

Serviço digital de saúde: prescrição digital com tecnologia blockchain

Pedro Appel¹, Lucca R. Q. Pinto¹, Danilo L. Mathias¹, Prof. Dr. Rodrigo Cardoso Silva¹

¹ Faculdade de Computação e Informática – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) R. da Consolação, 930, 01302-907 – São paulo – SP – Brazil

appelpedroappel@gmail.com, luccaraposo80@gmail.com, lassabia@gmail.com, rodrigoc.silva@mackenzie.br

Abstract. *Blockchain technology is proving its potential to create great value, in this project we show some benefits of the technology such as eliminating costly middlemen, increasing process security and returning data ownership to the hands of users. The project is a blockchain solution for medical prescription where the main healthcare organizations such as hospitals, clinics and health insurance will benefit from data integrity, transparency and security.*

Keywords: *blockchain technology, health, prescription, information security*

Resumo. *A tecnologia blockchain está provando seu potencial para criar grande valor, neste projeto mostramos alguns benefícios da tecnologia como eliminar intermediários custosos, aumentar a segurança de processos e devolver a propriedade dos dados às mãos dos usuários. O projeto é uma solução em blockchain para a prescrição médica onde as principais organizações da área da saúde como hospitais, clínicas e convênios serão beneficiados com a integridade, transparência e segurança dos dados.*

Palavras-chave: *tecnologia blockchain, saúde, prescrição, segurança da informação*

1. Introdução

1.1 Relevância do Tema

Segundo a lista da organização Gartner (2018), a tecnologia da *blockchain* junto a outras tecnologias como aprendizado de máquinas e Internet das coisas estão no pico das expectativas de desenvolvimento e utilização.

Criada e implementada por Satoshi Nakamoto em 2008, a *blockchain* traz a proposta de aumentar a confiabilidade, transparência e segurança dos processos, em especial, na área financeira. Porém ainda há muitas áreas chamando atenção de grandes investidores. Como citado por Zhewei Ye (2021), professor e doutor na área de medicina na China, a área da saúde está em evidência em razão dos processos medicinais remotos que tomaram grande papel durante a pandemia do Covid-19. Com isto, a tecnologia *blockchain* vem sendo estudada como proposta de uma ferramenta de segurança e transparência para manter a confiabilidade no processo.

Um sistema de saúde eletrônico já é uma tecnologia utilizada em alguns países. Segundo o artigo de Amber Porterfield, Kate Engelbert. e Albert Coustasse. (2014) o ato de 2009 do *Health Information Technology for Economic and Clinical Health* (HITECH) propõe que profissionais de saúde dos Estados Unidos da América tenham acesso a históricos de saúde eletrônicos e possam utilizá-los de forma significativa seguindo os padrões estabelecidos pelos centros de saúde e serviços médicos, utilizando a tecnologia a fim de coordenar e melhorar o cuidado com o paciente.

1.2 Problema de Pesquisa

Atualmente, a tecnologia da *blockchain* já está sendo utilizada dentro da área da saúde para trazer mais segurança e prevenir essas brechas, porém ainda há muitos problemas para serem resolvidos, principalmente na parte de sua implementação.

Neste sentido, a pesquisa mostra com uma abordagem de confiança, transparência e a segurança das prescrições médicas.

1.3 Hipótese

A abordagem deste projeto tem como objetivo criar uma cadeia de prescrições onde as informações privadas do paciente não estão expostas e apenas o necessário é incluído nas prescrições, construir um histórico de todas as prescrições garantindo assim uma auditoria confiável e utilizando-se um par de chaves de criptografia assimétrica, garantir a segurança e confiabilidade dos meios de autenticidade, sendo que a chave pública é o identificador único do usuário e a chave utilizada para criptografar o que a pesquisa define como **Assinatura de Prescrição Médica (APM)**.

A APM apenas pode ser validada com a chave privada instalada no aparelho eletrônico do paciente para que a prescrição seja exibida no respectivo dispositivo eletrônico.

É importante ressaltar que o paciente não tem acesso às suas chaves, ou seja, ele não tem acesso avançado para alterar ou reprogramar o par de chaves criptográficas.

Como neste cenário precisamos de várias pessoas incluindo prescrições e consultando dados, é inviável a utilização de uma base de dados relacional, uma vez que teríamos que cadastrar todos os usuários e suas permissões, tanto elas apenas com permissão para ler ou com permissão para alterar. Com a tecnologia da *blockchain* removemos a parte morosa da gestão de usuários e permissões garantindo assim a privacidade dos usuários, a transparência e a segurança dos dados, já que em uma *blockchain* fraudar ou quebrar algum dado é extremamente mais difícil.

A dificuldade de fraude ou quebra de algum dado se dá por uma das características da tecnologia da *blockchain*, o *hash*. Uma vez que o bloco contendo a prescrição é incluído na cadeia de blocos é gerado um *hash*, uma sequência de caracteres de tamanho fixo que representa todo o conteúdo da prescrição (figura 1), se alterado qualquer valor de dentro da prescrição o *hash* derivado do bloco irá mudar completamente e com a alteração deste *hash* toda a cadeia de blocos que já foi inserida em sequência será invalidada (figura 2).

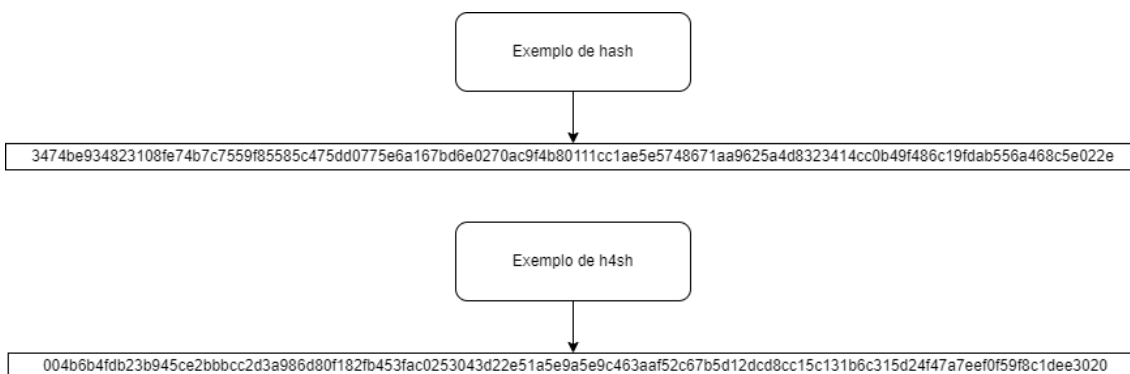


Figura 1 - exemplo de como hashes funcionam.

Fonte: Elaborado pelos autores



**Figura 2 - exemplo de diferentes hashes com pequena alteração na prescrição.
Fonte: Elaborado pelos autores**

A utilização da *blockchain* tem seu lado negativo em relação à performance e escalabilidade, porém consideramos que a receita não será utilizada ao mesmo momento em que ela é criada, isso gera um período de tempo necessário para o bloco ser validado e incluído na cadeia de blocos, não impactando o usuário final.

1.4 Objetivos Gerais e Específico

O desenvolvimento do projeto tem como foco uma solução baseada na tecnologia *blockchain* para a prescrição de receitas médicas, focando em sua auditoria e proteção dos dados da prescrição, utilizando os benefícios de privacidade e integridade dessa tecnologia em prol da segurança dos dados. O objetivo da pesquisa é realizar uma prova-de-conceito da solução de forma a validar a viabilidade de seu uso por órgãos de saúde.

O projeto tem como objetivo verificar e desenvolver a interoperabilidade entre os órgãos de saúde responsáveis pela produção e utilização de prescrições médicas. O projeto está inteiramente ligado à transparência dos dados, auditoria e autonomia do

usuário final, com a finalidade de não depender de uma instituição terceira para garantir a integridade dos dados.

1.5 Justificativa

Esta pesquisa trata especificamente sobre prescrições médicas e têm como objetivo o uso da *blockchain* como uma solução alternativa às já existentes a fim de eliminar intermediários custosos, construir uma auditoria confiável e devolver a propriedade dos dados às mãos dos usuários, uma vez que, segundo Erika Abramson, Yolanda Barrón, Jill Quaresimo e Rainu Kaushal (2011), às informações médicas pertinentes a prescrições eletrônicas são os únicos dados que os profissionais da saúde são permitidos a armazenar e atualizar em um sistema *stand-alone*, uma das formas mais utilizadas para *E-prescribing*.

A pesquisa disponibiliza a visualização dos dados para todos os usuários que conhecerem a chave de identificação, paciente e o médico, além de aumentar a transparência, também aumenta a segurança e diminui a porcentagem de prescrições falsificadas por meio da validação sequencial dos *hash* criados.

A pesquisa não tem o foco na segurança relacionada à criptografia e não contempla a anonimização dos usuários, que é parte complementar na gestão da segurança e privacidade estabelecidos pela Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

A proposta da pesquisa não inclui as empresas de planos de saúde ou governo federal porque o tempo e a demanda de informações estão além do cronograma da pesquisa. No entanto, é possível vislumbrar a inclusão dos *players* acima no futuro.

1.6 Organização do Estudo

Este projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) está organizado conforme os capítulos descritos a seguir:

Capítulo 1, Introdução, onde mostramos algumas informações iniciais do nosso trabalho, nossa hipótese e o objetivo geral.

No capítulo 2, encontra-se a fundamentação teórica, e pesquisas relevantes para levantamento de hipóteses e fundamentos essenciais para o desenvolvimento do projeto.

No capítulo 3 é apresentado a estrutura da *blockchain* construída.

No capítulo 4, é apresentada a metodologia da pesquisa utilizada, mostrando de que forma as pesquisas são realizadas, inclusive as suas justificativas e os seus objetivos. Busca-se mostrar de que forma é feito o desenvolvimento da pesquisa, como também as finalidades e as motivações.

No capítulo 4 é apontado alguns dos possíveis trabalhos futuros.

No capítulo 5 é apresentada a conclusão parcial da pesquisa.

2. Referencial Teórico

Segundo Zhewei Ye (2021, p. 4) é possível estabelecer armazenamento e compartilhamento de informações de saúde dentro de um sistema de *blockchain* com descentralização e rastreabilidade.

De acordo com Satoshi Nakamoto (2008, p. 2), nos baseamos no mesmo modelo de transação onde os dois indivíduos anônimos responsáveis utilizam chaves para assinarem a transação de maneira anônima, porém onde todos possam ver a quantia que se é transferida.

Para garantir a melhoria na validação de prescrições nos baseamos na ideia de John D. Halamka, que consiste em armazenar os *hash* de cada prescrição feita em uma *blockchain* e quando fosse necessário validar uma prescrição seria mais fácil compará-la com o *hash* original.

A partir da conclusão de Amber Porterfield, Kate Engelbert e Alberto Coustasse. (2014), foi possível embasar a pesquisa pela viabilidade do uso de meios eletrônicos em sistemas de saúde. Confirmada através de estatísticas positivas, como queda na taxa de erros médicos e redução de custos a longo prazo, resultantes de aplicações de *E-prescribing* em sistemas reais. Tendo isto em vista, os efeitos provocados pela implantação de uma rede *blockchain* com o mesmo objetivo será benéfico.

Tendo em vista as informações apresentadas por Sujatha Alla, Leili Soltanisehat, Unal Tatar e Omer Keskin (2018), a introdução da tecnologia *blockchain* no setor da saúde possui inúmeras vantagens. Dentre elas, é possível destacar a utilização dessa ferramenta para rastrear a distribuição médica e garantir a autenticidade de prescrições.

3. Metodologia de Pesquisa

Em nossa pesquisa procuramos por artigos científicos, bibliografias e documentos referentes a tecnologia *blockchain*, para conhecer melhor a tecnologia e, posteriormente, conseguir filtrar as observações científicas para alcançar ainda mais os nossos resultados.

Após diversas leituras sobre o tema, nós decidimos filtrar documentos que fossem direcionados para *blockchain* e saúde, utilizando-se das palavras chaves: *Blockchain & HealthCare*.

Com esta filtragem alcançamos um número razoável de pesquisas com um título conivente onde chegamos a um total de 20 (vinte) documentos que tratavam de algum assunto sobre *blockchain* e saúde.

Posteriormente completamos a leitura dos documentos e decidimos seguir com a referência de 6 desses, (Ye, 2021) (Halamka, 2007) (Saha, Amin, Sourav, Satyanarayana, e Dwivedi, 2019) (Abramson, Barrón, Quaresimo, Kaushal, 2011) (Azaria, Ekblaw, Vieira e Lippman, 2016) (Chun-Ta, Dong-Her, Chun-Cheng,

Chin-Ling e Cheng-Chi, 2020) pois tratam especificamente do assunto *blockchain* voltada para serviços médicos. Excluímos dos 20 aqueles que apenas contemplavam metodologias de pesquisas ou artigos que apenas indicavam a necessidade de estudos na área.

Após entender as problemáticas e conhecer a tecnologia, iniciamos a construção de um protótipo de *blockchain* que seja possível criar uma prescrição e nela contendo as chaves do paciente e médico.

Nós optamos em um primeiro momento pela construção de uma prova de conceito na linguagem de programação *JavaScript* para testes de nosso modelo. Junto a esse protótipo a ideia é testar a validação em cima desse bloco e viabilizar a visualização da prescrição apenas pelo usuário que conhecer a chave de identificação.

A validação escolhida para nossa *blockchain* é a prova de trabalho, é o algoritmo de consenso original em redes *Blockchain*. O algoritmo verifica as transações e cria novos blocos para a cadeia, realizando cálculos matemáticos complexos para encontrar uma sequência de caracteres com um certo número de zeros à esquerda. As transações verificadas com sucesso são armazenadas no novo bloco e, assim, criam um novo grupo de blocos na *blockchain*. Neste algoritmo, todos os mineradores ou validadores participam para validar e confirmar as transações cuidadosamente na rede para serem recompensados, porém em nossa pesquisa, desconsideramos a recompensa, uma vez que não faz parte do nosso escopo.

A pesquisa utiliza a ferramenta *Business Process Model and Notation (BPMN)* para descrever os processos de negócio com a tecnologia *blockchain*.

4. Tecnologia *Blockchain*

A estrutura do bloco é os seguintes passos:

- O número de identificação do bloco.
- A chave de identificação do paciente, que será a mesma utilizada para encriptar a receita.
- A chave de identificação do doutor, que está sendo armazenada para fins de auditoria, mas não é exposta na consulta da receita médica - prescrição.
- A prescrição em si se refere a dosagem e tempo de medicação para o paciente, incluída a permissão do tipo de medicamento - tarja preta ou não.
- A data de expiração daquela receita, uma vez que a receita expirou ela não é retornada no momento de consulta das receitas pelo paciente, mas permanece na base de dados para auditoria e consulta.
- O *hash* do bloco anterior para fins de validação da corrente.
- O *hash* do bloco em si.

- O *nonce* que é um número incremental que é utilizado para encontrar um hash com um número de zeros à esquerda que representa a dificuldade de mineração do bloco.

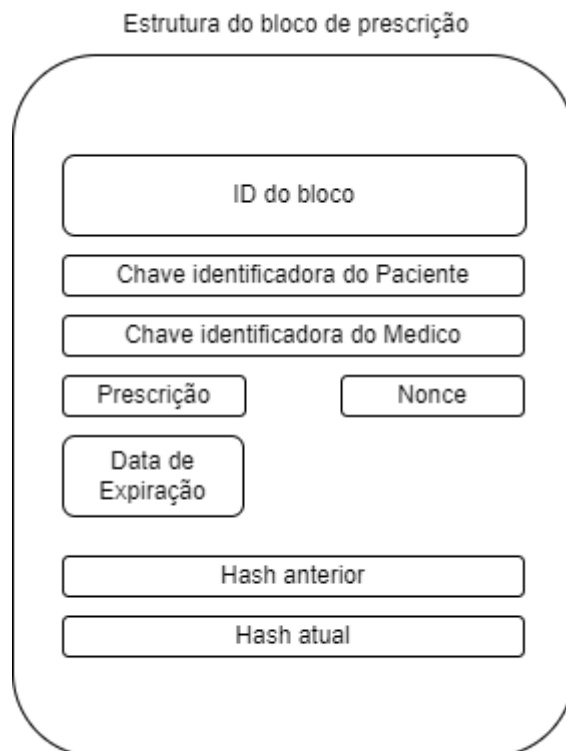


Figura 3 - estrutura do bloco da prescrição.

Fonte: Elaborado pelos autores

Durante a construção dessa *blockchain*, no primeiro momento, decidimos não envolver a criptografia para conseguir compreender o funcionamento e como podemos adaptá-la para nossa proposta de pesquisa.

Com a *blockchain* pronta, demos início a criação de cenários para testá-los buscando qualquer tipo de brecha e validando a utilização dela no meio da área de receitas médicas. Alcançando assim um novo modelo de prescrição onde é apenas possível abrir o dado pelo paciente para o qual foi prescrito.

Com a evolução do código, decidimos criar uma *REST Api* feita com o *framework NodeJs* e a linguagem do *TypeScript* pela expertise e conhecimento da ferramenta a fim de poder testar a simultaneidade.

Está incluído na aplicação criptografia assimétrica com chaves *RSA* (Rivest-Shamir-Adleman), sigla derivada dos nomes de seus 3 autores, Ronald Linn Rivest, Adi Shamir e Leonard Adleman, as chaves *RSA* são efêmeras, o que significa que a chave pública fecha a mensagem e só a chave privada consegue abrir. Escolhemos utilizá-las com tamanho 2048 *bits* (figura 4), que na data de formação deste documento é o padrão recomendado pela *NIST* (*National Institute of Standards and Technology*). A

biblioteca de criptografia utilizada é a própria [crypto](#), uma biblioteca que já está embarcada no próprio *framework* do *NodeJs*.

```
generateClientKey(): KeyPairObjectDto {
  const rsaParams = {
    modulusLength: 2048,
    publicKeyEncoding: {
      type: 'spki',
      format: 'pem',
    },
    privateKeyEncoding: {
      type: 'pkcs1',
      format: 'pem',
    },
  };
  const { privateKey, publicKey } = generateKeyPairSync('rsa', rsaParams);
  return new KeyPairObjectDto(privateKey.toString(), publicKey.toString());
}
```

Figura 4 - geração do par de chaves.

Fonte: Elaborado pelos autores

A *blockchain* está construída de forma que cada bloco presente representa uma prescrição médica. Cada prescrição é composta por medicamentos receitados, chaves públicas de criptografia do paciente e do médico, responsável pela prescrição, e as datas de criação e expiração da prescrição. As chaves privadas do paciente e do médico responsável são armazenadas nos próprios dispositivos que se conectam à rede.

Uma vez enviado o bloco com as informações preenchidas, o novo bloco fica disponível em uma fila para ser validado através da mineração, onde a prova-de-trabalho é verificada pelo órgão governamental. Foi considerado que o órgão governamental ficaria responsável por validar novos blocos pelo motivo de não existir uma recompensa pelo esforço computacional efetuado.

A leitura dos blocos adicionados é aberta publicamente, ou seja, assim como o bloco, as prescrições também são visualizáveis por qualquer pessoa que conheça a chave pública de identificação. A criptografia da prescrição é utilizada como uma garantia de autenticidade do usuário e é incluída apenas quando as prescrições são consultadas (figura 5).

Utilizamos em nossa *API* o que chamamos de chave de aplicação, onde alguns dos serviços só podem ser utilizados por pessoas que conheçam esta chave gerada aleatoriamente. Criamos isso para que no escopo do fornecedor, diferentes níveis de senioridade tenham acesso a diferentes partes dos dados e da aplicação.

```

function encryptPrescription(
  base64UrlPublicKey: string,
  prescription: string,
): string {
  const clientKey = base64url.decode(base64UrlPublicKey, 'utf8');
  const plaintext = Buffer.from(prescription, 'utf8');
  const encryptedPrescription = publicEncrypt(clientKey, plaintext);
  return encryptedPrescription.toString('hex');
}

```

Figura 5 - criptografia da prescrição.

Fonte: Elaborado pelos autores

A forma que a prescrição vai ser utilizada fica a critério da organização que a consome. Como cada medicamento tem suas restrições de uso, a maneira de tratá-los é diferente para cada caso. Existem tanto drogas que necessitam de receita médica para serem adquiridas quanto drogas que estão presentes em prescrições apenas para orientação. Portanto, a verificação de tal medicamento é de escolha da organização consumidora. Uma verificação possível é a exigência da descriptografia da assinatura da prescrição que só é possível realizar utilizando a chave privada do paciente, que é única e está presente apenas no aparelho do mesmo.

Alguns dos últimos ajustes feitos na aplicação foi a inclusão da auditoria tanto dos *hashes* que são minerados quanto os blocos que foram incluídos na cadeia de blocos, para assim se necessário possa ser feito a comparação do que há na cadeia e o que foi incluído.

Finalizado a construção da aplicação conseguimos disponibilizar a aplicação em uma *cloud* pública e gratuita conhecida como 'Heroku', para fins de testes de performance (figura 6). Nos testes que realizamos foram encontradas algumas limitações quanto a performance da aplicação relacionadas ao hardware disponibilizado pela *cloud*. Uma vez que aumentamos a dificuldade de encontrar o hash a aplicação apresenta uma demora considerável, porém como o projeto se trata de uma prova-de-conceito consideramos que em um cenário real não seria exposto em uma *cloud* gratuita.

Com a aplicação publicada, criamos vários cenários de teste onde foi utilizado a ferramenta do *PostMan*. Junto a estes cenários foi também feito uma documentação de utilização da API, publicamente exposta para que fosse testada e experimentada por qualquer um com interesse, a fim de ser possível encontrar melhorias ou até falhas e brechas (<https://documenter.getpostman.com/view/22634747/2s83zcTn14>).

O código para toda a aplicação está disponível publicamente no GitHub, para fins de versionamento e melhoria (<https://github.com/BoombSquad/medical-prescription-blockchain>).

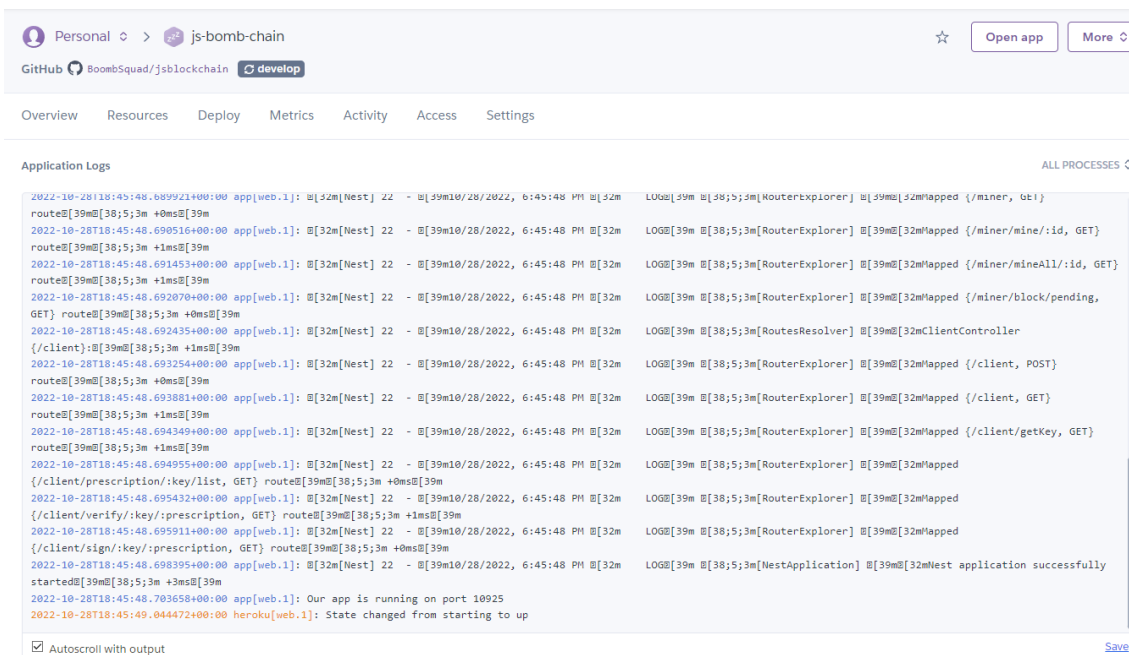


Figura 6 - aplicação rodando no Heroku.

Fonte: Elaborado pelos autores

Desenvolvemos também um protótipo de design do que poderia ser um aplicativo mobile para utilização em conjunto com com o serviço da blockchain (figura 7).



Figura 7 - Protótipo de aplicação mobile. Elaborado pelos autores

Fonte: Elaborado pelos autores

Por fim, para ilustrarmos um pouco mais sobre o fluxo da utilização da *blockchain*, criamos um diagrama de BPMN para um cenário macro (figura 8).

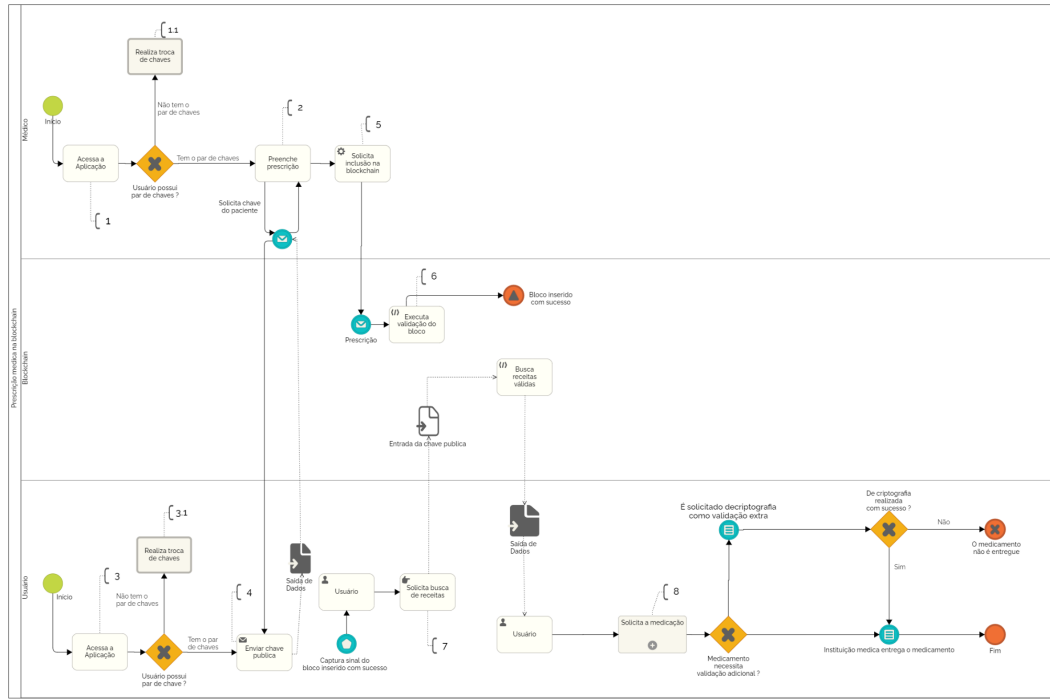


Figura 8 - Diagrama de BPMN.

Fonte: Elaborado pelos autores

A etapas enumeradas 8 são explicadas abaixo para entender o fluxo das informações entre cada ator relacionado com o processo de prescrição correspondente a rede de *blockchain*

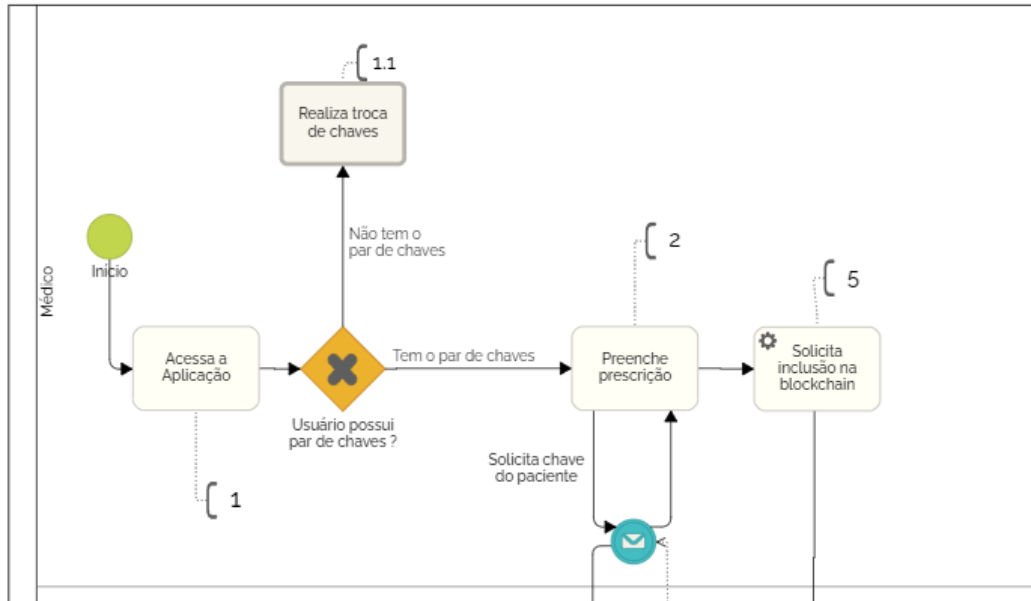


Figura 9 - Diagrama de BPMN, escopo do médico.

Fonte: Elaborado pelos autores

Em um primeiro momento, o médico acessa a plataforma, se não possuir uma chave cadastrada deve fazer a troca de chaves, caso possua ele vai direto ao formulário para preenchimento da prescrição. Uma vez preenchido ele solicita a validação da prescrição por parte do paciente e solicita sua chave pública.

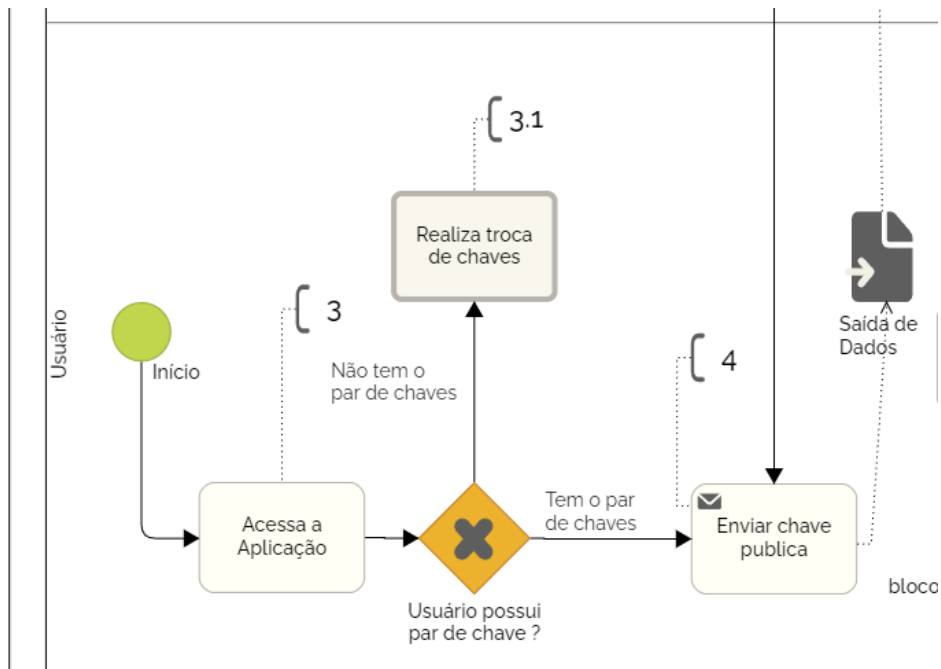


Figura 10 - Diagrama de BPMN, escopo do paciente.

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste segundo momento (*figura 10*), vemos a interação do paciente com a plataforma, bem similar a do médico. Caso o paciente possua a chave ele segue para a validação da receita e inserir sua chave pública (passo 4), caso não possua o par de chaves ele irá realizar esta etapa antes de prosseguir.

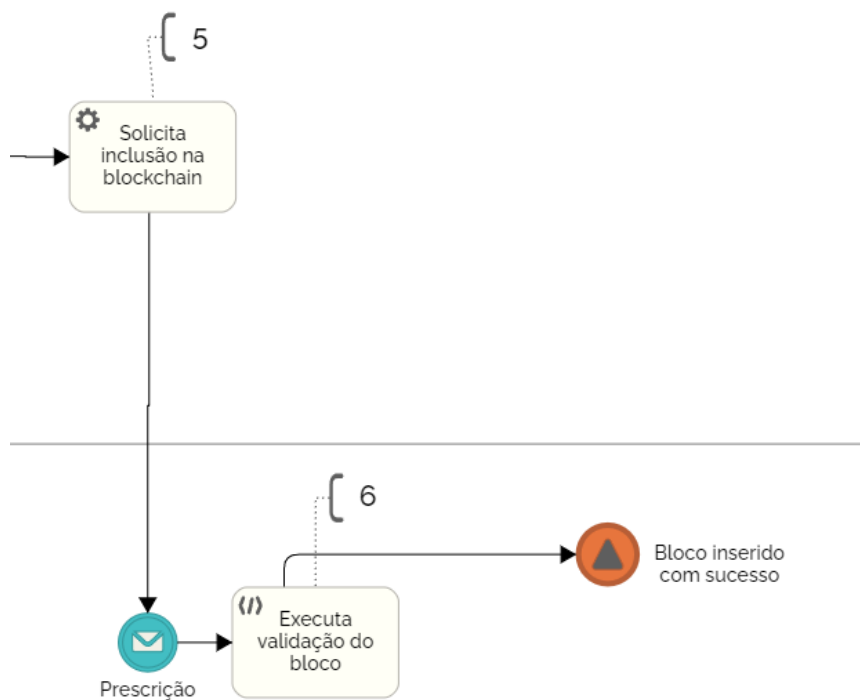


Figura 11 - Diagrama de BPMN, inserção da prescrição.
Fonte: Elaborado pelos autores

Uma vez que a prescrição foi preenchida e as duas chaves públicas inseridas, o bloco é encaminhado para a fila de validação onde irá aguardar até ser minerada e validada, para assim, ser incluída na cadeia de blocos.

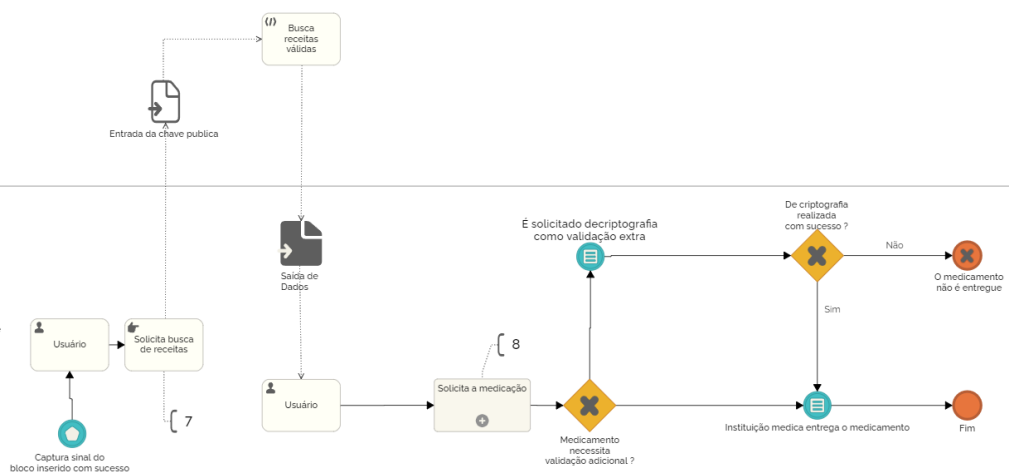


Figura 11 - Diagrama de BPMN, inserção da prescrição.
Fonte: Elaborado pelos autores

Com o bloco inserido com sucesso, o paciente agora pode buscar a sua receita utilizando a chave pública (passo 7), e assim solicitar o medicamento em instituições de saúde (passo 8).

5. Trabalhos Futuras

Algumas futuras abordagens apresentadas pela equipe responsável por esta pesquisa é a criação de um aplicativo mobile que salvasse no dispositivo suas chaves privadas e públicas, um aplicativo web que fosse possível conectar com a cadeia de blocos para a consulta de receitas que seria utilizado pelas instituições médicas, a disponibilização de uma melhor e mais robusta *cloud* privada com melhorias de hardware, como as grandes existentes no mercado, *Azure* e *Amazon Web Services* onde seria possível escalar verticalmente sem impactar o que já existe, melhorias no processo de auditoria, como implementação de bases de dados onde seria possível escalar horizontalmente a fim de manter uma maior escalabilidade de informações armazenadas.

6. Conclusão

A tecnologia da *tn* está se provando cada vez mais útil e madura para as diversas áreas da tecnologia e informação, este projeto focado em prescrições médicas incluindo a tecnologia tem como objetivo a implementação de uma prova-de-conceito a fim de prover e apresentar a segurança, transparência e privacidade dos dados do usuário, comparando suas vantagens e desvantagens em relação às tecnologias já existentes no mercado.

É importante ressaltar que a pesquisa aborda parte de um sistema de saúde, pois um sistema de saúde envolve governos, hospitais, planos de saúde, profissionais liberais e os usuários (clientes). Logo, não faz parte do escopo da pesquisa a interoperabilidade da proposta com demais sistemas utilizados atualmente. Além disso, a abordagem não exclui as demais camadas de segurança da informação presentes em sistemas de saúde. A pesquisa busca adicionar mais uma linha de defesa com o intuito de ampliar a auditoria *a posteriori* dos processos de negócio.

A inspiração para o projeto se dá pela diminuição de gastos em relação a intermediários custosos e a privacidade dos dados do usuário. O projeto conta com grandes referências no campo de pesquisa como Satoshi Nakamoto, Zhewei Ye, John Halamka e outros.

Com o desenvolvimento do código, encontramos diversos obstáculos em relação a segurança dos dados e a auditoria, e como faríamos para que isso não impactasse na performance da aplicação, porém após diversas leituras em bibliotecas da linguagem

conseguimos alcançar níveis muito satisfatórios tanto em relação a segurança como a performance.

Conclui-se que o desenvolvimento da prova-de-conceito, conseguimos alcançar um patamar desejado em relação à segurança, incluindo a criptografia, a transparência dos dados, deixando aberto para que qualquer um possa ver o que está sendo incluído e a eliminação dos intermediários custosos uma vez que a *blockchain* é de acesso de todos sem a necessidade de cadastramento de usuários, o que é de enorme valor na área da saúde, uma vez que a mesma vem se fundindo cada vez mais com a tecnologia.

Por fim, assim que utilizando o investimento correto em infraestrutura é possível uma implementação em um caso real, e que, apesar de algumas desvantagens em relação a atuais produtos no mercado como a performance e escalabilidade, suas vantagens são ainda mais valiosas, níveis de segurança robustos, privacidade dos seus usuários e desnecessidade de gerenciamento de privilégios e permissões por administradores. Assim como a maioria de outros softwares, ainda é possível identificar muitas melhorias que podem ser feitas, como a inserção de auditoria em bases de dados, um aplicativo *mobile* para utilização do serviço, integrações com serviços de antifraude dentre outros.

7. Referências

- ABRAMSON, L. Erika. BARRÓN, Yolanda. QUARESIMO, Jill. KAUSHAL, Rainu. (2011). **Electronic prescribing within an electronic health record reduces ambulatory prescribing errors.** Jt Comm J Qual Patient Saf
- ALLA, Sujatha. SOLTANISEHAT, Leili. TATAR, Unal. and KESKIN, Omer (2018). **Blockchain Technology in Electronic Healthcare Systems. Engineering Management & Systems.** Engineering Department Old Dominion University Norfolk, VA 23529, USA.
- AZARIA, Asaph. Ekblaw, Ariel. Vieira, Thiago. and Lippman, Andrew (2016). **MedRec: Using Blockchain for Medical Data Access and Permission Management.** Media Lab: Massachusetts Institute of Technology.a
- BAKER, Elaine. **NIST Special Publication 800-57 Part 1 Revision 5** (2020). <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-57pt1r5.pdf>
- CHUN-TA, Li. Dong-Her, Shih. Chun-Cheng, Wang. Chin-Ling, Chen. and Cheng-Chi, Lee (2020). **A Blockchain Based Data Aggregation and Group Authentication Scheme for Electronic Medical System.** Ministry of Science and Technology, Taiwan, R.O.C.
- FIELDING, Roy. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures** (2000). <https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>

- HALAMKA, John D. (2007) **Blockchain in HealthCare**. Pesquisa Tic Saúde 187-191.https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic_saude_2017_livro_eletronico.pdf
- NAKAMOTO, Satoshi (2008). **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**.
- PORTERFIELD, Amber, ENGELBERT, Kate, COUSTASSE, Alberto. (2014). **Electronic prescribing: improving the efficiency and accuracy of prescribing in the ambulatory care setting**. *Perspectives in health information management*, 11(Spring), 1g.
- RIVEST, Ronald Linn. SHAMIR, Adi. ADLEMAN, Leonard. **A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems** (1978). <https://people.csail.mit.edu/rivest/Rsapaper.pdf>
- SAHA, Arijit. AMIN, Ruhul. SOURAV, Kunal. SATYANARAYANA, Vollala. and DWIVEDI, Sanjeev K. (2019). Review on “**Blockchain technology based medical healthcare system with privacy issues**”. Computer Science & Engineering, DR SPM International Institute of Information Technology, Chattisgarh, Índia.
- YE, Zhewei (2021). **Applications of Blockchain in the Medical Field: Narrative Review**. China: JOURNAL OF MEDICAL INTERNET RESEARCH.