



Instituto Federal de Brasília
Campus Brasília
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet

Lucas Fernando Gonçalves Lima
Pablo Miranda Rocha Costa

**MEDI-CHAIN:
SISTEMA DE E-PRESCRIPTION**

Brasília
2025

Lucas Fernando Gonçalves Lima
Pablo Miranda Rocha Costa

**MEDI-CHAIN:
SISTEMA DE E-PRESCRIPTION**

Monografia apresentada ao curso de Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal de Brasília do *Campus* Brasília , como requisito parcial para a obtenção do título de Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet.

Orientador: Me. Claudio Ulisse
Instituto Federal de Brasília

Brasília
2025

Lucas Fernando Gonçalves Lima
Pablo Miranda Rocha Costa

**MEDI-CHAIN:
SISTEMA DE E-PRESCRIPTION**

Monografia apresentada ao curso de Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal de Brasília do *Campus* Brasília , como requisito parcial para a obtenção do título de Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet.

Aprovado em dia de mês de ano

BANCA EXAMINADORA

Me. Claudio Ulisse
Instituto Federal de Brasília

Nome do membro dois
Instituição do membro dois

Nome do membro três
Instituição do membro três

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor incondicional, apoio e incentivo em cada etapa desta jornada. Aos amigos, pela compreensão nos momentos de ausência e pelas palavras de motivação. E, especialmente, aos professores e orientadores, pela paciência, dedicação e pelo conhecimento compartilhado, que foram fundamentais para a realização deste projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, ao Instituto Federal de Brasília (IFB) por proporcionar um ambiente de aprendizado acolhedor e repleto de oportunidades para nosso crescimento acadêmico e pessoal. A infraestrutura, os recursos e o apoio oferecidos foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Nossa gratidão se estende a todos os professores do curso de Tecnologia em Sistemas para Internet, que, com dedicação e comprometimento, nos transmitiram conhecimentos e nos motivaram a explorar nossas capacidades ao máximo. Este trabalho reflete a excelência da educação que recebemos no IFB e o impacto transformador que ela teve em nossas vidas.

“Sonhos... Todo homem tem sonhos... Todo homem deseja perseguir seu sonho. Isso tortura ele, mas o sonho dá sentido à vida dele”
— **Gutts, Berserk**

RESUMO

LIMA, Lucas Fernando Gonçalves; COSTA, Pablo Miranda Rocha. **Medi-Chain — sistema de e-prescription**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Tecnólogo em Sistemas para Internet. Instituto Federal de Brasília – Campus Brasília. Brasília/DF, 2025.

A pandemia de COVID-19 acelerou a adoção de tecnologias digitais na área da saúde no Brasil e no mundo, impulsionada pela necessidade de inovação nos serviços médicos e a implementação de receitas médicas digitais (e-prescription) no Brasil configura-se como um marco relevante nesse contexto. Sabe-se que a área da saúde enfrenta desafios contínuos no que tange à segurança, autenticidade e confidencialidade das informações médicas. No entanto, a tecnologia Blockchain desponta como uma solução promissora para validar e assegurar as prescrições digitais, garantindo integridade, rastreabilidade e transparência de todo o processo. Este estudo propõe a integração de e-prescription e blockchain, analisando de que maneira a infraestrutura descentralizada pode solucionar problemas relacionados à falsificação de receitas médicas, autenticar a origem dos documentos médicos e assegurar o compartilhamento seguro das informações entre médicos, pacientes e farmácias. A tecnologia blockchain permite a criação de um sistema imutável e auditável, no qual cada prescrição emitida é registrada como um bloco seguro e validado em uma rede distribuída, impulsionando a confiabilidade na utilização de receitas digitais. A proposta apresentada visa demonstrar os benefícios da concordância entre e-prescription e blockchain, contribuindo para a segurança dos dados, eficiência operacional e redução de fraudes no setor de saúde, além de atender exigências regulatórias e éticas do ambiente médico do Brasil.

Palavras-chave: e-prescription; Blockchain; segurança; rastreabilidade.

ABSTRACT

LIMA, Lucas Fernando Gonçalves; COSTA, Pablo Miranda Rocha. **Medi-Chain — e-prescription system** 2025. Undergraduate Thesis (Bachelor) – Technologist in Internet Systems. Federal Institute of Brasília – Brasília Campus. Brasília/DF, 2025.

The COVID-19 pandemic accelerated the adoption of digital technologies in the healthcare sector in Brazil and worldwide, driven by the need for innovation in medical services. The implementation of digital prescriptions (e-prescription) in Brazil represents a significant milestone in this context. It is known that the healthcare sector faces ongoing challenges regarding the security, authenticity, and confidentiality of medical information. However, Blockchain technology emerges as a promising solution to validate and secure digital prescriptions, ensuring the integrity, traceability, and transparency of the entire process. This study proposes the integration of e-prescription and blockchain, analyzing how decentralized infrastructure can address issues related to the forgery of medical prescriptions, authenticate the origin of medical documents, and ensure the secure sharing of information among doctors, patients, and pharmacies. Blockchain technology allows for the creation of an immutable and auditable system, where each issued prescription is recorded as a secure block validated in a distributed network, enhancing the reliability of digital prescriptions. The proposed approach aims to demonstrate the benefits of the alignment between e-prescription and blockchain, contributing to data security, operational efficiency, and fraud reduction in the healthcare sector, while also meeting regulatory and ethical requirements in the medical environment of Brazil.

Keywords: e-prescription; Blockchain; security; traceability;

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – <i>Gráfico feito com python a partir dos dados da pesquisa.</i>	6
Figura 2.2 – <i>Exemplificação simplificada do funcionamento da blockchain.</i>	7
Figura 2.3 – <i>DLT (Distributed Ledger Technology).</i>	8
Figura 2.4 – <i>Funcionamento da chave pública e privada.</i>	9
Figura 4.1 – <i>Diagrama de casos de uso Medi-Chain.</i>	16
Figura 4.2 – <i>Modelo BPMN Medi-Chain.</i>	18
Figura 4.3 – <i>Tela inicial - Médico.</i>	19
Figura 4.4 – <i>Tela inicial - Prescrição.</i>	20
Figura 4.5 – <i>Tela inicial - Farmacêutico.</i>	21
Figura 4.6 – <i>Modelo Pop-up envio.</i>	21
Figura 4.7 – <i>Modelo da Prescrição.</i>	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de Atividades	13
Tabela 2 – Requisitos Funcionais	14
Tabela 3 – Requisitos Não Funcionais	15
Tabela 4 – Principais Tecnologias de Desenvolvimento Front-End	23
Tabela 5 – Principais Tecnologias de Desenvolvimento Back-End	24
Tabela 6 – Principais Tecnologias de Desenvolvimento em Blockchain	25
Tabela 7 – Principais Tecnologias de Desenvolvimento de Smart Contracts	26
Tabela 8 – Principais Tecnologias de Banco de Dados Relacional e Não Relacional	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACID – Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade

API – Application Programming Interface

BPMN – Business Process Model and Notation

CB-PS – Certificate-Based Proxy Signcryption

DApps – Decentralized Applications

DIS – Distributed Information Systems

DLT – Distributed Ledger Technology

EHR – Electronic Health Record

JSON – JavaScript Object Notation

LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados

P2P – Peer-to-Peer

RESTful – Representational State Transfer

SHA – Secure Hash Algorithm

SHA-256 – Secure Hash Algorithm 256-bit

SSG – Static Site Generation

SSR – Server-Side Rendering

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

XP – Extreme Programming

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Tema	2
1.2	Problema	2
1.3	Objetivo	3
1.4	Objetivos Específicos	3
1.5	Estrutura do TCC	3
1.6	Classificação da pesquisa	4
2	CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1	<i>E-PRESCRIPTION</i>	5
2.2	<i>BLOCKCHAIN</i>	6
2.2.1	<i>DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY (DLT)</i>	8
2.2.2	<i>CHAVES PÚBLICAS E PRIVADAS</i>	8
2.2.3	<i>HASH</i>	9
2.3	<i>SMART CONTRACTS</i>	10
3	METODOLOGIA	11
3.0.1	<i>Metodologia de Desenvolvimento de Software</i>	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1	Método de Pesquisa	13
4.1.1	<i>Cronograma</i>	13
4.1.2	<i>Requisitos Funcionais e Não Funcionais</i>	13
4.1.3	<i>Diagrama de Caso de Uso</i>	16
4.1.4	<i>Diagrama modelagem de negócios - Medi-Chain</i>	17
4.1.5	<i>Fluxo de Atividades</i>	17
4.1.6	<i>Protótipos</i>	18
4.1.7	<i>Vantagens e Desvantagens das Tecnologias a serem utilizadas</i>	23
4.1.8	<i>Tecnologias Escolhidas e Motivo das Escolhas</i>	28
5	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A *e-prescription* (prescrição eletrônica) representa uma modernização significativa na prática médica, substituindo as tradicionais receitas em papel por versões digitais. Segundo (SUSILAWATI; WIHARSO, 2021), “A prescrição eletrônica ou *e-prescription* é uma inovação no setor de saúde que permite que os pacientes leiam os tipos de medicamentos que receberão, juntamente com sua descrição e uso racional. A *e-prescription* encurta o tempo de espera para obter uma prescrição, o que é diferente de um sistema de prescrição manual.”. Esse avanço traz diversas vantagens, tais como a diminuição de erros na prescrição, a melhoria na clareza das prescrições e o fortalecimento da segurança contra fraudes. Contudo, a necessidade de garantir a integridade, a autenticidade e a privacidade das informações dos pacientes enfatiza a importância da implementação de soluções tecnológicas sólidas. Nesse cenário, a tecnologia *blockchain* se apresenta como uma opção promissora para otimizar os sistemas de *e-prescription*, oferecendo uma base de dados descentralizada que facilita a coleta, o armazenamento e o compartilhamento seguro de informações.

Diante dos notáveis avanços na área da medicina, torna-se essencial integrar a tecnologia *blockchain*. Este sistema consiste em uma base de dados que facilita a coleta e o armazenamento de uma grande quantidade de dados e informações, permitindo um compartilhamento descentralizado. Além disso, nos últimos dez anos, seu desenvolvimento tem sido significativo. Amplamente reconhecido como a base das *criptomoedas*, como o *Bitcoin*, essa tecnologia tem chamado a atenção de diversos pesquisadores, que exploram sua utilização em diversas áreas, como finanças, logística e, principalmente, devido às suas características de segurança e privacidade. Nesse aspecto, a *blockchain* tem sido aplicada na medicina para variados propósitos, incluindo o registro de dados, transações e a manutenção através de *smart contracts*.

Uma das aplicações mais promissoras da *blockchain* na área da saúde se dá justamente por meio de *smart contracts*. Estes estão transformando processos industriais e empresariais tradicionais ao permitir que os termos contratuais sejam automaticamente aplicados sem a intervenção de terceiros confiáveis. Nesse contexto, (ZHENG *et al.*, 2019) destacam que “Contratos inteligentes incorporados em *blockchain* podem cortar custos administrativos, melhorar a eficiência dos processos de negócios e reduzir riscos ao aplicar termos contratuais automaticamente, sem a intervenção de terceiros confiáveis.”.

Ainda no contexto da saúde,

(KUMAR *et al.*, 2023) afirmam que “A tecnologia *blockchain* pode ser utilizada para melhorar a eficiência e segurança dos sistemas de saúde, além de garantir a privacidade dos dados dos pacientes. Certamente, o surgimento da *blockchain*, como uma forma responsável e transparente de armazenar e distribuir informações, está pavimentando o caminho para resolver problemas sérios de privacidade, segurança e integridade dos dados no sistema de saúde.”.

(RENNOCK *et al.*, 2018) descrevem a tecnologia *blockchain* como “em um contexto geral, [...] uma ferramenta para registro de transações de dados digitais por meio de uma rede ponto a ponto (peer-to-peer ou P2P), que podem ser distribuídos de forma pública ou privada para usuários, o que permite armazenar qualquer tipo de informação de maneira confiável e segura, sem a necessidade de um intermediário.”. Por outro lado, ao contrário de outros tipos de bases de dados administradas por terceiros, a *blockchain* é uma cadeia de blocos descentralizada, o que implica que nenhum usuário tem controle sobre a rede, e que as transações são validadas por todos os participantes da rede. (PALOMO, 2018) reforça essa característica, afirmando que “A descentralização é uma característica fundamental da tecnologia *blockchain*, pois confere o controle ao sistema, em vez do usuário, permitindo maior transparência e segurança.”.

Além da descentralização,

(TUCKER *et al.*, 2019) apontam outros fundamentos que caracterizam a tecnologia *blockchain*. Segundo os autores, “A tecnologia *blockchain* possui cinco fundamentos básicos: o primeiro está relacionado ao controle de dados, que é independente; ou seja, nenhuma pessoa controla os dados, e cada ator pode verificar seus registros; o segundo é a comunicação, que ocorre apenas entre pares; o terceiro indica que os usuários podem permanecer no anonimato ou fornecer prova de sua identidade; o quarto princípio refere-se ao fato de que as transações atuais não podem ser alteradas; por fim, o quinto princípio indica que cada transação está vinculada à anterior, formando uma cadeia de blocos.”

1.1 Tema

Este trabalho tem como tema o desenvolvimento de um sistema de *e-prescription*, denominado “Medi-Chain”, utilizando a tecnologia *blockchain*. A pesquisa foca na utilização da *blockchain* para garantir a segurança, integridade, rastreabilidade e confiabilidade dos dados médicos, permitindo uma troca confiável de informações sensíveis entre profissionais de saúde, pacientes e farmácias.

1.2 Problema

A prescrição e o gerenciamento de receitas médicas enfrentam desafios significativos referentes à segurança, integridade e acessibilidade das informações. Segundo o médico e pesquisador (MORAES, 2020), “Dados da Fecomércio apontam que cerca de 30% dos atestados médicos emitidos no Brasil são falsificados, sendo facilmente adquiridos pela internet.”. Sob essa perspectiva, a falta de segurança e a vulnerabilidade da forma tradicional de prescrição de medicamentos são evidentes, como aponta (FERREIRA *et al.*, 2020), “A falta de gerenciamento dessas informações expõe os pacientes a riscos que comprometem a eficácia dos tratamentos e a segurança de seus dados.”.

Nesse cenário, a implementação de soluções tecnológicas torna-se essencial para garantir maior segurança e confiabilidade no desenvolvimento de prescrições médicas. A

tecnologia *blockchain*, por sua vez, apresenta-se como uma solução promissora ao oferecer um sistema descentralizado e imutável para o armazenamento de informações. De acordo com (SANTOS, 2021), “a *blockchain* pode minimizar as fraudes e melhorar a confiança no compartilhamento de dados médicos.”. Essa modernização permite a autenticação digital de receitas, reduzindo custos administrativos e fortalecendo a segurança no setor da saúde.

Tal como os *smart contracts* revolucionaram diversos setores como indústria, logística e vendas online, a aplicação da *blockchain* na área médica pode trazer grandes progressos. O armazenamento utilizando esse sistema, aliado à transparência e à rastreabilidade dos dados, oferece uma alternativa moderna para mitigar problemas de falsificação e perda de documentos.

Nesse sentido, tem-se como problema de pesquisa o seguinte: Como a implementação de um sistema de *e-prescription* baseado na tecnologia *blockchain* pode garantir maior segurança, integridade e confiabilidade ao processo de prescrição e compartilhamento de informações médicas?

1.3 Objetivo

Desenvolver um sistema de *e-prescription* que utilize a tecnologia *blockchain* para garantir a segurança, rastreabilidade e privacidade dos dados, reduzindo o risco de falsificação e violação de informações médicas.

1.4 Objetivos Específicos

- Estudar a aplicação da tecnologia *blockchain* em sistemas de saúde, especialmente no contexto da autenticação e armazenamento seguro de *e-prescription*.
- Analisar e estudar o processo de *e-prescription*, conforme as normas vigentes.
- Desenvolver um sistema de *e-prescription* utilizando a tecnologia *blockchain*.

1.5 Estrutura do TCC

1. Capítulo 1: Introdução

- Estabelece o contexto da pesquisa.
- Apresenta o problema a ser abordado.
- Define os objetivos gerais e específicos.
- Oferece uma visão detalhada da estruturação do trabalho.

2. Capítulo 2: Conceitos Gerais e Revisão de Literatura

- Apresenta os conceitos fundamentais sobre *e-prescription* e *blockchain*.
- Inclui uma revisão da literatura sobre as tecnologias envolvidas.
- Analisa comparativamente sistemas similares.

3. Capítulo 3: Metodologia

- Aborda a metodologia utilizada ao longo do trabalho.
- Detalha as etapas de levantamento bibliográfico, análise de requisitos, prototipagem e documentação.
- Descreve as abordagens escolhidas para o desenvolvimento do sistema MediChain.

4. Capítulo 4: Resultados e Discussão

- Discute os resultados obtidos.
- Apresenta o cronograma de atividades.
- Detalha os requisitos funcionais e não funcionais.
- Inclui os diagramas de caso de uso e modelagem de negócios.
- Apresenta os protótipos desenvolvidos e análise das tecnologias escolhidas.

5. Capítulo 5: Conclusão

- Apresenta as considerações finais sobre o trabalho.
- Discute a relevância dos resultados.

1.6 Classificação da pesquisa

Essa pesquisa pode ser classificada, quanto à sua natureza, como aplicada, pois utiliza conhecimentos teóricos de *blockchain* e *e-prescription* para desenvolver uma solução prática e funcional que atende às necessidades do setor de saúde no Brasil. No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa pode ser caracterizada como exploratória e descritiva, já que visa investigar e detalhar a integração da tecnologia *blockchain* nas *e-prescriptions*, explorando seu potencial para solucionar desafios relacionados à segurança, rastreabilidade e autenticidade dos documentos médicos.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA

Para fundamentar a aplicação da tecnologia blockchain na *e-prescriptions* na área da saúde, este capítulo introduz os conceitos essenciais que apresentam seu funcionamento. Será explorada a arquitetura da *blockchain* e o papel dos *smart contracts* na otimização de processos.

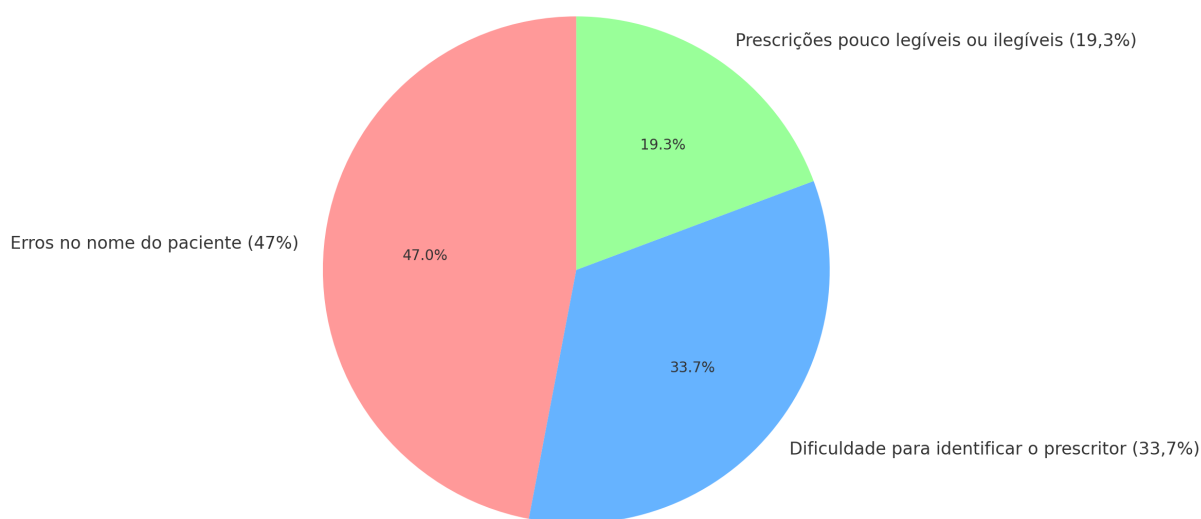
2.1 E-PRESCRIPTION

A *e-prescription* é uma tecnologia emergente que permite aos profissionais de saúde, como médicos e farmacêuticos, repassarem prescrições eletronicamente para farmácias. Este sistema oferece diversas vantagens, como a praticidade para os pacientes, que podem receber suas prescrições via SMS, e a possibilidade de adquirir medicamentos em nome de outra pessoa, sem a necessidade de uma visita pessoal ao médico (WRZOSEK *et al.*, 2021), (ULLAH *et al.*, 2020). Além disso, a *e-prescription* reduz o tempo de espera para obter medicamentos, simplificando o processo de pagamento e retirada nas farmácias (SUSILAWATI; WIHARSO, 2021). No entanto, a implementação bem-sucedida deste sistema requer o cumprimento de rigorosos requisitos legais e de privacidade, além de garantir a confidencialidade e a autenticação através de métodos como a *signcryption* (ULLAH *et al.*, 2020). A adoção da *e-prescription* tem sido lenta em alguns países da União Europeia, mas em outros, como Dinamarca e Suécia, já é amplamente utilizada (MäKINEN *et al.*, 2011). Apesar dos desafios, a *e-prescription* tem o potencial de melhorar significativamente a segurança do paciente e a eficiência do sistema de saúde (ALDUGHAYFIQ; SAMPALLI, 2020), (DHAVLE; RUPP, 2015).

Aqui no Brasil a dificuldade em entender receitas médicas escritas à mão é uma questão amplamente relatada, sendo responsável por uma série de erros em prescrições que podem ser considerados um problema de saúde pública, como apontado pela pesquisa de (JOHNSON JOHNSON MEDTECH, 2021), “Foram encontrados erros nos nomes de pacientes em 47 % das prescrições analisadas. Em 33,7 %, houve dificuldade para identificar o prescritor, e 19,3 % estavam pouco legíveis ou ilegíveis. A média foi de 3,3 erros por prescrição médica.”.

Esses erros, muitas vezes, levam a graves consequências, como o consumo de medicamentos incorretos ou em doses inadequadas. Nesse contexto, a prescrição eletrônica surge como uma solução viabilizada pelos avanços tecnológicos. Feita digitalmente, ela elimina problemas de legibilidade, garantindo que o paciente receba o medicamento correto e tenha acesso às instruções de uso adequadas.

Figura 2.1 – Gráfico feito com python a partir dos dados da pesquisa.
Erros encontrados em Prescrições Médicas

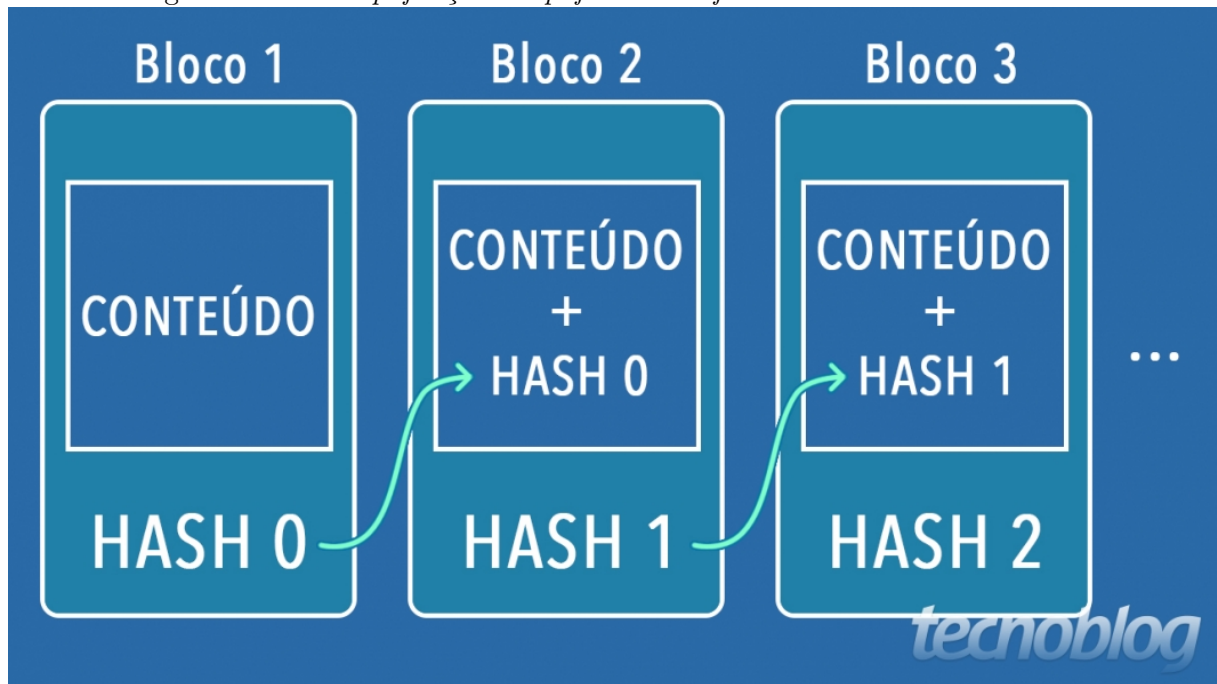


Fonte: Elaborado pelos autores com base no artigo (JOHNSON JOHNSON MEDTECH, 2021)

2.2 BLOCKCHAIN

Blockchain é uma tecnologia que funciona como um livro-razão digital distribuído e descentralizado, pronto para registrar transações de forma segura, transparente e imutável. Cada bloco em sua cadeia contém um conjunto de informações que são protegidas por *hashes*, garantindo a veracidade e integridade dos dados armazenados. Segundo (MONRAT *et al.*, 2019), “*Blockchain* é uma cadeia de blocos que armazenam informações com assinaturas digitais em uma rede descentralizada e distribuída. Os recursos do blockchain, incluindo descentralização, imutabilidade, transparência e auditabilidade, tornam as transações mais seguras e à prova de violação”. Este estudo reforça a importância da descentralização e imutabilidade do *blockchain* para garantir a segurança e integridade das informações. Isso significa que uma cópia desse livro-razão existe em múltiplos computadores, chamados de nós, que por sua vez são espalhados pela rede.

Figura 2.2 – *Exemplificação simplificada do funcionamento da blockchain.*

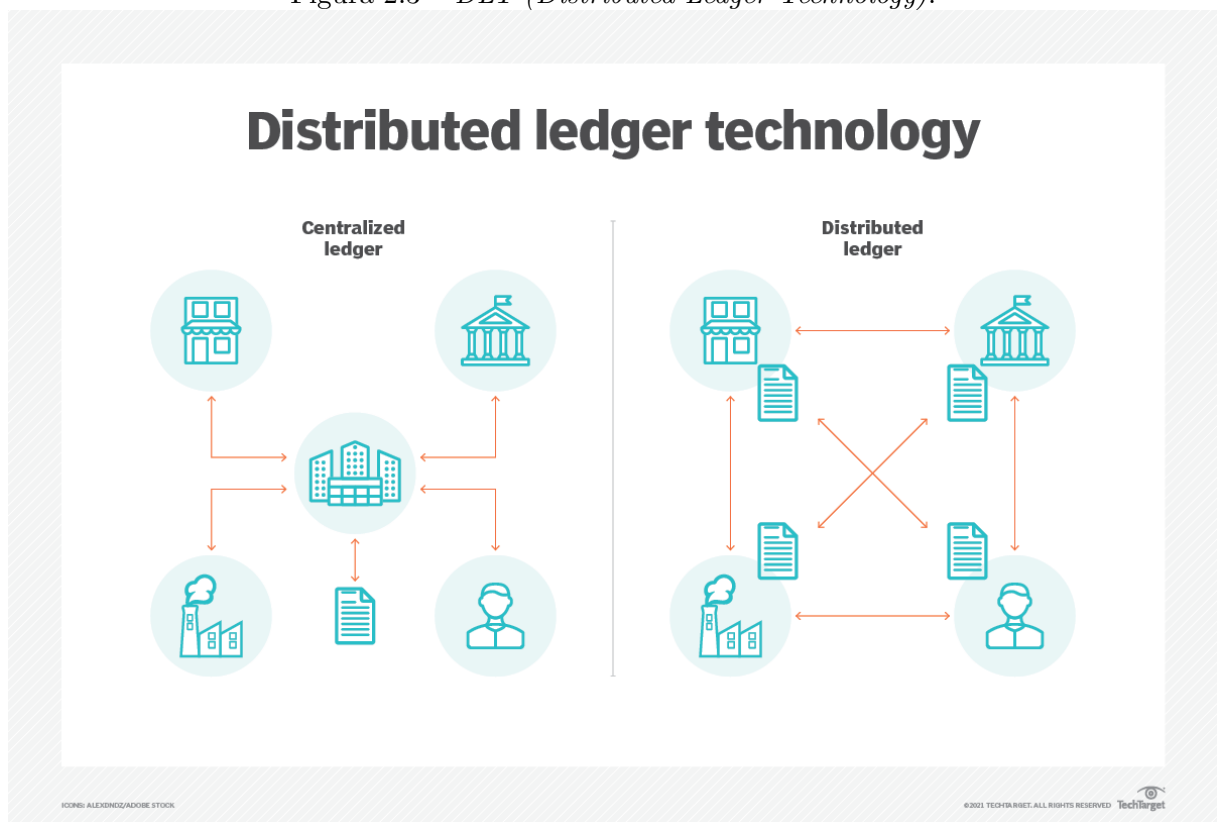


Fonte: (TECNOBLOG, 2017)

2.2.1 **DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY (DLT)**

Essa tecnologia de *distributed ledger* (em português Registro Distribuído) tem um grande potencial de transformar diversos setores, oferecendo uma base descentralizada e segura para o registro e sincronização de transações, prometendo aumentar a eficiência e transparência em diversas aplicações. Segundo (AVIV *et al.*, 2023), “Aplicações DLT (*Distributed Ledger Technology*) estão agora permitindo tecnologias para o desenvolvimento mundial de soluções descentralizadas. Essa tecnologia oferece enorme potencial para acomodar os intrincados padrões arquitetônicos de *Distributed Information Systems (DIS)* individuais”.

Figura 2.3 – DLT (*Distributed Ledger Technology*).



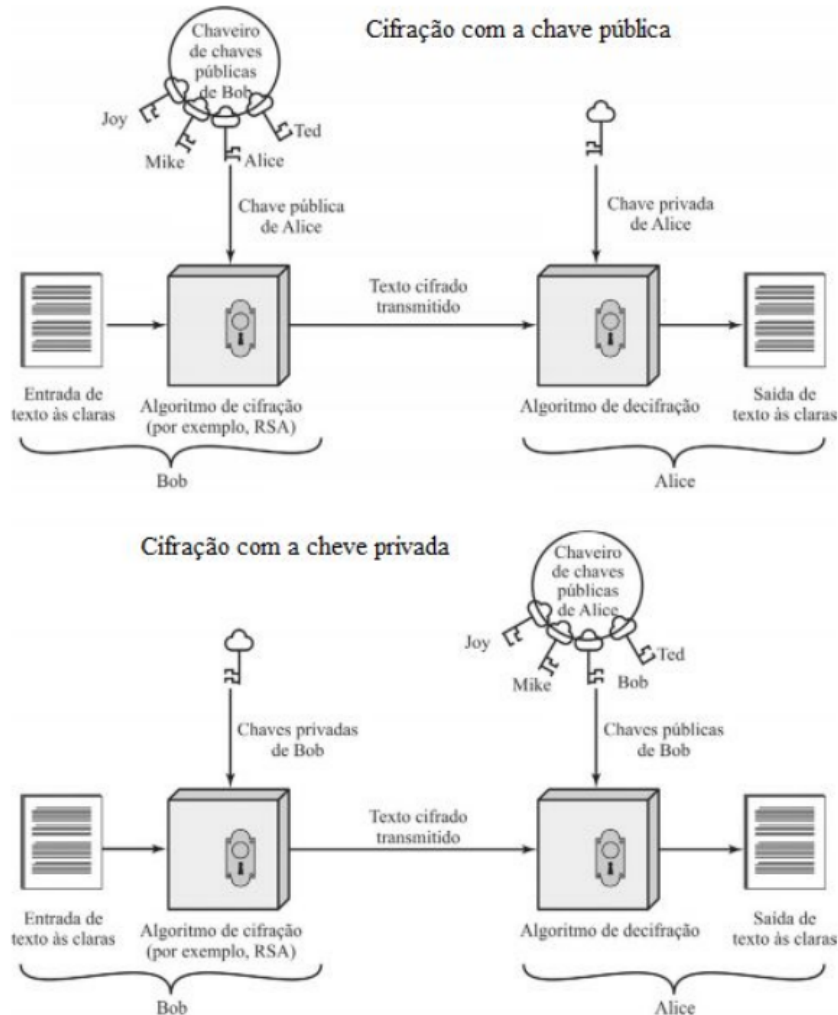
Fonte: (TECHTARGET, 2021)

2.2.2 **CHAVES PÚBLICAS E PRIVADAS**

A *blockchain* utiliza um sistema de par de chaves, pública e privada, para garantir a segurança e autenticidade das transações. A chave pública é usada para identificar o usuário na rede, enquanto a chave privada é essencial para assinar transações e garantir que apenas o proprietário possa autorizar transferências de ativos digitais. Segundo (HOLOVANENKO, 2024), “o uso de um par de “chave privada-pública” permite garantir a assinatura de certos dados, por exemplo, transações em redes criptográficas, bem como a verificação garantida da autenticidade desses dados”. Fazendo uma analogia, imagine uma caixa postal, nela a

chave pública seria o endereço da sua caixa postal, que você divulga para pessoas/empresas enviarem correspondências, enquanto a chave privada seria a chave física da sua caixa postal, onde somente você tem acesso ao conteúdo das correspondências.

Figura 2.4 – *Funcionamento da chave pública e privada.*



Fonte: (SAAD, 2023)

2.2.3 HASH

As funções *hash* desempenham um papel crucial na tecnologia *blockchain*, garantindo a segurança, integridade e imutabilidade dos dados armazenados. São fundamentais para a estrutura de dados da *blockchain*, permitindo uma ligação segura entre blocos de transações. De acordo com (WANG *et al.*, 2018), “A função *hash* é importante para garantir a disponibilidade e a segurança do *blockchain*.”

Além disso, a segurança das funções *hash* é sustentada por propriedades como ocultação e resistência a quebra-cabeças, que conferem maior robustez contra ataques em comparação com outras funções matemáticas. (WANG *et al.*, 2018) afirmam que “funções *hash* comprovadamente resistentes, como o *SHA-256*, são suficientes para garantir

a disponibilidade e a segurança da tecnologia blockchain, pois é mais difícil quebrar os critérios de ocultação e a facilidade de quebra-cabeças.” O *SHA-256* é um algoritmo de hash amplamente utilizado, especialmente para garantir a segurança de dados. Ele pertence à família *Secure Hash Algorithm (SHA)*, desenvolvida pela Agência de Segurança Nacional dos Estados Unidos (NSA) e padronizada pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST). O objetivo principal desse algoritmo é assegurar que os dados não sejam alterados, oferecendo uma camada extra de proteção em processos de autenticação e verificação. O *SHA-256* é projetado para gerar um resumo de 256 bits (32 bytes) a partir de qualquer dado de entrada. Segundo (STALLINGS, 2014), “uma vez que os dados são transformados em um *hash*, é praticamente impossível reverter esse processo e obter a entrada original, tornando o algoritmo extremamente seguro.”

2.3 *SMART CONTRACTS*

Os *smart contracts* ou contratos inteligentes são protocolos computacionais que automatizam a execução de acordos entre partes. Eles estão mudando a maneira como empresas e indústrias lidam com contratos. Com essa tecnologia, os acordos são executados automaticamente, sem depender de intermediários. Isso significa menos burocracia, custos mais baixos, mais eficiência e maior transparência nos processos. Além disso, os riscos também diminuem bastante. Como explicam (ZHENG *et al.*, 2019), “os *smart contracts* permitem que os termos contratuais de um acordo sejam aplicados automaticamente sem a intervenção de um terceiro confiável.”

O mais interessante é que, além de eliminar a necessidade de um intermediário, os *smart contracts* garantem que tudo seja feito de forma justa e previsível, exatamente como foi programado no código.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do sistema Medi-Chain, seguimos uma metodologia organizada em várias etapas. Essas etapas foram cuidadosamente planejadas para garantir tanto a eficácia quanto a segurança do sistema de *e-prescription*. A seguir, vamos detalhar cada uma delas:

3.0.1 Metodologia de Desenvolvimento de Software

A escolha da metodologia de desenvolvimento é crucial para garantir que o software atenda às expectativas dos usuários e se adapte às mudanças ao longo do projeto. A Medi-chain pode adotar um modelo híbrido que combine Scrum(SCHWABER; SUTHERLAND, 2017) e XP(BECK, 2005), aproveitando as vantagens de ambas as abordagens:

- **Scrum:**
 - **Sprints:** O desenvolvimento da plataforma é estruturado em ciclos curtos (sprints), possibilitando entregas frequentes e a coleta de feedback contínuo dos usuários, o que é essencial para atender às suas necessidades.
 - **Papéis Definidos:** A equipe é composta por funções claramente definidas, como Scrum Master e Product Owner, que desempenham papéis cruciais na organização do trabalho e na priorização das funcionalidades, garantindo que as demandas do sistema de e-prescription sejam atendidas de forma eficaz.
- **Extreme Programming (XP):**
 - **Práticas Ágeis:** A metodologia XP é adotada, enfatizando boas práticas como programação em par, desenvolvimento orientado a testes (TDD) e integração contínua. Essas práticas são fundamentais para assegurar a alta qualidade do sistema, especialmente em um ambiente crítico como o de *e-prescription*.
 - **Adaptação Rápida:** A abordagem ágil permite que exista respostas rápidas a mudanças nos requisitos, baseando-se no *feedback* constante dos *stakeholders*, o que é vital para a evolução e melhoria contínua da plataforma.

A adoção das metodologias Scrum(SCHWABER; SUTHERLAND, 2017) e Extreme Programming(BECK, 2005) traz benefícios significativos para o planejamento e desenvolvimento do software, promovendo uma gestão eficiente e uma entrega de qualidade.

- **Levantamento Bibliográfico:** Foi realizada uma revisão da literatura para entender como a tecnologia *blockchain* pode ser aplicada na área da saúde, especialmente em sistemas de *e-prescription*. Essa etapa incluiu a análise de artigos científicos, livros e publicações técnicas que discutem tanto a tecnologia *blockchain* quanto as questões de segurança e privacidade nos sistemas de saúde e a regulamentação vigente no Brasil, conforme citado .

- **Análise de Requisitos:** Com base na revisão bibliográfica, foram identificadas as deficiências dos sistemas tradicionais de prescrição, como a vulnerabilidade à falsificação e a falta de rastreabilidade. A partir dessa análise, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais do sistema Medi-Chain, conforme citado nas tabelas: 2 e 3.
- **Prototipagem:** Desenvolvimento de protótipo utilizando a ferramenta de prototipagem Figma(FIGMA, 2025) para criar interfaces interativas. Os protótipos foram divididos em telas principais, incluindo a tela inicial para médicos, pacientes e farmacêuticos, além do modelo de receita. Essa fase foi crucial para validar a usabilidade e a funcionalidade do sistema.
- **Documentação e Apresentação:** Preparação da documentação final, incluindo relatórios detalhados sobre o desenvolvimento e os testes do sistema, além da apresentação para a banca avaliadora. Essa etapa assegurou que todas as informações relevantes sobre o projeto fossem registradas e apresentadas de forma clara e organizada.

A metodologia aplicada para o desenvolvimento do Medi-Chain permitiu a criação de um sistema robusto e seguro para a prescrição eletrônica, utilizando a tecnologia *blockchain* para atender às necessidades do setor de saúde no Brasil. A integração de *e-prescription* com *blockchain* não apenas melhora a segurança e a rastreabilidade das informações médicas, mas também contribui para a eficiência operacional e a redução de fraudes no setor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Método de Pesquisa

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória e descritiva. A pesquisa aplicada visa desenvolver uma solução prática para problemas reais relacionados à segurança e rastreabilidade das prescrições médicas, enquanto a abordagem exploratória e descritiva busca compreender os fundamentos teóricos e tecnológicos que sustentam o desenvolvimento do sistema Medi-Chain.

4.1.1 Cronograma

Este cronograma foi elaborado com base nas atividades necessárias para o desenvolvimento do sistema Medi-Chain, considerando as etapas de pesquisa, planejamento, desenvolvimento e testes. O cronograma foi dividido em seis períodos, que abrangem desde a pesquisa inicial sobre *blockchain* e *e-prescription* até a preparação da documentação final e apresentação para a banca avaliadora. Conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Cronograma de Atividades

Período	Atividade
01/2025 – 02/2025	Pesquisa sobre <i>blockchain</i> , <i>e-prescription</i> e análise de soluções similares; definição de requisitos e planejamento inicial.
02/2025 – 03/2025	Prototipação das interfaces, definição da arquitetura e modelagem do banco de dados.
03/2025 – 05/2025	Desenvolvimento do backend com integração <i>blockchain</i> e implementação do frontend.
05/2025 – 06/2025	Testes unitários, de integração e usabilidade; ajustes nas funcionalidades.
06/2025 – 07/2025	Preparação da documentação, relatórios e apresentação final para a banca.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1.2 Requisitos Funcionais e Não Funcionais

Os requisitos do sistema Medi-Chain foram definidos com base nas necessidades identificadas durante a revisão de literatura e na análise do problema. Eles foram divididos em requisitos funcionais, que descrevem as funcionalidades específicas do sistema, e requisitos não funcionais, que especificam características de qualidade e restrições técnicas. As tabelas a seguir apresentam os requisitos levantados.

Tabela 2 – Requisitos Funcionais

ID	Requisito Funcional	Descrição	Prioridade
RF01	Registro de prescrições médicas	Permitir que médicos registrem prescrições no sistema de forma digital.	Alta
RF02	Autenticação de usuários	Garantir que apenas usuários autorizados (médicos, pacientes, farmácias) acessem o sistema.	Alta
RF03	Compartilhamento de prescrições	Permitir que pacientes compartilhem prescrições com farmácias de forma segura.	Alta
RF04	Histórico de prescrições	Disponibilizar um histórico para que os médicos e farmacêuticos visualizem suas prescrições emitidas e validadas.	Média
RF05	Validação de prescrições	Permitir que farmácias validem a autenticidade das prescrições recebidas.	Alta
RF06	Notificações ao paciente	Enviar notificações automáticas para pacientes com detalhes da prescrição registrada, por meio de SMS, WhatsApp ou e-mail	Alta
RF07	Atualização de status das prescrições	Registrar e exibir o status das prescrições (pendente, validada, dispensada), com rastreabilidade de todas as ações.	Média

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 – Requisitos Não Funcionais

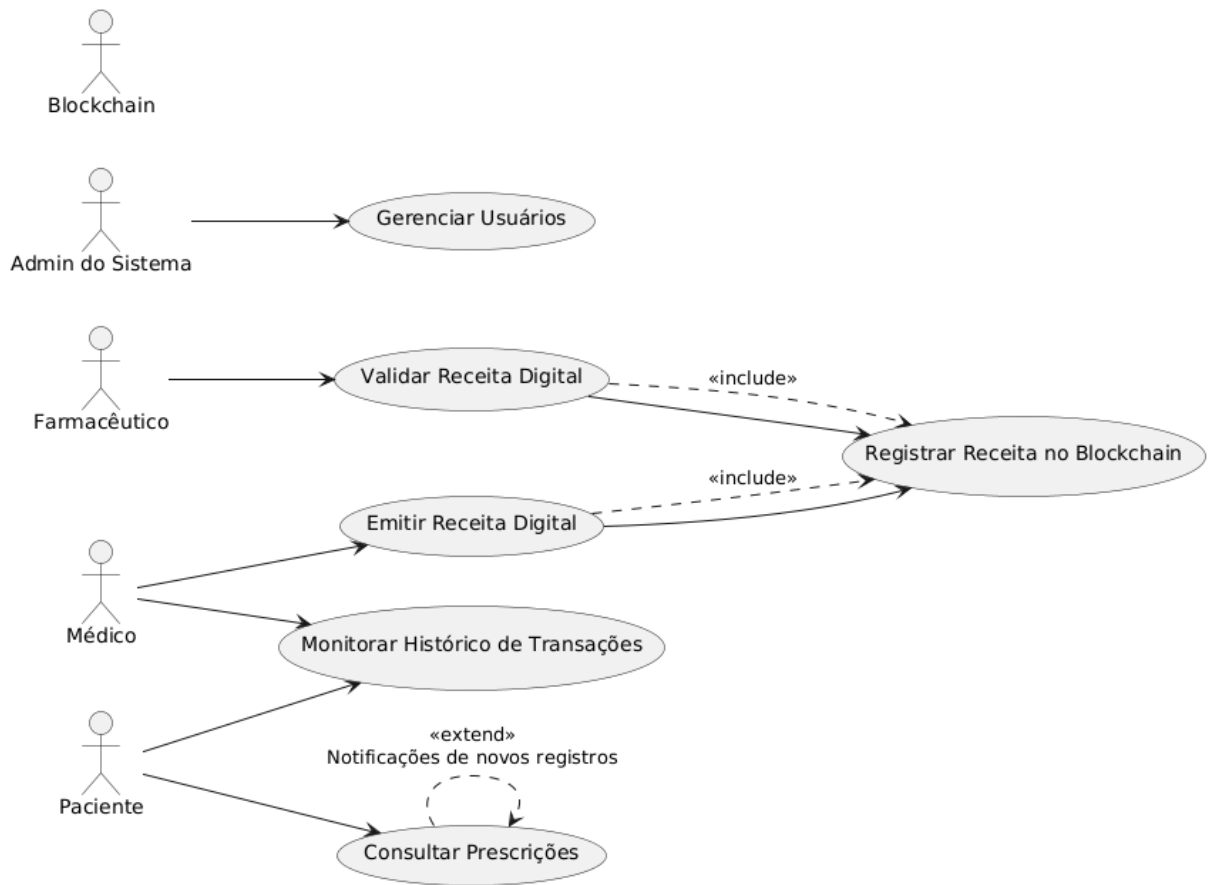
ID	Requisito Não Funcional	Descrição	Prioridade
RNF01	Segurança	Garantir que os dados armazenados no sistema sejam protegidos contra acessos não autorizados.	Alta
RNF02	Desempenho	O sistema deve ser capaz de processar até 50 prescrições simultâneas sem perda de desempenho.	Média
RNF03	Disponibilidade	O sistema deve estar disponível pelo menos 99% do tempo.	Alta
RNF04	Compatibilidade	O sistema deve ser compatível com navegadores modernos e dispositivos móveis.	Média
RNF05	Escalabilidade	O sistema deve permitir a adição de novos usuários sem comprometer o desempenho.	Alta

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1.3 Diagrama de Caso de Uso

Para a definição dos requisitos do sistema Medi-Chain, foram utilizados dois modelos principais: o diagrama de caso de uso e o modelo BPMN. O diagrama de caso de uso permitiu identificar os atores envolvidos no sistema (médicos, pacientes, farmácias e o sistema *blockchain*) e as principais funcionalidades, como o registro, consulta e validação de prescrições. Esses diagramas foram desenvolvidos utilizando as ferramentas (PLANTUML, 2025) e (BPMN.IO, 2025), o que garantiu maior precisão e flexibilidade na criação. Além disso, facilitaram a organização dos requisitos e garantiram uma visão clara e estruturada do funcionamento do sistema.

Figura 4.1 – Diagrama de casos de uso Medi-Chain.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1.4 Diagrama modelagem de negócios - Medi-Chain

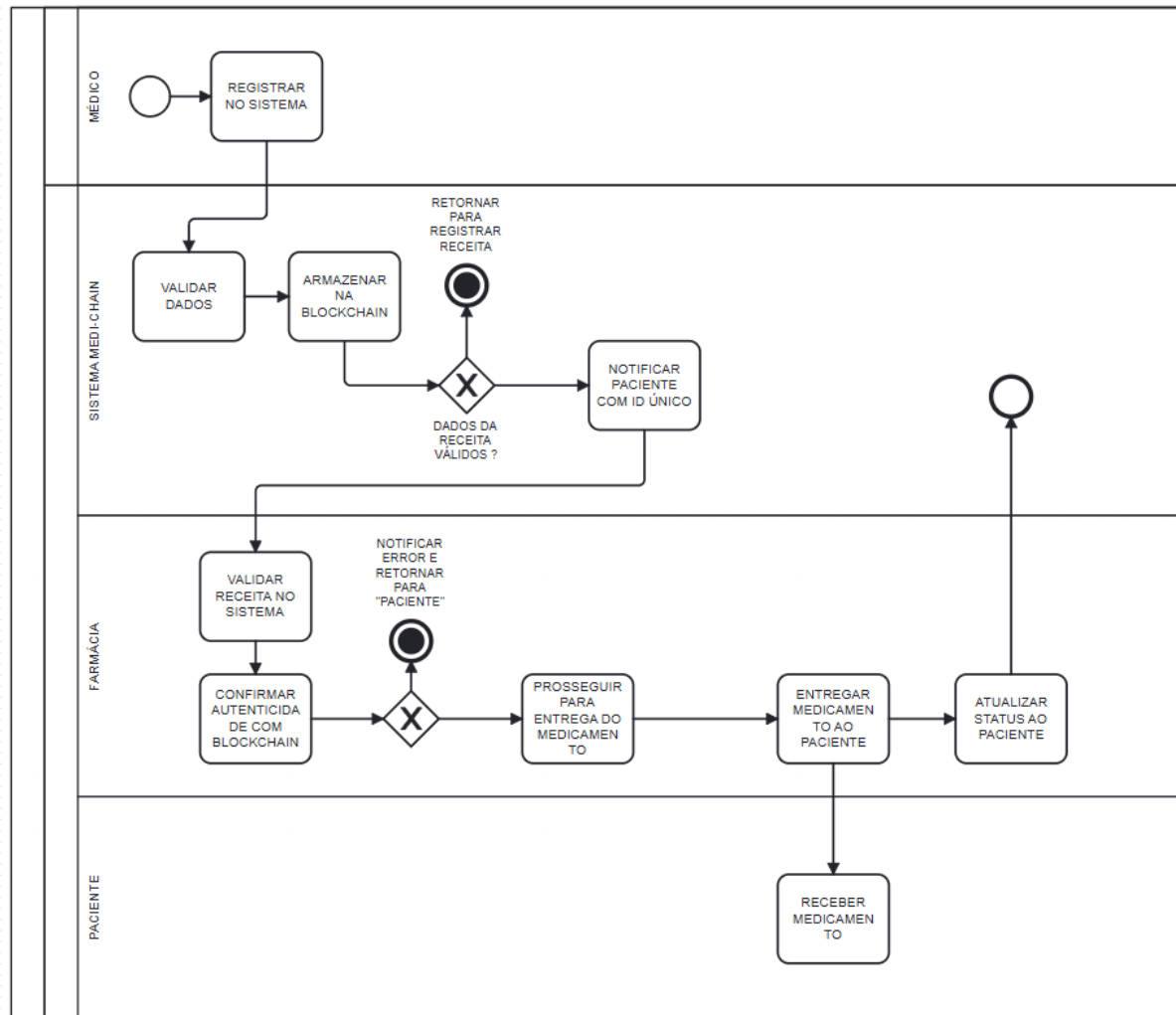
O business Process Model and Notation(BPMN) constitui uma metodologia de modelagem para processos empresariais. Esta abordagem utiliza notações gráficas de fácil compreensão, favorecendo a colaboração na sua análise por profissionais de diferentes áreas ou na otimização do processo em questão. Este modelo de diagramação é amplamente empregada em projetos que envolvem automação e integração de sistemas, sendo fundamental para a documentação mais clara e maior eficiência no estudo de fluxos complexos.

No sistema de *e-prescription* da Medi-chain a figura 4.2, O BPMN foi aplicado para modelar o fluxo de prescrições eletrônicas integradas à *blockchain*, garantindo a rastreabilidade e segurança do sistema. Abaixo apresentamos uma descrição detalhada do fluxo de atividades e os principais atores envolvidos utilizados no sistema.

4.1.5 Fluxo de Atividades

1. **Autenticação no Sistema:** O médico inicia o processo realizando a autenticação no sistema Medi-Chain por meio de credenciais seguras. Esta etapa é crucial para assegurar que apenas profissionais autorizados tenham acesso ao sistema.
2. **Registro da Receita:** O médico insere os detalhes da receita no sistema, incluindo informações sobre o paciente, os medicamentos prescritos e as dosagens. O sistema valida os dados inseridos e os registra na *blockchain*, gerando um identificador único para a receita.
3. **Notificação ao Paciente:** Após o registro, o sistema notifica o paciente por meio de SMS, whatsapp, whatsapp ou e-mail, fornecendo o identificador único da receita e instruções para sua validação.
4. **Validação pela Farmácia:** O farmacêutico acessa o sistema Medi-Chain e insere o identificador da receita para sua validação. O sistema verifica a autenticidade e a integridade das informações registradas na *blockchain*.
5. **Dispensação do Medicamento:** Se a receita for validada, o farmacêutico procede com a dispensação do medicamento ao paciente. O sistema atualiza o status da receita para “Concluído” e registra este evento na *blockchain* para fins de rastreabilidade.
6. **Finalização do Processo:** O paciente recebe uma confirmação de que o medicamento foi dispensado, encerrando assim o ciclo do processo.

Figura 4.2 – Modelo BPMN Medi-Chain.

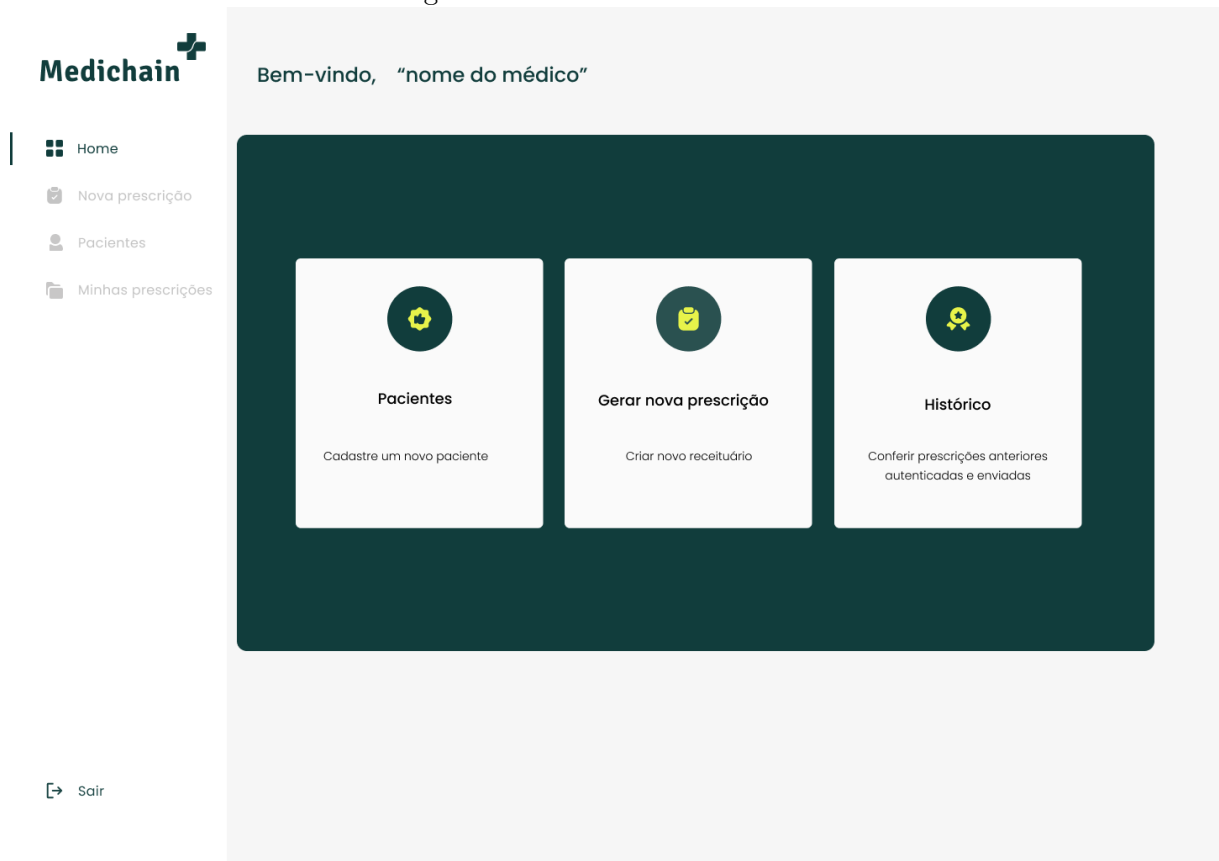


Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1.6 Protótipos

Para a validação dos requisitos e a avaliação da usabilidade do sistema Medi-Chain, foram desenvolvidos protótipos. Eles foram construídos utilizando a ferramenta Figma (FIGMA, 2025), que permite a criação de interfaces interativas e responsivas. Os protótipos foram divididos em quatro telas principais:

- Tela Inicial - Médico
- Tela Inicial - Prescrição
- Tela Inicial - Farmacêutico
- Modelo da Receita

Figura 4.3 – *Tela inicial - Médico.*

Fonte: Elaborado pelos autores.

A 4.3, ilustra o Requisito RF01.

Figura 4.4 – Tela inicial - Prescrição.

The image shows a web application interface for a pharmacy. On the left is a sidebar with the Medichain logo and navigation links: Home, Nova prescrição, Pacientes, and Minhas prescrições. The main area has a welcome message and a large central form for creating a new prescription. This form includes a title bar with a 'Nova prescrição' button, a description field, a dropdown for 'Tipo de receita', a large text area for 'INFORMAÇÕES CONTIDAS NA RECEITA', and buttons for 'Assinar prescrição' and 'enviar receita'. To the right of the main form are two side panels: one for entering patient data (Nome ou CPF) and another for patient details (Nome, CPF, Idade, Sexo). A 'Sair' link is at the bottom left.

Medichain

Bem-vindo, "nome Farmacêutico"

Home

Nova prescrição

Pacientes

Minhas prescrições

Sair

Nova prescrição

Descrição da receita

Tipo de receita

INFORMAÇÕES CONTIDAS NA RECEITA

Assinar prescrição

enviar receita

Informe os dados do paciente

Nome ou CPF

Dados do pacientes

Nome:

CPF:

Idade:

Sexo:

Fonte: Elaborado pelos autores.

A 4.4, ilustra o Requisito RF04.

Figura 4.5 – Tela inicial - Farmacêutico.

Medichain

- Home
- Nova prescrição
- Pacientes
- Minhas prescrições

Sair

Bem-vindo, "nome Farmacêutico"

Validar nova receita
Informe a chave da receita prescrita:

Código da receita

Descrição da receita

INFORMAÇÕES CONTIDAS NA RECEITA

Fazer dispensação

Dados do emissor

Nome:

CRM:

Telefone:

Endereço:

Dados do pacientes

Nome:

CPF:

Idade:

Sexo:

Fonte: Elaborado pelos autores.

A 4.5, ilustra o Requisito RF05.

Figura 4.6 – Modelo Pop-up envio.

Encaminhar receita

Selecione a opção para envio da prescrição para o paciente

34 5678-90123

Emaildopaciente@mail.com

SMS

Fonte: Elaborado pelos autores.

A 4.6, ilustra o Requisito RF06.

Figura 4.7 – Modelo da Prescrição.

Prescrição médica

Medichain

Dados do médico:	Dr(a). CARLOS EDUARDO MENEZES	CRM- SP 123456
Dados do paciente:	Paciente: Ana Paula Oliveira Idade: 32 anos	Data da Prescrição: 03/01/2025 Validade da Receita: 30 dias

Dados da receita

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur elit
ut aliquam dolor sit amet



Paracetamol 500mg – Tomar 1 comprimido a cada 8 horas, por 5 dias.



Omeprazol 20mg – Tomar 1 cápsula em jejum, por 14 dias.



Dipirona Sódica 1g – Tomar 1 comprimido em caso de dor ou febre, máximo 4x ao dia.

RECEITA DIGITAL. SUA AUTENTICIDADE E DISPENSAÇÃO DEVEM SER VALIDADAS PELO
QR CODE CONFORME INSTRUÇÕES ABAIXO.
Dr(a). [NOME DO MÉDICO] CRM-[UF] [NÚMERO]



Receita autenticada via blockchain - confira a sua validação no portal - Medichain.com.br

Fonte: Elaborado pelos autores.

A 4.7, ilustra o Requisito RF03.

4.1.7 Vantagens e Desvantagens das Tecnologias a serem utilizadas

A escolha das tecnologias para o desenvolvimento do sistema Medi-Chain foi fundamental para o sucesso do projeto. Após uma avaliação detalhada, consideramos as vantagens e desvantagens de cada tecnologia em relação a desempenho, segurança e facilidade de manutenção. As tabelas a seguir apresentam a análise comparativa dessas principais tecnologias selecionadas.

Tabela 4 – Principais Tecnologias de Desenvolvimento Front-End

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens	Link
Next.js	Framework baseado em React que permite renderização do lado do servidor (SSR) e geração de sites estáticos (SSG), melhorando a performance.	Pode ter uma curva de aprendizado maior devido ao conceito de renderização no lado do servidor.	nextjs.org
React.js	Biblioteca popular para construção de interfaces reutilizáveis, com suporte a grande comunidade.	Pode ser complexo para iniciantes devido ao uso de JSX e conceitos como estado e ciclo de vida.	reactjs.org
Angular	Framework completo para desenvolvimento de aplicativos web, com ferramentas integradas.	Curva de aprendizado alta devido à sua complexidade e extensa documentação.	angular.io
Vue.js	Fácil de aprender, excelente para projetos pequenos e médios, com documentação clara.	Menor mercado de trabalho em comparação com React e Angular.	vuejs.org
Svelte	Oferece melhor performance devido à compilação em tempo de construção.	Comunidade ainda pequena e menos recursos disponíveis.	svelte.dev
Bootstrap	Framework CSS popular para design responsivo, fácil de usar e bem documentado.	Pode levar a sites com aparência genérica devido ao uso de estilos padrão.	getbootstrap.com

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5 – Principais Tecnologias de Desenvolvimento Back-End

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens	Link
Node.js	Permite o uso de JavaScript no back-end, com suporte a I/O não bloqueante, ideal para aplicações em tempo real.	Não é a melhor escolha para tarefas que demandam alto processamento, como computação científica.	nodejs.org
Django	Framework Python com alto nível de abstração, ideal para desenvolvimento rápido e seguro.	Pode ser pesado para aplicações simples devido à sua complexidade.	djangoproject.com
Ruby on Rails	Focado em produtividade, com convenções fortes e ampla comunidade.	Performance mais baixa em comparação a outras tecnologias modernas.	rubyonrails.org
Spring Boot	Framework Java robusto e escalável, ideal para aplicações corporativas.	Configuração inicial pode ser complexa para novos desenvolvedores.	spring.io
Laravel	Framework PHP com excelente sintaxe e ferramentas para acelerar o desenvolvimento.	Menos eficiente em termos de performance para aplicações de grande escala.	laravel.com
Express.js	Framework minimalista para Node.js, ideal para criar APIs leves.	Requer mais trabalho para implementar funcionalidades comuns, como autenticação.	expressjs.com

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 6 – Principais Tecnologias de Desenvolvimento em Blockchain

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens	Link
Ethereum	Suporta contratos inteligentes e DApps, com uma grande comunidade de desenvolvedores.	Altas taxas de transação (gas fees) e consumo energético significativo.	ethereum.org
Hyperledger Fabric	Permite redes blockchain privadas e configuráveis, ideal para uso corporativo.	Requer conhecimento técnico avançado para configuração e manutenção.	hyperledger.org
Solana	Altíssima velocidade de transações e custos baixos devido ao seu mecanismo de consenso Proof of History.	Rede ainda jovem, com menor adoção em relação a Ethereum.	solana.com
Cardano	Baseada em pesquisa acadêmica revisada por pares, com foco em segurança e sustentabilidade.	Desenvolvimento mais lento devido à abordagem conservadora.	cardano.org
Polkadot	Facilita a interoperabilidade entre diferentes blockchains, permitindo transferência de dados entre redes.	Complexidade para novos desenvolvedores devido à sua arquitetura multica-deia.	polkadot.network
Corda	Focado em aplicações empresariais, oferecendo privacidade em transações.	Não é ideal para redes públicas, sendo mais adequado para consórcios.	corda.net

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 7 – Principais Tecnologias de Desenvolvimento de Smart Contracts

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens	Link
Solidity	Linguagem amplamente usada para desenvolvimento de smart contracts na rede Ethereum.	Exposição a vulnerabilidades se não utilizada com cuidado, como reentrancy attacks.	soliditylang.org
Vyper	Alternativa ao Solidity com foco em simplicidade e segurança para evitar vulnerabilidades.	Suporte limitado a bibliotecas e menos recursos em comparação ao Solidity.	vyper.io
Rust	Utilizado em plataformas como Solana, oferece alta performance e segurança na manipulação de memória.	Curva de aprendizado íngreme para novos desenvolvedores.	rust-lang.org
Plutus	Baseado em Haskell, projetado para o blockchain Cardano, com foco em segurança e verificações formais.	Menos popular e recursos limitados em comparação a outras tecnologias.	plutus.iohk.io
Move	Projetado para a blockchain Aptos, com foco em segurança e modularidade.	Ecossistema emergente, com menos ferramentas e documentação.	move-lang.org
Go (Golang)	Utilizado em Hyperledger Fabric, com foco em contratos inteligentes empresariais.	Não ideal para redes públicas e maior complexidade para configuração inicial.	go.dev

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 8 – Principais Tecnologias de Banco de Dados Relacional e Não Relacional

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens	Link
MySQL	Amplamente utilizado, fácil de aprender, com boa documentação e grande comunidade.	Pode não ser ideal para sistemas altamente escaláveis ou com grandes volumes de dados.	mysql.com
PostgreSQL	Banco de dados robusto e com suporte a operações complexas, como consultas JSON e armazenagem de dados geoespaciais.	Pode ter uma curva de aprendizado maior em comparação ao MySQL.	postgresql.org
Oracle DB	Oferece alta escalabilidade, robustez e suporte para grandes volumes de dados em ambientes corporativos.	Licenciamento caro e complexidade na administração.	oracle.com
SQL Server	Oferece forte integração com o ecossistema Microsoft e alta performance.	Licenciamento complexo e caro.	microsoft.sql-server
MongoDB	Banco de dados NoSQL altamente escalável, ideal para dados não estruturados e aplicativos que requerem flexibilidade.	Não oferece suporte completo a transações ACID, o que pode ser uma limitação em alguns casos.	mongodb.com
Cassandra	Banco de dados NoSQL distribuído, excelente para lidar com grandes volumes de dados e alta disponibilidade.	Complexidade na configuração e manutenção.	cassandra.org

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1.8 Tecnologias Escolhidas e Motivo das Escolhas

- **Next.js:**

- **Motivo:** Next.js é um framework poderoso para o desenvolvimento de aplicações web com React, que permite renderização do lado do servidor (SSR) e geração de sites estáticos (SSG). Essas funcionalidades ajudam a melhorar a performance e a otimização para motores de busca (SEO), o que é crucial para uma aplicação que precisa ser rápida e facilmente indexada. Além disso, ele simplifica a criação de páginas e rotas, com boa documentação e suporte da comunidade.

- **Django:**

- **Motivo:** Django é um framework robusto e altamente escalável, desenvolvido em Python. Ele fornece uma série de funcionalidades integradas, como autenticação de usuários, administração de banco de dados, e uma estrutura de segurança já configurada, facilitando o desenvolvimento rápido de aplicações web. A escolha do Django pode ser ideal para o desenvolvimento do backend do seu projeto, principalmente pela sua simplicidade e eficiência na criação de APIs RESTful.

- **Ethereum:**

- **Motivo:** Ethereum é uma plataforma líder no desenvolvimento de contratos inteligentes e descentralização de aplicações (DApps). Com sua vasta comunidade e recursos de smart contracts, ele proporciona um ambiente robusto para aplicações baseadas em blockchain, como o seu projeto que envolve e-prescription e falsificação de receitas médicas. Ethereum oferece flexibilidade para criar e gerenciar tokens e contratos inteligentes, além de ser uma das plataformas mais confiáveis e amplamente adotadas no mercado.

- **Solidity:**

- **Motivo:** Solidity é a linguagem de programação utilizada para escrever contratos inteligentes na plataforma Ethereum. A escolha de Solidity é crucial para o seu projeto, pois ela é a linguagem nativa da plataforma, o que garante melhor performance e integração com o Ethereum. A comunidade ativa e os recursos disponíveis para aprender e implementar contratos inteligentes com Solidity tornam essa escolha ainda mais sólida.

- **PostgreSQL:**

- **Motivo:** PostgreSQL é um banco de dados relacional poderoso, com suporte a transações complexas, integridade de dados e consultas eficientes. É uma excelente escolha para armazenar e gerenciar os dados da sua aplicação de forma segura e escalável. Além disso, ele oferece suporte a tipos de dados avançados, como JSON, e permite realizar consultas complexas, o que é importante para manter a integridade e a consistência dos dados, especialmente em um ambiente de aplicação corporativa.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de *e-prescription* denominado “Medi-Chain”, buscando solucionar as deficiências dos métodos tradicionais de segurança, rastreabilidade e privacidade das informações médicas por meio da tecnologia *blockchain*. Os métodos tradicionais, sejam em papel ou sistemas digitais centralizados, apresentam vulnerabilidades como a falsificação, a perda de documentos e o vazamento de dados sensíveis.

Dessa forma, após a realização da pesquisa, é possível concluir que a união de *e-prescription* e *blockchain* proporciona um ambiente mais seguro, reduzindo problemas relacionados à falsificação de receitas, perda de documentos e compartilhamento inadequado de dados sensíveis no setor de saúde.

A literatura analisada revelou que a tecnologia *blockchain*, com seu sistema de descentralização, imutabilidade e transparência, oferece um ambiente seguro para o armazenamento de dados médicos. Os *smart contracts* são ferramentas adequadas para processos automatizados, permitindo a redução de custos, o aumento da eficiência operacional e a garantia da implementação de acordos entre as partes.

Em sua aplicação por meio do “Medi-Chain”, a tecnologia é aplicada como uma opção inovadora e útil para atender às demandas do setor brasileiro, principalmente no ambiente após a pandemia de COVID-19, uma vez que a digitalização é essencial. O sistema proposto não apenas combateria a fraude, mas também entregaria um fato importante ao cumprir requisitos éticos e regulatórios em busca de mais confiança de médicos, pacientes e fornecedores de farmácias. Por outro lado, o “Medi-Chain” deve ser implementado em larga escala com um tipo diferente de compromisso e mudança de leis existentes, juntamente com o desenvolvimento de outros provedores de saúde e infraestruturas para torná-los adequados. Assim, estudos são recomendados para avaliações futuras para determinar a viabilidade deste sistema.

No entanto, a implementação do “Medi-Chain” em larga escala exige, por exemplo, o comprometimento e a alteração das leis existentes, além da melhoria dos demais provedores de saúde e infraestrutura, deixando-os mais adequados. Portanto, para futuras conclusões, recomendam-se estudos para avaliação da viabilidade do sistema.

REFERÊNCIAS

- ALDUGHAYFIQ, B.; SAMPALLI, S. Digital health in physicians' and pharmacists' office: A comparative study of e-prescription systems' architecture and digital security in eight countries. **OMICS: a Journal of Integrative Biology**, v. 25, p. 102–122, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1089/omi.2020.0085>>.
- AVIV, I.; BARGER, A.; KOFMAN, A.; WEISFELD, R. Arquitetura de referência para sistema de informação distribuído nativo de blockchain. **IEEE Access**, v. 11, p. 4838–4851, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3235838>>.
- BECK, K. **Extreme Programming Explained: Embrace Change**. Boston: Addison-Wesley, 2005.
- BPMN.IO. **bpmn.io**. 2025. Acesso em: 24 jan. 2025. Disponível em: <<https://bpmn.io/>>.
- DHAVLE, A.; RUPP, M. Towards creating the perfect electronic prescription. **Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA**, v. 22, n. e1, p. e7–e12, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/amiajnl-2014-002738>>.
- FERREIRA, J.; SILVA, M.; COSTA, R. A segurança das informações médicas: desafios e soluções. **Revista Brasileira de Saúde Pública**, v. 56, n. 1, p. 1–10, 2020.
- FIGMA. **Figma**. 2025. Acesso em: 24 jan. 2025. Disponível em: <<https://figma.com/>>.
- HOLOVANENKO, M. Optimization of business processes of ukrainian companies based on blockchain technology. **THEORETICAL AND APPLIED ISSUES OF ECONOMICS**, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.17721/tppe.2024.48.6>>.
- JOHNSON JOHNSON MEDTECH. Manual de boas práticas - prescrição eletrônica. 2021. Acesso em: 24 jan. 2025. Disponível em: <https://www.jnjmedtech.com/sites/default/files/user_uploaded_assets/pdf_assets/2021-01/BR-003_Manual%20de%20Boas%20Pr%C3%A1ticas%20-%20Prescri%C3%A7%C3%A3o%20Eletr%C3%B4nica.pdf>.
- KUMAR, R.; ARJUNADITYA; SINGH, D.; SRINIVASAN, K.; HU, Y. C. Ai-powered blockchain technology for public health: a contemporary review, open challenges, and future research directions. **Healthcare [Internet]**, v. 11, n. 1, p. 81, jan 2023. Acesso em: 16 dez. 2024. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2227-9032/11/1/81>>.
- MONRAT, A. A.; SCHELÉN, O.; ANDERSSON, K. Uma pesquisa sobre blockchain sob as perspectivas de aplicações, desafios e oportunidades. **IEEE Access**, v. 7, p. 117134–117151, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936094>>.
- MORAES, R. **A falsificação de documentos médicos no Brasil**. 2020. Medicina SA. Acesso em: 21 jan. 2025. Disponível em: <<https://medicinasa.com.br/artigo-rafael-moraes/>>.
- MÄKINEN, M.; RAUTAVA, P.; FORSSTRÖM, J.; AÄRIMAA, M. Electronic prescriptions are slowly spreading in the european union. **Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association**, v. 17, n. 3, p. 217–222, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1089/tmj.2010.0111>>.

PALOMO, R. ■blockchain■: la descentralización del poder y su aplicación en la defensa. **Bie3 Bol IEEE [Internet]**, n. 10, p. 885–904, 2018. Acesso em: 17 dez. 2024. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6555546>>.

PLANTUML. **PlantUML**. 2025. Acesso em: 24 jan. 2025. Disponível em: <<https://plantuml.com/>>.

RENNOCK, M.; COHN, A.; BUTCHER, J. Blockchain technology and regulatory investigations. **ET Journal**, v. 1, n. 7, p. 35–44, 2018. Acesso em: 16 dez. 2024.

SAAD, D. **Criptografia de chave pública**. 2023. Acesso em: 22 jan. 2025. Disponível em: <<https://danielsaad.com/seguranca-de-dados-msi/assets/aulas/criptografia-de-chave-publica.pdf>>.

SANTOS, P. Blockchain na saúde: uma nova era para a prescrição médica. **Journal of Health Informatics**, v. 12, n. 3, p. 45–58, 2021.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **Scrum: A arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. São Paulo: Editora Alta Books, 2017.

STALLINGS, W. **Criptografia e segurança de redes: princípios e práticas**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

SUSILAWATI, H.; WIHARSO, T. E-prescription: Connecting patients' prescriptions with pharmacists and cashiers. **Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika**, 2021. Acesso em: 22 dez. 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.23917/khif.v6i2.12191>>.

TECHTARGET. **Distributed ledger technology**. 2021. ICONE: ALEXDNDZ/ADOBE STOCK. Disponível em: <https://www.techtargget.com/rms/onlineimages/cio-distributed_vs_central_ledger-f.png>.

TECNOBLOG. **Ilustração explicativa sobre como funciona o blockchain**. 2017. Ilustração. Disponível em: <<https://files.tecnoblog.net/wp-content/uploads/2017/11/como-funciona-blockchain-1060x596.jpg>>.

TUCKER, C.; TAPSCOTT, D.; IANSITI, M.; LAKHANI, K. **Blockchain: The Insights You Need from Harvard Business Review**. [S.l.]: Harvard Business Press, 2019. 95 p. Acesso em: 18 dez. 2024.

ULLAH, I.; AMIN, N.; ALMOGREN, A.; KHAN, M.; UDDIN, M.; HUA, Q. A lightweight and secured certificate-based proxy signcryption (cb-ps) scheme for e-prescription systems. **IEEE Access**, v. 8, p. 199197–199212, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3033758>>.

WANG, M.; DUAN, M.; ZHU, J. Research on the security criteria of hash functions in the blockchain. p. 47–55, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3205230.3205238>>.

WRZOSEK, N.; ZIMMERMANN, A.; BALWICKI, A. A survey of patients' opinions and preferences on the use of e-prescriptions in poland. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijerph18189769>>.

ZHENG, Z.; XIE, S.; DAI, H.; CHEN, W.; CHEN, X.; WENG, J.; IMRAN, M. An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. **Future Gener. Comput. Syst.**, v. 105, p. 475–491, 2019. Acesso em: 20 dez. 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.019>>.