

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

**Rodrigo Albuquerque da Costa
José Fernando**

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

Recife, 05/2025

1. Introdução

Com o crescimento da digitalização de processos fiscais, as notas fiscais eletrônicas (NF-e) tornaram-se parte essencial da cadeia econômica brasileira. No entanto, sistemas centralizados tradicionais utilizados para armazenar esses documentos ainda estão sujeitos a riscos como fraudes, perda de integridade dos dados, falhas de segurança e indisponibilidade. 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 e alterações indevidas, 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. Etapas da Pesquisa

1. Planejamento e Estudo

- Analisar como funciona uma Nota Fiscal Eletrônica (NF-e)
- Escolher os campos principais da nota
- Definir como os sistemas (web, backend e blockchain) vão se comunicar

2. Criação da Interface (Frontend)

- Desenvolver a tela para inserir os dados da nota
- Validar os dados e enviar para o servidor (backend)

3. Criação do Servidor (Backend)

- Criar um servidor Django
- Implementar a lógica para gerar o hash da nota
- Conectar o backend à blockchain para registrar o hash

4. Desenvolvimento do Contrato Inteligente

- Criar um contrato em Solidity para guardar os hashes
- Implantar o contrato em uma blockchain de teste

5. Integração

- Fazer o backend usar o contrato inteligente
- Enviar os dados da nota e registrar seu hash na blockchain

6. Chatbot

- Criar um bot no Telegram
- Permitir que o usuário consulte uma nota pela blockchain usando comandos

7. Testes

- Verificar se tudo está funcionando: interface, backend, blockchain e chatbot

8. Documentação

- Criar um guia explicando como o sistema funciona e como rodá-lo

6. 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/>