

UNIVERSIDADE FEEVALE

WILLIAM FERNANDO GONÇALVES

DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA PARA VOTAÇÃO ELETRÔNICA  
UTILIZANDO BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS  
(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão

Novo Hamburgo  
2022

WILLIAM FERNANDO GONÇALVES

DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA PARA VOTAÇÃO ELETRÔNICA  
UTILIZANDO BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS  
(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão de  
Curso, apresentado como requisito parcial  
à obtenção do grau de Bacharel em  
Ciência da Computação pela  
Universidade Feevale

Orientador: Juliano Varella de Carvalho

Novo Hamburgo  
2022

## RESUMO

O conceito de votação é o processo formal de seleção de um ou mais indivíduos para ocupar cargos públicos além de aceitar ou rejeitar propostas políticas (BRITANNICA, 1999). Este conceito emerge na sociedade na antiga Atenas no período do império Sacro Romano-Germânico (962 – 1806) e vem evoluindo desde então. Existem diversas formas de votar, sendo o modelo tradicional com cédulas de papel o mais comum no mundo. No Brasil, desde 1996 existe o modelo de votação eletrônico, por meio das urnas eleitorais. Segundo LICHTLER (2004), baseado em RIERA (1999), uma forma de eleição segura deve possuir os seguintes princípios fundamentais: exatidão, democracia, privacidade e verificabilidade e a combinação destes produz os seguintes requisitos gerais: somente pessoas autorizadas podem votar, o voto não pode ser duplicado por si nem por terceiros, o voto deve ser secreto, o voto não pode ser alterado por si nem terceiros e deve existir um mecanismo de verificabilidade. Este trabalho tem como justificativa a intenção de traduzir em forma de software uma aplicação de votação eletrônica descentralizada através das tecnologias *Blockchain* e *Smart Contracts*, bem como demonstrar seus benefícios e desvantagens em comparação com os modelos tradicionais e digitais de votação atualmente postos. Também serão realizadas duas avaliações, sendo uma quantitativa para identificar se o modelo proposto consegue aumentar a participação popular nos pleitos eleitorais e uma qualitativa para identificar possíveis melhorias que o sistema possa vir a ter em futuras evoluções.

Palavras-chave: voto eletrônico, *blockchain*, contratos inteligentes, descentralização.

## SUMÁRIO

MOTIVAÇÃO .....	5
OBJETIVOS .....	8
METODOLOGIA .....	9
CRONOGRAMA .....	10
BIBLIOGRAFIA .....	11

## MOTIVAÇÃO

O modelo da votação tradicional como conhecemos data da antiga Atenas, no império Sacro Romano-Germânico (962 – 1806), utilizada para a escolha de papas e imperadores à época. Com o passar do tempo, o modelo foi introduzido na Europa e América do Norte com o surgimento das democracias representativas a partir do século XVII (BRITANNICA, 1999).

O conceito consiste no processo formal da escolha de uma ou mais pessoas para os cargos públicos ou a aceitação ou rejeição de uma proposta política (BRITANNICA, 1999). Os processos de votação podem ser diversos, sendo a cédula de papel o mais comumente utilizado no mundo. Este modelo é sujeito a diversos problemas como fraudes e baixa celeridade do processo de apuração.

O Brasil teve o seu primeiro processo eleitoral datado em 1532 na primeira vila portuguesa fundada, São Vicente, em São Paulo, elegendo um conselho municipal em votação indireta, onde seis representantes escolhidos elegeram os oficiais do conselho. (AGÊNCIA CAMARA, 2008a).

O Brasil, em sua história, conta com diversos relatos sobre fraudes como: (i) o mau preenchimento das cédulas de votação; (ii) urnas grávidas, ou seja, urnas que já vinham para os locais de votação com votos dentro; (iii) número de votos maior que o número de eleitores; e (iv) falhas no cadastro do eleitor permitindo vários títulos eleitorais (TSE, 2021). Outros problemas também relatados são com relação a demora do processo para a definição final dos representantes eleitos, este que demorava, às vezes, semanas para ser divulgado de forma oficial (TSE 2021). Estes problemas acarretam também na falta de dois fatores primordiais, a confiabilidade e a transparência.

Outros problemas relacionados a fraudes eleitorais no Brasil ocorreram em função do voto não ser secreto até os anos 1930. Desta forma, existia o voto por procuração, causando ineficiência em identificar os eleitores válidos ocasionado na contabilização dos votos de pessoas mortas, crianças e não residentes, voto a cabresto entre outras várias fraudes (AGÊNCIA CAMARA, 2008b).

O processo eleitoral brasileiro permaneceu com o mesmo mecanismo de cédulas de papel até meados dos anos 90, onde em 1996 foi introduzido o uso de urnas eletrônicas. Esta novidade trouxe diversos benefícios ao processo eleitoral, diminuindo quase a zero o número de fraudes eleitorais e agilizando a apuração dos votos (AGÊNCIA CAMARA, 2008c). Nos anos seguintes, o Brasil também começou a utilizar leitores biométricos para mitigar ainda mais

as possíveis fraudes existentes. Segundo Agência Câmara (2008d) “Hoje, há consenso entre as autoridades ligadas ao tema de que o sistema brasileiro é um dos mais avançados do mundo. Um exemplo disso é que observadores dos Estados Unidos vieram ao País, em 2004, para aprender sobre o voto eletrônico”.

As urnas eletrônicas trouxeram uma enorme evolução ao processo eleitoral brasileiro no que diz respeito a celeridade e confiabilidade do processo eleitoral. A justiça eleitoral é responsável por garantir que as votações ocorram de forma segura, transparente e eficiente através de diversos mecanismos de segurança desenvolvidos, como: abertura do código fonte das urnas a partidos políticos e entidades fiscalizadoras, auditoria, verificações de resultados disponíveis a candidatos e coligações, cerimônia de votação paralela um dia antes da eleição, cerimônia pública no dia do pleito eleitoral registrada em vídeo e boletim de urna (COIMBRA, 2014).

Em termos tecnológicos as urnas também têm diversos fatores de segurança tanto em *software* quanto em *hardware*. Do lado do *software* são implementados criptografia, assinatura digital e resumo digital, estes que podem ser validados por aplicações de terceiros interessados. Quando o *software* é executado por um *hardware* não homologado há um mecanismo de cancelamento de sua execução. Além disso, o *hardware* também possui mecanismos como o bloqueio de funcionamento ao executar um *software* não homologado (COIMBRA, 2014).

O TSE, desde 2009, realiza o Teste Público de Segurança, um evento que ocorre sempre no ano antecedente a um pleito eleitoral. Esta cerimônia tem como objetivo realizar uma série de testes de segurança nas urnas procurando burlar o sistema das urnas. Nos casos em que vulnerabilidades são encontradas, imediatamente a Secretaria de Tecnologia da Informação inicia o processo de correção e após a conclusão são iniciados novos testes para verificar a efetividade da correção (TSE 2019).

As urnas eletrônicas brasileiras, já em certo grau, podem ser consideradas um modelo de *e-voting*, segundo as definições da enciclopédia digital Britannica (2008) “uma forma de votação mediada por computador em que os eleitores fazem suas seleções com a ajuda de um computador. O eleitor geralmente escolhe com a ajuda de uma tela sensível ao toque, embora interfaces de áudio possam ser disponibilizadas para eleitores com deficiência visual [...]”.

O modelo de *e-voting* não é usado apenas pelo Brasil, pois segundo o TSE,

“o Instituto para Democracia e Assistência Eleitoral Internacional (Idea) – uma organização intergovernamental que apoia democracias sustentáveis em todo o mundo e que conta com 34 países-membros, como Suíça, Portugal, Noruega, Austrália e

Canadá, além do Brasil –, o voto eletrônico é adotado por pelo menos 46 nações. Sete agências de checagem confirmaram que essa informação é confiável. (TSE, 2021)".

A Estônia, considerada o país digital, com cerca de 99% dos serviços governamentais disponíveis de forma *online* (PACETE, 2021), hoje tem um dos modelos mais inovadores de *e-voting*, introduzido em 2005, onde toda a votação é realizada pela internet concomitantemente ao modelo de cédulas eleitorais. Os votos são realizados através de um aplicativo de celular ou através de um *website* (E-ESTONIA, 2019).

Atualmente já existem estudos científicos tentando demonstrar como processos de votação podem ser feitos através da internet de forma segura, transparente e confidencial e tecnologias como o *Blockchain* e *Smart Contracts* podem ser a chave tecnológica para tornar isso realidade.

O Blockchain é considerado um banco de dados distribuído ou livro razão digital constituído por blocos encadeados e distribuídos em uma rede de nodos confiáveis. Quando um novo bloco é adicionado a rede ele precisa necessariamente conhecer o bloco anterior para que seja gerado um *hash* criptográfico de identificação, garantindo assim a imutabilidade dos dados armazenados ao novo bloco. Em termos de integridade, o Blockchain conta com um mecanismo de consenso, onde pelo menos 51% dos nodos da rede precisam indicar a validade do bloco assim garantindo que blocos fraudulentos não façam parte da rede (BASHIR, 2017).

Segundo Szabo,

“Um contrato inteligente é um protocolo de transação computadorizado que executa os termos de um contrato. Os objetivos gerais são satisfazer condições contratuais comuns (como condições de pagamento, ônus, confidencialidade e até mesmo execução), minimizar exceções maliciosas e acidentais e minimizar a necessidade de intermediários confiáveis. Os objetivos econômicos relacionados incluem a redução de perdas por fraude, arbitragens e custos de execução e outros custos de transação. (SABZO, 1994).”

Os princípios de um contrato inteligente (*smart contracts*) são a sua auto execução, imposição de regras obrigatórias e a eliminação de intermediação. O código de um contrato inteligente é imutável uma vez que é implementado dentro de um bloco da rede Blockchain. Os contratos inteligentes devem ser obrigados a terem uma natureza determinística, com isso garantindo que uma execução, em qualquer nó da rede, obtenha o mesmo resultado sempre.

Através dos pontos levantados no texto este trabalho tem como objetivo implementar um protótipo de plataforma de *e-voting*, por meio das tecnologias de Blockchain e Smart

Contracts tentando demonstrar os benefícios, vantagens e desvantagens da abordagem apresentada.

## OBJETIVOS

### Objetivo geral

Construir um protótipo de plataforma de *e-voting*, por meio das tecnologias de Blockchain e Smart Contracts, otimizando um processo eleitoral, a fim de estimular a participação dos eleitores.

### Objetivos específicos

- Realizar uma revisão sistemática sobre o tema.
- Investigar questões relacionadas sobre blockchain e smart contract.
- Propor uma arquitetura tecnológica que suporte a plataforma a ser criada.
- Comparar os recursos envolvidos com os modelos tradicionais de votação e a plataforma.
- Validar protótipo.
- Realizar questionário sobre impacto de uma votação eletrônica.
- Demonstrar os benefícios e desvantagens de um modelo de votação eletrônica. Investigar questões relacionadas.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa terá como base de desenvolvimento a metodologia *Design Science Research* (DSR). Esta metodologia indica o uso de seis etapas principais que nos possibilitam avaliar com eficácia os resultados da presente pesquisa e publicá-los posteriormente junto à comunidade científica.

Para JUNIOR et al. (2017), com base em PEFFERS (2007), as etapas do método para a aplicação no estudo em questão, *e-voting* utilizando Blockchain e Smart Contracts, são descritas abaixo:

1. Identificação do problema e motivação: identificar na literatura os principais problemas existentes no processo de votação tradicional, tanto quanto as possíveis melhorias no processo de votação digital Brasileiro. Serão utilizados alguns motores de busca, integrando artigos e materiais de várias fontes de dados;
2. Definição dos objetivos para a solução: definir a arquitetura de software do protótipo de plataforma tanto quanto os requisitos necessários e identificar tecnologias e softwares subjacentes que auxiliem na execução do projeto;
3. Projeto e desenvolvimento: executar a criação de uma aplicação de *e-voting* em caráter de protótipo capaz de realizar um pleito eleitoral atendendo as demandas primordiais de um processo seguro de votação;
4. Demonstração: realizar a execução do software dentro de sala de aula, realizando um processo de votação;
5. Avaliação: realizar uma pesquisa qualitativa com relação ao *feedback* avaliativo do protótipo demonstrado e realizar uma pesquisa quantitativa identificando se teríamos um aumento na participação eleitoral caso o processo de votação fosse simplificado e disponível através de um aplicativo ou site;
6. Comunicação: realizar a apresentação do TCC para a banca avaliadora e verificar a possibilidade de publicar o trabalho em congressos científicos de computação.

## CRONOGRAMA

### Trabalho de Conclusão I

Etapa	Meses				
	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Anteprojeto					
Pesquisa bibliográfica sobre modelos de votação, <i>blockchain</i> , <i>smart contracts</i> e trabalhos correlatos nessas áreas.					
Estudar ferramentas de desenvolvimento para elaboração do projeto.					
Realizar revisão sistemática sobre o tema <i>e-voting</i> .					
Elaborar TC I					

### Trabalho de Conclusão II

Etapa	Meses			
	Mar	Abr	Mai	Jun
Desenhar a arquitetura do protótipo da plataforma.				
Construir plataforma de votação eletrônica.				
Avaliar o protótipo da plataforma com voluntários.				
Realizar pesquisa qualitativa com os voluntários em relação ao uso da plataforma.				
Realizar uma pesquisa quantitativa referente ao engajamento através de um app ou site no processo eleitoral.				
Compilar dados das pesquisas qualitativas e quantitativas.				
Escrever TC2.				

## BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA CÂMARA. (2008a). **Conheça a história do voto no Brasil**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/122465-conheca-a-historia-do-voto-no-brasil/>>. Acesso em: mar. 2022.

AGÊNCIA CÂMARA. (2008b). **Década de 30: surgem os votos secreto e feminino**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/122464-decada-de-30-surgem-os-votos-secreto-e-feminino/>>. Acesso em: mar. 2022.

AGÊNCIA CÂMARA. (2008c). **Década de 90: avanços no sistema eleitoral**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/122460-decada-de-90-avancos-no-sistema-eleitoral/>>. Acesso em: mar. 2022.

AGÊNCIA CÂMARA. (2008d). **Anos 2000 têm tecnologia avançada, mas falta reforma política**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/122461-anos-2000-tem-tecnologia-avancada-mas-falta-reforma-politica/>>. Acesso em: mar. 2022.

BASHIR, I. **Mastering Blockchain**. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2017. ISBN 9781787125445. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=1488410&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 1 abr. 2022.

COIMBRA, Rodrigo Carneiro Munhoz. (2014). **Por que a urna eletrônica é segura**. Disponível em: <<https://www.tse.jus.br/o-tse/escola-judiciaria-eleitoral/publicacoes/revistas-da-eje/artigos/revista-eletronica-eje-n.-6-ano-4/por-que-a-urna-eletronica-e-segura>>. Acesso em: mar. 2022.

EULAU, Heinz. (2008). **Election, political science**. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/election-political-science#ref229014>>. Acesso em: mar. 2022.

E-ESTONIA. (2008). **i-Voting – the Future of Elections?** Disponível em: <<https://e-estonia.com/i-voting-the-future-of-elections/>>. Acesso em: abr. 2022.

JUNIOR, Vanderlei et al. **Design Science Research Methodology As Methodological Strategy for Technological Research**. Revista Espacios , 2017. vol. 38, p. 25.

LICHTLER, Ricardo Luís. (2004) **Um Sistema Seguro Para Votações Digitais**. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/11734/000508512.pdf?sequence=1>>. Acesso em: abr. 2022.

PERALTA, René. (2008). **Electronic voting**. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/electronic-voting>>. Acesso em: mar. 2022.

SZABO, Nick. (1994). **Smart Contracts**. Disponível em: <<https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwin terschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>>. Acesso em: abr. 2022.

TSE. (2019). **Você sabe o que é o Teste Público de Segurança do Sistema Eletrônico de Votação?** Disponível em: <<https://www.tse.jus.br/imprensa/noticias-tse/2019/Outubro/voce-sabe-o-que-e-o-teste-publico-de-seguranca-do-sistema-eletronico-de-votacao>>. Acesso em: mar. 2022.

TSE. (2021). **Voto em papel e fraudes: série de depoimentos relata insegurança antes da urna eletrônica**. Disponível em: <<https://www.tse.jus.br/imprensa/noticias-tse/2021/Setembro/voto-em-papel-e-fraudes-serie-de-depoimentos-relata-inseguranca-antes-da-urna-eletronica>>. Acesso em: mar. 2022.