

# **Projeto**

## **Sistema Distribuído para Armazenamento de Notas Fiscais em Blockchain**

**Rodrigo Albuquerque da Costa**  
**José Fernando Carvalho de Oliveira**

**Disciplina:** Projeto e Implementação de Sistemas Distribuídos  
**Prof.:** Fernando Antonio Aires Lins

Recife, 07/2025

## **1. Introdução**

O crescente processo de digitalização e a obrigatoriedade do uso da Nota Fiscal Eletrônica (NF-e) no Brasil representam avanços significativos na gestão fiscal, mas também impõem novos desafios. Os sistemas centralizados atualmente utilizados, embora funcionais, ainda apresentam riscos elevados, como falhas técnicas, ataques cibernéticos, adulteração de dados e indisponibilidade temporária, comprometendo a integridade das informações fiscais e a confiança do usuário. Essa realidade evidencia a necessidade de soluções robustas, confiáveis e auditáveis para garantir a veracidade e permanência das informações fiscais [1]. Nesse contexto, a tecnologia blockchain surge como uma proposta inovadora e eficaz para garantir a imutabilidade dos dados [2], descentralização do controle e transparência dos registros. Sistemas distribuídos baseados em blockchain oferecem um ambiente confiável, resistente a fraudes e tolerante a falhas, tornando-se altamente apropriado para o armazenamento e validação de NF-e. Ao associar conceitos de hash criptográfico [4], redes descentralizadas e smart contracts [2], o projeto visa não apenas preservar os dados fiscais, mas também facilitar sua verificação pública com segurança e confiança [1][2].

## **2. Problema a ser tratado**

O problema central abordado neste projeto é a vulnerabilidade no armazenamento e validação de notas fiscais eletrônicas em sistemas centralizados. Tais sistemas estão sujeitos a falhas, ataques, alterações indevidas e indisponibilidade, o que compromete a confiabilidade dos documentos fiscais [1]. Busca-se, portanto, desenvolver uma solução que registre as NF-e de forma segura, descentralizada e auditável.

## **3. Justificativa**

Diversos projetos e iniciativas globais têm proposto o uso da tecnologia blockchain como meio de assegurar a integridade e autenticidade de documentos digitais. No cenário internacional, existem desde aplicações conceituais até implementações

governamentais em larga escala. A China, por exemplo, implementou em parceria com a Tencent um sistema de faturas eletrônicas em blockchain na cidade de Shenzhen, processando milhões de documentos para combater fraudes fiscais e aumentar a eficiência. Em outro espectro, o projeto DocuSign com Ethereum aplica blockchain pública para registrar e autenticar contratos digitais, garantindo a imutabilidade das assinaturas, embora seu foco seja o ambiente corporativo e jurídico, não o setor fiscal. O IBM Food Trust, por sua vez, demonstra como a blockchain pode garantir transparência e rastreabilidade em cadeias complexas, conceitos análogos aos desafios fiscais, mas sem lidar diretamente com a validação de notas.

No Brasil, o cenário segue uma tendência similar, com explorações tanto no setor público quanto no privado. A Receita Federal tem conduzido estudos e projetos-piloto voltados à aplicação de blockchain para auditoria e compliance tributário. Tais iniciativas, contudo, são limitadas a ambientes institucionais e não atendem diretamente à necessidade do pequeno empreendedor ou usuário comum. No setor privado, plataformas como a OriginalMy oferecem uma plataforma de certificação digital descentralizada que permite o registro de provas de existência e autoria de documentos utilizando blockchain pública. Apesar de sua proposta ampla, a solução requer conhecimentos técnicos mais avançados e não oferece ferramentas otimizadas para o registro e validação de notas fiscais especificamente.

É neste cenário que a proposta deste trabalho se diferencia de forma contundente. A principal inovação reside na integração de uma interface acessível via chatbot (Telegram), permitindo que qualquer usuário, mesmo sem conhecimento técnico, consulte a autenticidade de uma nota fiscal diretamente por meio de comandos simples. Essa abordagem foca em acessibilidade, descentralização da verificação e experiência do usuário, algo pouco explorado nas soluções mencionadas. O projeto também se destaca pelo uso combinado de blockchain pública, armazenamento descentralizado com IPFS (embora não implementado neste MVP inicial para fins de simplificação) e validação off-chain, arquitetura que visa reduzir custos operacionais e melhorar a escalabilidade. Ao fornecer um MVP funcional com essas características, o projeto demonstra

aplicabilidade real para micro e pequenos empreendedores que buscam transparência e segurança, sem depender de soluções comerciais complexas e caras.

## 4. Objetivos

### Objetivo Geral:

- Desenvolver um sistema distribuído para registrar, armazenar e verificar a autenticidade de notas fiscais eletrônicas utilizando blockchain.

### Objetivos Específicos:

1. Criar uma aplicação web com interface amigável para a entrada dos dados de notas fiscais.
2. Implementar um backend robusto com Django REST Framework para recepção e processamento das notas fiscais.
3. Calcular o hash criptográfico das NF-e e registrar esses hashes em contratos inteligentes.
4. Desenvolver um contrato inteligente em Solidity para armazenar os hashes das notas na blockchain pública (ex: Goerli ou Mumbai).
5. Criar um chatbot funcional (via Telegram) que consulte a autenticidade da nota com base em seu número, interagindo com o backend e a blockchain.
6. Garantir a validação pública das notas por meio da integração entre a aplicação web e o chatbot.

## 5. Implementação

A implementação do sistema foi organizada em três componentes principais: aplicação web (frontend), backend com API REST e integração com a blockchain, além de um chatbot para consultas. Foi desenvolvida uma interface web com html, css e javascript para inserção dos dados das Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e). Essa interface realiza validações básicas e envia as informações para o backend por meio de requisições HTTP. O backend foi construído utilizando Django REST Framework, sendo responsável por receber as informações da NF-e, gerar o hash criptográfico (SHA-256) e interagir com a blockchain. A integração com a rede blockchain foi implementada com a biblioteca Web3.py, possibilitando registrar transações no contrato inteligente implantado em uma rede de teste. O contrato inteligente foi desenvolvido em Solidity e implantado na rede local Ganache. Ele disponibiliza funções para armazenamento e verificação de hashes das

NF-e, garantindo imutabilidade e transparência dos registros. Foi implementado um bot no Telegram para permitir consultas rápidas sobre a autenticidade das notas. O bot se comunica com o backend, que por sua vez interage com a blockchain, retornando ao usuário se a NF-e informada foi registrada.

## **6. Avaliação**

Para validar o sistema, foram realizados testes funcionais abrangendo registro, consulta e integração entre os componentes. O processo de registro de NF-e pela interface web resultou no armazenamento correto dos hashes na blockchain. As consultas via chatbot retornaram respostas coerentes e rápidas. Como resultado, a solução mostrou-se eficaz na garantia de integridade e verificação pública das NF-e. No entanto, foram observadas limitações, como a ausência de armazenamento completo do documento em IPFS e a dependência da infraestrutura da testnet, características aceitáveis para um MVP.

## **7. Conclusão**

O projeto comprovou a viabilidade do uso da tecnologia blockchain para registro e verificação de notas fiscais eletrônicas, oferecendo uma alternativa descentralizada, auditável e segura. A integração com o chatbot no Telegram tornou a solução mais acessível e prática para usuários com pouco conhecimento técnico. Apesar de atingir o objetivo proposto, há oportunidades de aprimoramento, como a integração com IPFS para armazenar as NF-e completas, a implementação de autenticação de usuários e o uso de soluções para escalabilidade e redução de custos. Com essas evoluções, a proposta poderá se tornar uma ferramenta robusta e aplicável em larga escala, atendendo tanto pequenas empresas quanto instituições que buscam transparência e segurança fiscal.

## **8. Referências Bibliográficas**

- [1] Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- [2] Buterin, V. (2013). Ethereum White Paper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform.
- [3] Wightman, J. (2022). Web3.py: Ethereum for Python Developers.
- [4] OpenAI. (2023). Implementing Blockchain Use Cases with Python.
- [5] Telegram Bot API. <https://core.telegram.org/bots/api>

[6] IPFS Documentation. <https://docs.ipfs.io/>

[7] DocuSign and Ethereum Integration. <https://www.docusign.com/> [8]

IBM Food Trust. <https://www.ibm.com/blockchain/solutions/food-trust>

[9] OriginalMy. <https://originalmy.com/>