

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NO COMPARTILHAMENTO DE DADOS ACADÊMICOS

RAFAEL MATTOS MAXIMINO

RESUMO

O compartilhamento de dados acadêmicos, como diplomas e históricos escolares, é essencial para a validação de informações entre instituições de ensino, estudantes e empregadores. Entretanto, o processo tradicional apresenta desafios significativos, como risco de falsificação, baixa eficiência e falta de transparência. A tecnologia blockchain surge como uma solução promissora para lidar com essas questões, oferecendo registros descentralizados, imutáveis e auditáveis. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de compartilhamento de dados acadêmicos baseado em blockchain, utilizando contratos inteligentes para gerenciar o registro, validação e compartilhamento seguro das informações. A metodologia adotada incluiu a implementação de contratos inteligentes na plataforma Ethereum, com validação por meio de testes automatizados que avaliaram as funcionalidades principais. Os resultados demonstraram a viabilidade do sistema, destacando sua capacidade de oferecer maior segurança e transparência no compartilhamento de dados acadêmicos, eliminando intermediários e reduzindo a possibilidade de fraudes. Além disso, identificaram-se desafios relacionados à escalabilidade da solução para contextos de larga escala e à necessidade de aprimoramentos na interface do sistema para maior usabilidade. Conclui-se que a aplicação do blockchain no compartilhamento de dados acadêmicos pode transformar os processos tradicionais, promovendo um ambiente mais confiável e eficiente. Estudos futuros devem focar no aumento da escalabilidade e na interoperabilidade com outras plataformas educacionais.

Palavras-chave: Blockchain; Validação Acadêmica; Contratos Inteligentes; Descentralização; Segurança Digital.

1 INTRODUÇÃO

O compartilhamento de dados acadêmicos é um processo crítico no contexto educacional, sendo essencial para a validação de diplomas, históricos escolares e outras certificações. No entanto, os métodos tradicionais para esse compartilhamento frequentemente enfrentam desafios como falsificação de documentos, ineficiência operacional e falta de transparência (Morais; Lins, 2020). Nesse cenário, a tecnologia blockchain emerge como uma solução inovadora, oferecendo registros descentralizados, imutáveis e auditáveis, que garantem a autenticidade e a segurança das informações compartilhadas (Moura; Brauner; Janissek-Muniz, 2020).

No setor educacional, a utilização do blockchain tem o potencial de transformar a maneira como as informações acadêmicas são compartilhadas, eliminando intermediários e reforçando a confiabilidade dos dados (REIS, 2023). Apesar das vantagens associadas à tecnologia, ainda existem desafios a serem superados, como a necessidade de maior escalabilidade e o desenvolvimento de interfaces acessíveis para os usuários finais (MORAIS; LINS, 2020).

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema baseado em blockchain para o compartilhamento de dados acadêmicos, com o objetivo de aprimorar a segurança, a

confiabilidade e a eficiência das transações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição Geral do Sistema

O objetivo principal deste projeto é desenvolver um sistema de compartilhamento seguro de dados acadêmicos entre universidades, utilizando a tecnologia blockchain para garantir a autenticidade, integridade e privacidade dos registros. O sistema visa permitir que universidades, alunos e outros interessados possam emitir, compartilhar e verificar históricos acadêmicos de forma segura e eficiente. A aplicação dessa tecnologia garante a eliminação de intermediários e a redução de fraudes na validação de diplomas e certificados, ao mesmo tempo em que assegura que as informações sejam facilmente acessíveis e verificáveis por todas as partes envolvidas.

2.2 Tecnologias Utilizadas

A construção do sistema de compartilhamento de dados acadêmicos se baseia em uma série de tecnologias emergentes, essenciais para garantir a segurança, escalabilidade e funcionalidade da solução. As principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento do sistema incluem:

- **Plataforma Blockchain:** A plataforma Ethereum foi escolhida devido à sua ampla adoção e suporte robusto a contratos inteligentes. A Ethereum permite o desenvolvimento de transações automatizadas e seguras, essenciais para o processo de emissão, compartilhamento e verificação dos registros acadêmicos. A rede pública do Ethereum foi utilizada, pois sua natureza descentralizada garante que as transações sejam imutáveis e auditáveis, promovendo a confiança no sistema.
- **Contratos Inteligentes:** A linguagem Solidity foi empregada para a criação dos contratos inteligentes que gerenciam as transações na blockchain. Estes contratos são responsáveis por automação das operações críticas, como a emissão de certificados acadêmicos, o registro das informações na blockchain, e a validação das credenciais de alunos e universidades. A utilização de contratos inteligentes garante a execução segura de transações, sem necessidade de intermediários.
- **Remix IDE:** Ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) para codificação, teste e depuração de contratos inteligentes.
- **Ferramenta de Testes Solidity Unit Testing:** Para validar a lógica dos contratos inteligentes em cenários diversos antes da implantação na blockchain.

2.3 Arquitetura do Sistema

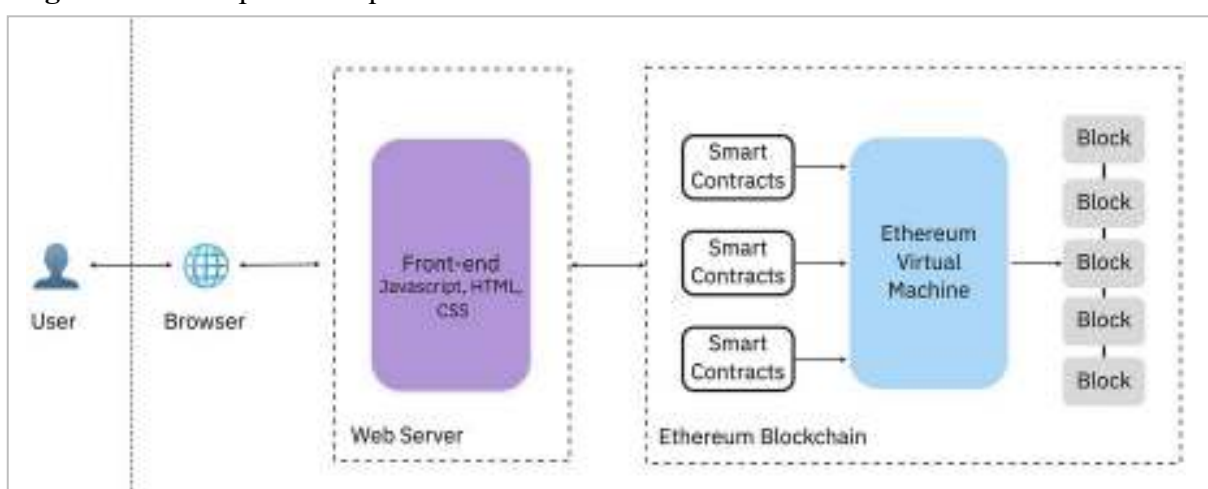
A arquitetura do sistema é composta por componentes que interagem de maneira coesa para garantir a eficiência, segurança e a escalabilidade da solução. Abaixo estão os principais componentes do sistema:

- **Contratos Inteligentes:** No núcleo do sistema, os contratos inteligentes desempenham um papel fundamental. Eles são responsáveis por gerenciar a emissão e validação dos certificados acadêmicos na blockchain. Cada transação realizada no sistema passa por um contrato inteligente, que valida as informações e registra os dados na blockchain. São divididos em: Registro de Aluno; Registro de Instituições; Registro Acadêmico; Compartilhamento; Verificação.
- **Rede Blockchain Ethereum:** A Ethereum é a plataforma que hospeda a blockchain, onde os contratos inteligentes são implantados e executados. A rede blockchain Ethereum proporciona a imutabilidade das transações, garantindo que os dados registrados não possam ser alterados, o que é fundamental para assegurar a autenticidade dos registros acadêmicos.

- **Base de Dados Off-Chain:** Embora as informações acadêmicas principais sejam registradas na blockchain, informações complementares, como detalhes de cursos ou descrições de matérias, são armazenadas em uma base de dados off-chain. Esta abordagem facilita o gerenciamento de dados, sem impactar o desempenho da blockchain.
- **APIs:** As APIs desenvolvidas garantem a comunicação entre o front-end e os contratos inteligentes. Elas facilitam a integração entre os componentes do sistema e permitem que as operações realizadas na interface sejam refletidas de maneira eficiente na blockchain.

A Figura 1 ilustra um exemplo de arquitetura do sistema, destacando os principais componentes que interagem na plataforma.

Figura 1 – Exemplo de Arquitetura do Sistema Fonte: Autor



2.4 Fluxo de Dados e Processos do Sistema

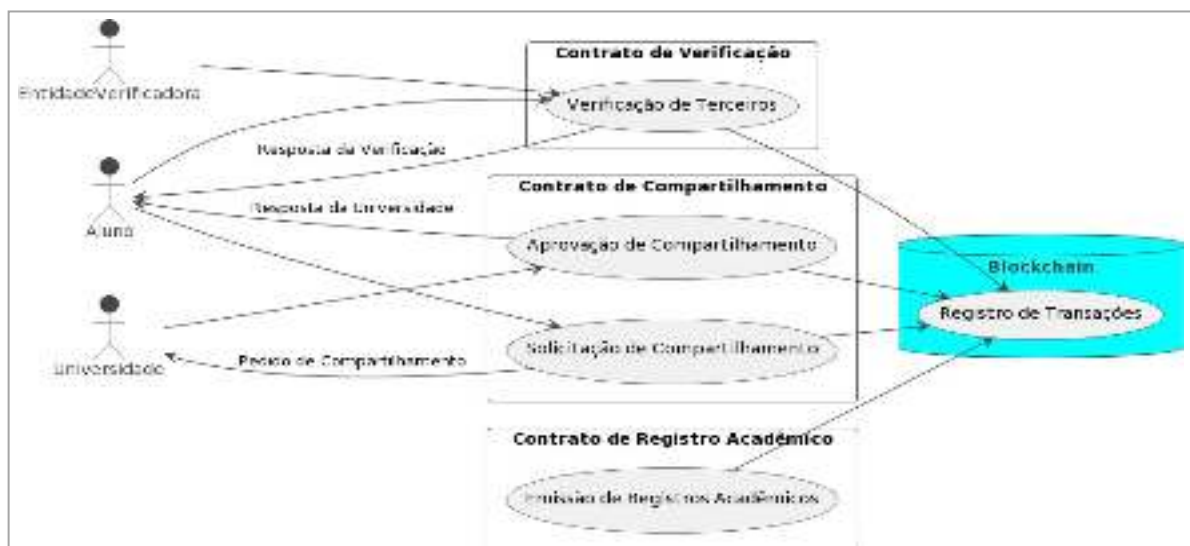
O sistema de compartilhamento de dados acadêmicos desenvolvido no presente trabalho foi projetado para oferecer um fluxo eficiente e seguro, com base na tecnologia blockchain. Os principais processos do sistema incluem:

- **Emissão de Registro Acadêmico:** Quando um aluno conclui um curso, a universidade emite um registro acadêmico digital. Esse registro contém informações como nome do aluno, curso, ano de conclusão, nota final e outras informações relevantes. O registro é submetido ao contrato inteligente implementado na blockchain Ethereum, onde é gerado e armazenado um identificador único (hash) associado ao registro acadêmico. Esse processo garante que o registro seja imutável, autenticável e confiável.
- **Compartilhamento de Registros Acadêmicos:** O aluno pode compartilhar seus registros acadêmicos com outras instituições, como empregadores ou universidades, através do sistema. O compartilhamento é realizado mediante solicitações gerenciadas pelos contratos inteligentes. A instituição destinatária recebe acesso ao registro acadêmico após aprovação prévia pelo sistema.
- **Validação dos Registros:** Para verificar a autenticidade de um registro acadêmico, qualquer parte interessada (instituições ou empregadores) pode consultar a blockchain utilizando o identificador único (hash). A consulta verifica se o registro acadêmico corresponde às informações armazenadas na blockchain. Se os dados forem consistentes, a validação é concluída com sucesso, confirmando a autenticidade e a integridade do registro.
- **Segurança e Privacidade:** Embora a blockchain Ethereum seja pública, o sistema emprega criptografia para garantir que informações pessoais sensíveis dos alunos sejam protegidas.

Somente os registros de certificação e hashes dos documentos são visíveis, enquanto os dados pessoais do aluno são mantidos privados.

O Diagrama de Casos de Uso da Figura 2 ilustra as interações entre os usuários (alunos e universidades) e o sistema.

Figura 2 – Diagrama de Casos de Uso



2.5 Fluxo de Desenvolvimento

O desenvolvimento do sistema seguiu um fluxo organizado em etapas, descritas a seguir:

- **Definição dos Requisitos:** Primeiramente, foram levantados os requisitos funcionais e não funcionais do sistema, considerando as demandas de segurança, privacidade e eficiência no compartilhamento de registros acadêmicos.
- **Modelagem e Design da Arquitetura:** A partir dos requisitos levantados, foi projetada a arquitetura do sistema, detalhando os componentes e suas interações, como contratos inteligentes e a integração com a blockchain Ethereum.
- **Implementação dos Contratos Inteligentes:** Os contratos inteligentes foram desenvolvidos em Solidity, com regras específicas para emissão, validação e compartilhamento de dados acadêmicos. Essa etapa foi crucial para estabelecer a lógica de negócios do sistema.
- **Integração de Componentes:** Após o desenvolvimento dos contratos inteligentes, foram criadas APIs para conectar os componentes do sistema e permitir a interação com a blockchain Ethereum.

2.5 Testes e Validação

Após a implementação dos contratos inteligentes e demais componentes do sistema de compartilhamento de dados acadêmicos, a solução foi submetida a uma série de testes para verificar seu funcionamento correto e atender aos objetivos propostos. Os testes realizados foram os seguintes:

Testes Funcionais: Foram realizados testes para verificar se o sistema implementava corretamente as funcionalidades essenciais, tais como:

- Emissão de registros acadêmicos pelas universidades;
- Armazenamento seguro dos registros utilizando a blockchain;
- Solicitação de compartilhamento de registros pelos alunos;
- Aprovação ou rejeição de compartilhamentos por instituições destinatárias;
- Validação da autenticidade dos registros acadêmicos por terceiros.

Teste de Uso Prático: Para validar a aplicabilidade e eficácia do sistema em um cenário realista, foi desenvolvido um estudo de caso utilizando dados fictícios. Nesse cenário, um aluno conclui seu curso em uma universidade, e seu diploma é emitido digitalmente e registrado na blockchain por meio de um contrato inteligente. Posteriormente, o aluno solicita o compartilhamento do registro com um empregador. Após a aprovação da solicitação, o empregador consulta a blockchain para verificar a autenticidade do diploma registrado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante o desenvolvimento e a validação do sistema de compartilhamento de dados acadêmicos baseado em blockchain demonstraram a viabilidade da proposta e evidenciaram sua capacidade de atender aos objetivos estabelecidos. Nesta seção, são apresentados os principais achados relacionados ao funcionamento do sistema, sua eficiência e os desafios identificados durante o processo.

3.1 Testes Funcionais

Os testes funcionais realizados no sistema confirmaram que as principais funcionalidades foram implementadas com sucesso:

- **Emissão de Registros Acadêmicos:** As universidades fictícias foram capazes de emitir registros acadêmicos para alunos, garantindo que os dados fossem registrados na blockchain. Cada registro gerou uma chave única, utilizada para validação e compartilhamento posterior.
- **Compartilhamento de Registros:** O sistema permitiu que os alunos solicitassem o compartilhamento de seus registros acadêmicos com outras instituições ou empregadores. As solicitações foram gerenciadas adequadamente, com opções de aprovação ou rejeição pelas instituições destinatárias.
- **Validação de Registros:** Empregadores e instituições foram capazes de validar os registros diretamente na blockchain. O sistema comprovou a autenticidade dos registros emitidos, garantindo que os dados permanecessem inalterados e verificáveis.

3.2 Teste de Uso Prático

O estudo de caso desenvolvido para validar o sistema simulou um cenário realista em que um aluno concluiu um curso em uma universidade e compartilhou seu diploma com um empregador.

Fluxo de Dados:

- O diploma do aluno foi emitido e registrado na blockchain pela universidade.
- O aluno solicitou o compartilhamento do diploma com uma empresa.
- A empresa aprovou a solicitação e, posteriormente, validou o diploma consultando a blockchain.

Resultados Obtidos: A validação realizada pelo empregador confirmou que o diploma emitido era autêntico, destacando a eficiência do sistema em garantir a integridade dos dados e a segurança no processo de verificação.

3.3 Discussão dos Resultados

Os resultados obtidos demonstraram que a tecnologia blockchain é uma solução viável e eficaz para o compartilhamento de dados acadêmicos. A descentralização, imutabilidade e transparência proporcionadas pela blockchain garantem maior segurança e confiabilidade ao sistema.

Pontos Fortes do Sistema:

- **Autenticidade e Imutabilidade:** A utilização da blockchain Ethereum garantiu que os registros fossem invioláveis, permitindo que os dados acadêmicos fossem verificados por

terceiros com total segurança.

- **Eficiência no Compartilhamento:** O sistema proporcionou uma forma simples e eficiente de compartilhar registros acadêmicos, eliminando a necessidade de intermediários e reduzindo o tempo necessário para validações.
- **Escalabilidade:** A estrutura do sistema permite que ele seja adaptado para atender a um número maior de instituições e empregadores, ampliando seu alcance e impacto.

Desafios Identificados:

- **Custos de Transação:** O uso da blockchain Ethereum para registrar e validar transações pode implicar em custos elevados, dependendo do volume de registros e das taxas de gás.
- **Interface Gráfica:** Embora os contratos inteligentes tenham sido testados e validados, a ausência de uma interface gráfica amigável limita a experiência do usuário final.

Impacto e Aplicabilidade:

Os resultados sugerem que o sistema proposto tem potencial para transformar a maneira como dados acadêmicos são compartilhados, promovendo maior transparência e confiança no setor educacional e corporativo. Entretanto, melhorias na interface e estratégias para reduzir custos de transação podem aumentar ainda mais sua aplicabilidade prática.

3.4 Considerações sobre as Limitações e Perspectivas Futuras

Apesar dos resultados positivos, algumas limitações foram observadas:

- A ausência de uma interface gráfica dificulta a interação de usuários não técnicos com o sistema.
- Questões relacionadas à privacidade e regulamentação ainda precisam ser melhor exploradas, especialmente para garantir conformidade legal em diferentes jurisdições.

Como perspectivas futuras, propõe-se o desenvolvimento de uma interface gráfica amigável para facilitar o uso do sistema por alunos, instituições e empregadores. Além disso, novas abordagens para otimizar os custos e melhorar a experiência do usuário devem ser investigadas.

Os resultados apresentados reforçam a relevância da proposta e evidenciam seu potencial para atender às necessidades do setor educacional e corporativo de maneira inovadora e eficiente.

4 CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido neste estudo apresentou um sistema baseado na tecnologia blockchain para o compartilhamento seguro de dados acadêmicos, com foco na emissão, validação e verificação de registros acadêmicos. A proposta visou abordar desafios recorrentes no setor educacional, como a falsificação de documentos, a falta de transparência nos processos e a necessidade de maior eficiência no compartilhamento de informações entre universidades, alunos e empregadores.

A implementação prática do sistema demonstrou a viabilidade de utilizar a tecnologia blockchain como uma solução eficaz para esses desafios. Por meio de contratos inteligentes desenvolvidos em Solidity e implantados na blockchain Ethereum, foi possível implementar funcionalidades essenciais, como:

- Emissão de registros acadêmicos imutáveis;
- Compartilhamento controlado de registros entre alunos e instituições;
- Validação e verificação de dados por terceiros interessados, como empregadores.

Os testes realizados evidenciaram o funcionamento correto do sistema, destacando sua capacidade de garantir a autenticidade e integridade dos registros acadêmicos. Além disso, o estudo de caso prático reforçou a aplicabilidade da solução ao simular o fluxo de dados desde

a emissão do registro acadêmico até sua validação por um empregador.

Apesar dos resultados positivos, algumas limitações foram identificadas. O custo das transações na blockchain Ethereum foi um fator observado que pode impactar a escalabilidade do sistema. Além disso, a ausência de uma interface gráfica amigável limita a interação do usuário final, o que será uma prioridade em trabalhos futuros.

Como contribuições, este trabalho demonstrou que a blockchain pode ser aplicada com sucesso no setor educacional, oferecendo maior confiabilidade e segurança no compartilhamento de dados acadêmicos. A tecnologia permite eliminar intermediários, reduzir fraudes e promover maior transparência nos processos.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros explorem alternativas para otimizar os custos de operação do sistema, como a migração para outras plataformas blockchain de menor custo, e o desenvolvimento de interfaces gráficas mais intuitivas para ampliar a acessibilidade e usabilidade do sistema. Acredita-se que a adoção de soluções como a proposta neste trabalho pode transformar significativamente o ecossistema educacional e corporativo, promovendo um ambiente mais seguro, transparente e eficiente para todas as partes envolvidas.

REFERÊNCIAS

MORAIS, Anderson Melo de; LINS, Fernando Antonio Aires. Uso de Blockchain na Educação: Estado da Arte e Desafios em Aberto. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, Ano 05, Ed. 10, Vol. 22, pp. 78-100. Outubro de 2020. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/uso-de-blockchain>. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/uso-de-blockchain. [Acesso em: 25 nov. 2024].

MOURA, L. M. F. DE; BRAUNER, D. F.; JANISSEK-MUNIZ, R. Blockchain e a Perspectiva Tecnológica para a Administração Pública: Uma Revisão Sistemática. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 24, n. 3, p. 259–274, maio 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/fDJkpGFF4gH8xmgnLCYRB8z/>. [Acesso em: 25 nov. 2024].

REIS, Thaynaah. Blockchain na Educação: Os Impactos Positivos da Tecnologia na Indústria Educacional. *EXAME*, 2023. Disponível em: <https://exame.com/future-of-money/blockchain-na-educacao-os-impactos-positivos-da-tecnologia-na-industria-educacional/>. [Acesso em: 25 nov. 2024].