

# SISB: Sistema Integrado de Saúde com a *Blockchain*

Bruna Pereira Falcucci<sup>1</sup>, Murilo Sousa Moraes<sup>2</sup>, Paulo Alexandre Bressan<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de  
Alfenas (UNIFAL-MG)

Av. Jovino Fernandes Sales, 2600 - Santa Clara – Alfenas – MG – Brasil.

Prédio C, 3º andar - CEP: 37.133.840

<sup>1</sup>bruna.falcucci@sou.unifal-mg.edu.br, <sup>2</sup>murilo.moraes@sou.unifal-mg.edu.br,  
<sup>3</sup>paulo.bressan@unifal-mg.edu.br

## RESUMO

A segurança de dados dentro da área da saúde tem sido uma preocupação crescente com a evolução tecnológica. Com isso, para permitir uma maior confiança no sistema de saúde pública, a busca de soluções que protejam dados de pacientes, médicos e outros profissionais tem aumentado muito. A tecnologia da *blockchain* é a mais promissora dentre as soluções encontradas, sendo indicada por vários grupos de pesquisa nos últimos anos, como uma tecnologia segura, descentralizada e com criptografia. Este artigo apresenta um sistema *WEB* que permite a criação de um histórico completo de saúde de seus usuários através de tecnologias como o *React*, o *Dotnet* e a *blockchain*. O sistema permite a troca de informações entre pacientes, médicos, enfermeiros e farmacêuticos. Após a avaliação interna com o protótipo do sistema desenvolvido, é possível concluir que esse sistema pode auxiliar tanto nas consultas diárias feitas por todos, como também, nas emergências hospitalares quando necessárias. Neste sistema as informações estariam sempre com o profissional de saúde responsável de forma rápida e segura, além de facilitar o processo de vacinação de um paciente e sua compra de medicamentos.

**Palavras-chave:** Saúde; *Blockchain*; Histórico.

## ABSTRACT

Data security within the health area has been a growing concern with the current technological evolution. As a result, to allow greater confidence in the public health system, the search for solutions that can protect the patient's, doctor's and other health professionals' data has greatly increased. *Blockchain* technology is the most promising of all the solutions encountered so far, being indicated by a range of research groups in the last years as a secure, decentralized and encrypted

technology. This article presents a *WEB* system that creates a health history of its users, using technologies such as *React*, *Dotnet* and the *blockchain* itself. The system allows the exchange of information between patients, doctors, nurses and pharmacists. After the internal evaluation with the prototype of the developed system, it is possible to conclude that this system can be of assistance to the most daily appointments all the way to the hospital emergencies when needed. In this system, the information would always be with the healthcare professionals in a quick and safe way, facilitating the vaccination process of the patients and their purchase of medication.

**Keywords:** Health; *Blockchain*; History.

## 1 INTRODUÇÃO

A saúde é uma área importante para a sociedade e novas tecnologias contribuem significativamente na melhoria de seus sistemas. Uma evolução que tem acontecido nos últimos anos é justamente a tecnologia estar cada vez mais implantada dentro da saúde. Esse avanço tecnológico da área trouxe um conhecimento clínico do decurso, das formas e das manifestações das doenças, além das concepções anatômicas e fisiológicas do acontecimento patológico nunca antes existente na área (ALMEIDA; JACINTO; RODRIGUES, 2019; JASPERS, 1998).

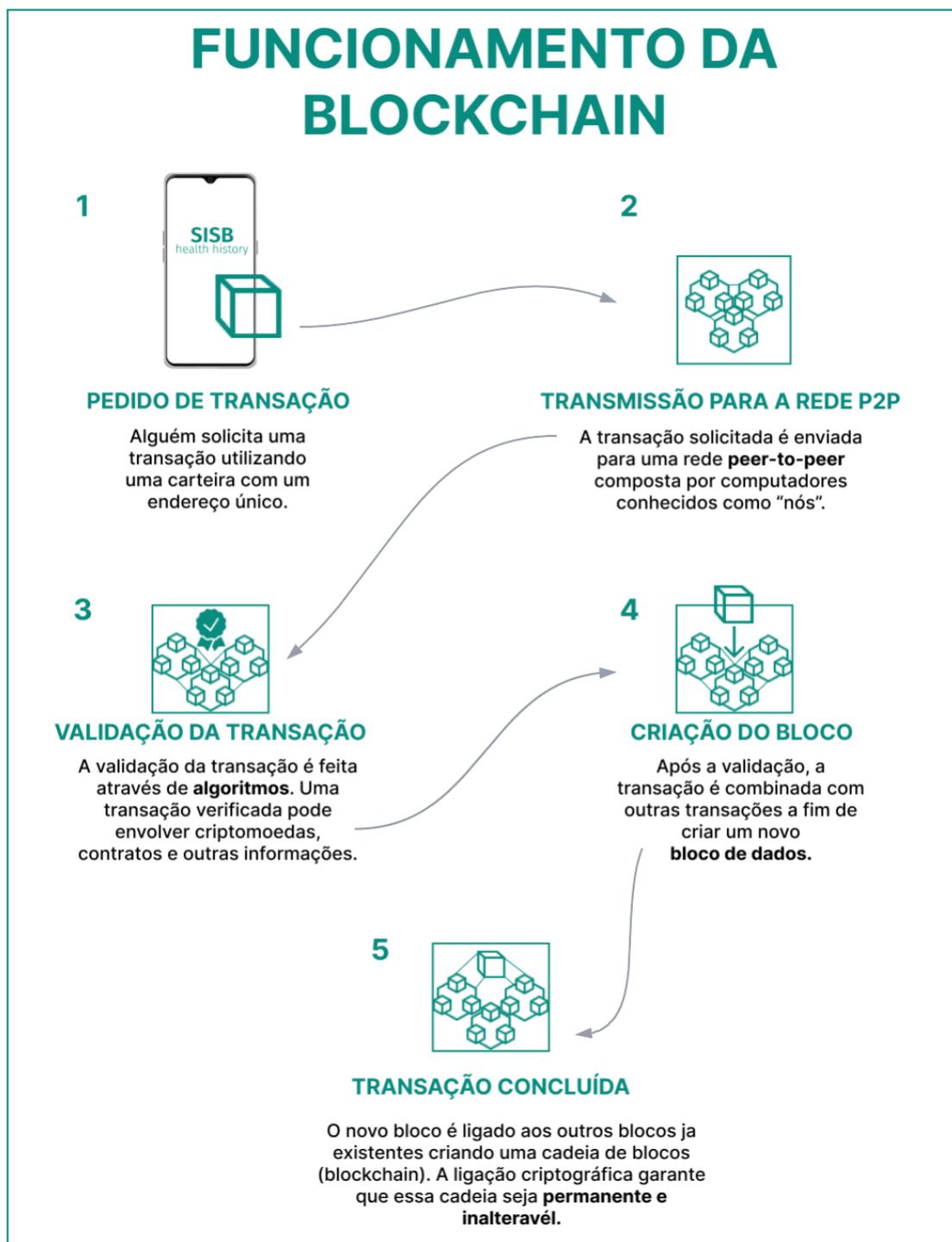
Junto com o aumento do conhecimento das doenças, o avanço tecnológico da área também traz muitos outros benefícios para o avanço da saúde e do seu gerenciamento como um todo. Isso permite impactos sociais, científicos e econômicos significativos dentro dos países onde essas tecnologias são bem aplicadas. O uso correto dessas tecnologias traz impactos positivos no fluxo de processos, na melhoria de procedimentos assistenciais, na gerência melhor de plataformas de dados brutos, na análise de tendências e no compartilhamento de recursos (DE MACEDO; MARTINS; TOURINHO, 2022).

O termo eHealth foi criado em 2000 e compreende o conjunto de tecnologias de informação utilizadas na área de saúde. Dentre vários significados do termo *eHealth*, a OMS (2023) define como o uso seguro e econômico das tecnologias de informação e comunicação no auxílio à saúde e suas respectivas áreas. Essa grande variabilidade de definições de *eHealth* mostra a amplitude da aplicabilidade e adaptação do termo (ANDRÉ; RIBEIRO, 2020).

Apesar do avanço tecnológico trazer muitos benefícios e melhorias no gerenciamento e monitoramento de doenças, tratamentos, vacinas, e remédios, ainda

existem várias preocupações, como é o caso da segurança dos dados de pacientes e dos profissionais envolvidos. Os autores Newaz *et al.* (2021) explicam em seu trabalho que atualmente não há uma medida de segurança satisfatória para verificar as funcionalidades e veracidades dos *softwares*.

Figura 1 – Funcionamento da *Blockchain*.



Fonte: Autores, 2023.

Como uma das soluções mais promissoras para esses problemas de segurança, a *web3* traz a tecnologia da *blockchain*. Essa tecnologia consiste em um banco de dados avançado hospedado na internet que armazena dados em cadeia de blocos imutáveis, além de ser totalmente descentralizado e criptografado. Em conjunto, a transparência e auditabilidade da *blockchain* tornam mais fácil detectar e rastrear atividades fraudulentas, tornando-a uma tecnologia altamente segura para uma ampla gama de aplicações. Em seu trabalho, Longo *et al.* (2023), define a *blockchain* como um registro de transações digitais organizada em rede, mantida por várias entidades computacionais e sem a necessidade de um terceiro confiável.

Por conta de sua natureza descentralizada e da sua criptografia, a *blockchain* traz muitos benefícios em questão da privacidade e segurança dos dados nos sistemas que a utilizam. Também pela ideia do consenso, onde uma transação só é feita quando os usuários verificados dessa rede a aprovam, além de validações dentro dos chamados contratos inteligentes da *blockchain*, que atualmente ela é vista por muitos como a tecnologia crucial na melhoria da segurança na Internet das Coisas (ZUBAYDI; VARGA; MOLNÁR, 2023).

Cada bloco na *blockchain* é conectado criptograficamente ao bloco anterior, formando uma cadeia de blocos interligados e imutáveis. Isso significa que qualquer tentativa de alterar uma transação em um bloco seria imediatamente detectada e rejeitada pela rede. Além disso, a criptografia utilizada na *blockchain* é extremamente complexa e baseada em algoritmos matemáticos avançados, tornando a quebra desses códigos virtualmente impossível. Isso garante que as informações armazenadas na *blockchain* permaneçam seguras e confidenciais. O aprofundamento na tecnologia da criptografia dentro da *blockchain* é importante, pois, como diz o trabalho de Zhai *et al.* (2019), a criptografia tem papel fundamental no desenvolvimento da *blockchain*, além de ocupar uma posição central dentro dela.

A área da saúde aproveita dessa tecnologia moderna para fortalecer seus sistemas e trazer maior segurança para os dados dentro deles. Considerando o impacto positivo das vantagens apontadas nos parágrafos anteriores, os sistemas de saúde podem melhorar significativamente para vários problemas encontrados hoje (TANWAR; PAREKH; EVANS, 2020).

Este artigo, então, traz o Sistema Integrado de Saúde com a *Blockchain* (SISB), um sistema *WEB* que tem como objetivo armazenar todo o histórico de saúde de seus

usuários, trazendo cadastros não só para pacientes como também para médicos e outros profissionais da saúde. Esse sistema poderá ser acessado por médicos, para a inserção de informações sobre consultas, remédios, tratamentos e recomendações para seus pacientes. Já os enfermeiros e farmacêuticos poderão apenas acessar os dados dos pacientes, sem adicionar ou alterar informações. Todo esse controle é gerenciado pela tecnologia *blockchain* e sua conexão com os pacientes é estabelecida exclusivamente por meio de seus números de CPF.

Nas próximas seções do artigo será aprofundado o conhecimento base do artigo e serão mostrados trabalhos que já utilizaram a *blockchain*, também será explicado o desenvolvimento do sistema, os resultados obtidos do mesmo, algumas discussões sobre o sistema e as conclusões finais e possíveis trabalhos futuros.

## **2 TRABALHOS RELACIONADOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

No Brasil temos o Sistema Unificado de Saúde (SUS), maior e mais complexo sistema de saúde pública do mundo (SUS, 2023). que possui diversas funcionalidades para a população brasileira. Ele garante o acesso universal e igualitário aos serviços de saúde, promove a saúde e prevenção de doenças, disponibiliza atendimento médico e hospitalar, assistência farmacêutica, vigilância epidemiológica, ações de saúde para grupos específicos, além de investir no fortalecimento do sistema de saúde, como pesquisa, formação e capacitação de profissionais da saúde e melhoria da gestão e organização do sistema como um todo. Já o SISB terá como foco total o registro do histórico dos pacientes, utilizando da *blockchain* para trazer a segurança de dados prometida.

Existem trabalhos que utilizam a tecnologia *blockchain* para armazenar dados médicos apenas, sem relacionar a pacientes específicos, como o de Polap, Srivastava e Yu (2021) que fazem isso e integram com *machine learning* para auxiliar em decisões médicas em cima dos dados. O SISB tem como objetivo armazenar dados médicos específicos de cada paciente, sem se preocupar com o diagnóstico.

Porém, existem muitos outros trabalhos que também focaram no uso da *blockchain* para armazenamento de dados dos pacientes. O trabalho de Lee *et al.* (2022) também utilizou dessa tecnologia para armazenamento dos dados de

pacientes ao serem atendidos em hospitais, criando um registro para quando precisarem voltar ao hospital. O SISB difere deste trabalho, pois cria um histórico de saúde completo que não só auxiliará em atendimentos hospitalares como também em consultas de rotina, vacinações, exames e outros procedimentos.

Outro trabalho que segue essa linha foi o de Nishi *et al.* (2022), nele é proposto um sistema com a *blockchain* que tem foco em gerenciar as consultas entre médicos e pacientes apenas. Novamente, o SISB vem incluindo também esta funcionalidade e indo além, trazendo vários outros dados do paciente, úteis para farmacêuticos e enfermeiros também quando necessário.

Já o trabalho de Wang *et al.* (2021) traz uma solução com uso de *blockchain* para as telemedicinas, atendimentos médicos feitos de forma *online*, trazendo segurança para troca de dados entre médicos e pacientes durante as consultas. Com o SISB, as informações dos pacientes já seriam acessadas pelo médico sem a necessidade do paciente relatar seu histórico de saúde na consulta, visto que apenas com o CPF do paciente o médico conseguiria ter todas as informações necessárias dentro do sistema.

Existe também a proposta de CERNIAN *et al.* (2020) onde um sistema junta informações de outros sensores e sistemas de saúde e guarda esses dados no próprio sistema utilizando *blockchain*. O SISB por outro lado não tem esse foco na proposta atual, os usuários teriam os dados somente a partir do momento em que começaram a usar o sistema, a menos que sejam cadastrados também os dados antigos do paciente ao sistema.

Por último temos o trabalho de Alfaidi e Chow (2020), nele eles propõem um sistema que utilizará a *blockchain* para auxiliar no armazenamento de dados nos dispositivos móveis de monitoramento de saúde, como os *smart watches*. O foco do SISB não é dar esse auxílio aos monitoramentos diários feitos por esses dispositivos móveis, mas sim manter um histórico de saúde completo dos usuários.

### **3 PROPOSTA**

O objetivo do sistema *WEB* proposto é estabelecer um registro abrangente do histórico de saúde do usuário, incluindo informações sobre consultas recentes e doenças passadas, por meio da utilização de técnicas de criptografia avançadas

para garantir a segurança e integridade dos dados armazenados. Adicionalmente, o sistema oferece funcionalidades específicas e diferenciadas para atender às necessidades de médicos, farmacêuticos e enfermeiros.

Nos próximos tópicos serão discutidas as tecnologias do sistema, seu desenvolvimento e seu uso para cada um dos tipos de usuários. Deixando assim, mais claro o funcionamento do SISB.

### 3.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Para a criação desse sistema foram utilizadas algumas tecnologias, *frameworks* e ferramentas de auxílio. Foi necessário a criação de um esquema de separação de funcionalidades (veja a Figura 2 no próximo tópico) dos tipos de usuários do sistema, para isso foi utilizado o *LucidChart*<sup>1</sup>, um aplicativo próprio para diagramação inteligente, essa linguagem visual ajuda na comunicação, colaboração e na tomada de decisões (LUCID, 2023).

Para a criação do design do sistema foi utilizado *Figma*<sup>2</sup>, uma plataforma que junta um fluxo de trabalho eficiente com recursos de modelagem (FIGMA, 2023). Ela permitiu a criação de telas intuitivas e funcionais para facilitar o acesso de informações do usuário dentro do SISB.

No *front-end* foi utilizado o *framework React*<sup>3</sup>, criado pelo Facebook (Meta). Ele é um *framework* em Javascript que torna a criação das *User Interfaces* mais simples (REACT, 2023).

Junto com o *React* utilizamos também dos *Styled Components*, uma biblioteca capaz de escrever CSS em *Javascript*, criando componentes estilizados dentro do sistema. Com ele criamos estilos dinâmicos e reutilizáveis, deixando o SISB com uma interface consistente e agradável.

Já no *back-end* foi utilizado o *framework Dotnet*<sup>4</sup>, também muito utilizado atualmente, criado pela Microsoft com várias bibliotecas auxiliares a ele. É um *framework* para criação de aplicativos modernos e serviços de nuvem gratuito, *open-source* e *cross-platform* (DOTNET, 2023).

---

<sup>1</sup> *LucidChart*: <https://www.lucidchart.com/pages/pt>

<sup>2</sup> *Figma*: <https://www.figma.com/design/>

<sup>3</sup> *React*: <https://pt-br.reactjs.org/>

<sup>4</sup> *Dotnet*: <https://dotnet.microsoft.com/pt-br/>

Para auxiliar no *back-end*, também foi utilizado a biblioteca *FluentValidation*, ela facilita a validação de dados dentro do código. Ela traz muitas funcionalidades de validação, permitindo maior garantia de que os dados, ao chegarem na *blockchain*, não serão inválidos ou inconsistentes.

Por último, foi utilizada a tecnologia *Blockchain* como o banco de dados do sistema para maior segurança de dados. Utilizamos da criptomoeda *ethereum* dentro da *blockchain* como moeda para pagamento das transações necessárias e da *metamask* como carteira digital para armazenar os *ethers*. A tecnologia *Blockchain* tem sido aplicada na Internet das Coisas justamente para melhorar a privacidade e a segurança de dados (ZUBAYDI; VARGA; MOLNÁR, 2023).

O uso da *blockchain* é com certeza a melhor escolha para aprimorar a segurança dos dados. Com ele, todas as transações e trocas de informações entre profissionais da saúde e pacientes podem ser feitas em ambiente seguro e protegido por várias camadas de segurança.

Vários trabalhos têm tentado mostrar ineficácias e brechas na *blockchain*, porém não há evidência concreta que demonstre isso (JOHARI *et al.*, 2022). Dessa forma pode-se garantir que a *blockchain* é a próxima etapa na segurança de dados dentro da internet.

Embora a tecnologia *blockchain* já apresente uma natureza inerentemente segura para o armazenamento de dados, o que torna consideravelmente difícil a ocorrência de ataques aos mesmos. É importante salientar que ainda é relevante criar métodos para manter o sistema que usa a *blockchain* mais seguro (CHAVES, 2022).

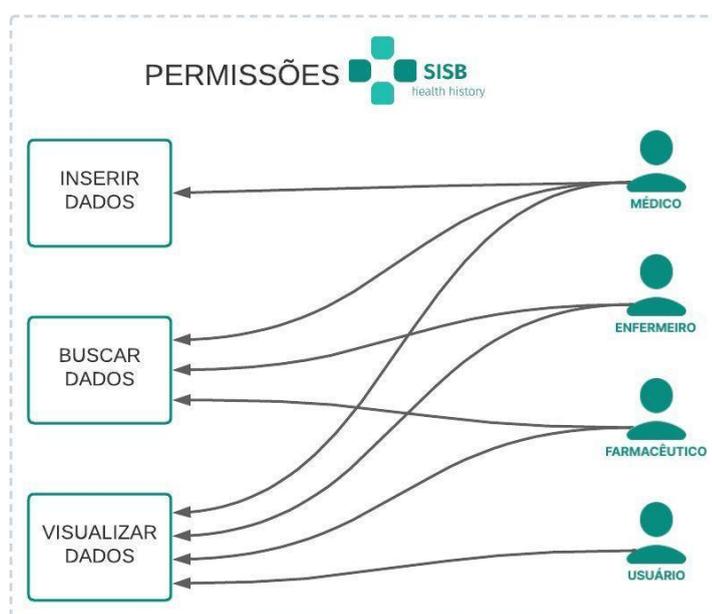
Para auxiliar nesses métodos para garantir mais segurança ainda, foram utilizados os chamados *smart contracts*, são códigos específicos para a tecnologia da *Blockchain*. Por eles que são inseridos e acessados os dados na *blockchain*, em seu trabalho Alharby e Van Moorsel (2017) definem os *smart contracts* como um código executável na *blockchain* que facilita, executa e reforça os acordos entre duas partes sem confiança.

### 3.2 DESENVOLVIMENTO

Durante o desenvolvimento do sistema, foi importante determinar as

funcionalidades específicas de cada tipo de usuário. Para isso, utilizou-se uma ferramenta chamada *LucidChart* para criar um esquema detalhado com as funcionalidades definidas para cada tipo de usuário. O esquema de funcionalidades criado foi fundamental para garantir o entendimento das necessidades específicas de cada usuário de forma eficaz. Com essa etapa bem definida, foi possível construir um sistema completo e funcional. Pode-se ver o esquema abaixo na Figura 2.

**Figura 2** – Esquema de Funcionalidades.



**Fonte:** Autores, 2023.

Neste esquema, podemos ver que os médicos poderão acessar todas as funcionalidades do sistema, enquanto os enfermeiros e os farmacêuticos, poderão acessar somente a busca de dados (cada um buscando sua necessidade específica), além da visualização dos seus próprios dados. Por fim, os pacientes só poderão ver seus próprios dados e nada mais.

Essa divisão de funcionalidades é importante para garantir a segurança e privacidade dos dados dos usuários, bem como a eficiência no uso do sistema por parte dos profissionais de saúde. Cada tipo de usuário terá acesso apenas ao que é necessário para o desempenho de suas funções, sem comprometer a integridade do sistema.

Agora, partindo para o desenvolvimento de código em si, o *front-end*, que é responsável pela apresentação visual do sistema, pela validação inicial e pela integração com a *blockchain*. Aqui se desenvolveu primeiro o menu de navegação lateral (*sidebar*), em seguida as telas de cadastro, depois as telas de visualização de dados e por último as de busca de dados.

**Figura 3** – Modelo Estrutura da *Blockchain*.

```
struct Usuario {
    string Nome_completo;
    string Data_nascimento;
    string Cpf_usuario;
    string Senha;
    string Celular;
    string RG;
    string Genero;
    string Orientacao_sexual;
    string Tipo_sanguineo;
    string Nome_emergencia;
    string Celular_emergencia;
    string Estado;
    string CRM;
    string CRF;
    string Coren;
    Consulta[] Consultas;
    Alergia[] Alergias;
    Remedio[] Remedios;
    Vacina[] Vacinas;
    Exame[] Exames;
    Doenca[] Doencas;
}

function InsertOrUpdateUsuario(mapping(string => Usuario) storage usuarios, string memory nome,
    string memory data_nasc, string memory cpf,
    string memory senha, string memory celular, string memory rg,
    string memory genero, string memory orientacao, string memory tipo_sang,
    string memory nome_eme, string memory celular_eme, string memory estado,
    string memory crm, string memory crf, string memory coren)
    public returns (Usuario memory) {
    usuarios[cpf].Nome_completo = nome;
    usuarios[cpf].Data_nascimento = data_nasc;
    usuarios[cpf].Cpf_usuario = cpf;
    usuarios[cpf].RG = rg;
    usuarios[cpf].Senha = senha;
    usuarios[cpf].Celular = celular;
    usuarios[cpf].Genero = genero;
    usuarios[cpf].Orientacao_sexual = orientacao;
    usuarios[cpf].Tipo_sanguineo = tipo_sang;
    usuarios[cpf].Nome_emergencia = nome_eme;
    usuarios[cpf].Celular_emergencia = celular_eme;
    usuarios[cpf].Estado = estado;
    usuarios[cpf].CRM = crm;
    usuarios[cpf].CRF = crf;
    usuarios[cpf].Coren = coren;
    return usuarios[cpf];
}
```

**Fonte:** Autores, 2023.

Em paralelo com o desenvolvimento do *front-end* do sistema, temos o *back-end*, aqui é recebido os dados antes de serem inseridos na *blockchain* para

validação mais profunda deles. Dessa forma é garantido que nenhum dado errôneo, como um CPF inexistente, seja cadastrado no SISB.

Por fim, agora será discutido o *smart contract* utilizado pelo sistema para integração com a *blockchain*. O *smart contract* foi desenvolvido em *solidity*, sendo ela uma linguagem diretamente ligada a contratos. Nele temos estruturas de dados e métodos de inserção e busca de dados, a Figura 3 mostra o exemplo da estrutura de um usuário da plataforma e também a função para inserir esse usuário no banco de dados da *blockchain*.

A estrutura do usuário é mapeada pelo CPF, então cada usuário será assimilado pelo seu número do mesmo, enquanto, as outras estruturas, por estarem dentro do usuário, são determinadas como listas e são acessadas pelo seu número de índice dentro da lista.

As outras funções de inserção de dados seguem esse mesmo padrão para receber os dados, mas são encaixadas na lista de seu respectivo tipo de dado dentro do perfil do usuário.

As funções de busca por dados recebem apenas o CPF do usuário como parâmetro e por ele conseguem trazer todos os dados do usuário, incluindo suas consultas, vacinas, alergias, remédios, doenças e exames.

### 3.3 EXEMPLO DE USO

Ao acessar o sistema pela primeira vez, será necessário que seu cadastro seja feito. Preenchendo todos os dados contidos no formulário (ver Figura 4) seus dados são validados e mandados para a *blockchain* caso estejam todos corretos. A diferença entre os formulários de cadastro de pacientes e profissionais da área da saúde se dá pelo campo específico destinado ao registro do número de inscrição do Conselho Regional de Medicina (CRM) para os médicos, Conselho Regional de Farmácia (CRF) para os farmacêuticos e Conselho Regional de Enfermagem (Coren) para os enfermeiros.

Após isso, o usuário paciente terá acesso a página de visualização de seus dados (ver Figura 5), podendo acessar todas as informações cadastradas em seu CPF pelos médicos e ficar atualizado sobre suas informações médicas.

Figura 4 - Formulário de cadastro no SISB.

## CADASTRE-SE



### SEUS DADOS

Nome Completo: <input type="text"/>	Data de Nascimento: <input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
CPF: <input type="text"/>	RG: <input type="text"/>
Senha: <input type="text"/>	Celular: <input type="text"/>
Tipo Sanguíneo: <input type="text" value="Selecione"/>	Gênero: <input type="text" value="Selecione"/>
Orientação Sexual: <input type="text" value="Selecione"/>	

### CONTATO DE EMERGÊNCIA

Nome: <input type="text"/>	Celular: <input type="text"/>
----------------------------	-------------------------------

Fonte: Autores, 2023.

Figura 5 - Visualização de vacinas no SISB.



**SISB**  
health history

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

## VACINAS

Nome	Proteção	Data da aplicação	Validade da Vacina	Dose
Pfizer	Covid-19	19/03/2021	19/09/2021	1
Pfizer	Covid-19	19/09/2021	19/03/2022	2

Fonte: Autores, 2023.

Para os usuários farmacêuticos e enfermeiros será possível acessar a página de busca de dados (ver Figura 6) dos pacientes que estão em atendimento, além de poderem visualizar seus próprios dados. Os farmacêuticos em particular podem acessar somente os dados de medicamentos dos usuários, já os enfermeiros podem acessar os outros dados dos pacientes também, tudo pelo CPF do paciente que está procurando.

**Figura 6** - Busca de remédios no SISB.

**SISB**  
health history

PERFIL

VACINAS

CONSULTA

ALERGIAS

REMÉDIOS

EXAMES

SAIR

**BUSCAR REMÉDIOS**

**CPF DO PACIENTE**

CPF:

Buscar

**Fonte:** Autores, 2023.

**Figura 7** - Adição de exames no SISB.

**SISB**  
health history

PERFIL

VACINAS

CONSULTA

ALERGIAS

REMÉDIOS

EXAMES

SAIR

**ADICIONAR EXAME**

**DADOS DO PACIENTE**

CPF:

**DADOS DO SOLICITANTE**

CPF:

**DADOS DO EXAME**

Nome Laboratório:  Tipo do Exame:

Data do Exame:  Resultado:

Anexar o resultado:  Escolher arquivo Nenhum arquivo escolhido

Enviar

**Fonte:** Autores, 2023.

Por fim, o usuário médico possuirá acesso a página de adição de dados (ver Figura 7) para os pacientes, tendo de preencher um formulário com os dados necessários, fornecendo o CPF do paciente para que o dado seja ligado ao respectivo usuário. O médico, portanto, portará acesso a todas as páginas mostradas anteriormente e será o único que poderá ter acesso a de adição de dados.

Com isso temos a finalização das telas e funcionalidades do sistema, cada uma definida para seus tipos de usuários e como podem ser utilizadas por cada um dentro do SISB.

#### **4 RESULTADOS**

O sistema proposto aqui foi o SISB, com ele podemos manter um histórico de saúde dos usuários com o uso da *blockchain*. Sendo esse mais um trabalho que comprova a afirmação feita por Tariq *et al.* (2020) em seu trabalho, dizendo que a *blockchain* tem sido uma nova era de segurança e privacidade no domínio do cuidado com a saúde.

Após a realização de vários testes, inserindo dados, buscando dados e visualizando dados, chegamos a um resultado muito bom sobre o sistema. O SISB está bem integrado com a *blockchain* e aceitando somente dados válidos dentro do sistema.

Com isso, a troca de informações entre pacientes e médicos, o acesso aos dados pelos enfermeiros em hospitais e o acesso às receitas de medicamentos pelos farmacêuticos serão facilitadas e estarão sempre protegidas pelo SISB com a *blockchain*.

#### **5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS**

Este artigo apresenta um sistema *WEB*, que visa criar um registro abrangente do histórico de saúde do usuário, usando a tecnologia *blockchain* para garantir segurança e privacidade de dados. O SISB busca fornecer um ambiente seguro para a troca e acesso de informações médicas, incluindo consultas, exames, vacinações, medicações, entre outras funcionalidades. O sistema é projetado para

garantir a integridade dos dados, permitindo que os profissionais de saúde acessem as informações necessárias de forma rápida e precisa, enquanto os pacientes têm controle total sobre suas informações de saúde. O SISB é uma solução promissora para garantir a confidencialidade e segurança dos dados médicos dos pacientes, permitindo a comunicação eficiente entre profissionais de saúde e melhorando a qualidade do atendimento médico em geral.

Para trabalhos futuros partindo de onde está o sistema, é recomendado o aprofundamento dos usos de segurança dentro dos *smart contracts* e da *blockchain* em si, como por exemplo, os *owners*, que podem determinar quem pode acessar e transferir dados para o sistema utilizando do endereço da máquina de quem está acessando o método.. Para que os dados dentro do SISB estejam cada vez mais seguros de ataques externos.

Além disso, outro trabalho futuro recomendado é investigar a possibilidade de passar todas as validações de dados realizados dentro do *back-end* para o *smart contract* do sistema. Dessa forma os dados sairiam direto do *front-end* para a *blockchain*, não deixando brechas para ataque nenhum no *back-end*.

Por fim, é interessante que o SISB seja testado com possíveis *stakeholders* (partes interessadas) para que eles possam avaliar o sistema e apontar ideias de melhorias ou funcionalidades novas para serem adicionadas no sistema no futuro.

## REFERÊNCIAS

- ALFAIDI, A.; CHOW, E. Health Record Chain (HRC): Implementation of Mobile Healthcare system using Blockchain to enhance Privacy of Electronic Health Record EHR. In: **2020 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)**. IEEE, 2020. p. 863-866.
- ALHARBY, M.; VAN MOORSEL, A. Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study. **arXiv preprint arXiv:1710.06372**, 2017.
- ALMEIDA, C. M. T.; JACINTO, J. J.; RODRIGUES, V. M. da C. P. A evolução dos cuidados de saúde: dos cuidados arcaicos aos cuidados altamente científicos. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 20, p. 39-51, 2019.
- ANDRÉ, S.; RIBEIRO, P. E-health: as TIC como mecanismo de evolução em saúde. **Gestão e Desenvolvimento**, n. 28, p. 95-116, 2020.
- CERNIAN, A.; TIGANOIA, B.; SACALA, I.; PAVEL, A.; IFTEMI, A. PatientDataChain: a Blockchain-Based approach to integrate personal health records. **Sensors**, v. 20, n. 22, p. 6538, 2020.
- CHAVES, A. C. F. **Segurança de dados em aplicações baseadas em Blockchain**. 2022. Tese de Doutorado.
- DE MACEDO, D. D. J.; MARTINS, P. R.; TOURINHO, F. S. V. **A evolução no desenvolvimento de Tecnologias e a Saúde 4.0: disrupção do novo**, 2022.
- DOTNET. **Dotnet**; 2023. Disponível em: <https://dotnet.microsoft.com/pt-br/> Acesso em: 20 de mar. 2023.
- FIGMA. **Figma**; 2023. Disponível em: <https://www.figma.com/design/> Acesso em: 20 de mar. 2023.
- JASPERS, K. **O médico na era da técnica**. Edições 70, 1998.
- JOHARI, R.; KUMAR, V.; GUPTA, K. VIDYARTHI, D. P. BLOSUM: BLOckchain technology for Security of Medical records. **ICT Express**, v. 8, n. 1, p. 56-60, 2022.
- LEE, J. S.; CHEW, C. J.; LIU, J. Y.; CHEN, Y. C.; TSAI, K. Y. Medical blockchain: Data sharing and privacy preserving of EHR based on smart contract. **Journal of Information Security and Applications**, v. 65, p. 103117, 2022.
- LONGO, F.; MIRABELLI, G.; SOLINA, V.; BELLI, L.; ABDALLAH, C. B.; BEN-AMMAR, O.; BOTANNI, E.; GARCÍA-GALLEGO, J. M.; GERMANOS, M.; GONZÁLES, F. J. M.; LACOPA, S. R.; SIDHOM, L.; VIGNALI, G.; ZACHAREWICZ, G. An overview of approaches and methodologies for supporting smallholders: ICT tools, blockchain, business models, sustainability indicators, simulation models. **Procedia Computer Science**, v. 217, p. 1930-1939, 2023.
- LUCID. **LucidChart**; 2023. Disponível em: <https://www.lucidchart.com/pages/pt> Acesso em: 20 de mar. 2023.

NEWAZ, A. I.; SIKDER, A. K.; RAHMAN, M. A.; ULUAGAC, A. S. A survey on security and privacy issues in modern healthcare systems: Attacks and defenses. **ACM Transactions on Computing for Healthcare**, v. 2, n. 3, p. 1-44, 2021.

NISHI, F. K.; SHAMS-E-MOFIZ, M.; KHAN, M. M.; ALSUFYANI, A.; BOUROUIS, S.; GUPTA, P.; SAINI, D. K. Electronic healthcare data record security using blockchain and smart contract. **Journal of Sensors**, v. 2022, p. 1-22, 2022.

OMS. **eHealth**; 2023. Disponível em: <https://www.emro.who.int/health-topics/ehealth/> Acesso em: 17 de mar. 2023.

POŁAP, D.; SRIVASTAVA, G.; YU, K. Agent architecture of an intelligent medical system based on federated learning and blockchain technology. **Journal of Information Security and Applications**, v. 58, p. 102748, 2021.

REACT. **React**; 2023. Disponível em: <https://pt-br.reactjs.org/> Acesso em: 20 de mar.2023.

SUS. **Sus**; 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/sus> Acesso em: 22 de mar. 2023.

TANWAR, S.; PAREKH, K.; EVANS, R. Blockchain-based electronic healthcare record system for healthcare 4.0 applications. **Journal of Information Security and Applications**, v. 50, p. 102407, 2020.

TARIQ, N.; QAMAR, A.; ASIM, M.; KHAN, F. A. Blockchain and smart healthcare security: a survey. **Procedia Computer Science**, v. 175, p. 615-620, 2020.

WANG, W.; WANG, L.; ZHANG, P.; XU, S.; FU, K.; SONG, L.; HU, S. A privacy protection scheme for telemedicine diagnosis based on double blockchain. **Journal of Information Security and Applications**, v. 61, p. 102845, 2021.

ZHAI, S.; YANG, Y.; LI, J.; QIU, C.; ZHAO, J. Research on the Application of Cryptography on the Blockchain. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2019. p. 032077.

ZUBAYDI, H. D.; VARGA, P.; MOLNÁR, S. Leveraging Blockchain Technology for Ensuring Security and Privacy Aspects in Internet of Things: A Systematic Literature Review. **Sensors**, v. 23, n. 2, p. 788, 2023.