

MBA
USP
ESALQ

Aplicação de um contrato inteligente blockchain para o mercado imobiliário brasileiro

Wallyson Nunes Alves Lima
Alexander Chávez López

Introdução

Mercado Imobiliário

- O mercado imobiliário é o setor da economia que engloba compra, venda, aluguel, desenvolvimento de propriedades (terrenos, casas, apartamentos e edifícios comerciais)

Introdução

Movimenta-se através da interação entre

- **Oferta:** Imóveis disponíveis para venda ou aluguel (novos/usados)
- **Demanda:** Pessoas ou empresas buscando imóveis para moradia, investimento ou uso comercial
- **Agentes:** Corretores de imóveis, imobiliárias, construtoras, incorporadoras, bancos (financiamento), e governo (legislação, impostos)

Introdução

Funcionamento de uma compra e venda de um imóvel no mercado brasileiro (novo)

*Burocrático



Introdução

O que são contratos inteligentes ?

- Um contrato inteligente (smart contract) é um tipo de contrato ou acordo digital que é autoexecutável e imutável, com os termos escritos em linha de código.

Introdução

Características dos contratos inteligentes

- **Autoexecutável:** Um contrato é executado automaticamente, não precisando de terceiras partes (Advogado).
- **Imutável e Transparente:** O contrato uma vez implementado em uma rede blockchain ele não pode ser alterado, todas as transações são visíveis a todos participantes.
- **Descentralizado:** Eles operam em uma rede peer-to-peer (P2P). (Ex. Piratebay)
- **Segurança:** Utilizam criptografia
- **Aplicações:** Aplicações Ethereum que foram implementadas para rodar contratos inteligentes.

Introdução

O que é Blockchain ?

- Blockchain é uma tecnologia de registro distribuído e descentralizado que armazena informações de forma segura, imutável e transparente. Pense nela como um livro-razão digital (ledger) que é compartilhado entre muitos computadores em uma rede.
- Uma das blockchain mais utilizadas para redes distribuídas é o Ethereum

Introdução

Blockchain

- **Descentralização:** Não há um servidor central, os dados são distribuídos entre nós
- **Transparência:** Todas as informações são visíveis para todos os participantes da rede
- **Imutabilidade:** Uma vez registrado, um bloco não pode ser alterado sem o consenso da maioria da rede
- **Segurança:** Utiliza algoritmos criptográficos para proteger as transações e os dados armazenados.
- **Consenso:** Os nós precisam concordar sobre a validade das transações e os dados armazenados

Introdução

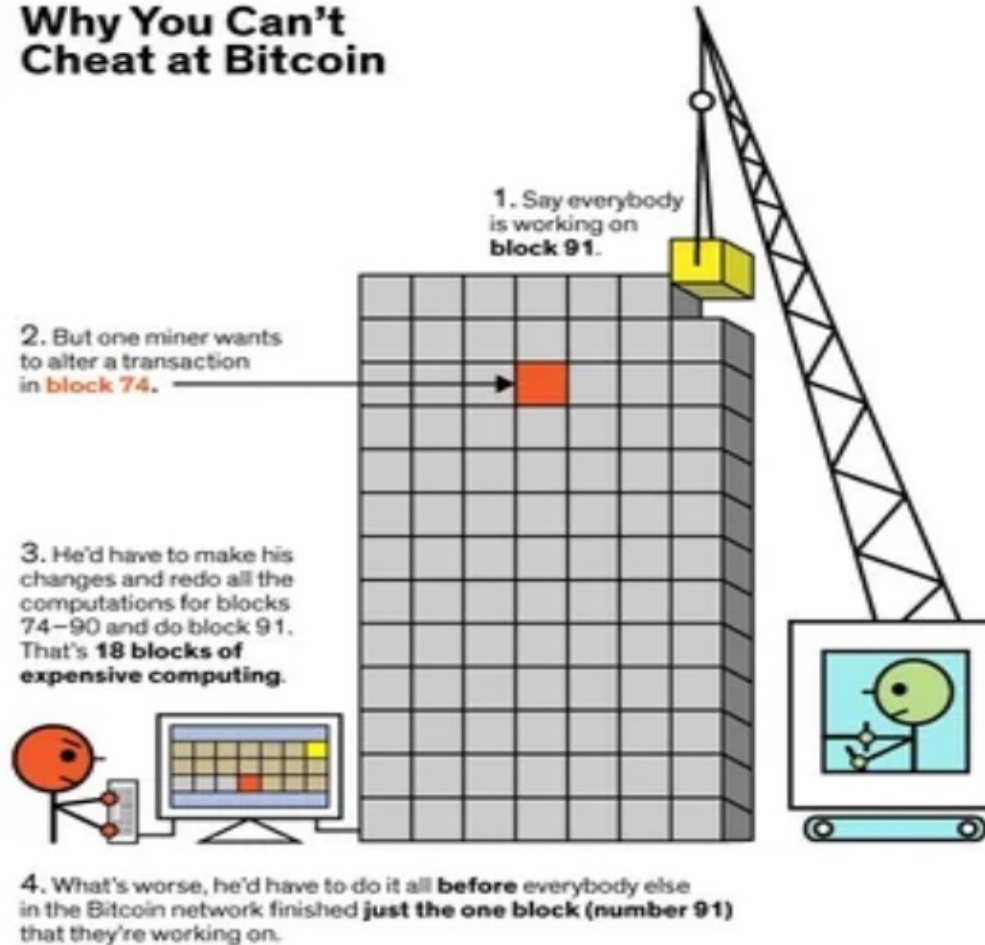
Ethereum

- Entre as plataformas baseadas em Blockchain, o Ethereum destaque-se por sua natureza descentralizada
- Código Aberto
- Suporte a contratos inteligentes e aplicações descentralizadas (dApps)
- Funciona como uma máquina de estados única e uma máquina virtual
- A criptomoeda utilizada no Ethereum é o Ether (ETH)
- Para restringir os custos das transações, cada transação cobra uma taxa (Gás) (Antonopoulos, 2018)

Introdução

Funcionamento Blockchain

Why You Can't Cheat at Bitcoin



Introdução

Falta de sistemas usando blockchain

- Atualmente o processo de compra e venda de imóveis é um processo muito burocrático, não temos sistemas baseados em contratos inteligentes para tornar o processo menos burocrático, ágil e seguro.

Objetivos

- O objetivo deste trabalho é suprir essa demanda que existe para reduzir a burocracia no mercado imobiliário e para isto foi desenvolvido o sistema “**WebSmartOffice**”, que se explica a seguir

Metodologia ou Material e Métodos

WebSmartOffice

- Utiliza-se o Domain Driven Design (DDD), que é uma abordagem que é focada no domínio da aplicação e não coloca a tecnologia acima do domínio.

Metodologia ou Material e Métodos

Qual a vantagem de usar Domain Driven Design ?

- Ao utilizar o Domain-Driven Design (DDD) na API, temos a vantagem da aplicação ser orientada ao negócio, fazendo que o sistema reflita com precisão as regras e comportamentos e restrições do problema real.

Arquitetura Limpa

- A arquitetura Limpa (Clean Architecture) é um estilo arquitetural que busca criar sistemas com uma separação de preocupações muito clara e estrita, organizando o código em camadas concêntricas, como uma cebola. O princípio central é a independência de frameworks, UI, banco de dados e agentes externos.

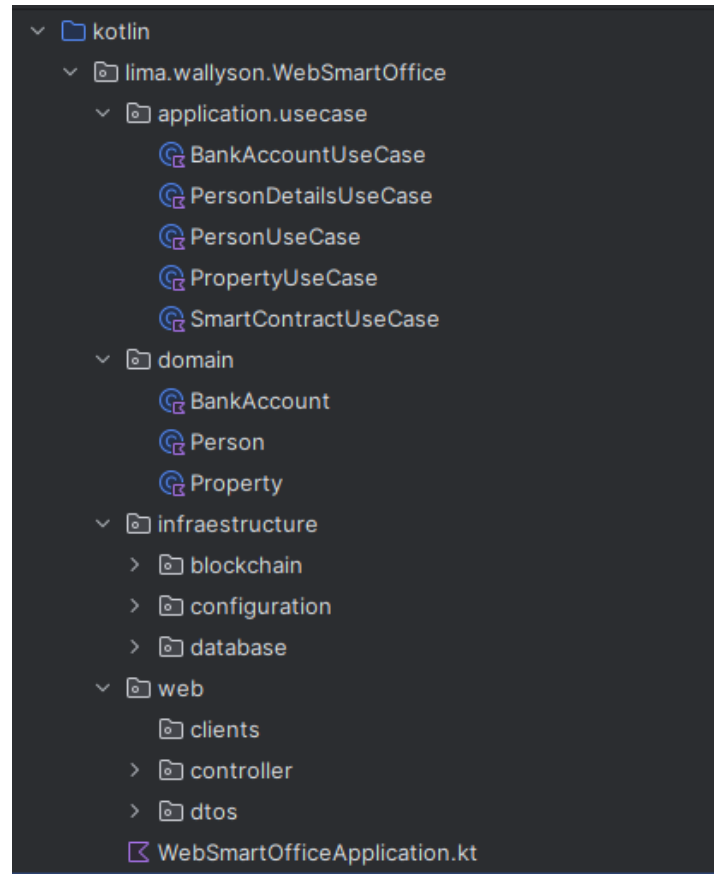
Metodologia ou Material e Métodos

Qual a vantagem de Arquitetura Limpa ?

- Clean Architecture oferece como principal vantagem a separação clara de responsabilidades entre as camadas do sistema. A lógica de negócio não depende de nenhum framework específico, uma vez que está isolada em uma camada própria

Metodologia ou Material e Métodos


Arquitetura Limpa



Metodologia ou Material e Métodos

Arquitetura Limpa

```
spring:
  application:
    name: WebSmartOffice
  datasource:
    url: jdbc:postgresql://localhost:5432/${DB_NAME}
    username: ${DB_USERNAME}
    password: ${DB_PASSWORD}
    driver-class-name: org.postgresql.Driver
    hikari:
      pool-name: HikariCP
      maximum-pool-size: 10
  jpa:
    hibernate:
      ddl-auto: update # ou create-drop / validate / none
      database-platform: org.hibernate.dialect.PostgreSQLDialect
      show-sql: true
      generate-ddl: true # Gera o DDL automaticamente (não recomendado em produção)

springdoc:
  api-docs:
     path: /api-docs
  show-login-endpoint: false
```


Metodologia ou Material e Métodos

WebSmartOffice

- A autenticação e autorização da aplicação foi desenvolvida usando Spring Security.

Metodologia ou Material e Métodos

Lógica de Autenticação

```
@Service  @wallysonlima
class PersonDetailsUseCase(
    private val personRepository: PersonRepository
) : UserDetailsService {

    private val passwordEncoder = BCryptPasswordEncoder() // Criando encoder

    override fun loadUserByUsername(email: String): UserDetails { @wallysonlima
        val person = personRepository.findByEmail(email)
            .orElseThrow { UsernameNotFoundException("Usuário não encontrado com e-mail: $email") }

        return User.builder()
            .username(person.email)
            .password(person.password) // Senha já criptografada no banco
            .roles(person.role.name) // Garantindo que a role do usuário seja usada
            .build()
    }
}
```

Metodologia ou Material e Métodos

Lógica de Autorização

```
@Bean
fun securityFilterChain(http: HttpSecurity): SecurityFilterChain {
    http
        .cors { it.configurationSource(corsConfigurationSource) }
        .csrf { it.disable() }
        .headers { headers -> headers.frameOptions { it.disable() } }
        .authorizeHttpRequests { requests ->
            requests.requestMatchers( ...patterns:
                "/auth/**",
                "/auth/logout",
                "/swagger-ui/**",
                "/webjars/**",
                "/swagger-resources/**"
            ).permitAll()
            requests.requestMatchers( ...patterns: "/admin/**").permitAll()
            requests.requestMatchers( ...patterns: "/user/**").permitAll()
            requests.requestMatchers( ...patterns: "/auth/**").permitAll()
            requests.anyRequest().authenticated()
        }
        .sessionManagement { it.sessionCreationPolicy(SessionCreationPolicy.ALWAYS) } // ✓ Garante que a sessão é criada
        .formLogin { it.disable() } // ✖ Desativa o login automático do Spring Security

    return http.build()
}
```

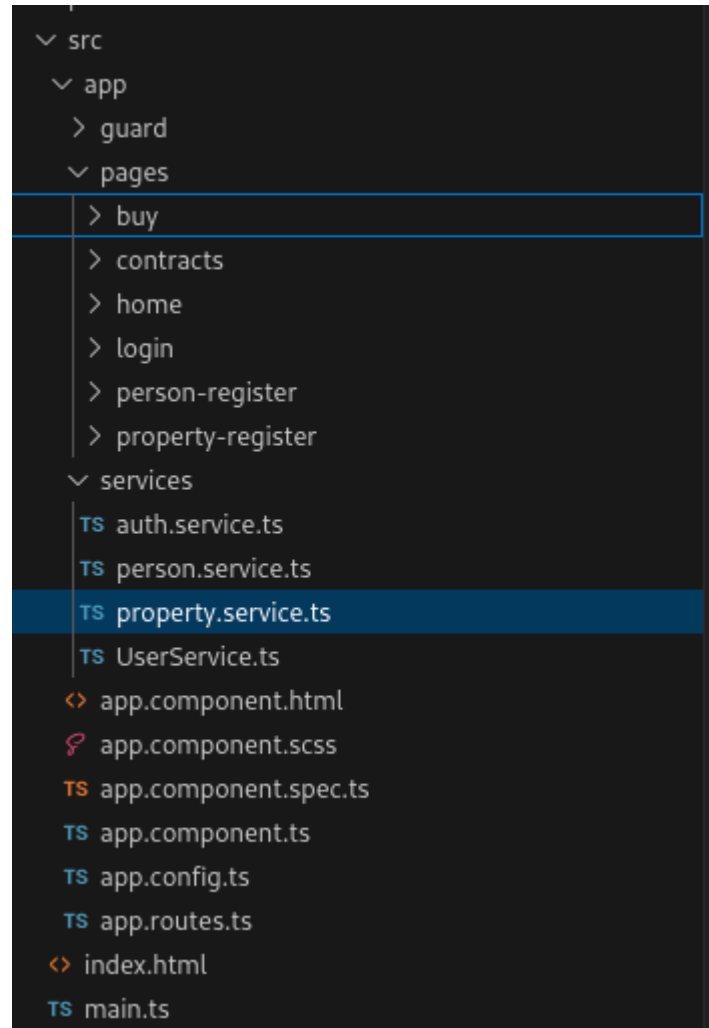
Metodologia ou Material e Métodos

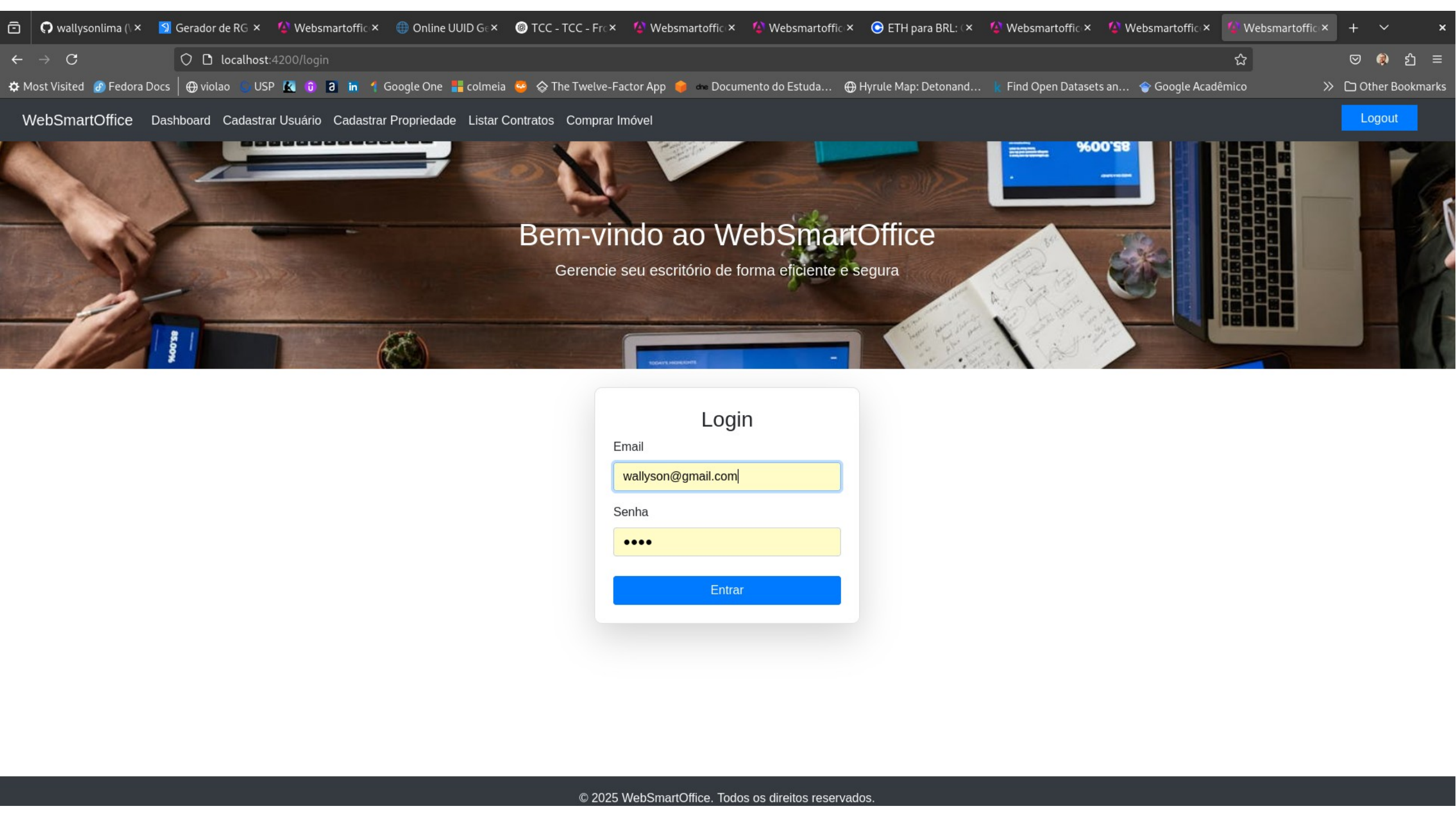
Frontend foi desenvolvido em Angular

- A estrutura do frontend foi organizada seguindo a convenção proposta pelo próprio Angular, adotando o uso de componentes reutilizáveis para promover modularidade, manutenção facilitada e reaproveitamento de código.

Metodologia ou Material e Métodos

Separação de camadas do Angular





Login

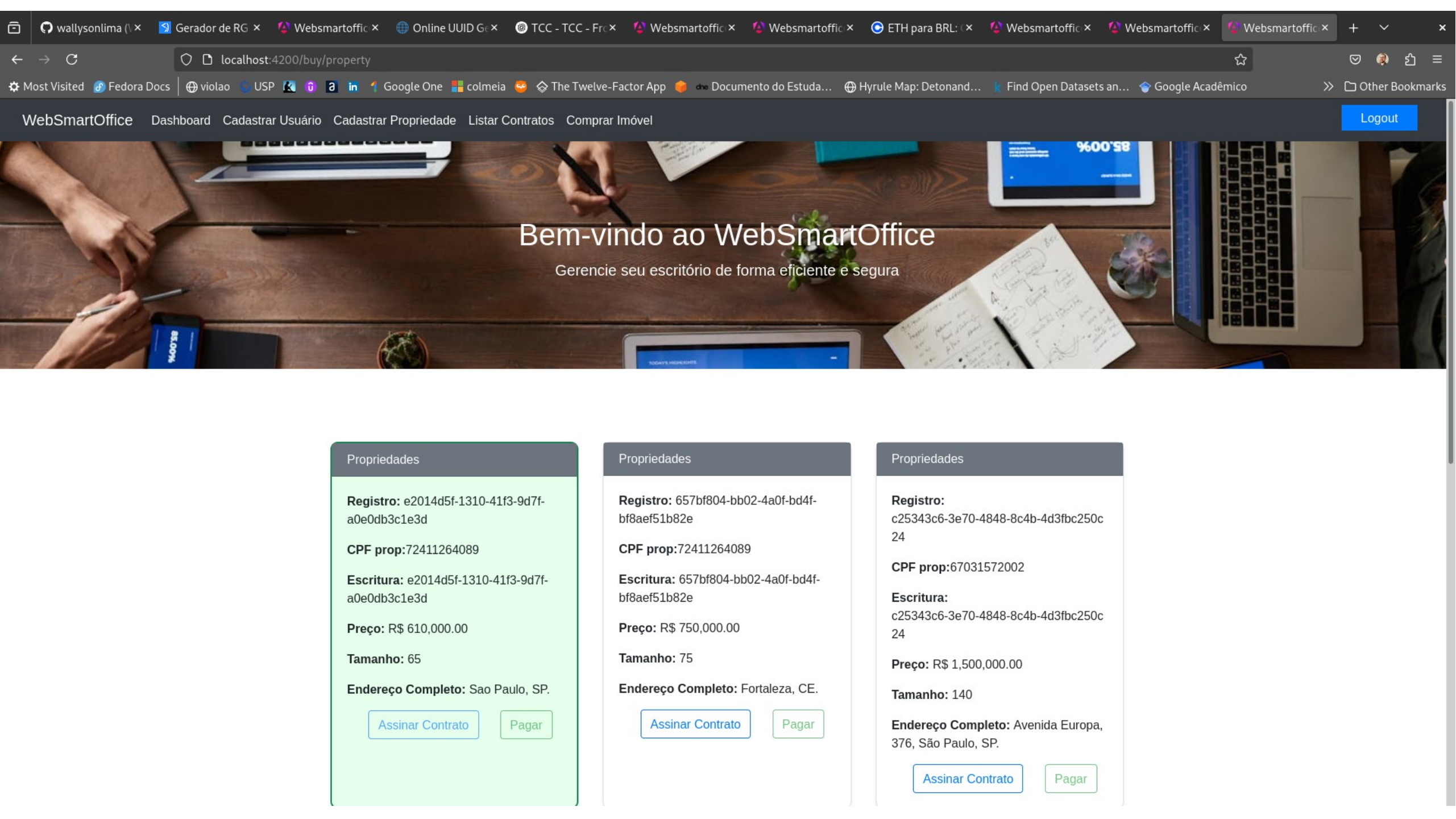
Email

wallyson@gmail.com|

Senha

••••

Entrar



Bem-vindo ao WebSmartOffice

Gerencie seu escritório de forma eficiente e segura

Propriedades

Registro: e2014d5f-1310-41f3-9d7f-a0e0db3c1e3d

CPF prop:72411264089

Escritura: e2014d5f-1310-41f3-9d7f-a0e0db3c1e3d

Preço: R\$ 610,000.00

Tamanho: 65

Endereço Completo: Sao Paulo, SP.

Assinar Contrato

Pagar

Propriedades

Registro: 657bf804-bb02-4a0f-bd4f-bf8aef51b82e

CPF prop:72411264089

Escritura: 657bf804-bb02-4a0f-bd4f-bf8aef51b82e

Preço: R\$ 750,000.00

Tamanho: 75

Endereço Completo: Fortaleza, CE.

Assinar Contrato

Pagar

Propriedades

Registro:
c25343c6-3e70-4848-8c4b-4d3fbc250c24

CPF prop:67031572002

Escritura:
c25343c6-3e70-4848-8c4b-4d3fbc250c24

Preço: R\$ 1,500,000.00

Tamanho: 140

Endereço Completo: Avenida Europa, 376, São Paulo, SP.

Assinar Contrato

Pagar



Contratos Registrados

Contrato

Endereço do Contrato:

0x5fbd2315678afecb367f032d93f642f64180aa3

CPF Comprador:

02420549007

CPF Vendedor:

50457121017

Registro da Propriedade:

514233cea2ec-48c3-a3c4-38d24d042282

Data da Assinatura do Contrato:

2025-03-27T11:10:56.844594

Informações Pessoais

Dados do Usuário

Nome: Leticia Nunes	CPF: 352.735.370-45
Data de Nascimento: 03/03/1988	Gênero: FEMININO
Estado Civil: solteira	Email: leticia@gmail.com
Telefone: 8635648825	Saldo: R\$ 1,500,000.00

Propriedades Registradas

Propriedades

Registro:
3e1c1482-1ab9-4508-8481-9f4edfc48c
db

cpf prop:35273537045

Escritura:
3e1c1482-1ab9-4508-8481-9f4edfc48c
db

Preço: R\$ 650,000.00

Tamanho: 71

Propriedades

Registro: 46233771-e8a7-4406-87d1-
e2cb0ba16bd3

cpf prop:35273537045

Escritura: 46233771-e8a7-4406-87d1-
e2cb0ba16bd3

Preço: R\$ 850,000.00

Tamanho: 80

Propriedades

Registro: 9fdd7f94-
df36-46f8-965d-2a0f5d3022c0

cpf prop:35273537045

Escritura: 9fdd7f94-
df36-46f8-965d-2a0f5d3022c0

Preço: R\$ 730,000.00

Tamanho: 71

Resultados e Discussão

Vantagens

- Caso acontecesse alguma perda em um dos cartórios, todos os outros teriam cópias dos registros do cartório que teve a perda dos dados
- Aumentaria a segurança, porque para que cada transação sofra um ataque, toda a rede tem que considerar uma transação válida (Consenso)
- As transações também seriam criptografadas
- Diminuiria a burocracia, porque se fosse estabelecido no contrato que ao realizar a transferência bancária entre as partes, a posse da propriedade seria transferida automaticamente.

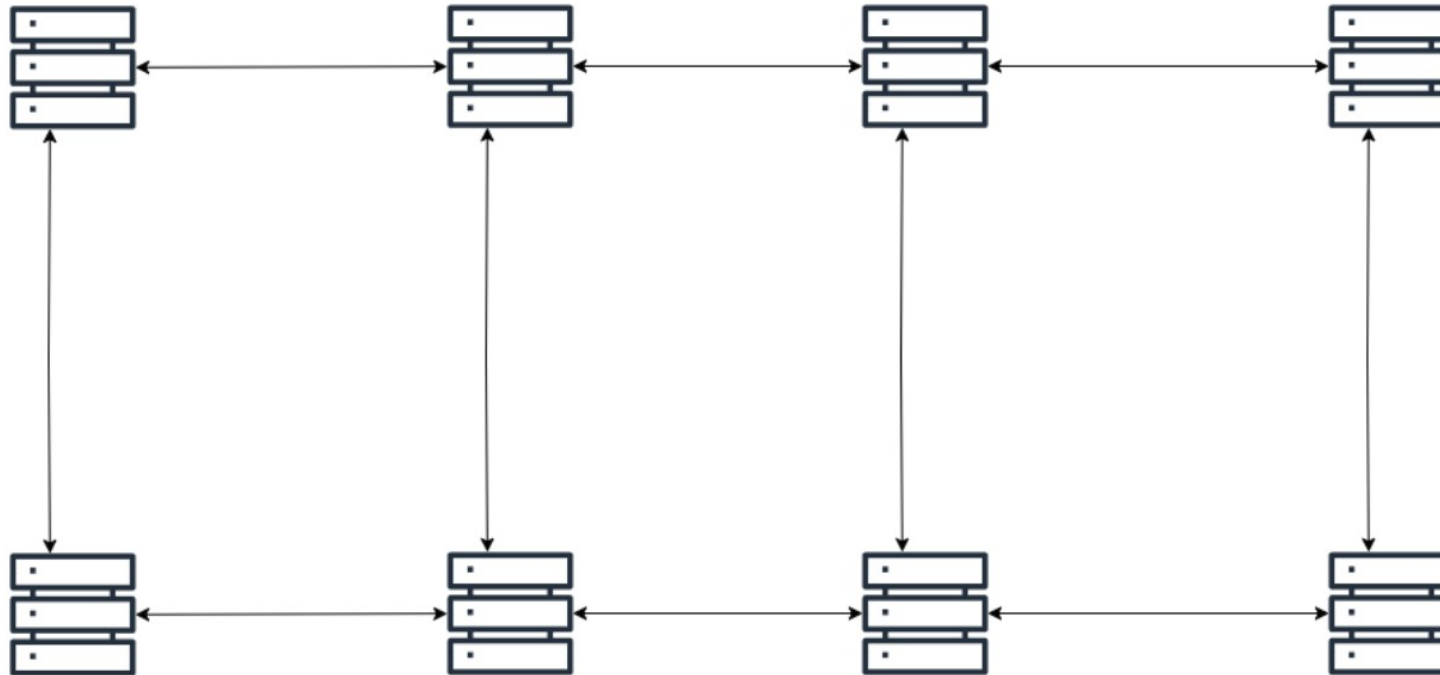
Resultados e Discussão

Vantagens

- A rede blockchain poderia ser oculta, visível apenas para os cartórios/governo, algo parecido com o que vai acontecer com o DREX (Real Digital)

Resultados e Discussão

Rede Distribuída de Sistemas de Cartórios Digitais



Resultados e Discussão

- A tecnologia de Contratos Inteligentes permite que contratos sejam firmados diretamente entre contratante e contratado, eliminando a necessidade de intermediários, como instituições bancárias e cartórios.
(Ahmad, Alqarni, Amazroi e Alam, 2020)

Resultados e Discussão

- Contudo, ao considerar a realidade brasileira, a completa ausência de intermediários seria uma proposta utópica, dada a obrigatoriedade legal da atuação dos cartórios. Dessa forma, à arquitetura proposta foi pensado considerando a realidade do sistema judiciário brasileiro. Isto poderia ser estendido até para contratos entre prefeituras, governos e a federação do Brasil.(Autor próprio)

Resultados e Discussão

Poderia ser implementado diversos tipos de contratos, tais como:

- Compra/Venda de Imóveis
- Casamento
- Terras
- Compra/Venda de automóveis
- Contrato entre prefeituras, governos e federações

Resultados e Discussão

Poderia ser implementado diversos tipos de contratos, tais como:

- Bastaria apenas definir as propriedades do contrato e cláusula que o contrato, que o contrato inteligente seria executado automaticamente e concluído quando as propriedades forem satisfeitas, um modelo de contrato, serviria para todas as execuções daquele tipo

Resultados e Discussão

Poderia ser implementado diversos tipos de contratos, tais como:

- Para o sistema brasileiro para contratos inteligentes de compra/venda de imóveis, poderiam ser utilizados:

PIX: Para realizar as transferências monetárias entre as partes

DREX: A futura moeda digital brasileira (Real Digital)

Resultados e Discussão

- A execução dos Contratos Inteligentes poderia ser realizada pelos cartórios/Governo
- Cada cartório teria uma cópia de todas as transações do sistema de cartórios
- Que seria em uma rede distribuída rodando sobre Ethereum

Resultado e Discussão

- Esta pesquisa permitiu identificar as tecnologias necessárias para implementar transações de compra e venda de imóveis utilizando contratos inteligentes
- Foi proposta uma arquitetura baseada no sistema brasileiro, utilizando cartórios, contratos inteligentes
- Vemos as vantagens que essa nova arquitetura traria para o sistema brasileiro de cartórios e governos.
- E também foi implementado a aplicação Websmartoffice aplicando toda teoria proposta

Obrigado

Gracias

Thank You

Danke

Grazie

Спасибо

Merci Beaucoup

谢谢

ありがとう

شكراً