médicos é um ponto único de falha e pode ser alvo de invasores, como ataques de *ransomware* ou negação de serviços. Esses problemas de segurança e privacidade com dados médicos podem resultar de atrasos no tratamento e até colocar em risco a vida dos pacientes (DWIVEDI et al., 2019).

4.3 Problema técnico 2: proteção da privacidade dos dados no registro de saúde

O segundo tipo de problema técnico, diz respeito à proteção da privacidade dos dados médicos de pacientes e profissionais de saúde no formulário eletrônico de saúde. Yan et al. (2017), Lui et al. (2018), focaram na preservação da privacidade dos dados médicos nos formulários eletrônicos de saúde, em relação a coleta, armazenamento, compartilhamento e análise de informações confidenciais de saúde. O estudo de Omar et al. (2019), teve como objetivo abordar a questão das violações de privacidade de dados médicos armazenados na nuvem, contra-ataques cibernéticos, como falta de responsabilidade e pseudônimo.

4.4 Problema técnico 3: garantia da integridade dos dados e sua disponibilidade

O terceiro tipo de problemas técnicos está relacionado à garantia da integridade dos dados e da disponibilidade dos dados médicos armazenados. Os estudos de Theodouli et al. (2018) e Tian, He & Ding (2019), tentaram resolver o problema de integridade e disponibilidade de armazenamento de dados médicos em um banco de dados local centralizado. Os dois métodos para obter integridade no sistema existente, envolvem a formulação de uma estratégia de controle de acesso e a criptografia de dados médicos com a

chave do paciente. O problema com o primeiro método, é a possibilidade de modificar ou deletar dados no banco de dados local. O problema com o segundo método, é a impossibilidade de compartilhar a chave se o paciente morrer durante o diagnóstico ou tratamento. Assim, a disponibilidade de dados é afetada por dois problemas.

4.5 Problema técnico 4: acesso aos controles no sistema de saúde

O quarto tipo de problema técnico, diz respeito ao acesso aos controles no sistema médico. Mikula&Jacobsen (2018), tentaram resolver o problema de conexões não autorizadas nos formulários eletrônicos de saúde, contra-ataques de segurança quando os dados de um paciente são trocados de um provedor para outro.

4.6 Problema técnico 5: interoperabilidade de dados no sistema de saúde

O quinto tipo de problema técnico, diz respeito à interoperabilidade de dados médicos. As ineficiências e erros na troca, coleta e análise de dados médicos levam à falta de interoperabilidade nos cuidados de saúde (ZHANG et al., 2018). Wehbe et al. (2018), tentaram resolver o problema do acesso do paciente ao banco de dados dos formulários eletrônicos de saúde, visto que, os pacientes não conseguem compartilhar dados facilmente com provedores ou pesquisadores. O desafio da interoperabilidade entre vários provedores, envolve o requisito de compartilhamento de dados de alto desempenho, resultando na fragmentação dos dados de registro em vez da coesão. A disseminação de registros médicos de pacientes arrisca a confidencialidade do paciente, porque atividades maliciosas podem prejudicar seriamente a reputação e as finanças.

4.7 Problema técnico 6: gerenciamento dos dados no sistema de saúde

O sexto tipo de problema técnico está relacionado a questões de gerenciamento de grandes volumes de dados de pacientes nos aplicativos de saúde. Os dados médicos são extensos e complicados, podendo resultar em problemas de qualidade dos dados médicos, como análise complicada, diagnóstico e previsão, bem como a confidencialidade dos dados devido ao número crescente de crimes cibernéticos (YUE *et al.* 2016).

Esta revisão, fornece algumas recomendações para mitigar os desafios enfrentados por pesquisadores e desenvolvedores na integração da tecnologia *blockchain* em aplicativos de saúde. Essas recomendações são categorizadas de acordo com sua natureza.

4.8 Recomendações para pesquisadores

O uso *dablockchain* oferece muitas vantagens, que podem ser usadas para resolver vários problemas de compartilhamento de registros, segurança e privacidade nos aplicativos e redes de saúde. A *blockchain* pode não ser a solução ideal que pode ser aplicada em qualquer situação. Em vez disso, um exame minucioso de problemas específicos *dablockchain*, e como eles afetam o pedido de assistência médica, deve ser avaliado. Em aplicações de saúde, os incentivos à mineração, que é o mecanismo central *dablockchain* e ataques específicos *nablockchain* que podem parar todo o sistema, não são totalmente considerados. Listamos algumas recomendações a seguir: melhorar a segurança, privacidade, escalabilidade, latência, taxa de transferência, restrições de poder computacional e tamanho da rede *blockchain*.

4.9 Recomendações para desenvolvedores

Ablockchain permite que várias entidades do sistema de saúde permaneçam sincronizadas e compartilhem dados em um registro comumente distribuído. Com esse sistema, os participantes podem compartilhar e rastrear seus dados e outras atividades que ocorrem no sistema sem precisar buscar opções adicionais de integridade e segurança. Neste sentido, deve-se aprimorar a *blockchain* com permissão, sendo uma rede fechada, onde todos os participantes envolvidos no sistema têm acesso à rede. Este *blockchain* é construído e utilizado dentro de organizações e empresas para trocar informações e transações seguras. Depois que uma transação é processada por consenso, a saída será tratada como um registro permanente e adicionada como um novo bloco ao *blockchain* existente. *Blockchains* sem permissão fornecem acesso a qualquer pessoa para criar um endereço e começar a interagir com a rede. Qualquer pessoa na rede pode interagir com outros participantes na mesma rede criando seu endereço na rede (KUROKI, KIM & OHNO-MACHADO, 2017). *Ablockchain* privado ou de consórcio, é recomendado para ser usado como um sistema subjacente ao modelo de aplicação de saúde para mediar outros problemas, como desempenho, consumo de energia e escalabilidade (ZHANG & LIN, 2018).

4.10 **Recomendações para organizações e sistemas de saúde**

Nos aplicativos de saúde, dados importantes do paciente permanecem predominantes em diferentes departamentos e sistemas. Assim, dados importantes podem não ser acessados e facilmente disponíveis em momentos de necessidade. Dado que a assistência médica é um sistema complexo com várias entidades, exige que os pacientes compartilhem seus dados e registros médicos em todo o ecossistema. O atual ecossistema de saúde não pode ser considerado completo, porque muitos participantes do sistema, não possuem um sistema implantado para gerenciar as operações sem problemas. Além disso, o aumento do número de pacientes resultou no aumento de dados, levando a dificuldades no gerenciamento de informações de pacientes em hospitais e clínicas. Da mesma forma, o manuseio inadequado da troca de informações, exige alguns grandes desafios. A *blockchain* tem o potencial de alcançar avanços significativos no ecossistema de saúde, porque pode facilmente fazer mudanças específicas no gerenciamento das informações de saúde dos pacientes. Com isso, os indivíduos serão responsáveis por lidar com seus registros, obtendo assim controle total sobre seus dados. A tecnologia *blockchain* pode melhorar a qualidade do atendimento ao paciente, mantendo os objetivos de segurança do sistema, como confidencialidade, integridade, disponibilidade, privacidade, autenticidade, confiabilidade, não repúdio, responsabilidade e auditabilidade. À medida que a taxa de adoção aumenta, o *blockchain* é integrado ao setor de saúde. Mesmo em sua primeira fase, essa tecnologia é aceita positivamente pelas pessoas do ecossistema de saúde (JIANG et al., 2018).

4.11 **Requisitos**

A Engenharia de Requisitos está no centro do desenvolvimento de software. Ela está acompanhando as crescentes complexidades da tecnologia e a rápida mudança no desenvolvimento de software (JARZBOWICZ & WEICHBROTH, 2021). Requisitos não funcionais, que são negligenciados em projetos de software, estão recebendo atenção conspícua (SANDEEPANI & NAWINNA, 2020). Os requisitos são considerados como uma descrição do que um sistema deve implementar, juntamente com as respectivas restrições e atributos durante o processo de desenvolvimento (SOMMERVILLE & SAWYER, 1997). Os requisitos podem ser divididos em 2 categorias, nomeadamente não funcionais e funcionais (CHUNG & LEITE, 2009).

Os requisitos funcionais são as declarações de alto nível ou a lista de serviços a serem entregues durante o processo de desenvolvimento que descrevem a funcionalidade do sistema (GLINZ, 2005). Por outro lado, os requisitos não funcionais são restrições em serviços, incluindo desempenho, usabilidade, segurança, tempo e outros processos de desenvolvimento de sistemas que descrevem como um sistema irá executar (MAIRIZA, ZOWGHI & NURMULIANI, 2010). Os requisitos não funcionais são fatores muito significativos para determinar a falha ou o sucesso de qualquer sistema de tecnologia da informação que delinhe as restrições de sua funcionalidade (WERNER et al., 2020). Estes requisitos, são difíceis de implementar, visto que, são requisitos implícitos, de natureza subjetiva e contraditórios (HANDA, SHARMA & GUPTA, 2019).

Os requisitos do sistema irão possibilitar o armazenamento do prontuário eletrônico odontológico do paciente de forma descentralizada, segura e criptografada usando a tecnologia *blockchain*, propiciando ao paciente, a possibilidade de compartilhamento de seus dados com terceiros por meio de contratos inteligentes permissivos, incluindo sistema em consultório capaz de realizar leitura de dados de pacientes por meio de *QR code*. Permitirá o cadastro do paciente por meio de celular e computador, criando sua *wallet*. Após a realização da primeira etapa de identificação, será possível adicionar informações, dados e documentação que possui, como prontuários eletrônicos (caso o paciente já os tenha), estes ficam armazenados no sistema interplanetário de arquivos. Após ser cadastrado, será gerado o QR code, que pode ser lido pelas clínicas e profissionais para que tenham acesso ao local, onde um prontuário eletrônico do paciente estará disponibilizado para preenchimento. Neste momento o paciente será informado pelo aplicativo ou por mensagem ou e-mail, sobre o pedido de permissão de acesso aos dados e poderá optar se deseja compartilhar documentos ou não, fornecendo autorização para que o profissional de odontologia, possa ter acesso à sua conta pessoal e possa preencher o prontuário odontológico, que será validado pela assinatura eletrônica do profissional e do paciente, ao final do atendimento.

A chave privada do paciente permitirá que ele dê acesso de seus dados à clínica ou ao profissional odontólogo, que poderá adicionar novas informações e documentações conforme o caso específico. No lado do paciente, não será permitido que este realize modificações no prontuário ou nas documentações anexadas, visto que a responsabilidade cabe unicamente ao profissional de saúde. O paciente, entretanto, terá acesso a todas suas informações de registro do prontuário odontológico em aplicativo de celular ou em seu computador a todo tempo, o que pode ser considerado um grande avanço para a transparência e confiança entre paciente-

profissional. Nesse sentido o paciente teria a garantia do seu direito de acesso às informações de saúde bucal, além do pleno controle sobre com quem escolhe compartilhá-las.

4.12 Cenários de uso

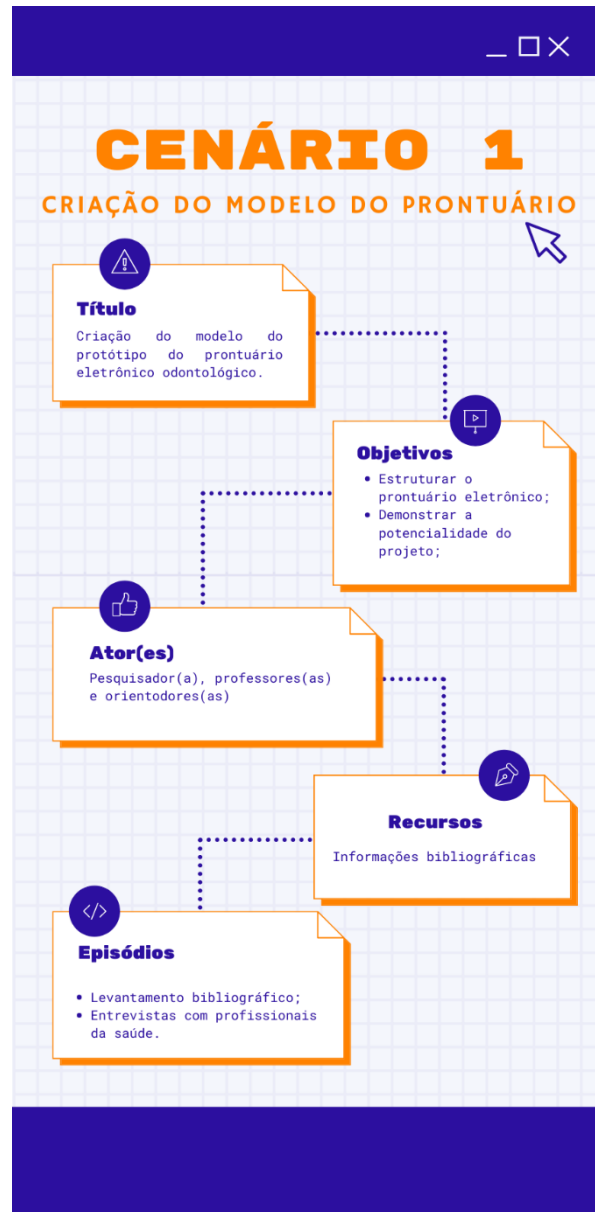
A técnica/método de cenários, vem sendo cada vez mais utilizada por pesquisadores da área de software, pois objetiva modelar, analisar e validar requisitos que devem ser observados para que o sistema funcione, podendo ser feito de forma narrativa ou por prototipação (KHATOON, 2020). Neste estudo, optamos por fazê-la de forma narrativa, descrevendo o protótipo e como será o seu uso. A adequação ou falta de adequação dos cenários propostos auxiliará no entendimento das necessidades, requisitos e da aceitabilidade do projeto e sua viabilidade.

4.12.1 Cenário 1: Criação do modelo de protótipo do prontuário eletrônico

O cenário 1, apresentado na figura 3, relaciona-se à criação de um modelo de prontuário que seja disponibilizado para potenciais usuários. Este cenário apresenta a análise das referências e discussão com professores e orientadores, sobre as seguintes informações:

- a) prescrições eletrônicas com ênfase em soluções descentralizadas com técnicas de privacidade;
- b) ameaças/riscos de segurança em soluções descentralizadas como *blockchain*, com ênfase em aplicações na área da saúde;
- c) mecanismos de segurança para aplicações *blockchain* na área da saúde com destaque aos registros odontológicos.

Figura 3 – Infográfico do cenário para criação do modelo de prontuário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

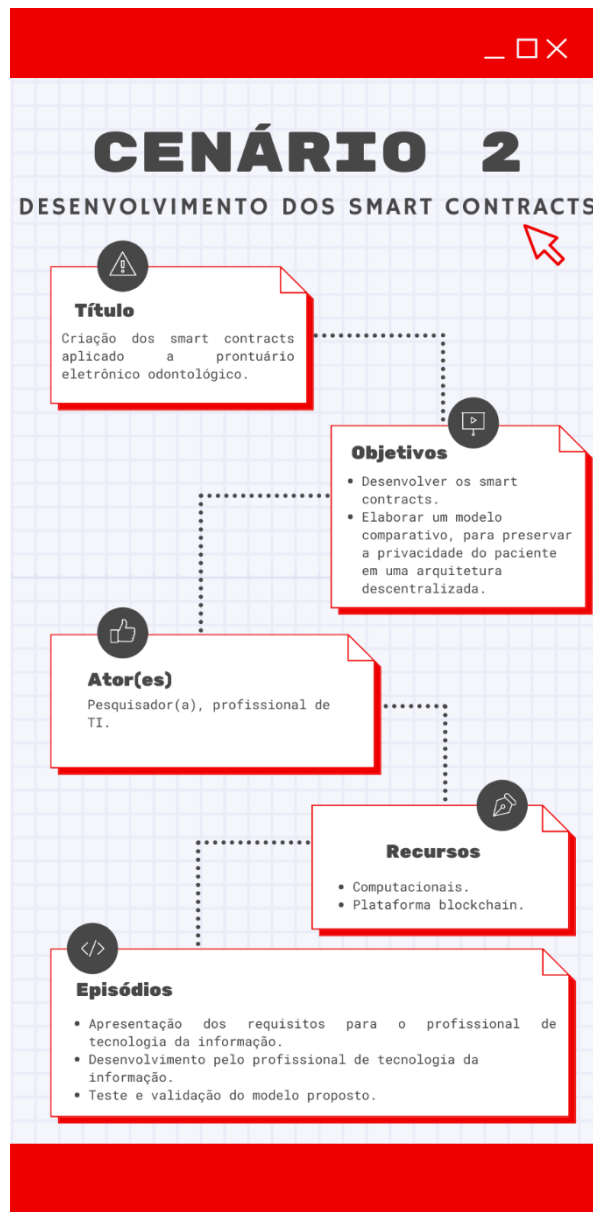
4.12.2 Cenário 2: Desenvolvimento dos contratos inteligentes

O cenário 2, apresentado na figura 4, relaciona-se ao desenvolvimento dos *smartcontracts*, em uma arquitetura descentralizada, para prontuários eletrônicos odontológico.

Este cenário apresenta o desenvolvimento do *smartcontract*, aplicado ao prontuário eletrônico odontológico, pelo profissional de tecnologia da informação, em uma rede privada para preservar a privacidade do paciente em uma arquitetura descentralizada, alisando

possíveis ameaças e, conseqüentemente, os mecanismos de segurança. Após o desenvolvimento do modelo de rede, testar e validar, através do envio de transações e operações de privacidade através uma rede de testes (*testnet*). Nesta avaliação devem ser observadas métricas como tempo médio de transação e custos dessas operações.

Figura 4 – Infográfico do cenário para o desenvolvimento dos *smartcontracts*.



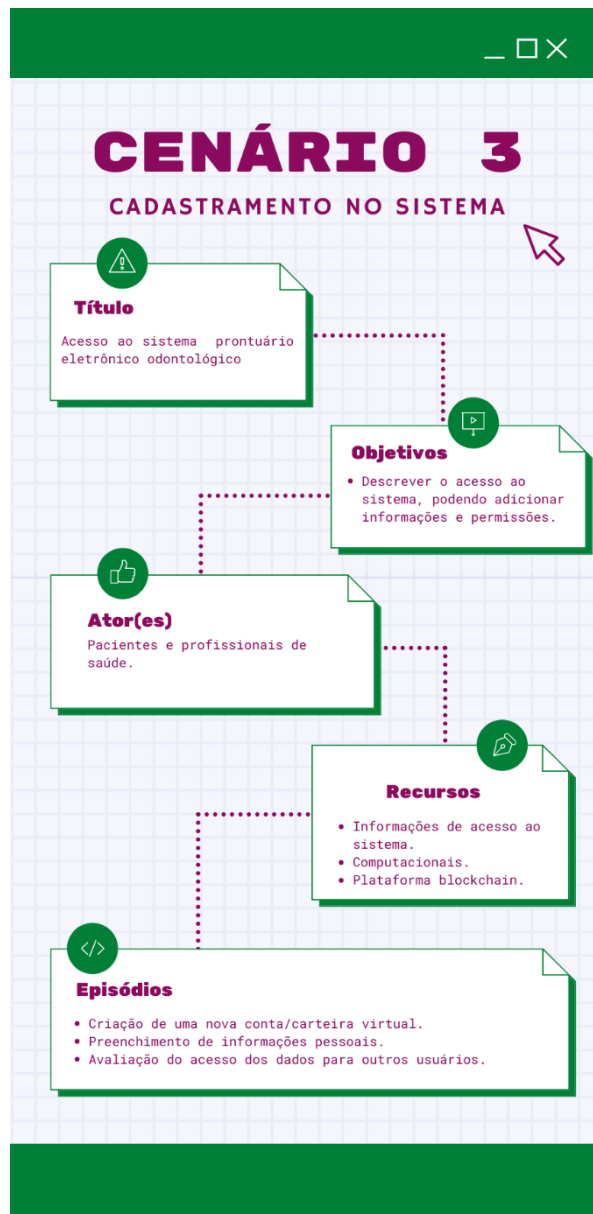
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.12.3 Cenário 3: Cadastramento no sistema/aplicativo/site

O cenário 3, apresentado na figura 5, relaciona-se ao cadastramento do usuário no sistema onde se localizam os prontuários eletrônicos odontológico, por pacientes e

profissionais de saúde. Para que seja possível utilizar a plataforma/sistema/site o(a) usuário(a), deve realizar o cadastramento de sua conta, seja enquanto usuário paciente ou profissional de saúde. No caso do usuário profissional, serão solicitadas informações obrigatórias sobre a sua atuação profissional.

Figura 5 – Infográfico do Cenário para cadastramento no sistema/aplicativo/site.

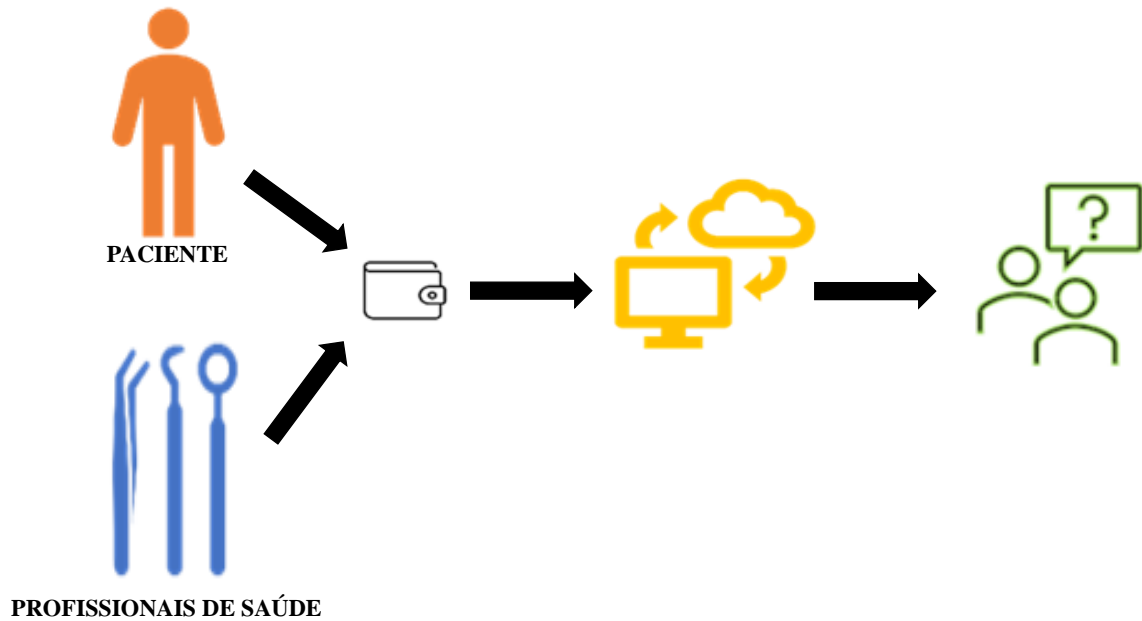


Fonte: Elaborado pelo autor.

Criado o modelo, teremos seu funcionamento baseado nas tecnologias escolhidas e no objetivo de criação de um prontuário eletrônico odontológico, no qual serão criadas contas que possam armazenar e permissionar, o compartilhamento de dados sensíveis de maneira personalizada. Dessa forma, o primeiro passo para os usuários, tanto pacientes quanto

profissionais da saúde, será a criação de uma conta/carteira. Na figura 6, temos a representação do fluxo de criação de uma conta/carteira usuário, onde o usuário cria sua conta, insere seus dados, os armazena e recebe um pedido de acesso.

Figura 6 – Fluxo sistêmico para criação da conta/carteira, fornecimento de informações e permissão.

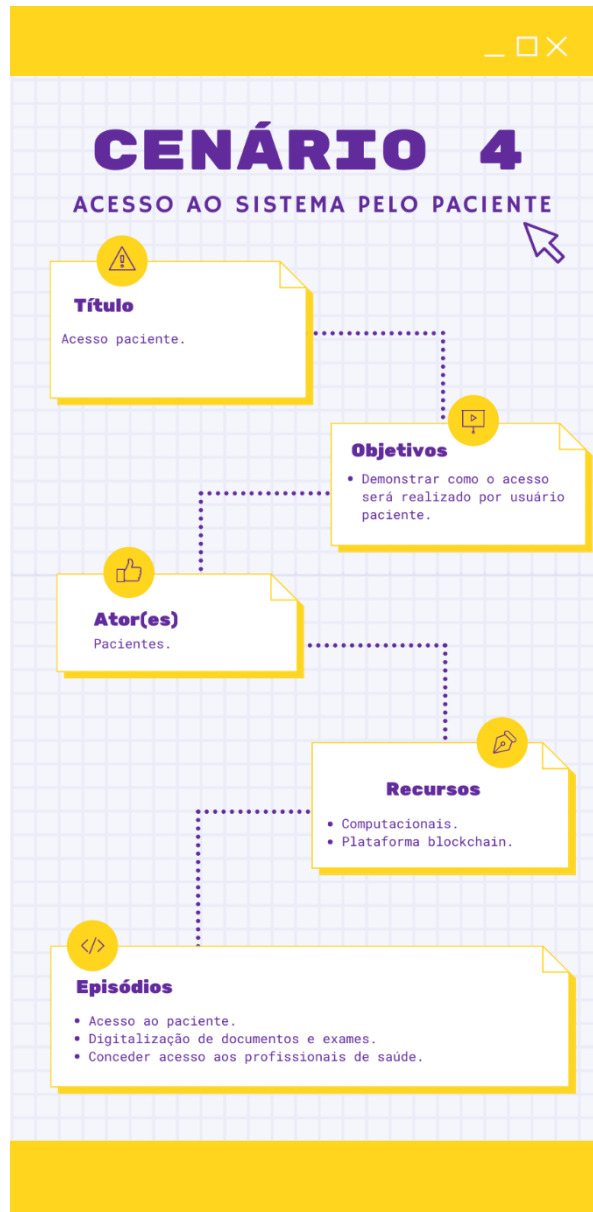


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.12.4 Cenário 4: Acesso ao sistema enquanto usuário paciente

O cenário 4, apresentado na figura 7, relaciona-se ao acesso do paciente ao sistema onde se localizam os prontuários eletrônicos odontológicos.

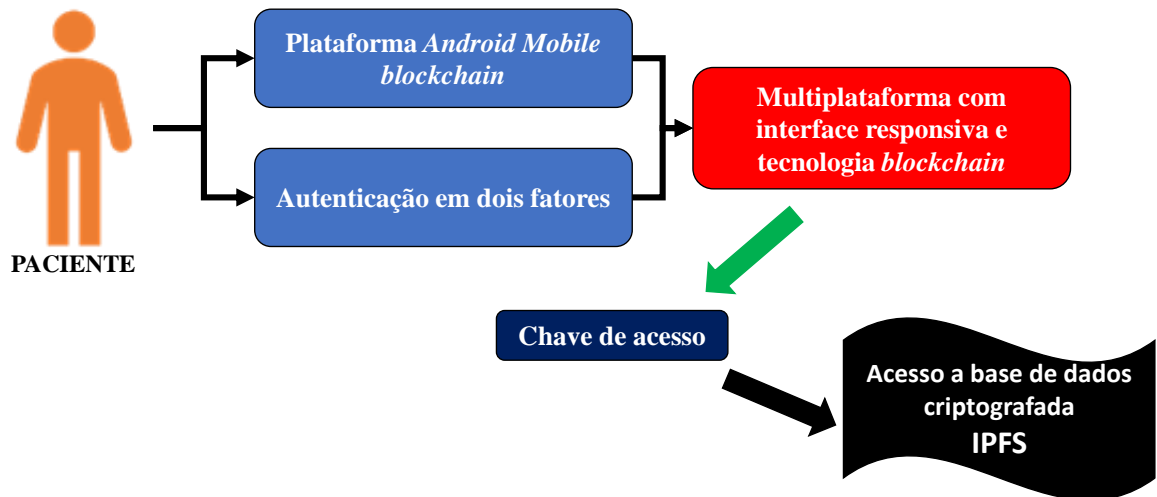
Figura 7 – Infográfico do cenário para acesso do paciente ao sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 8, temos a representação do fluxograma do paciente para acessar a base, contendo os seus dados cadastrados. Devido ao grande tamanho dos prontuários eletrônicos, será preciso verificar a capacidade de armazenamento. Depois de criada a chave de acesso pessoal, os usuários poderão cadastrar documentos de saúde odontológica que já possuem. Os dados ficarão armazenados na IPFS (*InterPlanetary File System*) e devem poder ser acessados a todo tempo.

Figura 8 - Cadastramento de usuário paciente.

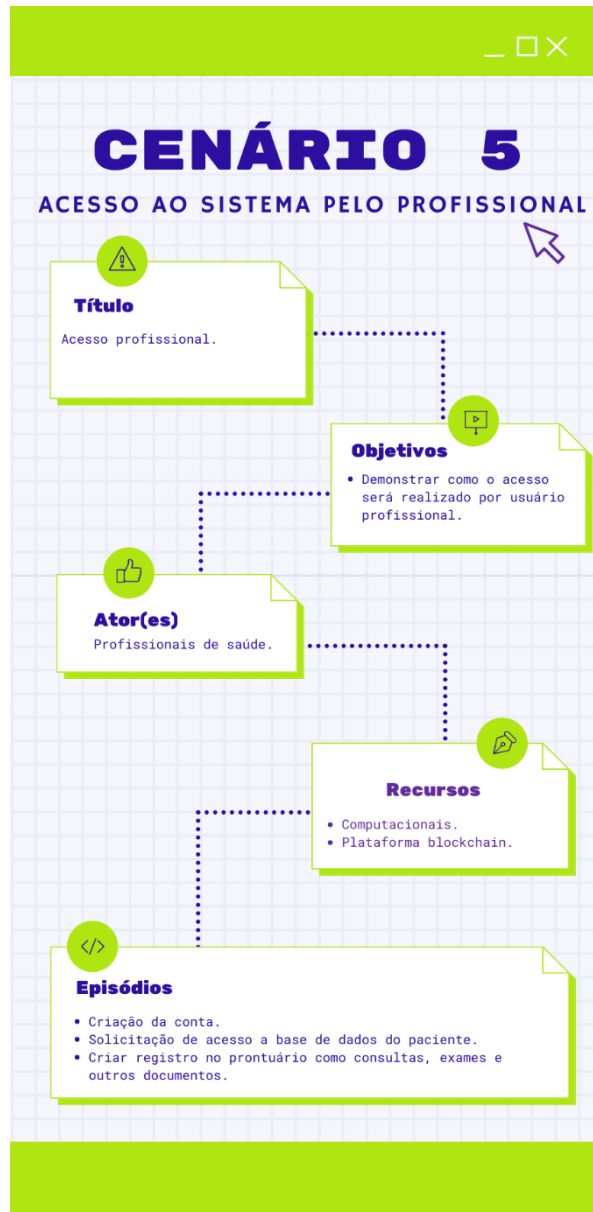


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.12.5 Cenário 5: Acesso ao sistema enquanto usuário profissional

O cenário 5, apresentado na figura 9, relaciona-se ao acesso do usuário profissional ao sistema onde se localizam os prontuários eletrônicos odontológicos.

Figura 9 – Infográfico do cenário para acesso do usuário profissional.

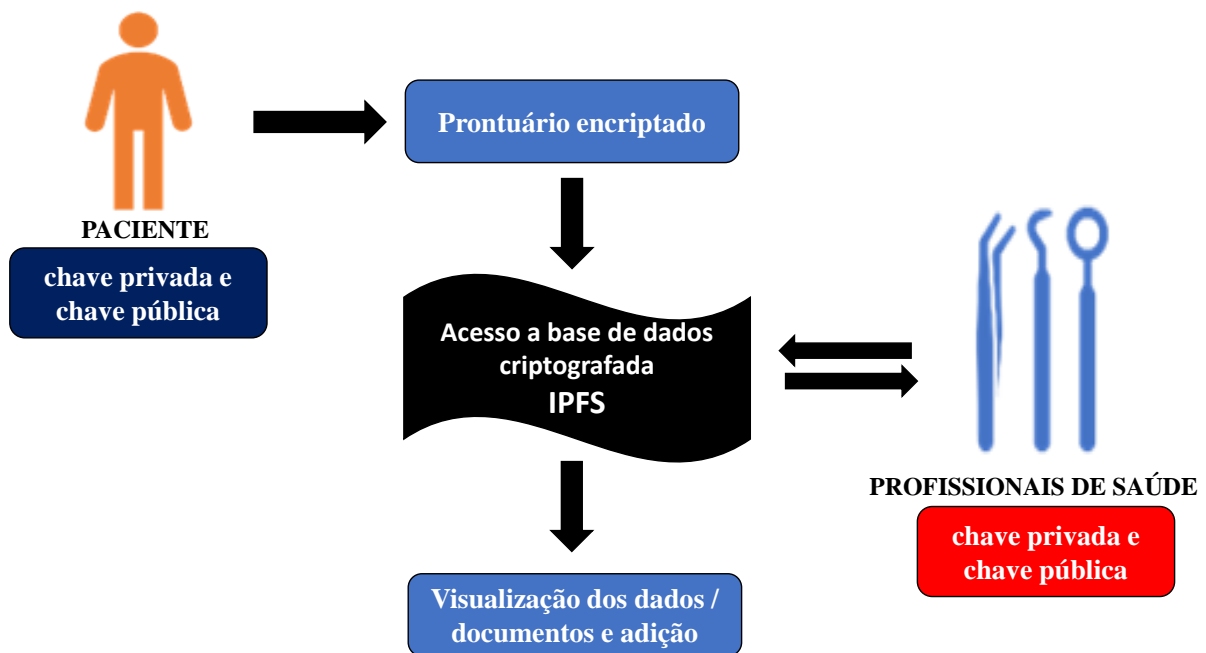


Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 10, temos a representação do fluxograma do compartilhamento do ambiente *blockchain* por pacientes e profissionais de saúde, contendo os seus dados cadastrados. Os testes de validação deverão ser feitos tanto para as interfaces e ações dos usuários pacientes, quanto dos usuários profissionais de saúde, para verificação do cadastramento e autenticidade de identidade dos usuários, possibilidade de enviar e armazenar dados, permissão de acesso a dados e a complementação de novas informações, documentações e anexos, entre outros. O profissional deverá requerer permissão de acesso a partir da leitura do código *QR code* e sua

identificação (chave) e, no caso de aceite, poderá acessar os dados do paciente para consulta, podendo relatar os dados necessários no modelo de prontuário eletrônico, que deverá ser assinado ao final da consulta tanto pelo profissional quanto pelo paciente. Esta etapa poderá ainda agregar outros fatores/questões que se julgue necessário para o funcionamento das interfaces e do sistema.

Figura 10 – Fluxograma compartilhamento do ambiente blockchain por pacientes e profissionais de saúde.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.13 Perspectivas para elaboração do protótipo do Prontuário Eletrônico

De acordo com a revisão integrativa, o prontuário eletrônico utilizando tecnologia *blockchain*, oferece aos pacientes um registro imutável de seu histórico de saúde, que não é apenas abrangente, mas também acessível e confiável, visto que, os pacientes ficam mais informados sobre o seu histórico e quaisquer modificações realizadas nele. Por meio do gerenciamento de permissões na *blockchain*, é permitido o compartilhamento das informações pelo paciente entre unidades de saúde, através de um sistema de gerenciamento de conteúdo interoperável para os profissionais que supervisionam esses registros. O livro *blockchain*

mantém um histórico auditável de interações entre pacientes, unidades de saúde e profissionais.

Em relação a robustez e segurança, a implantação de um prontuário eletrônico através da *blockchain*, deve apresentar várias propriedades importantes de descentralização. Neste sentido, deve apresentar um modelo de tolerância a falhas forte, contando com as muitas entidades participantes do sistema para evitar um único ponto de falha. Os registros de saúde devem ser armazenados localmente em bancos de dados separados de provedores e pacientes e, as cópias dos dados de autorização, devem ser armazenadas em cada nó da rede *blockchain*. Desta forma, tanto os prontuários quanto os logs de autorização global, permanecem em locais distintos no sistema, não criando um alvo central para ataque de conteúdo. Esta separação dos dados é uma consideração fundamental em uma era de ataques cibernéticos e vazamentos de dados.

Embora algumas *blockchains* apresentem desafios de robustez de um limite de escala no “tamanho do bloco” ou capacidade de armazenamento (CROMAN et al., 2016), esses parâmetros podem ser modificados para otimizar outros requisitos de desempenho em uma rede *blockchain* privada. Em relação a segurança dos bancos de dados dos provedores individuais, este deve ser gerenciado adequadamente pelo administrador do sistema de TI local. Além disso, deve-se pensar em como resolver o problema do gerenciamento de direitos digitais de cópias indesejadas de dados, visto que, o sistema utiliza “nós” de provedores que estão vinculados a regulamentos externos, que regem a cópia de dados no caso de uso médico, por exemplo (KISH & TOPOL, 2015).

Em relação à privacidade, o uso da tecnologia *blockchain* apresenta várias limitações, como já demonstrado através ao longo desta dissertação. Uma solução potencial é tornar a *blockchain* uma estrutura “permitida”, onde apenas nós pré-aprovados e na lista de permissões tenham acesso de leitura ao livro-razão. Isso impediria que usuários mal-intencionados extraíssem insights baseados em frequência dos registros na *blockchain*. Além disso, a criptografia pode ser introduzida nas etapas de sincronização de dados *off-blockchain* para proteger contra acesso acidental ou mal-intencionado ao conteúdo.

A integração de uma infraestrutura de armazenamento de dados existente nos provedores com a rede *blockchain*, facilitará o uso contínuo dos sistemas existentes, ajudando na conformidade com os diferentes órgãos regulamentadores. Com base no princípio da interoperabilidade, o prontuário deve ser projetado através de um sistema flexível, oferecendo suporte a padrões abertos para troca de dados de saúde. Além disso, os sistemas de prontuários devem ser agnósticos de origem, ou seja, capaz de receber dados de qualquer

número de terminais (consultórios médicos, servidores hospitalares, computadores domésticos de pacientes etc.). Neste sentido, deve-se desenvolver um sistema para os prontuários médicos não como um sistema proprietário, mas como um conjunto de APIs abertas para facilitar a revisão e troca das informações. À medida for desenvolvido um protótipo do sistema para prontuário de saúde na rede *blockchain*, deve-se envolver ativamente as partes interessadas da área de saúde em todo o setor, de hospitais e escritórios de fornecedores a empresas farmacêuticas, seguradoras, startups de saúde, instituições governamentais e muito mais, reunindo requisitos de funcionalidade e cenários de casos de uso adicionais.

CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

A revisão integrativa cuja pergunta de investigação foi “Quais as aplicações da tecnologia *blockchain* na gestão dos prontuários eletrônicos de saúde?”, recuperou 18.728 estudos, realizados nos últimos 10 anos, através dos descritores “*blockchain*” ou “*smartcontracts*”. Após a inclusão dos descritores relacionados ao “registro eletrônico de saúde” ou “informática em saúde” ou “armazenamento e recuperação de informações”, este número foi reduzido para 117 estudos. Através da aplicação dos conceitos de exclusão, inclusão e qualidade, foram recuperados e utilizados nesta revisão 83 estudos. Uma das contribuições desta dissertação é o levantamento abrangente e classificação de artigos de pesquisa sobre *blockchain*, e sua integração em diferentes aplicações de saúde, nas quais são observadas tendências específicas da literatura. A plataforma *blockchain* proporciona o desenvolvimento de uma aplicação descentralizada, na qual o padrão de transações de dados não é controlado por nenhuma organização intermediária. A transação de dados das entidades é armazenada em um banco de dados descentralizado de forma verificável, segura, imutável e transparente com carimbo de hora e outros detalhes relevantes. O número de estudos sobre *blockchains* em aplicações de saúde continua aumentando, embora tenham limitações que permanecem sem solução.

A tecnologia *blockchain*, oferece a oportunidade, de ser usada em sistemas de armazenamento de informações de pacientes, com diferentes implementações em potencial. Nos estágios iniciais de projeto e desenvolvimento, muitos estudos propuseram soluções com potencial para aumentar a transparência dos dados e a eficiência operacional. No entanto, a segurança, privacidade e escalabilidade da tecnologia *blockchain* exigirão mais pesquisas antes da implantação de produção em escala substancial. Consequentemente, o uso de *blockchain* no armazenamento dos dados de prontuários de pacientes deve ser avaliado, visto que, essa tecnologia possui vulnerabilidades de segurança e problemas de desempenho que devem ser resolvidos.

Apesar do excelente potencial e do grande interesse na tecnologia *blockchain*, avaliamos que seu impacto no armazenamento de prontuários de pacientes, permanece na fase de documentação e as aplicações de pesquisa e atendimento clínico, ainda precisam ser desenvolvidas. A maioria dos estudos baseados em soluções *blockchain*, continuam na forma de novos conceitos e em alguns casos, operacionalmente com base de dados de usuários restrita. O futuro da tecnologia *blockchain* que elimina intermediários, tem imenso potencial

para exercer um efeito positivo significativo no armazenamento de dados de pacientes na área da saúde.

Como perspectiva futura, pretende-se desenvolver o protótipo de um prontuário eletrônico odontológico, validado junto aos seus potenciais usuários e beneficiários sem que ele necessariamente seja construído, inicialmente, na *blockchain*. Além disso, criaremos cenários que contextualizam e detalham outros requisitos e etapas, que porventura se apresentem necessárias, para que o protótipo seja plenamente entendido e avaliado por seus pares e, posteriormente, incluir o prontuário eletrônico odontológico na *blockchain* para realização de testes de segurança, armazenamento e desempenho.

REFERÊNCIAS

- AGBO, C. C.; MAHMOUD, Q. H.; EKLUND, M. *Blockchain technology in healthcare: a systematic review*. Healthcare, v. 7, n. 56, p. 1-30. 2019.
- AGUIRRE, R.R.; SUAREZ, O.; FUENTES, M.; SANCHEZ-GONZALEZ, M.A. *Electronic healthrecord implementation: a review of resources and tools*. Cereus,v. 11, p. e5649. 2019.
- AHENE, E.; WALKER, J.; GYENING, R. O. M.; ABDUL-SALAAM, G.; HAYFRON-ACQUAH, J. B. *Heterogeneous Signcryption with Proxy Re-Encryption and its Application in EHR Systems*. Telecommunication Systems, v. 80, p. 59 – 75. 2022.
- AKHTER MD HASIB, KaziTamzid et al. *Electronic health record monitoring system and data security using blockchain technology*. Security and Communication Networks, v. 2022, 2022.
- ALDUGHAYFIQ, B.; SAMPALLI, S. *Patients', Pharmacists', and Prescribers' Attitude Toward Using Blockchain and Machine Learning in a Proposed ePrescription System: Online Survey*. JAMIA Open, v. 5, n. 1, p. 1–10. 2022.
- ALEXAKI, S.; ALEXANDRIS, G.; KATOS, V.; PETROULAKIS, N. E. *Blockchain-based Electronic Patient Records for Regulated Circular Healthcare Jurisdictions*. 2018 IEEE 23rd International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD). 2018.
- ALSALAMAH, S. A.; ALSALAMAH, H. A.; NOUH, T.; ALSALAMAH, S. A. *HealthyBlockchain for Global Patients*. Computers, Materials & Continua, v.68, n. 2. 2021.
- ALSHALALI, T.; M'BALE, K.; JOSYULA, D. *Security and privacy of electronic health records sharing using hyperledger fabric*.In: International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI). p. 760-763. 2019.
- ALZHRANI, S.; DAIM, T.; CHOO, K. R. *Assessment of the Blockchain Technology Adoption for the Management of the Electronic Health Record Systems*. Dissertations and Theses.2021. Disponível em: <https://doi.org/10.15760/etd.7527>
- ARANHA, R.; HORSTMANN, B. *O Prontuário e o paciente digital*. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, v. 22, n. 3, 2019.
- BRASIL. Conselho Federal de Odontologia. Código de Ética Odontológica. *Resolução CFO nº 118, de 11 de maio de 2012*. Disponível em: http://cfo.org.br/wp-content/uploads/2018/03/codigo_etica.pdf.
- BHARIMALLA, P. K.; CHOUDHURY, H.; PARIDA, S.; MALLICK, D. K.; DASH, S. R. A. *Blockchain and NLP Based Electronic Health Record System: Indian Subcontinent Context*. Informatica, v. 45, p. 605 – 616. 2021.
- BHATIA, M.; KAUR, S.; SOOD, S.K.; BEHAL, V. *Internet of things inspired healthcare system for urine-based diabetes prediction*. Artif. Intell. Med. v. 107, pp. 101913. 2020.

- BORJESON, L.; HOJER, M.; DREBORG, K.H.; EKVALL, T.; FINNVEDEN, G. *Scenariotypesandtechniques: towards a user'sguide*. Futures, v. 38, n. 7, p. 723-739. 2006.
- BUTT, G. Q.; SAYED, T. A.; RIAZ, R.; RIZVI, S. S.; PAUL, A. *Secure Healthcare Record SharingMechanismwith Blockchain*. Appl. Sci., v. 12, n. 5. 2022.
- CAO, S.; ZHANG, G.; LIU, P.; ZHANG, X.; NERI, F. *Cloud-assistedsecureHealth systems for tamper-proofing EHR via blockchain*. InformationSciences, v. 485, p. 427 – 440. 2019.
- CAPECE, G.; LORENZI, F. *Blockchain and Healthcare: Opportunitiesand Prospects for the HER*. Sustainability, v. 12, n. 9693. 2020.
- CARTER, G.; SHAHRIAR, H.; SNEHA, S. *Blockchain-BasedInteroperableElectronic Health Record Sharing Framework*. 2019 IEEE 43rd Annual Computer Software andApplicationsConference (COMPSAC). p. 452–457. 2019.
- CDR - Centre for Reviews Dissemination. Systematic Reviews. 2009.
- CHELLADURAI, U.; PANDIAN, S. *A Novel Blockchain BasedElectronic Health Record Automation System for Healthcare*. JournalofAmbientIntelligenceandHumanizedComputing, v.13, p. 693 – 703. 2022.
- CHELLADURAI, U.; PANDIAN, S.; RAMASAMY, K. *A blockchain basedpatientcentricelectronichealthrecordstorageandintegrity management for e-Health systems*. Health Policyand Technology, v. 10, pp. 100513. 2021.
- CHEN, Y.; DING, S.; XU, Z.; ZHENG, H.; YANG, S.*Blockchain-Based Medical Records SecureStorageand Medical ServiceFramework*. J. Med. Syst.,v. 43, n. 1. 2018.
- CHEN, L.; LEE, W.; CHANG, C.; CHOO, K. R.; ZHANG, N. *Blockchain basedsearchableencryption for electronichealthrecordsharing*. Future Generation Computer Systems, v. 95, p. 420 – 429. 2019.
- CHEN, J.; YIN, X.; NING, J. *A Fine-GrainedandSecure Health Data SharingSchemeBasedon Blockchain*. Trans EmergingTel Tech. n. e4510. 2022.
- CHENTHARA, S.; AHMED, K.; WANG, H.; WHITTAKER, F.; CHEN, Z.*Healthchain: A novel framework onprivacypreservationofelectronichealthrecordsusing blockchain technology*, v. 15, n. 12.2020.
- CHUNG, L.; LEITE, S. P. J.S. *On non-functionalrequirements in software engineering*. In: Conceptual Modeling:FoundationsandApplications, pp. 363–379. Springer. 2009.
- CHUKWU, E.; GARG, L. *A systematic review of blockchain in healthcare: frameworks, prototypes, and implementations*. IEEE Access, v. 8, p. 21196 – 21214. 2020.
- COLTRI, M. V.; SILVA, R. H. A. *Prontuário do paciente:comentários à lei no 13.787/2018*. Revista Brasileira de Odontologia Legal-RBOL, v. 6, n.2, p. 89-105, 2019.

- CROMAN, K.; DECKER, C.; EYAL, I.; GENCER, A.; JUELS, A.; KOSBA, A.; MILLER, A.; SAXENA, P.; SHI, E.; GÜN. E. *Onscalingdecentralizedblockchains*. In Proc. 3rd Workshop on Bitcoin and Blockchain Research (2016)
- CUNNINGHAM, J.; DAVIDGE, G.; DAVIES, N.; DEVANEY, S.; HOLM, S.; HARDING, M.; LEEMING, G.; NEUMANN, V.; AINSWORTH, J. *Blockchain Native Data Linkage*. Front. Blockchain, v. 4, n. 667388. 2021.
- DASH, S.; SHAKYAWAR, S. K.; SHARMA, M.; KAUSHIK, S. *Big data in healthcare: management, analysis and future prospects*. J. Big Data, v. 6, p. 54. 2019.
- DE SOUZA COSTA, Sueli; SOUSA, Hiran Reis; COSTA, Izolda Souza. O papel do cirurgião-dentista no diagnóstico precoce da leucemia e sua responsabilidade ética e legal—revisão de literatura. Revista Brasileira de Odontologia Legal, v. 4, n. 2, 2017.
- DEDETURK, B. A.; SORAN, A.; BAKIR-GUNGOR, B. *Blockchain for Genomics and Healthcare: A Literature Review*, PeerJ. v. 9, n. e12130. 2021.
- DUBOVITSKAYA, A.; BAIG, F.; XU, Z.; DABR; SHUKLA, R.; ZAMBANI, P. S.; SWAMINATHAN, A.; JAHANGIR, M.; CHOWDHRY, K.; LACHHANI, R.; IDNANI, N.; SCHUMACHER, M.; ABERER, K.; STOLLER, S. D.; RYU, S.; WANG, F. ACTION-EHR: Patient-Centric Blockchain-Based Electronic Health Record Data Management for Cancer Care. J Med Internet Res, v. 22, n. 8, pp. 1. 2020.
- DURNEVA, P.; COUSINS, K.; CHEN, M. *The Current State of Research, Challenges, and Future Research Directions of Blockchain Technology in Patient Care: Systematic Review*. J Med Internet Res, v. 22, n. 7. 2020.
- DWIVEDI, A. D.; SRIVASTAVA, G.; DHAR, S.; SINGH, R. *A decentralized privacy-preserving healthcare blockchain for IoT*. Sensors, v. 19, n. 2, p. 1–17, 2019.
- EI-GAZZAR, R.; STENDAL, K. *Blockchain in health care: hope or hype?* Journal of Medical Internet Research, v. 22, n. 7. 2020.
- EL-JABARI, C.; MARIO MACEDO, M.; AL-JABARI, M.O. *Towards a New Paradigm of Federated Electronic Health Records in Palestine*. Informatics, v. 7, n. 41. 2020.
- ELANGO VAN, D. et al. *The Use of Blockchain Technology in the Health Care Sector: Systematic Review*. JMIR Med Inform, v. 10, n. 1. 2022.
- GARCIA, R. D. *Preservando a privacidade na blockchain: um estudo de caso nas prescrições médicas eletrônicas*. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2021.
- GEORGE, M.; CHACKO, A. M. *MediTrans—Patient-centric interoperability through blockchain*. Int J Network Mgmt. v. 32, n. e2187. 2022.

GHAYVAT, H.; SHARMA, M.; GOPE, P.; SHARMA, P. K. SHARIF: *SolidPod-Based Secured Healthcare Information Storage and Exchange Solution in Internet of Things*. IEEE Transactions on Industrial Informatics, v. 18, n. 8. 2022.

GIRARDI, F.; GENNARO, G.; COLIZZI, L.; CONVERTINI, N. *Improving the Healthcare Effectiveness: The Possible Role of EHR, IoMT and Blockchain*. Electronics, v. 9, n. 884. 2020.

GLINZ, M. *Rethinking the notion of non-functional requirements*. Proc. Third World Congress Softw. Qual., v. 2, p. 55–64. 2005.

GROTE, A.; LEHNER, M.; REYMAN, F. Wild cards in strategic foresight – dealing with the unthinkable in the scenario technique, Proceedings of the 2011 Industrial Engineering Research Conference-IERC, 2011.

GUGAN, A. Successful scenario planning. JISC infoNet. 2008. Disponível em: www.jisc.ac.uk/publications Acesso em 10/06/2022.

GUO, R.; SHI, H.; ZHAO, Q.; ZHENG, D. *Secure attribute-based signatures scheme with multiple authorities for blockchain in electronic health records systems*. IEEE, v. 6, p. 11676 – 11686. 2018.

GUO, H.; LI, W.; NEJAD, M.; SHEN, C. *Access Control for Electronic Health Records with Hybrid Blockchain-Edge Architecture*. 2019 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain). ArXiv, v. 1906.01188v1. 2019.

HANDA, N.; SHARMA, A.; GUPTA, A. *An inclusive study of several machine learning based non-functional requirements prediction techniques*. In: International Conference on Futuristic Trends in Networks and Computing Technologies, p. 482–493. Springer. 2019

HASSELGREN, A.; KRALEVSKA, K.; GLIGOROSKI, D.; PEDERSEN S. A.; FAXVAAG, A. *Blockchain in healthcare and health sciences: a scoping review*. International Journal of Medical Informatics, v. 134, pp. 104040. 2020.

HARSHINI, V. M.; DANAI, S.; USHA, H. R.; KOUNTE, M. R. Health Record Management through Blockchain Technology," 2019 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI), p. 1411-1415. 2019.

HIGGINS, J. P. T.; GREEN, S. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions 4.2.5. In: The Cochrane Library, v. 3. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. 2005.

HYLOCK, R. H.; XIAOMING, Z. *A blockchain framework for patient-centered health records and exchange (HealthChain): evaluation and proof-of-concept study*. J Med Internet Res. v. 23, n. 4. 2021.

HUANG, J.; QI, Y. W.; ASGHAR, M. R.; MEADS, A.; TU, Y. *MedBloc: A Blockchain-based Secure EHR System for Sharing and Accessing Medical Data*. 2019 18th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and

Communications/13th IEEE International Conference On Big Data Science And Engineering. p. 594 – 601. 2019.

HUSSIEN, H. M.; YASIN, S. M.; UDZIR, S. N. I.; ZAIDAN, A. A.; ZAIDAN, B. B. A *Systematic Review for Enabling of Develop a Blockchain Technology in Healthcare Application: Taxonomy, Substantially Analysis, Motivations, Challenges, Recommendations and Future Direction*. Journal of Medical Systems, v. 43, n. 320. 2019.

HUSSEIN, A. F.; ARUNKUMAR, N.; RAMIREZ-GONZALEZ, G.; ABDULHAY, E.; TAVARES, J. M. R. S.; ALBUQUERQUE, V. H. C. *A medical records managing and securing blockchain based system supported by a Genetic Algorithm and Discrete Wavelet Transform*. Cogn. Syst. Res. v. 52, p. 1–11. 2018.

ICHIKAWA, D.; KASHIYAMA, M.; UENO, T. *Tamper-Resistant Mobile Health Using Blockchain Technology*. JMIR Mhealth Uhealth, v. 5, n. 7. 2017.

ISO - International Organization for Standardization. *Health Informatics - Electronic Health Records - Definition, Scope and Context*. ISO/EN 13606 - 1:2019.

ISO - International Organization for Standardization, *Health Informatics, Personal Health Records - Definition, Scope and Context*, ISO/TR 14292:2012(en).2012.

JARZBOWICZ, A.; WEICHBROTH, P. *A qualitative study on non-functional requirements in agile software development*. IEEE Access, v. 9, p. 40458–40475. 2021.

JUNQUEIRA, N. R. J. *Concessão de Permissão a dados de saúde baseada em contratos inteligentes em plataforma de blockchain*. 2020. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás. 2020.

HASIB, K. T. A.; CHOWDHURY, I.; SAKIB, S.; KHAN, M. M.; ALSUFYANI, N.; ALSUFYANI, A.; BOUROUIS, S. *Electronic Health Record Monitoring System and Data Security Using Blockchain Technology*. Hindawi Security and Communication Networks v. 2022, pp. 15, 2022.

KHATOON, A. *A Blockchain-Based Smart Contract System for Healthcare Management*. Electronics, v. 9, n. 94, pp. 23. 2020.

KIM, M. H.; YU, S. J.; LEE, J. Y.; PARK, Y. H.; PARK, Y. H. *Design of Secure Protocol for Cloud-Assisted Electronic Health Record System Using Blockchain*. Sensors, v. 20, n. 2913. 2020.

KISH, L. J.; TOPOL, E. J. *Unpatients [mdash] why patients should own their medical data*. Nature biotechnology, v. 33, n. 9, p. 921-924. 2015.

KUO, T. T.; KIM, H. E.; OHNO-MACHADO, L. *Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and healthcare applications*. J. Am. Med. Inform. Assoc. v. 24, n. 6, p. 1211 – 1220. 2017.

LAI, C.; MA, Z.; GUO, R.; ZHENG, D. *Secure Medical Data Sharing Scheme Based on Traceable Ring Signature and Blockchain*. Peer-to-Peer Networking and Applications, v. 15, p. 1562–1576. 2022.

- LAVANYA, M.; KAVITHA, V. *Secure Tamper-Resistant Electronic Health Record Transaction in Cloud System Via Blockchain*. *Wireless Personal Communications*, v. 124, p. 607 – 632. 2022.
- LEE, Y.; LEE, H.; HSU, C.; KUNG, H.; CHIU, H. *SEMRES - A Triple Security Protected Blockchain Based Medical Record Exchange Structure*. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, v. 215, pp.106595. 2022.
- LEE, H.; KUNG, H.; UDAYASANKARAN, J. G.; KIJSANAYOTIN, B.; MARCELO, A.B.; CHAO, L. R.; HSU, C. *An Architecture and Management Platform for Blockchain-Based Personal Health Record Exchange: Development and Usability Study*. *J Med Internet Res*, v. 22, n. 6. 2020.
- LIU, J.; LI, X.; YE, L.; ZHANG, H.; DU, X.; GUIZANI, M. *BPDS: A Blockchain based Privacy-Preserving Data Sharing for Electronic Medical Records*. *arXiv e-prints*, v. 1811, pp. 03223. 2018.
- LIU, X.; WANG, Z.; JIN, C.; LI, F.; LI, G. *A Blockchain-Based Medical Data Sharing and Protection Scheme*. *IEEE*, v. 7, p. 118943–118953. 2019.
- LO, Y.; YANG, C.; CHIEN, H.; CHANG, S.; LU, C.; CHEN, R. *Blockchain-Enabled iWellChain Framework Integration With the National Medical Referral System: Development and Usability Study*. *J Med Internet Res*, v. 21, n. 12. 2019.
- LOURENÇÃO, L. G.; FERREIRA JUNIOR, C. J. *Implantação do prontuário eletrônico do paciente no Brasil*. *Enfermagem Brasil*, v. 15, n. 1, pp. 44. 2016.
- MALIK, S.; DEDEOGLU, V.; KANHERE, S. S.; JURDAK, R. *TrustChain: Trust Management in Blockchain and IoT Supported Supply Chains*. 2019 IEEE International Conference on Blockchain, p. 184 – 193. 2019.
- MAIRIZA, D.; ZOWGHI, D.; NURMULIANI, N. *An investigation into the notion of non-functional requirements*. In: *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*, p. 311–317. 2010.
- MANDARINO, V.; MAROTTA, G.; PAPPALARDO, G.; TRAMONTANA, E. *Issues Related to EHR Blockchain Applications*. 2021 2nd Asia Conference on Computers and Communications (ACCC), p. 132-137. 2021.
- MIKULA, T.; JACOBSEN, R. H. *Identity and access management with blockchain in electronic healthcare records*. In *Proceedings - 21st Euromicro Conference on Digital System Design, DSD 2018*, p. 699–706. 2018.
- MARTIN-SANCHEZ, F.; VERSPOOR, K. *Big data in medicine is driving big changes, Yearb. Med. Inform.*, v. 9, p. 14–20. 2014.
- MAYER, A. H.; COSTA, C. A.; RIGHI, R. R. *Electronic health records in a blockchain: a systematic review*. *Health Informatics J*. v. 26, n. 2, p. 1273-1288. 2020.

- NAGASUBRAMANIAN, G.; SAKTHIVEL, R. K.; PATAN, R.; GANDOMI, A.H.; SANKAYYA, M.; BALUSAMY, B. *Securing E-Health Records Using Keyless Signature Infrastructure Blockchain Technology in the Cloud*. *Neural Computing and Applications*, v. 32, p. 639 – 647. 2020.
- NCHINDA, N. *et al. MedRec: a network for personal information distribution*. In: *International Conference on Computing, Networking and Communications*. p. 637-641. 2019.
- NEGRO-CALDUCH, E.; AZZOPARDI-MUSCAT, N.; KRISHNAMURTHY, R. S.; NOVILLO-ORTIZA, D. *Technological progress in electronic health record system optimization: Systematic review of systematic literature reviews*. *International Journal of Medical Informatics*, v. 152, pp. 104507. 2021.
- NGUYEN, D. C. *et al. Blockchain for secure EHRs sharing of mobile cloud based E-health systems*. *IEEE Access*, v. 7, pp. 66792. 2019.
- NIU, S.; CHEN, L.; WANG, J.; YU, F. *Electronic Health Record Sharing Scheme with Searchable Attribute-Based Encryption on Blockchain*. *IEEE Access*, v. 8, p. 7195 - 7204. 2020.
- PEARSON, I.; LYONS, M. *Re-evaluation in an age of uncertainty*. *Scenario & Strategy Planning*, v. 1, n. 1, p. 3-10. 1999.
- POONGUZHALI, N.; GAYATHRI, S.; DEEBIKA, A.; SURIAPRIYA, R. *A Framework For Electronic Health Record Using Blockchain Technology*. *International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)*, p. 1-5. 2020.
- NUZZOLESE, E. *Electronic Health Record and Blockchain Architecture: Forensic Chain Hypothesis for Human Identification*. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, p. 10 - 35. 2020.
- OMAR, A. A.; BHUIYAN, Z. A.; BASU, A.; KIYOMOTO, S.; RAHMAN, M. S. *Privacy-friendly Platform for Healthcare Data in Cloud Based on Blockchain Environment*. *Futur. Gener. Comput. Syst.* v. 95, p. 511–521. 2019.
- PANIGRAHI, A.; NAYAK, A. K.; PAUL, R. *HealthCare EHR: A Blockchain-Based Decentralized Application*. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, v. 15, n. 3. 2022.
- PANWAR, A.; BHATNAGAR, V. *A Cognitive Approach for Blockchain-Based Cryptographic Curve Hash Signature (BC-CCHS) Technique to Secure Healthcare Data in Data Lake*. *Soft Computing* <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06513-7>
- PINEDA RINCÓN, Edwar Andrés; MORENO-SANDOVAL, Luis Gabriel. *Design of an Architecture Contributing to the Protection and Privacy of the Data Associated with the Electronic Health Record*. *Information*, v. 12, n. 8, p. 313, 2021.
- PIRTLE C.; EHRENFELD, J. *Blockchain for Healthcare: The Next Generation of Medical Records?* *Journal of Medical Systems*, v. 42, n. 172. 2018.
- REINERT, J.; CORSER, G. *Classification of Blockchain Implementation in Mobile Electronic Health Records and Internet of Medical Things Devices Research*. *SoutheastCon 2021*, p. 01 - 05. 2021.

- ROEHRS, A.; COSTA, C. A.; RIGHI, R. R.; SILVA, V. F.; GOLDIM, J. R.; SCHMIDT, D.C. *Analyzing the performance of a blockchain-based personal health record implementation*. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 92, pp. 103140. 2019.
- ROEHRS, A.; COSTA, C. A.; RIGHI, R. R.; MAYER, A. H.; SILVA, V. F.; GOLDIM, J. R.; SCHMIDT, D. C. *Integrating Multiple Blockchains to Support Distributed Personal Health Records*. *Health Informatics Journal*, p. 1–16. 2021.
- SANDEEPANI, S.; NAWINNA, D. *Impact of non-functional requirements on the success of ubiquitous systems*. In: 2020 2nd International Conference on Advancements in Computing (ICAC), IEEE. v. 1, p. 263–268. 2020.
- SCHOEMAKER, P.J.H. *Profiting from Uncertainty. Strategies for Succeeding No Matter What the Future Brings*, The Free Press, New York, NY. 2002.
- SHAHNAZ, A.; QAMAR, U.; KHALID, A. *Using Blockchain for Electronic Health Records*. *IEEE* v. 7. 2019.
- SHAMSHAD, S.; MINAHIL; MAHMOOD, K.; SARU KUMARI, S.; CHEN, C. *A secure blockchain-based e-health records storage and sharing scheme*. *Journal of Information Security and Applications*, v. 55, pp. 102590. 2020.
- STAMATELLIS, Charalampos et al. *A privacy-preserving healthcare framework using hyperledger fabric*. *Sensors*, v. 20, n. 22, p. 6587, 2020.
- SOMMERVILLE, I.; SAWYER, P. *Requirements Engineering: A Good Practice Guide*. Wiley, New York. 1997.
- SANTOS, P. S.; CARVALHO, G. P. *Prontuários eletrônicos em odontologia e obediência às normas do CFO*. *Revista Odontológica do Brasil Central*, v. 23, n. 66, p.166-171, 2014.
- SHARMA, P.; MOPARTHI, N. R.; NAMASUDRA, S.; SHANMUGANATHAN, V.; HSU, C. *Blockchain-Based IoT Architecture to Secure Healthcare System Using Identity-Based Encryption*. *Expert Systems*, v. e12915. 2021.
- SHEN, B.; GUO, J.; YANG, Y. *MedChain: Efficient Healthcare Data Sharing via Blockchain*. *Appl. Sci.* v. 9, pp. 1207. 2019.
- SHI, S.; HE, D.; LI, L.; KUMAR, N.; KHAN, M. K.; CHOO, K. R. *Applications of blockchain in ensuring the security and privacy of electronic health record systems: A survey*. *Computers & Security*, v. 97, pp. 101966. 2020.
- STAMATELLIS, C.; PAPADOPOULOS, P.; PITROPAKIS, N.; KATSIKAS, S.; BUCHANA, W. J. *A Privacy-Preserving Healthcare Framework Using Hyperledger Fabric*. *Sensors*, v. 20, n. 6587. 2020.
- SUN, B.; LV, Z.; LI, Q. *Obstetrics Nursing and Medical Health System Based on Blockchain Technology*. *Hindawi. Journal of Healthcare Engineering*. v. 2021, ID 6631457, pp. 11. 2021.

- TALOBA, A. I.; RAYAN, A.; ELHADAD, A.; ABOZEID, A.; SHAHIN, O. R.; ABD EL-AZIZ, R. M. A. *A Framework for Secure Healthcare Data Management Using Blockchain Technology*. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, v. 12, n. 12. 2021.
- TAMAZIRT, L.; ALILAT, F.; AGOULMINE N. *Blockchain Technology: A new secured Electronic Health Record System*. In 2018 International Workshop on Advances in ICT Infrastructures and Services (ADVANCE'2018), p. 134. 2018.
- TANG, Fei. *et al. An efficient authentication scheme for blockchain-based electronic health records*. IEE Access, v. 7, p. 41678-41689, 2019.
- TESSUN, F.; HERMANN, A. *Harnessing potential future. Scenario & Strategy Planning*, v. 1, n. 1, p. 8-12. 1999.
- THEODOULI A.; ARAKLIOTIS S.; MOSCHOU K.; VOTIS, K.; TZOVARAS, D. *On the design of a Blockchain-based system to facilitate Healthcare Data Sharing*. 2018 17th IEEE Int. Conf. Trust. Secur. Priv. Comput. Commun. 12th IEEE Int. Conf. Big Data Sci. Eng., p. 1374–1379, 2018.
- TIAN, H.; HE, J.; DING, Y. *Medical Data Management on Blockchain with Privacy*. J Med Syst, v. 43, n. 26. 2019.
- TITH, D.; LEE, J.; SUZUKI, H.; WIJESUNDARA, W. M. A. B.; TAIRA, N.; OBI, T.; OHYAMA, N. *Application of Blockchain to Maintaining Patient Records in Electronic Health Record for Enhanced Privacy, Scalability and Availability*. v. 26, n. 1, p. 3 – 12. 2020.
- TRUONG, Nguyen Binh. *et al. GDPR-compliant personal data management: a blockchain-based solution*. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, v.15, p. 1746-1761, 2019.
- UDDIN, M.; MEMON, M. S.; MEMON, I.; ALI, I.; MEMON, J.; ABDELHAQ, M.; ALSAQOUR, R. *Hyperledger Fabric Blockchain: Secure and Efficient Solution for Electronic Health Records*. Computers, Materials & Continua, v.68. n. 2. 2021.
- UDDIN, A.; STRANIERI, A.; GONDAL, I.; BALASUBRAMANIAN, V. *Rapid Health Data Repository Allocation Using Predictive Machine Learning*. Health Informatics Journal, v. 26, n. 4, p. 3009 – 3036. 2020.
- ULRICH, Fernando. *Bitcoin: a moeda na era digital*. São Paulo: Instituto Ludwig Von Mises Brasil, 2014.
- VAN DER HEIJDEN, K. *Scenarios, The Art of Strategic Conversation*, John Wiley & Sons, Chichester. 2005.
- VARDHINI, B.; DASS, S. N.; CHINNAIYAN, R.; SAHANA, R. *A Blockchain based Electronic Medical Health Records Framework using Smart Contracts*. 2021 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI -2021), 2021.

- VYAS, J. D.; HAN, M.; LI, L.; POURIYEH, S.; HE, J. S. *Integrating Blockchain Technology into Healthcare*. ACM Southeast Conference – ACMSE 2020 – Session 1: Full Papers – ISBN: 978-1-4503-7105-6 Tampa, FL, USA, April 2-4, 2020.
- WANG, H.; SONG, Y. *Secure Cloud-Based EHR System Using Attribute-Based Cryptosystem and Blockchain*. J Med Syst, v. 42. n. 152. 2018.
- WEHBE, Y.; ZAABI, M. A.; SVETINOVIC, D.; MEMBER, S. *Blockchain AI Framework for Healthcare Records Management: Constrained Goal Model*. 2018 26th Telecommun. Forum, p.420–425, 2018.
- WERNER, C.; LI, Z.S.; ERNST, N.; DAMIAN, D. *The lack of shared understanding of non-functional requirements in continuous software engineering: Accidental or essential?* In: 2020 IEEE 28th International Requirements Engineering Conference (RE), p. 90–101. 2020.
- WU, H.; SHI, L.; SHANG, Y.; JIANG, K.; WANG, L.; DONG, J. *A Patient-Centric Interoperable Framework for Health Information Exchange via Blockchain*. ICBTA 2019: Proceedings of the 2019, 2nd International Conference on Blockchain Technology and Applications, p. 76–80. 2019.
- WUTTHIKARN, R.; HUI, Y. G. *Prototype of Blockchain in Dental care service application based on Hyperledger Composer in Hyperledger Fabric framework*. 2018 22nd International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), p. 1 – 4. 2018.
- XAVIER, A. C.C.; GOTTSCHALG-DUQUE, C. *Electronic Health Records: What is the Contribution of Archivistics and Smart Contracts for their Management During the Period of Health 4.0? A to Z: novas práticas em informação e conhecimento*. v. 10, n. 3, p. 1 – 10. 2021.
- XIAODONG, Y. A. N. G. et al. *Blockchain-based secure and searchable EHR sharing scheme*. In: 2019 4th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE). IEEE, 2019. p. 822-8223.
- XIAO, Y.; XU, B.; JIANG, W.; WU, Y. *The HealthChain Blockchain for Electronic Health Records: Development Study*. J Med Internet Res, v. 23, n. 1. 2021.
- YANG, G.; LI, C. *A Design of Blockchain-Based Architecture for the Security of Electronic Health Record (EHR) Systems*. 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), v. 10, pp. 5768. 2022.
- YANG, X.; LI, T.; LIU, R.; WANG, M. *Blockchain-Based Secure and Searchable EHR Sharing Scheme*. 2019 4th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE), p. 822 - 8223. 2019.
- YANG, G.; LI, C.; MARSTEIN, K. E. *A Blockchain-Based Architecture for Securing Electronic Health Record Systems*. Concurrency Computat Pract Exper. v. 33, n. e5479. 2021.
- YANG, H.; YANG, B. *A Blockchain-based Approach to the Secure Sharing of Healthcare Data*. Norwegian Information Security Conference, 2017.

- YUE, X.; WANG, H.; JIN, D.; LI, M.; JIANG, W. *Healthcare Data Gateways: Found Healthcare Intelligence on Blockchain with Novel Privacy Risk Control*. J Med Syst, v. 40. n. 218. 2016.
- ZANG, P.; WHITE, J.; SCHMIDT, D. C.; LENZ, G.; ROSENBLOOM, S.T. *FHIRChain: Applying Blockchain to Securely and Scalably Share Clinical Data*. Computational and Structural Biotechnology Journal, v. 16, p. 267 – 278. 2018.
- ZHANG, A.; LIN, X. *Towards Secure and Privacy-Preserving Data Sharing in e-Health Systems via Consortium Blockchain*. J. Med. Syst., v. 42, n. 8. 2018.
- ZHANG, G.; YANG, Z.; LIU, W. Blockchain-based privacy preserving e-health system for healthcare data in cloud. Computer Networks, V. 203, pp. 108586. 2022.
- ZHENG, Z; XIE S, DAI. H. *An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends*. IEEE 6th International Congress on Big Data, pp. 557. 2017.