

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

**Mecanismos de votação ao longo dos anos: panorama
internacional desde o voto em papel até o uso de
tecnologias blockchain**

FLÁVIA CAROLINE AUGUSTO SALMÁZIO

São Carlos – SP

2025

Mecanismos de votação ao longo dos anos: panorama internacional desde o voto em papel até o uso de tecnologias blockchain

FLÁVIA CAROLINE AUGUSTO SALMÁZIO

Defesa apresentada ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade**, do Centro de Educação e Ciências Humanas, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para o título de **doutora em Ciência, Tecnologia e Sociedade**.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Wanda Aparecida Machado Hoffmann

Linha de pesquisa: Gestão Tecnológica e Sociedade Sustentável

São Carlos - SP

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Relatório de Defesa de Tese

Candidata: Flávia Caroline Augusto Salmázio

Aos 10/09/2025, às 10:00, realizou-se na Universidade Federal de São Carlos, nas formas e termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, a defesa de tese de doutorado sob o título: Mecanismos de votação ao longo dos anos: panorama internacional desde o voto em papel até o uso de tecnologias blockchain, apresentada pela candidata Flávia Caroline Augusto Salmázio. Ao final dos trabalhos, a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento, tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Participantes da Banca	Função	Instituição	Conceito
Profa. Dra. Wanda Aparecida Machado Hoffmann	Presidente	UFSCar	<u>Aprovada</u>
Prof. Dr. Roberto Ferrari Junior	Titular	UFSCar	<u>Aprovada</u>
Prof. Dr. Gerson Marcelo Camargo	Titular	IFSP	<u>Aprovada</u>
Prof. Dr. José Eduardo dos Reis	Titular	UNICEP	<u>Aprovada</u>
Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria	Titular	UFSCar	<u>Aprovada</u>

Resultado Final: Aprovada

Parecer da Comissão Julgadora*:

Foi apresentada adequadamente a pesquisa. A banca fez sugestões e que serão consideradas na finalização do texto.

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar, eu, Roniberto Morato do Amaral, representante do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, lavrei o presente relatório, assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.


 Documento assinado digitalmente
WANDA APARECIDA MACHADO HOFFMANN
 Data: 15/09/2025 07:49:12-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>


 Documento assinado digitalmente
ROBERTO FERRARI JUNIOR
 Data: 15/09/2025 09:47:07-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Wanda Aparecida Machado Hoffmann


 Documento assinado digitalmente
GERSON MARCELO CAMARGO
 Data: 15/09/2025 16:58:46-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Roberto Ferrari Junior

Prof. Dr. Gerson Marcelo Camargo

Prof. Dr. José Eduardo dos Reis

Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria

Representante do PPG: Roniberto Morato do Amaral

(x) Não houve alteração no título () Houve alteração no título. O novo título passa a ser:


 Documento assinado digitalmente
JOSE EDUARDO DOS REIS
 Data: 15/09/2025 17:25:28-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>


 Documento assinado digitalmente
LEANDRO INNOCENTINI LOPES DE FARIA
 Data: 15/09/2025 21:38:25-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Observações:

- a) Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.
b) Para gozar dos direitos do título de Mestre ou Doutor em Ciência, Tecnologia e Sociedade, o candidato ainda precisa ter sua dissertação ou tese homologada pelo Conselho de Pós-Graduação da UFSCar.

AGRADECIMENTOS

Para escrever essa tese, li centenas de outras. Nesse processo, adorava ler as dedicatórias e imaginava como seria a minha, quando chegasse o momento. Bem, ele, felizmente, chegou!

Agradeço, primeira e eternamente, a **Deus** por chegar até aqui. Sem Ele, nada seria possível. Agradeço à **Maria**, Mãe de Jesus, a quem tantas vezes recorri.

Agradeço à minha querida e eterna avó, **Maria Aparecida Ceribelli Augusto**. Quando ela faleceu – e eu tinha 14 anos –, fiquei me questionando se seu nome seria esquecido. Essa possibilidade me deixava muito triste, pois seu nome representava tanto amor e força para mim. Contrariando essa possibilidade, eternizo seu legado também aqui. Sem minha avó, seu amor comigo, com a minha mãe, tia e prima, eu jamais estaria aqui. Seus passos, iniciados em 1930, têm reflexos até hoje – e eu sou um deles.

Agradeço à minha mãe, **Marta Regina Augusto**, por ter me ensinado desde pequena que o estudo é fundamental e me apoiar em todas as fases da vida. Agradeço aos meus tios, **Aurea e Isaías Mauro**, que – semanalmente – me perguntam sobre o doutorado (e o fizeram com o mestrado, também). Muito obrigada pelo apoio, amor e por jamais me deixarem esmorecer diante do dia a dia.

Agradeço ao meu marido, **Rodrigo Machado**, que me apoiou por incansáveis manhãs e finais de semana até concluir esta tese. Agradeço à minha prima, **Simone Mauro**, meu referencial desde criancinha em esforço e trabalho.

Ao longo de meu doutorado, meu pai, **José Carlos Salmázio**, foi morar junto de Deus. Saibam, pai e vovó, que nunca me esquecerei de vocês, e aqui registro esta lembrança eterna. Sei que olham por mim, e dedico este trabalho a vocês.

Agradeço à minha orientadora, **Profa. Wanda Hoffmann**, por acreditar em mim em todos os momentos, me motivando sempre a continuar. Agradeço ao **Prof. Roberto Ferrari** por me ensinar a trabalhar pelo avanço do conhecimento desde a graduação, me mostrando que era possível ir além de forma ética e inovadora – o que foi essencial para eu seguir na carreira acadêmica. Agradeço ao **Professor Leandro Innocentini** por seu imprescindível apoio durante meu mestrado, como orientador, cujos conhecimentos ali transmitidos me trouxeram até o doutorado. Agradeço aos **Professores Gerson Camargo e José Eduardo dos Reis** por suas enormes contribuições em minha qualificação, que me conduziram até a defesa.

***Jesus, olhando para eles, disse-lhes: aos homens isso é impossível,
mas a Deus tudo é possível.***

Mateus 19:26

***If I have seen further than others, it is by standing upon the shoulders of
giants.***

Isaac Newton, 1676

RESUMO

A análise da sociedade por intermédio da tecnologia faz parte do arcabouço estudado em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nesta pesquisa, analisa-se o conhecimento científico produzido em teses e dissertações relativo à votação eletrônica. As abordagens utilizadas são quantitativa e qualitativa e utiliza-se o método da Bibliometria e Análise de Conteúdo. Mediante revisão sistemática da literatura especializada, foram selecionadas e examinadas 116 teses e dissertações depositadas entre 2002 e 2022 nos repositórios acadêmicos do Brasil (50), Estados Unidos (60) e Romênia (6), com base em termos de busca específicos e adaptados a cada contexto. Para cada trabalho, foram coletados dados institucionais, de autoria, orientação e ano de defesa, além da realização de análise de conteúdo. A partir das análises, identificou-se a emergência da tecnologia blockchain como uma das tendências mais relevantes nas discussões contemporâneas sobre integridade, transparência e segurança no voto eletrônico. Assim, aprofundou-se a análise de países que já adotaram tal tecnologia em seus processos eleitorais. A Romênia, em particular, foi objeto de estudo detalhado por apresentar um sistema pioneiro e normativamente estruturado de uso de blockchain em eleições, considerado referência no contexto europeu. A experiência romena foi examinada com base em análise documental, tal qual documentos oficiais do país, literatura especializada e tendo por base parâmetros internacionais de segurança eleitoral. Os resultados apontam que, embora o uso da blockchain ainda não seja amplamente difundido, sua lapidação e futura aplicação a eleições nacionais pode oferecer garantias significativas quanto à rastreabilidade e à inviolabilidade dos dados eleitorais. Nesse sentido, recomenda-se o aprofundamento de estudos comparativos e aplicações-piloto em diferentes contextos nacionais, com vistas à construção de modelos adaptáveis, transparentes e tecnologicamente seguros utilizando blockchain.

Palavras-chave: votação eletrônica; tecnologia blockchain; integridade eleitoral; ciência, tecnologia e sociedade; sistemas eleitorais

ABSTRACT

The analysis of society through technology is part of the framework studied in Science, Technology, and Society. This research analyzes the scientific knowledge produced in theses and dissertations related to electronic voting. The approaches used are quantitative and qualitative, employing the methods of Bibliometrics and Content Analysis. Through a systematic review of specialized literature, 116 theses and dissertations deposited between 2002 and 2022 in academic repositories in Brazil (50), the United States (60), and Romania (6) were selected and examined, based on specific search terms adapted to each context. For each work, institutional data, authorship, supervision, and year of defense were collected, in addition to conducting content analysis. From the analyses, the emergence of blockchain technology was identified as one of the most relevant trends in contemporary discussions on integrity, transparency, and security in electronic voting. Thus, the analysis was deepened for countries that have already adopted this technology in their electoral processes. Romania, in particular, was the subject of a detailed study for presenting a pioneering and normatively structured system for the use of blockchain in elections, considered a reference in the European context. The Romanian experience was examined based on documentary analysis, such as official documents from the country, specialized literature, and based on international parameters of electoral security. The results indicate that, although the use of blockchain is not yet widespread, its refinement and future application to national elections can offer significant guarantees regarding the traceability and inviolability of electoral data. In this sense, further comparative studies and pilot applications in different national contexts are recommended, with a view to building adaptable, transparent, and technologically secure models using blockchain.

Keywords: electronic voting; blockchain technology; electoral integrity; science, technology and society; electoral systems

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cargos eletivos no Brasil	30
Quadro 2 - Cargos eletivos nos EUA	37
Quadro 3 - Cargos eletivos na Romênia	42
Quadro 4 - Comparativo entre sistemas de votação baseados em blockchain	76
Quadro 5 - Procedimento metodológico: etapas.....	81
Quadro 6 - Indicadores de produção e colaboração, segundo Maltrás (2003).....	88

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Publicações por tipo de instituição no Brasil.....	92
Gráfico 2 - Gênero dos autores e da orientação no Brasil	96
Gráfico 3 - Gênero dos pós-graduandos brasileiros em 2022.....	97
Gráfico 4 - Nível de titulação a ser obtida (2002 - 2022) nos EUA	105
Gráfico 5 - Agrupamento de publicações por ano.....	108
Gráfico 6 - Publicações por tipo de instituição nos EUA.....	111
Gráfico 7 - Gênero dos autores e da orientação nos EUA	118
Gráfico 8 - Gênero dos pós-graduandos americanos em 2022	119
Gráfico 9 - Publicações por tipo de instituição na Romênia	128
Gráfico 10 - Áreas dos programas com mais publicações na Romênia.....	129
Gráfico 11 - Gênero dos autores e da orientação na Romênia.....	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Duas dimensões teóricas de democratização.....	22
Figura 2 - Máquina mecânica de votação (EUA)	48
Figura 3 - Direct Recording Electronic (DRE).....	49
Figura 4 - Urna de votação utilizada no Brasil e terminal conectado.....	54
Figura 5 - Máquinas de votação do tipo Voter Verifiable Paper Audit Trail (VVPAT)	55
Figura 6 - Análises realizadas	87
Figura 7 - Ocupação de cargos segundo o gênero (2020).....	98
Figura 8 - Validação de transações romenas nas eleições de 2024 usando o sistema blockchain	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Publicações por instituição	90
Tabela 2 - Áreas dos programas com mais publicações no Brasil	93
Tabela 3 - Publicações por tipo de instituição	95
Tabela 4 - Comparativo por região do País no Brasil	95
Tabela 5 - Ano de defesa do trabalho (2002 - 2022)	107
Tabela 6 - Publicações por instituição EUA.....	109
Tabela 7 - Áreas dos programas com mais publicações EUA	113
Tabela 8 - Publicações por tipo de instituição EUA	115
Tabela 9 - Comparativo por região do País nos EUA.....	116
Tabela 10 - Ano de defesa do trabalho (2002 - 2022) na Romênia.....	127
Tabela 11 - Requisitos para eleições.....	138

SUMÁRIO

1. Introdução	14
1.1 O campo CTS	16
1.2 Objetivo geral e problemas de pesquisa	18
1.3 Objetivos específicos	19
2. Fundamentação teórica e metodológica	21
2.1 Fundamentação teórica: definições democráticas	21
2.2 Fundamentação teórica: votação em perspectiva comparada	28
2.2.2 O caso dos EUA	35
2.2.3 O caso da Romênia	40
2.3 Fundamentação teórica: tecnologias de votação	43
2.3.1 Panorama histórico	43
2.3.2 Mecanismos de votação	47
2.3.3 Sistemas para votação eletrônica	53
2.3.4 Voto eletrônico (e-voting)	59
2.4 Requisitos para eleições eletrônicas	66
2.5 Tecnologia blockchain	68
2.6 Propriedades valiosas em sistemas blockchain	72
2.6.1 Modelos e aplicações já testados	73
2.6.2 Vantagens e limitações	75
3. Metodologia	79
3.1 Sistematização das análises	84
3.2 Indicadores bibliométricos de produção científica	87
3.3 Indicadores de citações	87
4. Resultados	90
4.1 Brasil: análise dos dados institucionais	90
4.2 Análise dos indicadores de autoria e orientação	96
4.2 Brasil: análise de conteúdo	99
4.3 Brasil: discussão dos resultados	103
4.4 EUA: análise dos dados institucionais	105

4.5 EUA: análise de conteúdo	121
4.6 EUA: discussão dos resultados	125
4.7 Romênia: análise dos dados institucionais	127
4.8 Romênia: análise de conteúdo	132
4.9 Romênia: análise expandida	134
4.10 Romênia: discussão dos resultados	139
4.11 Uso de blockchain no contexto eleitoral	140
5. Discussão	144
6. Conclusões	146
Referências	151

1. Introdução

A prática do voto, enquanto mecanismo estruturado de tomada de decisão coletiva, tem raízes na Atenas clássica, no século V a.C., quando se consolidou a democracia direta entre os cidadãos. A transição para esse modelo político foi marcada por reformas ocorridas por volta de 508 a.C., que reorganizaram as estruturas institucionais dessa cidade-Estado, instituindo um sistema no qual os cidadãos podiam participar diretamente das deliberações políticas por meio de assembleias populares. Nessas assembleias, o voto era utilizado para aprovar leis, declarar guerras, eleger magistrados e tomar decisões de interesse público. Embora muitas decisões fossem tomadas por aclamação (levantamento de mãos), também se empregavam métodos secretos de votação, como o uso de pedras, conchas ou fragmentos de cerâmica, especialmente nos processos de ostracismo e em determinadas votações judiciais. O sistema ateniense previa, também, a participação cidadã em outros órgãos, como a Boulé (conselho de 500 membros) e os tribunais populares (dikasteria), onde o sorteio e o voto desempenhavam papéis centrais na escolha de cargos e no julgamento de causas. Ainda que o direito ao voto estivesse restrito a uma parcela específica da população – homens adultos, livres e nascidos em Atenas –, a experiência ateniense representou um marco na institucionalização da votação como instrumento de decisão coletiva, influenciando modelos posteriores de participação política nas democracias ocidentais.

Paralelamente à expansão do direito ao voto, os métodos de votação também evoluíram. Se as formas mais antigas se baseavam em manifestações públicas, como o levantamento de mãos ou declarações orais, com o crescimento das populações e a ampliação dos processos eleitorais, tornou-se necessário desenvolver formas mais práticas e seguras de coleta e contagem dos votos. O processo de escolha do sistema eleitoral utilizado é dinâmico e suscetível a alterações. Essa dinâmica revela o equilíbrio delicado entre inovação tecnológica e confiança pública nas eleições.

Compreender o percurso histórico do voto, desde suas origens nas experiências diretas da Antiguidade até os sistemas complexos do mundo contemporâneo, é fundamental para a análise crítica das estruturas políticas atuais. É possível observar a importância da democracia tanto pela análise dos países em

que é adotada, como pela observação dos países em que é veementemente descartada (geralmente ditatoriais). Para que a democracia esteja arraigada na sociedade, cabe às instituições públicas o fornecimento de meios para que a população possa participar dos processo. Para analisar a qualidade da democracia em diversos países, Morlino (2015) sugere definições em termos de procedimento, conteúdo e resultado. O autor enfoca qualidades empíricas relevantes, que abrangem Estado de Direito, “accountability eleitoral”, “accountability interinstitucional”, participação, competição, liberdade, igualdade e responsividade.

A visão de aproximação da participação popular nas decisões políticas é bastante semelhante ao ideal de inclusão participativa de Robert Dahl que, em conjunto à contestação pública, aproximaria os países em regimes poliárquicos, modelo mais próximo de democracias perfeitas (DAHL, 1997). Para Morlino, “a definição mínima de democracia sugere que tal regime tenha pelo menos: sufrágio adulto universal, eleições justas, competitivas, recorrentes e livres; mais de um partido político e mais de uma fonte de informação” (MORLINO, p. 178-179, 2015).

Nesse aspecto, uma estrutura institucional estável é essencial à medida em que realiza a liberdade e igualdade de seus cidadãos por meio do funcionamento correto, esperado e legítimo de suas instituições. Para o autor, o apoio da sociedade às instituições é valioso para atingir-se uma boa democracia.

Quando as instituições têm o apoio total da sociedade civil, elas podem buscar os valores de um regime democrático. Se, em contraste, as instituições são obrigadas a adiar seus objetivos e gastar energia e recursos na consolidação e manutenção de sua legitimidade, ultrapassar, por menor que seja, o limite mínimo para a democracia torna-se uma proeza notável. (Morlino, 2015, p. 178)

Weber (1958), ao analisar a democracia e participação alemãs na política, assinala que, “desde 1878, a nação está desacostumada a participar, mediante seus representantes eleitos, da resolução de seus assuntos políticos. Tal participação, afinal de contas, é a pré-condição para desenvolver o discernimento político”. Para o autor, em um Estado moderno, o verdadeiro poder encontra-se nas mãos da burocracia, não se exercendo por meio de discursos e, sim, pela rotina da administração pública.

Tal como o assim chamado avanço em direção ao capitalismo tem sido o inequívoco critério para a modernização da economia, desde épocas medievais, assim também o progresso em relação ao funcionalismo burocrático caracterizado pelo formalismo de emprego, salário, pensão, promoção, treinamento especializado e divisão funcional do trabalho, áreas bem definidas de jurisdição, processos documentários, sub e superordenação hierárquicas tem sido o igualmente inconfundível padrão para a modernização do Estado, quer monárquico, quer democrático, pelo menos no que se refere a um Estado composto de grandes massas de povo, e não a um pequeno cantão com administração rotativa. (Weber, 1958, p. 39)

Para Habermas (1996), a democracia deliberativa é fundamentada na discussão pública entre indivíduos livres e iguais, o que possibilita a realização das dimensões procedimentais (participação da sociedade) e de conteúdo (liberdade para escolher). Para ele, o processo democrático é legitimado pelos procedimentos adorados e pelos pressupostos comunicativos da formação democrática da opinião. “Essa formação da vontade e da opinião democrática, vinculada ao poder administrativo, monitora o exercício do poder político como, também, a realização de programas” (FARIA, 2000).

Tendo em mente tal imagem, Habermas define a política deliberativa por meio de duas vias: a formação da vontade democraticamente constituída em espaços institucionais e a construção da opinião informal em espaços extrainstitucionais. É a partir da inter-relação entre esses dois espaços que se encontra a possibilidade de um governo legítimo. (Faria, 2000)

Assim, para Habermas (1996), ainda que somente a participação eleitoral não caracterize uma democracia, a possibilidade de discussão entre indivíduos livres e iguais, capaz de desembocar no voto propriamente dito, é considerada parte importante da democracia deliberativa. Nesse aspecto, retornamos a Morlino (2015), que não destoa ao analisar as qualidades de uma boa democracia, elencando as dimensões Estado de Direito, participação e competição nas qualidades necessárias para uma boa democracia.

1.1 O campo CTS

A votação eletrônica nos remete ao campo de estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), sendo o movimento CTS definido por Osório (2002) como uma linha de pesquisa acadêmica que analisa a natureza do conhecimento científico e tecnológico, bem como seu impacto sobre a situação

econômica e social. O início desse movimento data das décadas de 1960 e 1970, quando se avolumaram as consequências sociais de armas químicas, alterações ambientais e consequências sociais (BAZZO, 2003).

Thomas Kuhn (1962), em sua publicação “The Structure of Scientific Revolutions”, influencia em grande medida os estudos na área CTS. Desde então, os fatos científicos passaram, cada vez mais, a serem analisados como produções não isentas, mas resguardadas as condições sociais nas quais o cientista está inserido. Dentro deste contexto, Silveira e Bazzo (2005) analisam o movimento CTS sob o aspecto da não-neutralidade da ciência.

Em vista disso, nos anos de 1960 e 1970 nos países desenvolvidos, começou a se manifestar o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) através da comunidade acadêmica que, insatisfeita com a concepção tradicional da ciência e da tecnologia e preocupada com os problemas políticos e econômicos decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico e com os movimentos sociais de protestos, começou a buscar análise e estudos na área de CTS; os quais são muito recentes no Brasil. Tal movimento nasceu com caráter crítico, tanto em relação à visão essencialista da ciência e da tecnologia, bem como com a visão interdisciplinar entre as diversas áreas do conhecimento, incentivando o questionar das certezas absolutas sobre a ciência, desvelando a sua não neutralidade e tomando decisões mais coerentes em relação aos problemas nos quais os conhecimentos científicos estejam presentes. (Silveira e Bazzo, 2005)

Assim, o movimento CTS origina-se da mudança de pensamento sobre os impactos sociais da ciência e da tecnologia. Para Santos (2005, apud SILVA e DORVILLÉ, 2016), o movimento CTS pode ser decomposto em três vertentes, quais sejam:

- a) O ativismo CTS, que lida com a dimensão social da ciência e da tecnologia, bem como com as consequências sociais da tecnociência. Relaciona-se a problemas políticos, éticos e socioambientais;
- b) A educação em CTS, que visa tornar independentes as críticas do cidadão. Propõe-se a projetar a aprendizagem relacionada ao contexto do mundo real por meio da problematização de fatos do cotidiano do estudante e sua relação com o conhecimento científico;

- c) A pesquisa em CTS, que tem como meta estimular a construção de conhecimento e reflexão crítica, colocando em perspectiva a sociedade, a tecnologia e a produção científica.

Tendo por base o último aspecto – a pesquisa em CTS –, origina-se o presente trabalho, que busca analisar as tecnologias de votação por meio da produção científica brasileira. Para além de revisitar a literatura nacional sobre a temática, utilizando indicadores bibliométricos para avançar o conhecimento, tal produção científica também nos conduz ao segundo aspecto analisado por Santos (2005): a educação em CTS. Ora, é nesse espaço de constante movimento e produção acadêmica que são tecidas concomitantes relações e aprendizagens.

Assim, esta pesquisa propõe-se a investigar as transformações institucionais e tecnológicas do voto ao longo do tempo, com ênfase nos processos que moldaram sua legitimidade, funcionalidade e centralidade nos regimes políticos.

1.2 Objetivo geral e problemas de pesquisa

A realização de eleições limpas é condição essencial para a legitimidade de qualquer regime democrático. Conforme veremos à frente, Dahl (1971) destaca que a participação em processos eleitorais justos é um dos pilares da poliarquia (modelo de democracia procedimental, que pode ser categorizado em diversos níveis), pois confere aos cidadãos o poder de escolher seus representantes e de influenciar decisões políticas. Nesse sentido, eleições com integridade garantem que o poder seja exercido por aqueles efetivamente escolhidos pela maioria, assegurando a legitimidade do governo perante a sociedade.

Além disso, conforme argumentam Przeworski, Stokes e Manin (1999), eleições confiáveis são instrumentos fundamentais de responsabilização política (*accountability*), permitindo aos eleitores premiarem ou punirem os governantes com base em seu desempenho. Quando o processo eleitoral é manipulado ou fraudado, essa lógica se rompe, impedindo a renovação legítima da representação política e fragilizando a relação entre governantes e governados.

Por outro lado, eleições fraudulentas ou percebidas como injustas podem provocar efeitos desestabilizadores. De acordo com Schedler (2002), práticas de manipulação eleitoral minam a confiança no sistema político e alimentam a polarização, a repressão ou até mesmo a violência política. A pesquisadora Pippa Norris (2014) reforça essa visão ao demonstrar que a integridade eleitoral está diretamente associada à confiança pública nas instituições e ao fortalecimento do Estado Democrático de Direito. Por fim, Huntington (1991) argumenta que a alternância pacífica no poder é o verdadeiro teste de consolidação democrática – e essa só é possível quando os atores políticos confiam na lisura das eleições. Portanto, assegurar eleições limpas é não apenas uma exigência técnica e jurídica, mas um imperativo democrático para a estabilidade, a legitimidade e a continuidade dos regimes democráticos.

São perguntas que essa pesquisa visa responder:

- 1) quais métodos de votação têm sido utilizados em processos decisórios ao redor do mundo para votação?
- 2) quais mecanismos de apuração dos resultados têm sido utilizados?
- 3) como os respectivos países atuam para garantir que essa escolha é, de fato, segura?
- 4) há tecnologias mais inovadoras que poderiam ser implementadas visando garantir a segurança e confiança dos processos eleitorais?

1.3 Objetivos específicos

Assim, para responder aos problemas de pesquisa acima mencionados, os próximos capítulos terão como objetivos específicos:

- 1) analisar três países com diferentes formações e composições em termos de produção de trabalhos de mestrado e doutorado relacionados a eleições. Os três países serão: Brasil, Estados Unidos da América (EUA) e Romênia;

- 2) mediante tais trabalhos, compreender como se dá o avanço do conhecimento em termos de democracia eleitoral nesses países;
- 3) entender quais tecnologias emergentes e com boa avaliação acadêmica têm potencial de avançar nos próximos anos.

2. Fundamentação teórica e metodológica

A presente seção subdivide-se em:

- a) fundamentação teórica referente ao estudo de definições democráticas, democracia e seus processos. Tal revisão bibliográfica justifica-se à medida em que esta pesquisa lastreia-se na importância de fundamentar a relevância do processo democrático, de eleições e sua indissociabilidade com a institucionalização de processos eleitorais periódicos;
- b) fundamentação teórica referente à história da democracia dos países definidos para análise, com foco na importância centenária conferida ao ato de escolher seus representantes;
- c) fundamentação teórica que revise as principais tecnologias de votação existentes, valioso arcabouço para compreensão dos avanços e estado da técnica nesse campo.

2.1 Fundamentação teórica: definições democráticas

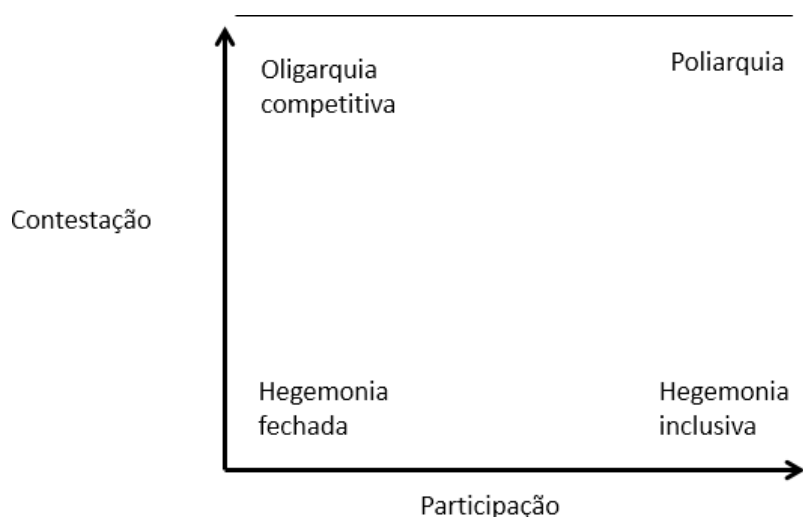
Para Tocqueville (1835), deve-se evitar a tirania da maioria. Contudo, pontua que é da maioria que provém a governança de uma sociedade. O autor acredita que todo governo central ame a uniformidade, pois “lhe poupa o exame de uma infinidade de detalhes de que teria de se ocupar, se tivesse de estabelecer a regra para os homens em vez de colocar todos os homens indistintamente sob a mesma regra” (Tocqueville, 1835, pág. 365).

Em sua discussão, o autor apresenta a liberdade dos indivíduos em face do poder delegado ao Estado. Considera que a igualdade entre os homens não seja natural, uma vez que “nos homens que viveram por muito tempo livres antes de se tornarem iguais, os instintos que a liberdade proporciona combatem, até certo ponto, as inclinações que a igualdade sugere” (idem *ibidem*, pág. 367). Para Tocqueville, deve-se impedir que o “poder social sacrifique levemente os direitos particulares de alguns indivíduos à execução geral de seus projetos” (pág.

400). No estudo, o autor compara a democracia na América (EUA) à democracia em vigor na Europa, à época. Marco da obra “A Democracia na América”, escrita no século XIX, é a previsão de que os EUA e a Rússia tornar-se-iam poderes mundiais.

Contribuindo com o debate contemporâneo, Robert Dahl (1972) chama as atuais democracias de poliarquias, pois, segundo ele, estas são pobres aproximações do ideal democrático. A ampliação progressiva da competição e da contestação pública são, para Dahl, questões centrais para viabilização de uma Poliarquia (Dahl, 1997). Em face de qualquer nação, Dahl utiliza suas categorizações para avaliar se esta é democrática ou não. Por exemplo: há limitações à competição política? Todos podem votar? Dahl reserva o termo “democracia” a sistemas que sejam quase que totalmente responsivos a seus cidadãos – ou seja, com capacidade de responder às demandas emanadas por eles. Portanto, o termo adotado por Dahl para se referir a sistemas em fase de modernização, expansão e democratização é “Poliarquia”. A **Figura 1** mostra essas duas dimensões teóricas de democratização.

Figura 1 - Duas dimensões teóricas de democratização



Fonte: DAHL, R. A (1972)

Conforme a **Figura 1**, quanto mais próximo à direita e ao topo, mais próximo de uma democracia um sistema viria a ser. Contudo, o autor opta por nomear estes

sistemas como poliarquias, pois, no entender dele, “nenhum grande sistema no mundo real é plenamente democratizado” (1972).

Para O'Donnell (1991), o caso do Brasil ilustra uma democracia recém-instalada que cumpre os requisitos de Robert Dahl para definição de democracia. Apesar disso, o autor não considera que o Brasil, assim, como Argentina, Peru, Bolívia e Equador, sejam democracias representativas. Para ele, é o caso de caracterizar tais países como democracias delegativas, o que ocorre quando a democracia não é consolidada e a eleição é o momento de definir o próximo “salvador da nação”. Aduz que a razão para o quadro analisado sejam profundas crises sociais e econômicas que estes países carregam, multiplicando problemáticas e imbuindo a população de um espírito imediatista, que busca na eleição do chefe de Estado rápidas soluções.

Na maioria dos casos, não se vislumbram ameaças iminentes de uma regressão autoritária aberta, mas tampouco se vislumbram avanços em direção a uma representatividade institucionalizada. (...) A profunda crise social e econômica que a maioria desses países herdou de seus antecessores autoritários multiplica poderosamente as consequências de certas concepções e práticas que conduzem na direção da democracia delegativa, e não representativa. (O' Donnell, p. 26, 1991)

Conforme apresenta O'Donnell (1991), em democracias delegativas, o poder da população é delegado ao chefe de Estado por meio do voto. Ao mesmo tempo, não há empenho na solidificação das instituições, bases de uma democracia duradoura e de qualidade. Ao definir o conceito de “instituições”, o autor tem como foco a durabilidade dessas organizações.

Instituições são padrões regularizados de interação que são conhecidos, praticados e aceitos regularmente (embora não necessariamente aprovados normativamente) por agentes sociais dados que, em virtude dessas características, esperam continuar interagindo sob as regras e normais incorporadas (formal ou informalmente) nesses padrões. Às vezes, mas não necessariamente, as instituições se tornam organizações formais; materializam-se em edifícios, carimbos, rituais e pessoas que ocupam funções que as autorizam a “falar pela” organização. (O'Donnell, p. 27, 1991)

Para o cientista político Joseph Schumpeter (1984), o que chamamos de “governo democrático” é, na verdade, um governo para o povo. O cientista político propõe alguns referenciais teóricos norteadores (1942):

- a democracia é um método político em que se almejam alcançar certas decisões políticas, legislativas e administrativas - não podendo, portanto, ser um fim em si mesma;
- a possibilidade de livre competição em busca de votos;
- existência de um governo aprovado pelo voto.

Por meio da teoria da representação, Manin (1997) mostra como o conceito de eleição foi sendo trazido para o cerne da teoria republicana. Trocou-se a legitimidade do revezamento na ocupação de cargos políticos pela autorização de todos os indivíduos para que o poder seja ocupado. Ou seja, aquele que detivesse a autorização de todos os indivíduos para representá-los passaria a ocupar o governo.

Adam Przeworski (2010), em seu livro “O que esperar da Democracia?”, acredita que as instituições representativas que temos hoje sejam oriundas de uma ideia revolucionária em vigor na metade do século XVIII. Para o autor, a democracia enfrenta, atualmente, quatro desafios: (1) a incapacidade de gerar igualdade no terreno socioeconômico; (2) de transmitir a sensação de que a participação política da sociedade é efetiva; (3) de assegurar que os governos façam o que se espera deles; (4) de equilibrar a ordem sem interferência.

Para Przeworski (2010), “estamos sempre ansiosos para que nos seduzam com promessas para que façamos nossa aposta no jogo eleitoral. Um espetáculo de qualidade medíocre segue sendo sempre emocionante e atrativo”, afirma. Apesar dos desafios da democracia já mencionados, o autor questiona, ao longo do livro, os limites: “Quanta liberdade econômica e social a democracia pode gerar? Quão eficaz podem ser os distintos tipos de participação social? (...) Até onde pode-se proteger a todos e, ao mesmo tempo, a uns dos outros e do governo?” (pág. 34). Hoje consideramos que as instituições representativas sejam a democracia. No entanto, aduz que os sistemas de governo representativos nasceram do medo da participação das massas e da população pobre. Retomando a igualdade, democracia é sinônimo de tratamento igualitário por parte da burocracia. Ao longo do livro, discorre sobre a importância de mecanismos democráticos trabalharem a igualdade e gerarem um “autogoverno”, com o povo sujeito político, e como fonte de autorização para governar.

Sabemos que “quase metade dos países do mundo podem ser considerados democráticos” (The Economist Intelligence Unit Limited, 2016, pág. 2). Dentre estes países democráticos é necessário que separemos aqueles em que a democracia é “real” daqueles em que a democracia não está realmente vinculada à sociedade. Para que possamos fazer esta diferenciação, temos como parâmetro cinco indicadores propostos por Diamond e Morlino (2005), conforme abaixo:

- A competição;
- A participação;
- A responsividade (capacidade de ações governamentais responderem aos anseios da população);
- A *accountability* (prestação de contas e possibilidade de punição, que pode ser horizontal ou vertical) e
- O Estado de Direito.

Ainda, Diamond e Morlino (2015) aprofundaram as contribuições à análise da qualidade da democracia, sugerindo estratégia analítica para identificar a qualidade democrática em diversos países em termos de procedimento, conteúdo e resultado. Para as qualidades empíricas relevantes à democracia, enfocam nas seguintes:

- a) **Estado de Direito:** mais do que o reforço de normas legais, é a capacidade de fazer as autoridades respeitarem a lei. Coabita um Estado em que a legislação não é retroativa, mas, sim, composto por leis de conhecimento público, estáveis e sem ambiguidade.

São considerados aspectos essenciais para existência do Estado de Direito questões como segurança individual e ordem civil; ausência do medo da tortura; direito à propriedade privada; garantia dos direitos e da igualdade dos cidadãos; ausência de áreas dominadas pelo crime organizado; ausência de corrupção nos poderes político, administrativo/burocrático e judiciário; a

existência de uma burocracia eficiente e justa; a existência de uma força policial justa e eficaz; acesso desimpedido dos cidadãos à justiça e à defesa; resolução razoavelmente rápida de investigações criminais, processos administrativos e civis; completa independência do Judiciário de influência política.

- b) **Accountability eleitoral:** obrigação dos líderes políticos eleitos de responderem por suas decisões políticas quando questionados pelos cidadãos. Aqui, os eleitores podem exigir da autoridade eleita informações, justificativas e que sejam punidas, a depender dos atos cometidos.

A natureza deste cargo é periódica, dependendo de datas de eleição nacional, local e de referendos. A competição política e a distribuição de poder devem ser justas o suficiente para permitirem alternativas eleitorais genuínas nos vários níveis de poder. Ambas as condições são necessárias subjacentes para existir essa forma de accountability

- c) **Accountability interinstitucional:** é a responsabilidade que os governantes têm de responder a outras instituições ou atores coletivos com expertise e poder de controlar seu comportamento.

A natureza desta ação é relativamente contínua e majoritariamente formalizada pela lei. Costuma ser manifestada pela oposição, por associações e sindicatos propositalmente, como forma de reforçar o sistema democrático em que estão inseridos. Depende de um sistema jurídico com pesos e contrapesos exercidos por entidades públicas independentes do governo e que não estejam concorrendo a cargos como alternativa ao governo.

Essa forma de accountability requer estruturas intermediárias bem estabelecidas e fortes; uma oposição política vigilante e coerente; mídia independente e ciente de suas responsabilidades; uma rede de organizações com valores democráticos bem constituídos.

- d) **Participação:** caracterizada como a liberdade para que homens e mulheres influenciem outrem politicamente, visando, se for o caso, alterar a alocação de

valores existentes. Abrange as formas de participação tradicionais ou não, legais ou beirando a legalidade.

Conforme apresenta Morlino (2015), há dois tipos de participação: a convencional, caracterizada por manifestações como o voto em referendos e eleições, filiação partidária, a associações e a organizações; e a participação não convencional, que pode ocorrer por meio de greves, distúrbios e outras formas violentas, incluindo ações terroristas.

- e) **Competição:** existente quando há mais de um ator político envolvido no processo decisório. Divide-se em competição entre atores políticos distintos, atores políticos correligionários e possibilita forçar a competição a se tornar mais disputada, o que eleva o nível geral da disputa.

Por outro lado, essa dimensão pode ser subvertida se a única participação possível ou incentivada for a de apoiadores do atual governo; outro modo de subversão é excluindo possíveis atores, seja por meio de pacto entre partidos concorrentes, seja pela exclusão de determinado ator ou grupo.

- f) **Liberdade:** respalda-se nos direitos políticos, civis e sociais. Os direitos políticos abarcam o direito ao voto, possibilidade de escolha dos candidatos eleitorais em votações primárias ou intrapartidárias. Os direitos civis incluem liberdade pessoal, direito à defesa legal, à privacidade, à liberdade de escolha do local de residência, de movimentação, de expatriação e emigração, de sigilo de correspondência, pensamento, de expressão, direito à educação, à informação, à imprensa livre, liberdade de reunião e associação.

Por fim, os direitos sociais incluem o direito à saúde, à segurança, à assistência social, a trabalhar, à dignidade humana, à greve, a estudar, a ambientes saudáveis, à proteção do meio ambiente e à moradia.

- g) **Igualdade:** frequentemente, aproxima-se de objetivos utópicos e nem sempre é advogada por todos os apoiadores da democracia. A afirmação deste valor pode se dar perante a lei, proibindo-se a discriminação baseada em qualquer

aspecto; sua afirmação também pode se dar visando a busca da igualdade substantiva, que diz respeito à remoção de barreiras que limitem a igualdade social e econômica.

- h) **Responsividade:** sua legitimidade confere a satisfação com a democracia existente. Traduz-se na capacidade de satisfazer os governados ao corresponder às suas demandas. Para Eulau e Karps (1977), a responsividade é uma forma de ver a representação em ação. É expressa mediante quatro aspectos principais: políticas no centro dos interesses públicos; serviços garantidos aos representados pelo governo; distribuição de bens materiais por meio da administração pública; extensão de bens simbólicos que criam ou reforçam o apoio ao governo.

Uma dificuldade em relação à responsividade é que nem sempre os cidadãos conhecem suas necessidades, afirma Morlino (2015). Assim, considera que possa ser mais efetivo mensurar a legitimidade do governo com base na percepção dos cidadãos – e não com base na realidade.

Aqui, o elemento-chave é que o apoio às instituições democráticas, e a convicção de que essas instituições são as únicas garantias reais da liberdade e da igualdade, é difuso em cada nível social desde a elite mais restrita até as massas em geral. A difusão de atitudes favoráveis em relação às instituições democráticas existentes e a aprovação das suas atividades sugeriram satisfação e, indiretamente, que a sociedade civil percebe certo nível de responsividade. Em contextos caracterizados por alta legitimidade, também deveria ser possível ver um conjunto completo de interesses e formas de participação política. (Morlino, p. 188, 2015)

2.2 Fundamentação teórica: votação em perspectiva comparada

Nesse trabalho, serão analisados os casos do Brasil, dos Estados Unidos da América (EUA) e da Romênia devido às suas distintas experiências institucionais, históricas e tecnológicas no campo eleitoral. O Brasil se destaca por ser um dos poucos países do mundo a adotar a votação eletrônica de forma centralizada e massiva desde os anos 1990. Os Estados Unidos, por sua vez, oferecem um modelo de democracia secular e altamente descentralizado, em que cada estado – e até mesmo cada condado – possui autonomia para definir seus próprios métodos de votação, o que gera grande diversidade tecnológica e desafios específicos. Já a

Romênia representa o contexto europeu de uma democracia pós-comunista em consolidação, em que o histórico autoritário recente, os esforços de integração à União Europeia e os obstáculos à confiança institucional tornam a análise de suas práticas eleitorais especialmente relevante. A escolha desses três países permite uma abordagem comparativa que contempla diferentes estágios de maturidade democrática, modelos de governança eleitoral e níveis de adoção tecnológica, oferecendo uma base sólida para a investigação proposta.

2.2.1 O caso do Brasil

O Brasil conta com extensão territorial de 8,5 milhões de km², o que o qualifica como o maior país da América do Sul, e uma população de mais de 203 milhões de habitantes, o que o classifica como o 7º mais populoso do mundo. Possui a 9ª maior economia do planeta (PIB nominal de aproximadamente US\$ 2,2 trilhões em 2024) e se destaca como um dos principais produtores globais de alimentos, liderando na exportação de soja (154 milhões de toneladas), café (39% da produção mundial) e carne bovina (cerca de 25% do mercado global). No campo ambiental, abriga 60% da Floresta Amazônica, responsável por capturar milhões de toneladas de CO₂ e por abrigar cerca de 10% da biodiversidade mundial.

É marcado por decisões democráticas, trazendo esse histórico desde a colonização portuguesa. O exercício do voto, no País, também pode ser considerado resultado da tradição lusitana de eleger os administradores dos territórios sob domínio português (TRE-SC). Este posicionamento foi mantido ao longo do período colonial, que contou com votações para eleição dos governantes das vilas e cidades.

Os bandeirantes paulistas, por exemplo, iam em suas missões imbuídos da ideia de votar e de serem votados. Chegando no seu destino, de imediato realizavam eleição do guarda-mor regente. Somente após esse ato eram fundadas as cidades, já sob a égide da lei e da ordem. (Histórico da Justiça Eleitoral do Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina - TRE-SC, [s.d.])

Conta com o 3º maior eleitorado do mundo, representado por 155.9 milhões de eleitores aptos a votar, conforme dados do Tribunal Superior Eleitoral (2024).

Contam com eleitorado maior que o do Brasil somente os EUA (também analisado detalhadamente neste trabalho) e a Índia. Tal eleitorado elege, periodicamente, 70.700 políticos para os seguintes cargos, conforme **Quadro 1** enquadrados por instância administrativa.

Quadro 1 - Cargos eletivos no Brasil

Nível federal			
Cargo	Quantidade	Âmbito	Observações
Presidente da República	1	Nacional	Mandato de 4 anos, com possibilidade de reeleição
Vice-Presidente da República	1	Nacional	Eleito em chapa com o presidente
Senadores	81 (3 por estado)	Nacional	Mandato de 8 anos; renovação de 1/3 e 2/3 a cada 4 anos
Deputados Federais	513	Nacional	Mandato de 4 anos. Representação proporcional à população do estado
Nível estadual e distrital			
Governadores	27	Estadual e Distrito Federal (DF)	Mandato de 4 anos, com possibilidade de reeleição
Vice-Governadores	27	Estadual e Distrito Federal (DF)	Eleitos em chapa com os governadores
Deputados estaduais	1.059	Estadual	Mandato de 4 anos. Número proporcional à bancada federal de cada estado

Deputados distritais	24	Distrito Federal	Função equivalente à de deputados estaduais
Nível municipal			
Prefeitos	5.570	Municipal	Eleitos a cada 4 anos
Vice-Prefeitos	5.570	Municipal	Eleitos em chapa com os prefeitos
Vereadores	~58 mil	Municipal	Quantidade varia conforme população do município. Mandato de 4 anos

Fonte: Brasil – Tribunal Superior Eleitoral (2024)
Elaboração própria (2025)

No Brasil Colônia, período que durou de 1500 a 1815, poucos portugueses haviam chegado a este território; as cidades não existiam, mas somente alguns vilarejos (TSE, pág. 6, 2013). Uma das principais formas de se iniciar a organização da colônia, segundo a tradição portuguesa, era por meio de eleições. Desta forma, era necessário definir quem seriam os eleitores e, naquele período, foi definido que os eleitores seriam os “homens bons”, parcela da população composta por cidadãos pertencentes a famílias importantes ou que prestaram serviços ao rei.

Não poderiam pertencer aos “homens bons” judeus, negros, índios e mulheres. Ainda, o conceito de “povo”, no Brasil de 1500, não era o mesmo de hoje: compunham “o povo” artesãos e agricultores, além de demais profissionais que exercessem atividades com as próprias mãos. De tal forma, o “povo” era considerado inferior aos “homens bons”.

Naquele tempo, os eleitores também eram eleitos e votariam naqueles que preencheriam os cargos municipais. Como os eleitores eram escolhidos? No dia determinado, seis nomes eram escolhidos pelos presentes e falados ao escrivão, ao pé do ouvido, para somente ele ouvir. Depois que todos escolhiam seus nomes, juízes e vereadores declaravam os seis mais votados. Pronto! Esses seriam os eleitores, sempre homens bons, pois as pessoas do povo só podiam escolher os eleitores, nunca podendo ser eleitores ou membros das câmaras. (Tribunal Superior Eleitoral – TSE, p. 7 e 8, 2013)

Logo depois da escolha, os eleitores faziam um juramento e, então, era iniciada a eleição, sobre a qual os eleitores deveriam manter segredo em relação a seu voto. Não era permitido que parentes formassem duplas nem que estas tivessem contato entre si. Assim, três duplas de eleitores ficavam incumbidas de escrever sua lista de nomes para os cargos de vereador, procurador e juízes. O mandato era de três anos. Tal procedimento eleitoral estava definido nas Ordenações do Reino, conjunto de normas reunidas e que mudavam de nomenclatura a cada reinado.

Assim, eram afonsinas, no reinado de Dom Afonso V (1448-1481); manuelinas, no reinado de Dom Manuel I (1495-1521); e Filipinas, na época de Dom Felipe I (1581-1598). (...) A função das Ordenações do Reino era garantir que a sociedade funcionasse em ordem: incluindo, pressupondo e reforçando as tradições, ou seja, o modo como os antigos faziam. (Tribunal Superior Eleitoral – TSE, p. 16, 2013)

No final de 1807, o rei de Portugal, D. João VI, junto com a corte de Lisboa, instalaram a sede oficial da monarquia portuguesa no Rio de Janeiro. Em 16 de dezembro de 1815, o Brasil é elevado à condição de "Reino Unido a Portugal e Algarves", o que dá início ao período brasileiro intitulado Reino Unido, que durou de 1815 a 1822. Os processos eleitorais continuaram a ser feitos como anteriormente, cabendo aos vereadores a responsabilidade pela vida administrativa das cidades (Nicolau, 2002). Além disso, em março de 1821, as Cortes de Portugal expediram decreto que solicitava a realização de eleições para deputados representarem o Brasil nas Cortes Gerais, convocadas em Lisboa, o que levou à eleição de 97 deputados (entre efetivos e suplentes) para as Constituintes de Lisboa.

Com a separação do Brasil de Portugal, ocorrida em janeiro de 1822, teve início o Império do Brasil (Primeiro Período), que durou de 09 de janeiro de 1822 a 07 de abril de 1831, sendo chefiado pelo imperador Dom Pedro I. Neste período, as eleições permitiam a escolha de juízes de paz e vereadores em âmbito local – sendo os vereadores responsáveis pela administração das cidades. Nas vilas, a Câmara Municipal era composta por sete membros; nas cidades, era composta por nove membros (Nicolau, 2002). Já os responsáveis pelas províncias eram nomeados pelo imperador.

Dessa forma, naquele período, votava-se para:

1. Assembleia Provincial - poder Legislativo das províncias;
2. Câmara dos Deputados;
3. Senado, sendo os três nomes mais votados submetidos ao imperador, que escolhia um para o cargo, que era vitalício.

As eleições para os cargos locais (provinciais) eram diretas. Para os demais, indiretas, com os votantes escolhendo os eleitores que, posteriormente, elegiam os ocupantes dos cargos públicos. Eram habilitados a votar homens a partir de 21 anos, se estes fossem casados ou oficiais militares; homens a partir de 25 anos; clérigos e bacharéis, independentemente da idade; mulheres; libertos, nas eleições de primeiro grau (para escolha dos eleitores). Destaca-se que os analfabetos podiam votar, mas era obrigatório assinar a célula eleitoral, o que atuava como barreira impeditiva. Era exigência comum a todos que tivessem renda anual de 100 mil réis para serem eleitores e de 200 mil réis para serem candidatos (Nicolau, 2002).

Já no Império do Brasil (Segundo Período), que durou de 07 de abril de 1831 a 23 de julho de 1840, as eleições não sofreram grandes alterações em relação ao período anterior. O alistamento eleitoral continuou a ser feito no dia da eleição para todos os cargos, ficando a cargo do juiz – alocado em uma paróquia imbuída de mesa eleitoral – a identificação dos cidadãos aptos a participar do pleito. A eleição era realizada a partir do depósito, na urna, de um pedaço de papel contendo os nomes e profissões dos candidatos. O leitor já levava a lista pronta, sendo a única regra que o eleitor assinasse este papel de votação, o que impedia o sigilo do voto. Ainda, era permitido que outro eleitor, munido de procuração, levasse o voto de outrem. Quanto à somatória dos votos, esta era feita por maioria simples, sendo eleito o que obtivesse maioria.

No Império do Brasil (Terceiro Período), que durou de 23 de julho de 1840 a 15 de novembro de 1889, houve alteração na renda mínima para candidatura e eleição. Se, no Primeiro Período, era necessário receber 100 mil réis para ser eleitor e 200 mil réis para ser candidato, no Terceiro Período requeria-se renda anual de 200 mil réis para ser eleitor e de 400 mil réis para candidatar-se. Outra alteração no período diz respeito ao alistamento para candidatura, que passou a ser feito antes do dia das

eleições. Ainda, os votantes também deveriam se cadastrar previamente e, como neste período a cédula de votação não precisava mais ser assinada.

Até meados de 1846, a validação do voto era feita por meio de rubrica de membro da mesa eleitoral, que a depositava na urna após validação. Ainda, foi abolido o voto por procuração. Já a partir de nova proposta legislativa, em vigor a partir de 1846, o próprio votante quem depositava sua célula na urna. Também ficou definido que as eleições ocorreriam em todo o Império no primeiro domingo do mês de novembro do quarto ano da legislatura, podendo este pleito durar até três dias (Nicolau, 2002).

Com a Proclamação da República brasileira, teve início o período da 1ª República, que durou de 15 de novembro de 1889 até 16 de julho de 1930. Aproximando-se do que conhecemos hoje, as eleições, a partir da 1ª República, passaram a ser realizadas com vistas ao republicanismo, de forma a iniciar o registro da democracia de forma institucionalizada.

Depois da Proclamação da República, um governo provisório foi instituído para estabelecer as bases fundamentais do novo regime e demolir a herança institucional monárquica. Um importante passo dado nesse sentido foi justamente a convocação das eleições para 15 de setembro de 1890, com o propósito de escolher os membros da Assembleia Constituinte que escreveria a nova Constituição brasileira, republicana.

A nova Carta foi promulgada em 1891 e inaugurou o regime republicano no Brasil sob o formato federativo. Isso significa que o país ficou dividido em três níveis de governo – municipal, estadual e federal –, e a escolha dos representantes políticos que ocupariam cada um deles ocorria por meio de eleições. O exercício dos três níveis de governo era dividido entre o Poder Legislativo, encarregado de elaborar as leis; o Poder Executivo, responsável por executá-las; e o Poder Judiciário, cujos ocupantes não eram eleitos, mas nomeados entre cidadãos de notável saber jurídico incumbidos de julgar, segundo a legislação da época, os conflitos entre cidadãos, entidades e o próprio Estado. (Tribunal Superior Eleitoral – TSE, p. 7 e 8, 2013)

Assim, a fim de chegar à representação delegada por meio do voto, as eleições devem ter sua lisura assegurada. O método utilizado para que o eleitor

manifeste seu voto foi alterado inúmeras vezes ao longo da vida eleitoral no Brasil. Nas primeiras eleições do Império, o eleitor levava consigo a cédula assinada para o local de votação. Já no final do Império, a cédula não precisava mais ser assinada, devendo ser guardada em um envelope. Na Primeira República, os jornais passaram a publicar as cédulas e cabia aos cabos eleitorais a distribuição destas, as quais deveriam ser colocadas em envelopes. Já no ano de 1932 houve a criação de um envelope oficial, o qual passou a ser entregue ao eleitor pela mesa eleitoral a fim da cédula de votação ser, nele, acondicionada. Em 1955 foi criada a cédula oficial para as eleições presidenciais; nela havia uma lista com os candidatos e cabia aos eleitores assinalarem sua escolha.

Em 1962, esta cédula oficial passou a ser utilizada para as eleições de deputados federais; dada a quantidade de nomes ser maior, os eleitores deveriam escrever o nome ou o número de seu candidato ou partido escolhido. Finalmente, em 1996 foi introduzida a urna eletrônica, que requer do eleitor a digitação do número do candidato ou do partido escolhido (Nicolau, 2002). A partir de 2000, a urna eletrônica passou a ser utilizada em todos os pleitos e em todas as zonas de votação.

2.2.2 O caso dos EUA

Os Estados Unidos da América (EUA) são uma república composta por 50 estados, um distrito federal (Washington D.C.) e diversos territórios insulares. Sua extensão territorial total é de aproximadamente 9,8 milhões de km², configurando-se como o terceiro maior país do mundo em área, atrás da Rússia e do Canadá. A população americana é estimada em cerca de 335 milhões de habitantes em 2024, o que o coloca como o terceiro país mais populoso do mundo, atrás da China e da Índia (U.S. Census Bureau, 2024). A economia americana é a maior entre os países, com um Produto Interno Bruto (PIB) nominal estimado em aproximadamente US\$ 27,7 trilhões em 2024, representando cerca de 25% do PIB global (World Bank, 2024). O país é reconhecido por sua diversidade econômica, liderando setores como tecnologia, finanças, energia, agricultura e indústria manufatureira.

A estrutura política dos EUA está firmemente ancorada no federalismo, sistema que concede autonomia significativa aos estados, permitindo-lhes legislar sobre diversos assuntos locais, enquanto o governo federal detém competências exclusivas em questões nacionais. Este arranjo tem implicações profundas no sistema eleitoral, pois cada estado possui regras próprias para a condução de eleições, registro de eleitores e administração das urnas (National Conference of State Legislatures, 2024). Além disso, os EUA apresentam um sistema eleitoral complexo e descentralizado, no qual as eleições presidenciais envolvem um colégio eleitoral e os cargos legislativos são eleitos diretamente, em diferentes ciclos e formatos.

Historicamente, o processo democrático americano começou com a Constituição de 1787, que estabeleceu os fundamentos do governo republicano e o sistema de separação de poderes entre Executivo, Legislativo e Judiciário. O direito ao voto, inicialmente restrito a homens brancos proprietários, foi gradualmente ampliado, culminando em medidas importantes como a 15ª Emenda (1870), que proibiu a discriminação racial no voto; a 19ª Emenda (1920), que garantiu o voto feminino; e o Voting Rights Act (1965), que buscou eliminar práticas discriminatórias que impediam minorias raciais de votar (Library of Congress, 2024).

O eleitorado americano é composto por aproximadamente 239 milhões de eleitores registrados em 2024, segundo a Federal Election Commission (FEC). O voto não é obrigatório, e a participação varia significativamente entre eleições federais, estaduais e locais. A idade mínima para votar é 18 anos, conforme a 26ª Emenda à Constituição (1971). O registro eleitoral é uma exigência para a maioria dos estados, e os procedimentos podem incluir registro presencial, por correio ou online. A diversidade demográfica do eleitorado reflete as complexas dinâmicas sociais do país, incluindo variações regionais, étnicas e socioeconômicas.

No âmbito federal, as eleições mais relevantes são para o cargo de Presidente e Vice-Presidente da República, para os membros do Congresso (Senado e Câmara dos Representantes) e para o governo do Distrito Federal. O presidente é eleito por meio de um sistema indireto, o Colégio Eleitoral, que reúne 538 delegados distribuídos proporcionalmente entre os estados de acordo com sua população e representação

parlamentar. Para vencer, um candidato deve obter a maioria absoluta dos votos eleitorais, ou seja, pelo menos 270.

A diversidade de sistemas eleitorais – majoritário, proporcional, de lista aberta ou fechada – reflete as especificidades regionais e a autonomia concedida pela Constituição (National Conference of State Legislatures, 2024). No total, há cerca de 110.515 cargos eletivos nos EUA. Confira, no **Quadro 2**, quais são eles e suas características.

Quadro 2 - Cargos eletivos nos EUA

Nível federal			
Cargo	Quantidade	Âmbito	Observações
Presidente da República	1	Nacional	Eleito a cada 4 anos via Colégio Eleitoral (538 votos no total)
Vice-Presidente da República	1	Nacional	Eleito em chapa com o presidente
Senadores	100 (2 por estado)	Nacional	Mandato de 6 anos; renovação de 1/3 a cada 2 anos
Deputados Federais	413	Nacional	Mandato de 2 anos. Proporcional à população de cada estado
Nível estadual e territorial			
Governadores	50	Estadual e Distrito Federal (DF)	Mandato de 4 anos (exceto VT e NH: 2 anos)
Vice-Governadores	~45	Estadual e Distrito Federal (DF)	Nem todos os estados elegem esse cargo separadamente
Senadores estaduais	~1.972	Estadual	Número e mandato variam por estado. Média: 4 anos
Deputados estaduais	~5.411	Estadual	Número e mandato variam por estado. Média: 2 anos
Nível municipal			
Prefeitos	19.500	Municipal	Variam de pequenas cidades a grandes metrópoles como NY e LA.

Vereadores	~83.300	Municipal	Número variável conforme a população
------------	---------	-----------	--------------------------------------

Fonte: documentos oficiais dos EUA
Elaboração própria (2025)

O sistema eleitoral americano passou por diversas transformações tecnológicas e regulatórias. Desde as eleições de 2000, quando a contagem de votos para a eleição presidencial gerou polêmica na Flórida, houve grande investimento nos processos visando reforçar a segurança e a transparência das eleições. Assim, a legislação eleitoral atual prevê mecanismos para o voto antecipado, voto por correio e acessibilidade para eleitores com deficiência (Election Assistance Commission, 2024).

O sistema partidário é predominantemente bipartidário, dominado pelo Partido Democrata e Partido Republicano, embora existam partidos menores e candidatos independentes. As eleições americanas também são marcadas pela significativa influência de financiamento privado e grupos de interesse, regulados pela FEC (*Federal Election Commission*), que supervisiona as campanhas eleitorais para assegurar a legalidade dos recursos e do financiamento.

Em suma, os Estados Unidos apresentam uma das mais complexas e antigas democracias representativas do mundo, caracterizada pela descentralização do poder, pela autonomia dos estados, pela evolução histórica do sufrágio universal e pela adoção de sistemas eleitorais variados. O entendimento deste sistema é fundamental para análises comparativas e para compreender as dinâmicas eleitorais de uma potência global.

Já a construção do direito ao voto nos Estados Unidos deve ser compreendida dentro de um processo histórico mais amplo, em que a cidadania política foi gradualmente estendida a novos grupos conforme as transformações sociais, econômicas e jurídicas tomavam forma. Em seus primórdios, tanto nos EUA quanto na maioria das democracias ocidentais, o direito ao voto era restrito a homens, geralmente brancos, proprietários e adultos. Tal restrição se dava, à época, consequência da organização social vigente, que associava a participação política ao

trabalho produtivo, à propriedade e à vida pública — domínios tipicamente masculinos (PATEMAN, 1988; SCOTT, 1996).

Do ponto de vista jurídico, a Constituição norte-americana de 1787 não estabelecia um direito ao voto. O sufrágio era regulado por cada estado, o que resultava em variações consideráveis quanto a requisitos de propriedade, raça e até religião. O primeiro grande marco legal em favor da ampliação do direito ao voto foi a Décima Quinta Emenda (1870), que proibiu a negação do voto com base em “raça, cor ou condição anterior de servidão”. Com a promulgação do *Voting Rights Act* (VRA), em 1965, mais mudanças estruturais se concretizaram, pois o ato proibia práticas eleitorais discriminatórias e estabelecia mecanismos que obrigavam jurisdições (estaduais, por exemplo) a obterem aprovação do Departamento de Justiça (federal) antes de implementar qualquer alteração em suas leis eleitorais.

Durante o mesmo período, outras legislações contribuíram para ampliar o acesso ao voto. A *Voting Accessibility for the Elderly and Handicapped Act* (1984) estabeleceu padrões de acessibilidade, enquanto o *Uniformed and Overseas Citizens Absentee Voting Act* (UOCAVA, 1986) garantiu o voto por correio para militares e cidadãos fora do território nacional. Em 1993, o *National Voter Registration Act* (NVRA) facilitou o registro de eleitores por meio de agências públicas, como os departamentos de veículos motorizados.

O início do século XXI trouxe novos desafios. Na eleição presidencial de 2000, houve contestação do resultado no estado da Flórida, o que levou à promulgação do *Help America Vote Act* (HAVA), em 2002, visando modernizar a administração eleitoral. O HAVA estabeleceu normas para identificação do eleitor, padronização de sistemas de votação eletrônica e criou a *Election Assistance Commission* (EAC) como órgão técnico de supervisão. Embora tenha promovido avanços na organização das eleições, também foi criticado por abrir caminho para legislações estaduais mais restritivas, especialmente no que se refere a exigências de identificação fotográfica (EAC, 2005).

2.2.3 O caso da Romênia

A Romênia, localizada no sudeste da Europa, possui uma área aproximada de 238.397 km², configurando-se como o 12º maior país do continente. Entre 2023 e 2024, sua população contava com cerca de 19 milhões de habitantes. O território romeno apresenta grande diversidade geográfica, incluindo as montanhas dos Cárpatos, planícies na região da Valáquia e a costa do Mar Negro – sendo o delta do Danúbio uma das maiores áreas úmidas contínuas da Europa. Observa-se que cerca de 47% do território é coberto por ecossistemas naturais e seminaturais, incluindo áreas florestais que ocupam aproximadamente 30% do território nacional. No âmbito econômico, a Romênia é caracterizada por uma economia mista em desenvolvimento. Em 2024, o PIB nominal aproximou-se de US\$ 384 bilhões, com PIB per capita em cerca de US\$ 20.278, o que a posiciona como a 12ª maior economia da União Europeia e 35ª no ranking mundial em termos de poder de compra. A partir de 2010, o país experimentou forte crescimento econômico, com taxas superiores à média europeia, sustentadas por investimentos estrangeiros diretos que ultrapassam US\$ 170 bilhões desde 1989.

Politicamente, a Romênia é uma república constitucional semipresidencialista e multipartidária, com um sistema bicameral composto por Senado e Câmara dos Deputados – cujos membros têm mandatos de quatro anos e são eleitos por voto popular. O presidente exerce funções principais em política externa e nomeação do primeiro-ministro, enquanto o Executivo é liderado pelo primeiro-ministro. Historicamente, a democracia romena passou por distintas fases. Após a Proclamação da Independência em 1877, consolidou-se como monarquia parlamentar até 1948, quando o regime comunista instaurou um governo unipartidário até 1989. Nicolae Ceaușescu foi o líder comunista da Romênia de 1965 a 1989, ocupando simultaneamente os cargos de Secretário-Geral do Partido Comunista e Presidente da República. Durante esse governo, estabeleceu-se um regime autoritário caracterizado por forte centralização do poder, repressão política rigorosa, controle rígido da mídia e uma extensa rede de vigilância estatal. Seu governo também era marcado pelo culto à personalidade, no qual ele e sua esposa, Elena Ceaușescu, eram exaltados quase como figuras quase divinas na propaganda oficial. A economia romena, sob seu comando,

gerou severas dificuldades para a população, incluindo escassez de alimentos, racionamento de energia e declínio das condições de vida.

A queda de Ceaușescu ocorreu em dezembro de 1989, como parte do movimento de derrubada dos regimes comunistas no Leste Europeu. Tal movimento simbolizou o fim do regime comunista no país, abrindo caminho para a transição a um sistema democrático pluralista e uma economia de mercado. Este processo de transição foi marcado por desafios econômicos e sociais, mas também pela inserção da Romênia em estruturas internacionais ocidentais, como a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) e a União Europeia.

Atualmente, o sistema eleitoral romeno é misto: utiliza representação proporcional para Câmara e Senado, com cláusulas de barreira de 5% para partidos e de 10% para alianças, e voto direto para presidente. As eleições são organizadas pelo *Autoritatea Electorală Permanentă* (AEP), com foco em transparência, acesso igualitário e integridade. O sistema eleitoral municipal e regional segue modelos similares, mas com especificidades locais, incluindo fórmulas de representação variadas por condado. Por fim, a Romênia apresenta condições institucionais, tecnológicas e culturais relevantes para o estudo sobre tecnologias eleitorais.

Seu sistema eleitoral contempla a escolha de representantes em níveis nacional, regional e local. Em âmbito nacional, são eleitos o Presidente da República e os membros do Parlamento, composto pela Câmara dos Deputados e o Senado. O Parlamento romeno, bicameral, é responsável pela elaboração de leis e pelo controle do governo, com membros eleitos por voto direto da população. A eleição parlamentar utiliza um sistema proporcional com listas fechadas, permitindo uma representação mais ampla dos partidos políticos.

Em nível regional e local, a Romênia adota eleições para conselhos *județeni* (equivalente a conselhos de condado) e para cargos executivos locais, como prefeitos e conselheiros municipais. Os prefeitos têm papel executivo direto na administração das cidades e vilas, enquanto os conselhos locais e *județeni* funcionam como órgãos legislativos municipais e regionais, respectivamente.

Diferente dos Estados Unidos ou Brasil, a Romênia não possui um sistema federal rígido, mas sim uma organização administrativa descentralizada, com autonomia relativa aos condados. A combinação dessas eleições assegura a representatividade democrática em diferentes níveis e a participação cidadã em processos decisórios importantes para o país, somando aproximadamente 42.867 cargos eletivos. No **Quadro 3**, são descritos os cargos eletivos e suas configurações.

Quadro 3 - Cargos eletivos na Romênia

Nível federal			
Cargo	Quantidade	Âmbito	Observações
Presidente da República	1	Nacional	Mandato de 5 anos; eleição direta; voto popular
Senadores	~136	Nacional	Mandato de 4 anos; sistema proporcional; listas fechadas
Deputados	~330	Nacional	Mandato de 4 anos; sistema proporcional; listas fechadas
Nível local			
Prefeitos	~3.200	Local	Mandato de 4 anos, eleito diretamente
Conselheiros Municipais	~38 mil	Local	Mandato de 4 anos, legislativo local
Conselheiros Județeni	~1.200	Regional (condado)	Mandato de 4 anos, legislativo regional

Fonte: Constituição romena
Elaboração própria (2025)

2.3 Fundamentação teórica: tecnologias de votação

O uso de urnas que garantissem votação secreta pode parecer óbvio nos dias de hoje, mas não foi sempre assim, tendo permanecido controverso ao longo de grande parte do século XIX. Na Inglaterra, o movimento social denominado Cartismo buscava reformas políticas e sociais e, em 1838, a primeira petição de seus integrantes demandava, entre outras ações, sufrágio universal e voto secreto. O filósofo inglês John Stuart Mill (1806 – 1873) chegou a argumentar contra a urna secreta, pois, para ele, como o sufrágio não era universal, os não-eleitores tinham direito a conhecer o voto dos eleitores visando poder pressioná-los a representá-los. Ademais, para ele, em uma sociedade igualitária, os eleitores não devem necessitar da proteção fornecida pelo voto secreto (Jones, 2009).

“(...) The first Chartist petition of 1838 ended with a demand for universal suffrage and the secret ballot. In their 1838 pamphlet, the Chartists published a description of a mechanical voting machine attributed to Benjamin Jolly of Bath England. Another Englishman, Henry Spratt, patented a voting machine in the United States in 1875. The primary purpose of these machines was to provide for a secret ballot”. (Early requirements for mechanical voting systems. Jones, D. W. 2009, pág. 2)

2.3.1 Panorama histórico

A primeira aplicação prática de uma urna secreta veio da Austrália, quando diferentes estados adotaram diversos modelos nos anos de 1856 e 1857. Por isso, fora da Austrália, a ideia de “urna secreta” ficou conhecida como “*Australian ballot*” (“urna australiana”). Nos anos seguintes, as discussões sobre o tema levaram a argumentação de que o direito ao voto secreto envolve outros direitos subsidiários, questão elucidada pela diferença entre o *Ballot Act* na Grã-Bretanha, em 1872, e pela Constituição de 1902 da Virgínia (EUA). Dada sua relevância histórica e referencial, iremos descrevê-los a seguir.

Segundo o *Ballot Act* (1872, em vigor na Grã-Bretanha), os votos deveriam ser numerados de forma seriada e atrelados aos eleitores. Essa conexão entre o eleitor e seu voto deve ser preservada de forma secreta e somente exposta por determinação

do Parlamento ou por corte competente, o que pode ser realizado em caso de controvérsia plausível. Por exemplo, caso seja identificado que determinado eleitor não poderia ter votado, é possível acessar esse voto e eliminá-lo do cômputo final. Além disso, após o fechamento da votação, caso haja qualquer tipo de ambiguidade, o eleitor que depositou seu voto pode conferir se o voto depositado corresponde ao que intencionou realizar. A esse tipo de votação – cuja conexão entre o voto e o eleitor responsável pode ser estabelecida – damos o nome de “sigilo condicional” (“*conditional secrecy*”). Tal possibilidade traz consigo desafios inerentes, como, em caso de eleição desonesta, os votos poderiam ser revelados em ordem, o que permitiria identificar os eleitores visando puni-los. Além disso, tal prática poderia ensejar a venda de votos em um cenário cujos eleitores saibam o número de seu voto e, revelados os registros em ordem de votação, o eleitor possa comprovar em quem votou.

“If voters record the numbers on their ballot, they may sell their votes to someone who can see the ballot, for example, an observer at the count. This risk is posed by any system that permits voters to prove which ballots are theirs, regardless of whether the authorities can link ballots to voters”. (Early requirements for mechanical voting systems. Jones, D. W. 2009, pág. 2)

Em contraste, a Constituição de 1902 da Virgínia proibia qualquer tipo de identificação ou marca na cédula de votação que tornasse o voto conectado ao respectivo eleitor que o depositou. A esse modelo damos o nome de “sigilo absoluto” (“*absolute secrecy*”). Atualmente, é consenso internacional a necessidade do sigilo do voto, direito que está incluso na Carta de Paris por uma nova Europa (1990), assinada pelos países membros da Organização do Tratado do Atlântico-Norte (OTAN) e pelos signatários do então Pacto de Varsóvia. Além disso, o Conselho da Europa contempla, em seu regulamento, a exigência de não ser possível reconstruir a ligação entre o eleitor e seu voto.

Visando garantir sigilo eleitoral, o primeiro esquema de criptografia foi desenvolvido em 1893 por John McTammany (1845 – 1915). As máquinas de votação McTammany foram usadas em diversas jurisdições nos Estados Unidos. McTammany recebeu aprovação legislativa para uso limitado de suas máquinas em Massachusetts em 1893, mas foi somente em 1896 que suas máquinas passaram a ser amplamente

utilizadas naquele estado. Connecticut aprovou o uso da máquina McTammany em 1895. À época, ele sabia que seria possível identificar o voto de alguém contando os eleitores à medida que eles entravam e, depois, contando as fileiras de marcas na folha. A solução proposta por ele foi escalonar as linhas de marcas, o que levaria a intercalar os registros de votos no rolo de papel, dificultando a identificação do respectivo eleitor responsável por cada voto.

Já em Rhode Island, a máquina de votação Tammany foi discutida pela Suprema Corte estadual, e o então Procurador-Geral Horatio Rogers afirmou que a referida máquina não atendia à lei estadual por falta de transparência. Ou seja, os eleitores não tinham como verificar se seus votos foram registrados conforme pretendido. “Um eleitor que votou nesta eleição não tem conhecimento, por seus próprios sentidos, que ele alcançou o resultado esperado. O máximo que se pode dizer é que, se a máquina funcionou como pretendido, então, ele votou”, afirmou o Procurador-Geral de Rhode Island à Suprema Corte de Rhode Island.

Acrescenta-se, ainda, a diferenciação existente entre “possibilidade de recontagem dos votos” e “redundância”: a máquina de Tammany permitia recontagem, mas não contava com qualquer mecanismo de redundância – ou seja, o eleitor não podia, efetivamente, ter certeza que seu voto fora depositado conforme pretendido. Ambos os conceitos foram acrescentados, um século depois, aos padrões de votação dos EUA, de 1990. Também constam nos padrões esperados em eleições europeias que, no Standard nº 26, aborda a necessidade de ser possível recontar os votos, enquanto o Standard nº 77 preconiza a necessidade de redundância para evitar falhas.

Em relação às máquinas de votação, os primeiros modelos dispensavam totalmente registros duráveis dos votos e, portanto, proporcionavam absoluto sigilo. Em 1858, Allan Cummings e Samuel Jollie patentearam uma urna transparente e competitiva. Segundo Jollie, sua urna foi projetada para que os espectadores pudessem ver o que é inserido e o que é retirado dela. Dessa máquina, foram vendidas 1.200 unidades para a cidade de Nova Iorque, utilizadas nas eleições de 1857. De fato, tal requisito é importante para garantir a transparência da urna, conforme aponta a literatura.

“A physically transparent ballot box allows voters and observers to verify that the box is empty at the start of the day, that the ballots they put in go in, that no voter puts in more than one ballot, and that all the ballots are counted at the end of the day. Any voting system with these attributes can be described as transparent, regardless of whether it is made of glass”. (Early requirements for mechanical voting systems. Jones, D. W. 2009, pág. 3)

Já em 1860, Miles Shinn patenteou uma urna opaca que incluía um contador público, o qual registrava o número de votos depositados. O objetivo da transparência foi alcançado por meio da zerésima – ou seja, no início da eleição, mostrava-se que havia zero votos inseridos e, conforme os eleitores se dirigiam à urna, o contador público era atualizado. Ao final da eleição, o número de eleitores deveria coincidir com o número de votos depositados.

Em 1873, James Savage acrescentou um selo de endosso à urna visando impedir que eleitores desonestos votassem mais de uma vez. Por meio de uma manivela, só a cédula mais acima seria lida a cada rodada (a cada eleitor dirigindo-se à urna). Assim, caso vários votos fossem depositados, somente o último seria computado. No ano de 1884, o estado de Massachusetts determinou o registro do voto nas urnas, inclusão que foi realizada por meio de contador público desenvolvido pelo britânico Henry Spratt. Tal desenvolvimento foi acrescentado a já existente patente do inventor, que havia sido depositada em 1875. Apesar disso, essa máquina não poderia ser utilizada em eleições nacionais dos EUA, pois só suportava uma eleição multicandidato por vez.

A legislação americana de 1990 requer que as urnas tenham contadores públicos – e tal necessidade foi reiterada nas diretrizes de 2005 do País. O primeiro sistema de votação mecânica que aborda a necessidade de o eleitor ter ciência se seu voto foi depositado conforme pretendido foi patenteado em 1893 por Urban Iles, o que utilizava cédulas de cartão perfurado (Jones, 2009). Assim, por meio de perfuração na cédula, o eleitor poderia verificar se seu voto foi registrado corretamente. Depois disso, removiam-se as cédulas das máquinas de votação.

“An alternative model for voter verification involves equipping a direct-recording machine with a mechanism to produce an auxiliary voter-verifiable paper trail. In 1899, Joseph Gray

patented such a machine. This machine enables the voter to indicate the candidate or candidates who desires to vote upon a ticket having the names of candidates printed thereon and, at the same time, to register his vote or votes by means of an apparatus designed for the purpose". (Early requirements for mechanical voting systems. Jones, D. W. 2009, pág. 4)

Apesar dos novos desenvolvimentos, mecanismos de votação que permitissem verificação do voto não tiveram sucesso no mercado devido a variadas limitações que apresentavam, e a ideia de máquinas de votação com possibilidade de verificação do voto foi esquecida até a segunda metade de século XX. Entre os modelos que trouxeram à tona novamente a ideia, está a Votomatic, modelo desenvolvido por Joseph Harris em 1965, que incluía um código numérico único a cada cédula depositada.

2.3.2 Mecanismos de votação

Em relação aos métodos de votação, estes podem ser amplamente categorizados em votação tradicional e votação eletrônica. Cada qual possui subcategorias que refletem avanços técnicos e preocupações relacionadas à acessibilidade, segurança e confiabilidade do processo eleitoral, conforme abaixo.

1) Votação tradicional, método convencional por meio do qual os eleitores marcam as cédulas de papel manualmente ou utilizam máquinas de alavanca mecânica para isso. As cédulas, sejam marcadas remotamente ou em uma seção eleitoral, são coletadas e contadas pelos mesários. Dentro desse tipo de votação, há duas categorias principais:

a) **Votação em papel**: neste método, os eleitores usualmente marcam suas escolhas na cédula à mão, ao lado do candidato ou opção em que desejam votar. Em seguida, as cédulas são contadas manualmente. Tal votação pode ser remota (realizada por meio de correio ou outro meio de entrega) ou presencial (quando o eleitor se desloca até sua seção eleitoral).

- b) Máquinas mecânicas de alavanca: usadas pela primeira vez na década de 1890, as máquinas de votação com alavanca mecânica foram usadas em muitos estados durante o século XX. Em 1996, eram usadas por 20,7% dos eleitores registrados nos Estados Unidos. Desde 2010, nenhuma máquina de votação com alavanca mecânica foi usada em eleições federais.
- c) Seu funcionamento requer que o eleitor indique sua escolha pressionando a alavanca localizada ao lado do candidato desejado. Assim que o eleitor termina, este puxa a alavanca grande novamente, o que faz com que os contadores associados à sua escolha sejam adicionados e a máquina fique preparada para o próximo eleitor.

2) Votação eletrônica, método de votação que utiliza dispositivos eletrônicos para registrar, emitir ou contar votos. A **Figura 2** ilustra uma Máquina mecânica de votação (EUA). Em geral, podem ser divididos em quatro subcategorias, conforme abaixo.

Figura 2 - Máquina mecânica de votação (EUA)



Fonte: Verified Voting.org

- a) Cartão perfurado: desenvolvido na década de 1960, utilizava cartões modificados nos quais os eleitores, usando uma caneta, perfuravam as cédulas correspondentes às suas escolhas de candidato. Após a votação, o cartão perfurado era depositado em urna. Posteriormente, eram contados utilizando um leitor para este fim.
- b) *Direct Recording Electronic* (DRE) / Registro Eletrônico Direto: consiste em um sistema eletrônico que apresenta cédulas e visa registrar as escolhas dos eleitores diretamente na memória do computador. Os eleitores interagem com os DREs usando botões, telas sensíveis ao toque ou mostradores.

Alguns DREs possuem impressoras de “Trilha de Auditoria em Papel Verificada pelo Eleitor” (*Voter Verified Paper Audit Trail - VVPAT*), ilustrada pela **Figura 3**, permitindo que os eleitores confirmem suas escolhas visualizando-as em um registro em papel, que pode ser usado para auditorias ou recontagens pós-eleitorais.

Figura 3 - Direct Recording Electronic (DRE)



Fonte: Verified Voting.org

- c) Sistemas de escaneamento óptico: hardware e software de computador especializados são usados para ler e interpretar votos.

Os eleitores marcam suas escolhas em cédulas legíveis por máquina, preenchendo símbolos ao lado de seus candidatos preferidos. Uma vez marcadas, essas cédulas podem ser escaneadas diretamente no local de votação ou coletadas e escaneadas em um local único.

- d) *Ballot Marking Devices* (BMDs) / Dispositivos de Marcação de Votos: apresentam as cédulas eletronicamente, permitem que os eleitores façam seleções e, em seguida, produzem uma cédula de papel legível por humanos sem armazenar o voto eletronicamente. Os BMDs podem marcar cédulas preexistentes ou imprimir resumos, às vezes com códigos de barras ou QR codes.
- e) Votação eletrônica (*e-voting*): traz consigo um subconjunto de metodologias de votação eletrônica em que as cédulas são transmitidas e registradas pela internet. Termos como “votação eletrônica remota” (*remote e-voting*), “votação móvel” (*mobile voting*) e “votação online” (*online voting*) são frequentemente usados na literatura para descrever esses sistemas. Todos esses termos são agrupados sob a estrutura conceitual de sistemas de votação eletrônica. Além disso, os sistemas de votação eletrônica baseados em blockchain são um tipo de votação eletrônica que se baseia na internet, utilizando uma rede de computadores ponto a ponto (*peer-to-peer*) que emprega essa tecnologia para emitir e contar votos em uma eleição.

Independentemente do sistema utilizado, há necessidades que devem ser garantidas em todo pleito, de acordo com a literatura. Para Camargo *et al* (2012), as principais necessidades em eleições são as que seguem abaixo.

- I. Usabilidade: entendida como a capacidade de acessar determinado sistema, o qual pode ser utilizado por milhões de pessoas oriundas de contextos distintos. Portanto, o sistema deve ser facilmente compreendido e operado;

- II. Portabilidade: capacidade de transportar e instalar determinado sistema eleitoral;
- III. Autonomia: como o sistema opera e quais ferramentas são necessárias para ativar suas funcionalidades;
- IV. Segurança: entendida como a capacidade do sistema gravar como lançado, transmitir como pretendido e contabilizar como gravado (Del Blanco e Gascó, 2019).

Quando pensamos em uma votação cuja segurança podemos aferir, podemos imaginar uma urna física (DE GRAAF, 2017). Então, uma eleição convencional passa pelas seguintes etapas:

- a) Realizada lista com todos os eleitores legítimos;
- b) Antes de iniciar a eleição, mostra-se a urna aos presentes para provar que está vazia;
- c) Um eleitor que ainda não tenha votado recebe sua cédula, segue até a cabine de votação e a preenche com seu voto. O eleitor pode rever se sua anotação está correta;
- d) Depósito da cédula na urna. Daí em diante não é possível modificar este voto;
- e) Abertura das urnas e apuração pública das cédulas;
- f) Caso não haja consenso sobre o resultado, pode-se realizar recontagem.

*Esquema explicativo elaborado por DE GRAAF, 2017, pág. 19.

O referencial acima esboçado pode ser seguido independentemente da formatação gráfica das cédulas e da forma pela qual os eleitores manifestam suas preferências, seja desenhando uma cruz no quadrado, preenchendo um círculo, escrevendo um número etc. Para De Graad (2017), estas diferenças não devem

alterar os requisitos de segurança para eleições, que são enumerados pelo autor conforme descrevemos a seguir.

Requisito A: que apenas eleitores válidos votem.

Explicação: que apenas o conjunto finito de eleitores, definido antes do início da votação, esteja habilitado a votar.

Requisito B: *one man, one vote*.

Explicação: que cada eleitor vote, no máximo, uma única vez.

Requisito C: sigilo do voto.

Explicação: após o depósito do voto, nem mesmo com a conivência do eleitor deve ser possível deduzir ou visualizar seu voto. Também deve ser possível evitar a chamada “influência imprópria” – ou o “voto de cabresto” – a fim de evitar coerção ou venda de voto. Assim, durante a votação não deve ser criada nenhuma prova que possa ser vinculada ao voto dentro da urna.

Requisito D: verificação da cédula

Explicação: “o eleitor pode verificar seu voto, se certificar de que seu voto é válido e pode rever seu voto antes de se comprometer” (idem *ibidem*, pág. 22).

Requisito E: a cédula será apurada

Explicação: o eleitor deve ser convencido de que seu voto será apurado sem que seja entregue a ele uma prova ou recibo de que seu voto estará dentre os apurados, pois tal ato poderia ferir o Requisito C.

Requisito F: integridade da cédula e da urna

Explicação: “não deve ser possível que alguém modifique uma cédula, ou remova-a da urna, nem deve ser possível adicionar cédulas não provenientes de eleitores legítimos” (idem *ibidem*, pág. 23).

Requisito G: sigilo até o fim da votação

Explicação: conforme explica De Graaf, a apuração parcial poderia ocasionar diversos problemas. Em primeiro lugar, duas apurações parciais seguidas poderiam expor o

voto do último eleitor. Em segundo, o conhecimento do resultado parcial poderia influenciar próximos votantes. Em terceiro, acessar resultados parciais poderia gerar vantagem em termos de alocação de recursos eleitorais ou, mesmo, desencadear a interrupção da votação (pág. 23).

Requisito H: corretude da contagem

Explicação: somente os votos sem dubiedade para interpretação devem ser apurados. Assim, também, somente um voto por eleitor deve ser contabilizado.

Requisito I: a apuração é pública

Explicação: para maior credibilidade do processo é importante que representantes dos diversos partidos e/ ou candidatos estejam presentes à apuração e possam verificar os trâmites.

Requisito J: direito a auditar

Explicação: deve existir a possibilidade de serem recontados os votos. Caso isso se dê, o resultado deve ser finalístico – ou seja, coincidir com o resultado inicialmente publicizado pelas autoridades competentes.

Em princípio, alterações no modo de votação não devem interferir no cumprimento aos requisitos supramencionados. Contudo, as mudanças nas tecnologias eleitorais têm impacto na questão da transparência e da verificabilidade. Para De Graaf (2017), transparência e permitir à parte passiva o acompanhamento do processo com facilidade e permitindo-lhe concluir que este é executado de forma honesta. Para a democracia é de extrema importância que as eleições tenham credibilidade e confiabilidade, sob risco de alteração na ordem democrática nacional.

2.3.3 Sistemas para votação eletrônica

Conforme exposto anteriormente, diversos sistemas foram sendo desenvolvidos e patenteados ao longo dos anos. Com a formalização americana e europeia da necessidade de voto secreto e irastreabilidade do eleitor responsável pelo respectivo voto, os passos percorridos em cada eleição passaram a ter baixa variação, sendo costumeiramente os apontados por Kho, Heng e Chin (2022): registro dos eleitores, depósito do voto, registro do voto, encriptação do voto, transmissão da

urna para o servidor, armazenamento do voto, contagem do voto e tabulação dos resultados da eleição.

Com base na literatura, há três tipos de sistemas para voto eletrônico, a saber: Direct Recording Machine (DRE); Voter Verifiable Paper Audit Trail (VVPAT) e End-To-End (E2E). Estes são macrossistemas, que podem apresentar diversas variações entre si, dados os protocolos específicos de votação adotados em cada um. Abaixo segue explicação de cada um dos sistemas.

a) Direct Recording Machine – DRE

São dispositivos que dependem unicamente do software para efetuar o processo de registro do voto (Varejão Júnior, 2014). Por meio dela, o eleitor registra seu voto tocando na tela ou utilizando um teclado adaptado. Não utilizam papel para registro do voto, os quais são armazenados somente em um dispositivo de memória secundária, podendo ou não estar encriptados (Costa, 2008). Além disso, não há registro físico do voto passível de ser conferido pelo eleitor. Na Figura 4, apresenta-se o modelo utilizado nas eleições no Brasil.

Figura 4 - Urna de votação utilizada no Brasil e terminal conectado



Fonte: Jornal O Povo

Nesta arquitetura da urna eletrônica há um cabo que conecta o terminal do mesário ao local em que será registrado o voto. O mesário o título do eleitor num equipamento chamado microterminal, fisicamente conectado à urna (pag. 32).

Aduz De Graaf (2017) que, por esta razão, bastaria registrar em separado as teclas do microterminal e as da urna para, então, relacioná-las e vincular o voto ao eleitor.

Máquinas de votar do tipo DRE possuem limitações, como a impossibilidade de auditoria independente do software, bem como sua vulnerabilidade a ataques (Aranha et al, 2018).

b) Voter Verifiable Paper Audit Trail – VVPAT

O conceito de “independência do software” pressupõe que, caso haja uma alteração ou modificação no software, este não poderá causar uma modificação ou erro indetectável ao resultado do pleito (Varejão Júnior, 2014). As máquinas do tipo VVPAT, ilustrada pela Figura 5, são conhecidas como do tipo que tem “voto impresso”. Neste modelo, o eleitor pode realizar seu voto em máquinas de votação do tipo DRE, as quais são acopladas a um scanner óptico (PCOS).

Figura 5 - Máquinas de votação do tipo Voter Verifiable Paper Audit Trail (VVPAT)



Fonte: B.PAC – Let's Be Better (2018)

Neste tipo de sistema, o voto impresso é depositado em uma urna após conferência pelo eleitor. Esta trilha física é, em tese, capaz de garantir uma eventual recontagem de votos. Contudo, dada a elevada quantidade de votos, ainda é possível que haja fraudes e que estas passem despercebidas.

c) End-to-end – E2E

Estes sistemas de votação, conhecidos como “verificáveis de ponta a ponta”, são dotados de características que atendem aos requisitos de integridade e sigilo do voto (VAREJÃO JÚNIOR, 2014). Realizado de modo eletrônico, visa prover mecanismos que possibilitem a verificação do voto principalmente em razão de sua imaterialidade.

A cédula de votação, ao ser depositada na urna, gera um código de verificação encriptado. Há diversos esquemas de criptografia que podem ser utilizados, tendo em comum que os valores de entrada não podem ser desvendados; somente os valores de saída são conhecidos. Para Ben Adida (2008), “verificabilidade de ponta a ponta é a única forma de garantir qualquer nível de integridade” (idem *ibidem*, pág. 345). A supracitada verificabilidade pode se dar de modo individual, quando o próprio votante é capaz de conferir se seu voto foi depositado e apurado conforme pretendido; ou de modo universal, quando qualquer eleitor ou não-eleitor é capaz de conferir se os resultados estão de acordo com o anunciado pelos organizadores da eleição.

São características principais de sistemas E2E que, se estiver funcionando corretamente, (1) cada voto é deve ser contabilizado conforme pretendido e (2) que ninguém, além do eleitor, tem conhecimento do conteúdo de seu voto (Varejão Júnior, 2014). Além disso, sistemas E2E permitem completa mobilidade do eleitor, pois podem ser feitos on-line.

2.3.3.1 Princípio da independência do software

A noção de independência do software foi introduzida pelos pesquisadores Ronaldo Rivest (MIT) e John Wack (NIST), em 2006. Ela expressa que, se houver

erro ou modificação no software, este não poderá causar modificação ou erro identificável no cômputo final.

Um sistema de votação é independente do software se uma mudança ou erro não detectado em seu software não pode causar uma mudança ou erro indetectável em um resultado eleitoral. Um sistema de votação que não é independente de software é dito dependente de software, ou seja, em certo sentido, é vulnerável a erros de programação, códigos maliciosos ou manipulação de software não detectados – e, portanto, a corretude dos resultados da eleição depende da corretude do software. (De Graaf, pág. 39, 2017)

Para exemplificar esta noção de independência do software, De Graaf propõe que imaginemos um adversário detenha o controle sobre o software existente, seja por acidente ou invasão). Com tal habilidade seria possível ao adversário burlar uma eleição sem risco de detecção? Se sim, o software não tem redundância suficiente para verificação cruzada e a má conduta não pode ser detectada. Caso a detecção de erro possa ser feita por um eleitor, funcionário eleitoral técnico, auditor ou observador, então há redundância suficiente.

Assim, a independência do software refere-se à capacidade de o sistema produzir resultados verificáveis de forma independente do código que os processa, permitindo que erros ou manipulações no software não comprometam a verificação dos votos (Rivest e Wack, 2006). Os sistemas DRE (Direct Recording Electronic), amplamente utilizados em processos eleitorais informatizados, não atendem ao princípio da independência do software. Em sua análise seminal sobre o tema, Rivest e Wack (2006) afirmam que um sistema de votação possui independência do software quando "uma alteração ou erro não detectado no software não pode causar uma alteração ou erro indetectável no resultado da eleição". Sistemas DRE tradicionais registram os votos diretamente na memória interna da máquina sem produzir um registro físico verificável pelo eleitor. Por isso, qualquer auditoria posterior depende exclusivamente do próprio software que registrou os votos, o que compromete sua confiabilidade e viola o critério de independência.

Esse cenário reforça a importância da adoção de mecanismos complementares, como o VVPAT (Voter-Verified Paper Audit Trail), que permite a verificação do voto por meio de um registro físico que o eleitor pode visualizar

antes da confirmação final. A utilização de registros auditáveis por fontes externas ao software é considerada um requisito indispensável por organismos como o National Institute of Standards and Technology (NIST, 2006) e o Election Assistance Commission (EAC, 2011).

Os sistemas de votação com verificabilidade de ponta a ponta (End-to-End Verifiable Voting Systems – E2E) representam uma classe avançada de soluções que atendem plenamente ao critério de independência do software, conforme estabelecido por Rivest e Wack (2006). A independência do software implica que uma alteração ou falha não detectada no código da urna não pode gerar uma mudança indetectável no resultado da eleição. Os sistemas E2E superam essa exigência ao permitir que qualquer indivíduo – incluindo eleitores, auditores ou observadores externos – possa verificar matematicamente que os votos foram registrados, armazenados e contabilizados corretamente, sem depender da confiança no software utilizado no processo.

A verificabilidade dos sistemas E2E é alcançada por meio de técnicas criptográficas, como provas de conhecimento zero, homomorfismo criptográfico e auditorias abertas. Modelos como o Scantegrity (Chaum et al., 2008), Prêt à Voter (Ryan et al., 2005) e Helios (Adida, 2008) demonstram que é possível garantir não apenas a integridade da apuração, mas também o sigilo do voto, ainda que todo o processo de verificação seja público. Nesses sistemas, os eleitores podem confirmar que seus votos foram registrados corretamente e, posteriormente, que esses votos foram efetivamente contados no total divulgado, sem revelar suas escolhas. A literatura especializada destaca os sistemas E2E como a principal solução contemporânea para conciliar verificabilidade, sigilo e resistência a falhas maliciosas de software. Além disso, órgãos como o National Institute of Standards and Technology (NIST) e a Election Assistance Commission (EAC) reconhecem a importância da verificabilidade independente como requisito para sistemas eletrônicos confiáveis. Assim, ao contrário dos sistemas DRE tradicionais, os sistemas E2E fornecem garantias técnicas robustas que permitem auditorias públicas e independentes, fortalecendo a transparência e a legitimidade dos processos eleitorais.

2.3.4 Voto eletrônico (e-voting)

Em muitas situações, a tecnologia é apresentada como forma de consertar problemas presentes na política. É o caso do e-voting, tido, por vezes, como solução à baixa participação em eleições (principalmente nos casos em que o voto não é obrigatório), para apoiar populações que residem em locais afastadas e mobilizar eleitores no exterior. Além disso, o e-voting também é visto como meio para proteger contra fraudes possibilitadas pelo voto em papel (Maurer; Barrat, 2015).

Além do voto feito pela internet, o e-voting também inclui modalidades presenciais, cujo voto é feito em máquinas eletrônicas, tablets e afins – podendo estas máquinas estarem ou não conectadas à internet. Novos sistemas de votação, independentes do software, vêm sendo desenvolvidos no formato e-voting. Do tipo E2E, trazem maior possibilidade de verificação. De acordo com Maurer e Barrat (2015), “a verificação do voto é crucial não somente no dia da eleição, mas também para criar legitimidade a qualquer novo governo”.

A literatura recente sobre segurança em sistemas de votação eletrônica tem avançado no mapeamento de abordagens criptográficas que buscam preservar simultaneamente o sigilo do voto, a auditabilidade da eleição e a resistência à manipulação. No artigo de revisão conduzido por Kho, Heng e Chin (2022), são categorizados seis principais tipos de esquemas de votação eletrônica criptográfica (e-voting), cada um fundamentado em técnicas distintas e voltado à resolução de desafios específicos relacionados à segurança, verificabilidade e coerção.

O primeiro modelo discutido é o sistema baseado em redes de mistura, ou *Mix-Net-based e-voting*. Esse tipo de sistema utiliza uma cadeia de servidores intermediários (mix-servers) que reordenam aleatoriamente os votos criptografados, de forma que a associação entre o eleitor e o conteúdo do voto seja eliminada. Durante esse processo, a *recriptografia* e a prova de conhecimento zero permitem assegurar que os votos não foram alterados, mesmo sem revelar seu conteúdo. Essa abordagem garante anonimato robusto e verificabilidade universal, embora envolva alta complexidade computacional e organizacional.

Embora a literatura técnica reconheça a força desse sistema na proteção da privacidade do eleitor (Chaum et al., 2008), autores como Ryan et al. (2005) e Rivest (2006) advertem que sua complexidade operacional e o alto custo computacional dificultam a adoção em eleições nacionais, sobretudo em países com infraestrutura limitada ou prazos eleitorais rígidos. O uso de Mix-Net permanece mais comum em votações de pequena escala, como eleições universitárias ou consultas internas.

O segundo modelo apresentado é o esquema baseado em criptografia homomórfica - *Homomorphic Encryption-based e-voting* -, no qual os votos são criptografados de forma que possam ser somados enquanto ainda permanecem cifrados. Após a votação, os resultados agregados são descriptografados, produzindo a contagem final sem revelar os votos individuais. Essa abordagem elimina a necessidade de mixagem ou registros físicos, mantendo o sigilo do voto com menor custo operacional. No entanto, a verificabilidade individual pode ser limitada, a depender do protocolo adotado.

Esse esquema foi adotado em sistemas como Helios (Adida, 2008), em que a apuração pode ser feita publicamente com verificabilidade matemática. No entanto, a literatura aponta limitações importantes: embora seja eficiente do ponto de vista computacional, o modelo exige que os eleitores compreendam e participem ativamente da verificação de seus votos — algo que nem sempre ocorre, conforme apontado por Benaloh (2006). A ausência de envolvimento cívico efetivo pode tornar inútil uma verificabilidade formalmente impecável.

Apresentamos o *Helios*, o primeiro sistema on-line e auditável. O *Helios* é público e acessível hoje: qualquer um pode criar e rodar uma eleição, e qualquer observador pode auditar o processo de ponta a ponta. O *Helios* é ideal para comunidades on-line, grupos de clubes, associações estudantis e outros ambientes em que confiança e eleições secretas sejam requeridas, mas que o risco de coerção não seja alto. (Adida, 2007)

Segundo Adida (2008), o *Helios Voting* é o “primeiro sistema de voto eletrônico que permite auditoria” (pág. 335). Conforme explica, em um navegador moderno, qualquer pessoa pode criar uma eleição, convidar eleitores para uma

urna secreta, registrar o voto e gerar uma prova validando todo o processo (pág. 335). Todas as fases são passíveis de serem auditadas. Segundo Adida (2008), o *Helios Voting* é recomendado para eleições com baixo risco de coerção. Em eleições com alto risco de coerção, o eleitor pode ser influenciado por um “adversário” que observe o que ele faz no computador, tablet ou celular.

Para Adida (2007), a condição mais importante que um sistema de votação deve ter é a integridade: a capacidade de, mesmo que todos os administradores sejam corruptos, não permitir que o registro da eleição seja alterado de forma convincente. Conforme explica, os resultados da eleição podem ser integralmente auditados. Além disso, o *Helios Voting* introduz a abordagem “depositar ou auditar”, que busca garantir que o voto será depositado como pretendido: o eleitor pode votar quantas vezes desejar e, no momento de depositar seu voto, pode auditar sua cédula em vez de depositar seu voto.

O terceiro tipo é o modelo com uso de assinaturas cegas - *Blind Signature-based e-voting* -, que permite ao eleitor obter a assinatura da autoridade eleitoral sobre um voto sem que essa autoridade conheça seu conteúdo. O voto assinado pode então ser depositado anonimamente na urna eletrônica. Esse método fornece forte proteção contra a rastreabilidade e tem sido aplicado em sistemas práticos, embora careça, em muitos casos, de verificabilidade universal e proteções contra votos duplicados sem complementações adicionais.

No entanto, como assinalado por Rubin (2002), esse modelo não oferece, por si só, mecanismos de verificação universal, tampouco garante proteção contra votos múltiplos, exigindo camadas adicionais de controle. Além disso, sua aplicabilidade em eleições governamentais é rara, devido à dificuldade de reconciliação com cadastros eleitorais oficiais e auditoria externa.

O quarto modelo analisado é o sistema baseado em blockchain - *Blockchain-based e-voting* -, que emprega tecnologias de registro distribuído para armazenar votos de maneira imutável e auditável. Cada voto é registrado como uma transação em uma blockchain, o que garante integridade e transparência. O modelo enfrenta desafios significativos em termos de escalabilidade, desempenho

e resistência à coerção em cenários de votação pública. Além disso, o consumo energético e os requisitos computacionais podem dificultar sua aplicação em larga escala.

Tal modelo tem se destacado como uma das inovações mais promissoras no campo da votação eletrônica, especialmente por sua capacidade de oferecer integridade, transparência e imutabilidade dos registros eleitorais em larga escala. Conforme analisado por Kho, Heng e Chin (2022), a utilização de tecnologias de registro distribuído permite que cada voto seja armazenado como uma transação criptografada em uma cadeia de blocos, tornando virtualmente impossível a alteração ou exclusão de votos após sua submissão. Essa arquitetura confere à apuração um caráter verificável por qualquer observador, independentemente de acesso privilegiado ao sistema, o que se alinha diretamente ao princípio da verificabilidade universal defendido por Rivest e Wack (2006). Em contextos institucionais com baixa confiança pública, a rastreabilidade e a auditabilidade pública garantidas pela blockchain podem funcionar como mecanismo de reforço da legitimidade eleitoral. Além disso, pesquisas recentes apontam que, com o uso de técnicas como *zero-knowledge proofs* e criptografia de chaves públicas, é possível mitigar riscos à privacidade do eleitor, mantendo o anonimato mesmo em sistemas totalmente auditáveis (Zhang et al., 2021).

Países como a Coreia do Sul e a Estônia vêm experimentando modelos híbridos que incorporam blockchain em fases do processo eleitoral, como verificação de identidade, registro de votos ou auditoria de resultados, com resultados tecnicamente satisfatórios. Embora ainda enfrente desafios relacionados à escalabilidade e ao consumo energético, o modelo baseado em blockchain representa um avanço significativo na direção de sistemas eleitorais mais transparentes, resilientes e auditáveis, especialmente quando integrado a outras técnicas criptográficas.

O quinto modelo descrito pelos autores é o de criptografia resistente a computadores quânticos - *Post-Quantum Cryptography-based e-voting* -, voltado à proteção a ataques viabilizados por avanços na computação quântica. Esses sistemas substituem algoritmos tradicionais, como RSA ou ElGamal, por

alternativas resistentes a algoritmos quânticos, incluindo criptografia baseada em reticulados (*lattice-based*), códigos de erro e funções hash. Embora ainda em fase experimental, essa abordagem antecipa cenários futuros em que os paradigmas atuais de segurança possam ser comprometidos.

Embora seja tecnicamente pertinente construir sistemas desde já resilientes a esse avanço, sua adoção prática é ainda incipiente. Conforme explicam Chen et al. (2016), algoritmos pós-quânticos, como os baseados em reticulados ou funções hash, enfrentam dificuldades de padronização e têm desempenho inferior em comparação com os algoritmos tradicionais. Assim, embora seu valor prospectivo seja alto, os sistemas e-voting baseados em criptografia quântica ainda estão distantes da aplicabilidade concreta em pleitos oficiais.

Por fim, o sexto modelo é o sistema híbrido (*Hybrid e-voting*), que combina elementos de dois ou mais dos modelos anteriores, com o objetivo de aproveitar os pontos fortes de cada técnica e mitigar suas fraquezas. Um exemplo típico seria a combinação de criptografia homomórfica com Mix-Net, assegurando tanto o sigilo na contagem agregada quanto o anonimato individual por meio do embaralhamento. Essa classe de sistemas exige alto grau de sofisticação técnica e pode ser ajustada conforme os requisitos institucionais, sendo apontada como promissora para cenários de votação complexos ou de alta sensibilidade.

É frequentemente citado o uso simultâneo de Mix-Net e criptografia homomórfica, garantindo anonimato e eficiência de apuração. Contudo, como advertem Volkamer e Grimm (2009), essa complexidade pode torná-los ininteligíveis ao eleitor comum, o que compromete um dos princípios fundamentais do voto democrático: a compreensão e o controle público sobre o processo eleitoral. Em sistemas excessivamente sofisticados, o risco é que a confiança se transfira da transparência para a tecnocracia.

Em conjunto, os seis modelos analisados revelam a diversidade de abordagens existentes no campo da votação eletrônica criptográfica, cada qual com ênfases distintas em segurança, verificabilidade, escalabilidade e compatibilidade com os princípios democráticos. A seleção e implementação de

um sistema específico devem considerar o contexto político, os requisitos institucionais e as capacidades tecnológicas de cada jurisdição.

2.3.4.1 Comparativo entre sistemas de voto eletrônico (e-voting)

Entre os modelos contemporâneos de votação eletrônica, o sistema Helios configura-se como um exemplo clássico de votação auditável fim a fim (End-to-End Verifiable – E2E). Desenvolvido por Ben Adida no contexto de seu doutorado na Universidade Harvard, sob orientação de Ronald L. Rivest, o Helios permite que os votos sejam criptografados de forma que a contagem possa ser realizada sem revelação individual, por meio de criptografia homomórfica, garantindo verificabilidade universal e individual com provas de conhecimento zero (Adida, 2008). Utilizado em associações, universidades e conselhos acadêmicos, é amplamente citado como modelo acadêmico de transparência, embora ainda não tenha sido adotado em eleições governamentais.

O sistema iVote, por sua vez, representa um modelo híbrido, desenvolvido pela Comissão Eleitoral de New South Wales, na Austrália, com apoio técnico da empresa Scytl. Ele combina autenticação forte, transmissão criptografada e um canal de verificação individual por meio de retorno de voto (voz ou SMS) (Del Blanco, 2019). Seu foco é ampliar o acesso ao voto remoto para grupos com barreiras de mobilidade. No entanto, não possui verificabilidade universal nem registro auditável independente. Análises de Halderman e Teague (2015) apontaram vulnerabilidades críticas, como a possibilidade de ataques man-in-the-middle durante a etapa de verificação.

O Scantegrity II é um sistema E2E com suporte físico, utilizado em eleições reais, como em Takoma Park (EUA), e combina cédulas de papel com códigos invisíveis revelados pelo eleitor no momento do voto. Esses códigos funcionam como recibos verificáveis sem comprometer o sigilo do voto, e podem ser verificados posteriormente em uma plataforma pública (CHAUM et al., 2008). O modelo alia a segurança tradicional do voto em papel com garantias de auditabilidade avançada.

O sistema Prêt à Voter, desenvolvido no Reino Unido, também pertence à categoria E2E e utiliza cédulas pré-embaralhadas com chaves criptográficas. O voto é dividido em uma parte visível (escolha) e uma parte criptográfica (autenticação), permitindo auditoria pública sem exposição da intenção de voto (Ryan et al., 2005). Embora seja altamente seguro, a complexidade técnica e necessidade de cédulas personalizadas dificultam sua aplicabilidade em larga escala.

Já o Voatz caracteriza-se por ser um sistema de votação baseado em blockchain, tendo sido testado em condados dos Estados Unidos. Permite votação via aplicativo móvel, com autenticação biométrica, e registra os votos em uma blockchain permissionada. Embora prometa transparência e segurança, foi criticado por não disponibilizar seu código-fonte para auditoria independente e por apresentar riscos de rastreabilidade (Park et al., 2020). Representa uma tentativa de integrar tecnologias emergentes à experiência de voto digital, mas ainda carece de consenso acadêmico quanto à sua robustez.

O sistema REVS (Remotegrity ou Return Code Voting) é classificado como um modelo de verificação individual baseada em códigos de retorno, não sendo considerado um sistema auditável fim a fim (E2E). Sua estrutura combina o uso de cédulas físicas com um canal digital de confirmação. Após o envio do voto, o eleitor recebe um código criptográfico que pode ser utilizado para verificar se o seu voto foi corretamente recebido pelo sistema. Embora essa abordagem ofereça um nível básico de verificabilidade individual, não fornece verificabilidade universal, ou seja, não permite que observadores externos auditem o resultado final de forma independente. Também não incorpora técnicas criptográficas avançadas, como contagem homomórfica, provas de conhecimento zero ou redes de mistura (Mix-Net), que são típicas dos sistemas E2E. Em vez disso, o REVS prioriza a simplicidade operacional e a transparência individual, sem anonimato criptográfico forte, sendo uma solução intermediária útil em contextos com infraestrutura limitada e necessidade de voto remoto. Sua proposta é garantir ao eleitor um mínimo de controle sobre o processamento de seu voto, sem depender de tecnologia sofisticada ou complexa (Specter; Halderman; Felten, 2020).

Por sua vez, o sistema Swiss Post – CHVote, utilizado na Suíça, é um modelo E2E com apuração homomórfica e provas criptográficas de integridade. Foi suspenso temporariamente em 2019 após pesquisadores identificarem falhas em sua implementação (Springall et al., 2019). Apesar disso, é um dos projetos mais ambiciosos no uso de criptografia avançada em eleições oficiais, e sua documentação contribui significativamente para o debate técnico-acadêmico sobre auditoria e segurança em sistemas eletrônicos.

Comparando-se os modelos, observa-se que Helios, Scantegrity II, Prêt à Voter e Swiss Post priorizam verificabilidade pública e garantias criptográficas, mesmo que a aplicabilidade institucional seja mais restrita. Já iVote e REVS priorizam acessibilidade e viabilidade operacional, mesmo com concessões em termos de auditabilidade plena. Voatz, por sua vez, se apresenta como uma alternativa descentralizada, mas ainda não consolidada cientificamente. A tensão entre verificabilidade, simplicidade, escala e confiança institucional permanece o ponto central no debate sobre qual tecnologia adotar em diferentes contextos eleitorais.

2.4 Requisitos para eleições eletrônicas

A adoção de sistemas de votação eletrônica ou on-line implica uma significativa redução na necessidade de deslocamento de eleitores, na alocação de espaços físicos e na mobilização de recursos humanos para condução do pleito. No entanto, a diminuição da infraestrutura presencial não pode ser dissociada do cumprimento de princípios essenciais que garantam a legitimidade, segurança e auditabilidade do processo eleitoral eletrônico. Diversos autores e instituições internacionais estabeleceram requisitos mínimos para que um sistema eletrônico de votação seja considerado confiável (De Graaf, 2017; Rivest e Wack, 2006; Adida, 2008; OSCE, 2022). Com base na referida literatura especializada, abaixo listamos os principais fundamentos para eleições eletrônicas seguras.

1. Autenticidade do eleitor: apenas eleitores devidamente habilitados devem poder votar. Isso exige mecanismos robustos de autenticação e controle de elegibilidade (Rivest e Wack, 2006).

2. Princípio “um eleitor, um voto”: cada eleitor pode votar apenas uma vez, e o sistema deve impedir votos múltiplos, inclusive em caso de reenvio (De Graaf, 2017; Heiberg et al., 2011).
3. Sigilo do voto: o sistema deve garantir que o conteúdo do voto permaneça confidencial, inclusive perante o próprio eleitor após a votação, prevenindo coerção ou compra de votos (Adida, 2008; OSCE, 2022).
4. Verificabilidade da cédula antes do depósito: o eleitor deve ter a oportunidade de revisar sua escolha antes da confirmação final, assegurando que o voto corresponde à sua intenção (De Graaf, 2017).
5. Apuração da cédula: o eleitor deve ter confiança de que sua cédula será apurada corretamente, em igualdade de condições com as demais (Rivest e Wack, 2006).
6. Integridade da cédula e da urna: após o depósito, não deve ser possível alterar os votos ou comprometer a integridade da “urna” digital. Mecanismos de proteção contra alterações, inserções fraudulentas ou perdas devem ser garantidos (De Graaf, 2017; OSCE, 2022).
7. Sigilo até o encerramento da votação: o sistema deve impedir a divulgação de resultados parciais que possam comprometer o anonimato ou influenciar os eleitores remanescentes (Adida, 2008).
8. Correção na contagem: apenas votos válidos devem ser contabilizados, excluindo votos nulos ou não autorizados, garantindo precisão estatística e processual (Rivest e Wack, 2006).
9. Transparência na apuração: a contagem dos votos deve ocorrer de forma pública ou passível de auditoria independente, garantindo controle social e institucional sobre os resultados (OSCE, 2022).

10. Auditorias efetivas: o sistema deve permitir auditorias técnicas e operacionais, com capacidade de verificação independente sem comprometer o sigilo do voto. Dado que a recontagem física não é viável no ambiente digital, mecanismos como provas criptográficas, logs imutáveis e verificabilidade E2E tornam-se indispensáveis (Rivest e Wack, 2006; Adida, 2008).

2.5 Tecnologia blockchain

O blockchain é uma estrutura de dados distribuída e imutável, composta por blocos encadeados que armazenam transações (ou votos, no contexto de e-voting). Cada bloco contém um conjunto de dados, um timestamp, o hash do bloco anterior e o hash do bloco atual, assegurando a integridade sequencial. Esse encadeamento impede alterações retroativas sem consenso da maioria da rede, o que torna o sistema altamente resistente a fraudes e adulterações (Vladucu et al., 2023). A base técnica do blockchain reside em três pilares: (1) descentralização, (2) criptografia e (3) consenso distribuído. A descentralização ocorre pela replicação da base de dados por todos os nós (computadores) da rede. Esses nós mantêm cópias atualizadas do livro-razão e participam do processo de validação das transações. O modelo de consenso assegura que todos concordem com o estado atual da cadeia, mesmo diante de falhas bizantinas ou ataques.

Os algoritmos de consenso são responsáveis por garantir que todos os nós da blockchain mantenham um registro uniforme, válido e incorruptível das transações, mesmo em ambientes com participantes não confiáveis. Em contextos eleitorais, essa propriedade é essencial para assegurar que os votos sejam armazenados e apurados de forma íntegra e verificável, sem a necessidade de confiar cegamente em autoridades centralizadas. Abaixo, elencamos os tipos de algoritmos de consenso existentes, conforme literatura.

- a) Proof of Work (PoW) exige que os validadores resolvam problemas matemáticos complexos, garantindo integridade mediante esforço computacional. Embora altamente seguro, é ineficiente energeticamente e

lento, tornando-o inadequado para o contexto de votação eletrônica.

- b)** Proof of Stake (PoS) seleciona validadores com base na quantidade de tokens apostados. Oferece maior escalabilidade e menor consumo energético, mas apresenta risco de concentração de poder econômico e problemas de legitimidade democrática (Cachin e Vukolic, 2017).
- c)** Delegated Proof of Stake (DPoS) permite que eleitores escolham representantes validadores. É eficiente e escalável, mas reduz a descentralização e pode favorecer cartéis, o que exige mecanismos fortes de transparência e accountability (Bano et al., 2019).
- d)** Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT) opera mediante troca de mensagens entre nós conhecidos e confiáveis. É ideal para redes permissionadas e sistemas eleitorais institucionais, garantindo alta performance e tolerância a até 1/3 de nós maliciosos (Castro e Liskov, 1999).
- e)** Proof of Authority (PoA) baseia-se em um conjunto fixo de validadores com identidades verificadas. Muito eficiente, porém centralizado, é adequado para eleições corporativas ou controladas, onde as partes confiam nos validadores nomeados.
- f)** Proof of Burn (PoB) exige que validadores destruam tokens como forma de demonstrar comprometimento. É economicamente dispendioso e conceitualmente incompatível com o contexto cívico da votação eletrônica (Moin et al., 2022).
- g)** Proof of Vote (PoV) é um modelo emergente que usa os próprios votos como mecanismo de validação. Embora conceitualmente promissor, carece de implementações práticas e enfrenta desafios em alinhar sigilo, integridade e descentralização.

Já a privacidade e a auditabilidade de sistemas de votação blockchain dependem do uso rigoroso de técnicas criptográficas, as quais asseguram

autenticidade do eleitor, sigilo do voto, integridade do conteúdo e verificabilidade individual e universal. Os tipos de criptografia existentes, conforme literatura, seguem descritos a seguir.

- a)** Blind Signature (Assinatura Cega): proposta por David Chaum (1983), a assinatura cega permite que uma mensagem seja assinada sem que seu conteúdo seja revelado ao assinante. Essa técnica é amplamente usada para garantir o sigilo do voto e a autenticidade simultaneamente, sendo adotada em sistemas como o Helios Voting. O eleitor envia seu voto "cego" ao servidor, que o assina, e somente depois ele revela o conteúdo do voto, assegurando a não rastreabilidade da escolha.
- b)** Hashing (Função de Dispersão): trata-se de uma função matemática unidirecional que transforma uma entrada de qualquer tamanho em uma saída de tamanho fixo. Em blockchains, é usada para verificar integridade de dados e criar links entre blocos. A menor alteração em uma entrada resulta em uma saída totalmente diferente, o que permite detectar qualquer manipulação nos dados.
- c)** Merkle Tree (Árvore de Merkle): estrutura de dados em árvore binária que agrupa hashes em pares até formar um hash raiz (Merkle root). É empregada para validar eficientemente grandes volumes de dados (como votos) sem precisar armazenar ou verificar todos os elementos individualmente. Permite provas de inclusão e consistência com eficiência logarítmica.
- d)** Secure Hashing Algorithm (SHA): é uma família de funções de hash projetadas pela NSA e padronizadas pelo NIST. O SHA-256, por exemplo, é amplamente utilizado em blockchain devido à sua resistência a colisões e ataques preimage. Ele assegura que o conteúdo de cada bloco seja fixado de maneira única e segura, impossibilitando alterações retroativas sem invalidar toda a cadeia.
- e)** Zero-Knowledge Proof (ZKP): prova criptográfica na qual uma parte (o provador) pode demonstrar a outra (o verificador) que conhece um valor

secreto sem revelar o próprio valor. Em eleições, é utilizada para comprovar que um voto é válido sem revelar sua escolha. Protocolos como zk-SNARKs e Bulletproofs são variantes de ZKPs aplicados a sistemas de e-voting, garantindo sigilo e verificabilidade.

O interesse crescente no uso de blockchain para eleições decorre de sua capacidade de oferecer propriedades estruturais alinhadas aos requisitos de segurança, transparência, resiliência e auditabilidade exigidos em processos eleitorais. A premissa é que uma rede descentralizada, com consenso distribuído e provas criptográficas robustas, pode substituir (ou complementar) infraestruturas centralizadas que exigem alto grau de confiança nas autoridades eleitorais. Isso seria especialmente útil em contextos de baixa confiança institucional, regimes híbridos ou eleições privadas (Vladucu et al., 2023). Além disso, a característica imutável do registro em blockchain, combinada com mecanismos de verificabilidade criptográfica, pode permitir auditorias públicas abertas, inclusive por terceiros não autorizados previamente – característica incomum em sistemas tradicionais de votação. A descentralização, por sua vez, dilui pontos únicos de falha ou ataque, algo crítico para resistir a manipulações de governos, corporações ou grupos maliciosos. A possibilidade de prover simultaneamente integridade, sigilo e auditabilidade em um sistema público, transparente e automatizado torna o blockchain conceitualmente atrativo para estudiosos, desenvolvedores e gestores públicos (Yavuz et al., 2021).

Segundo Zamyatin et al. (2021), sistemas eleitorais podem se beneficiar de blockchain especialmente em modalidades como referendos, consultas populares, eleições sindicais ou de conselhos corporativos, em que as garantias mínimas podem ser asseguradas com redes permissionadas de baixo custo. Nesses cenários, a própria estrutura do blockchain serve como garantia de neutralidade, removendo a necessidade de uma entidade auditora externa ou confiança exclusiva em softwares proprietários. Do ponto de vista regulatório, organizações como a NIST (National Institute of Standards and Technology) e a OSCE (Organization for Security and Co-operation in Europe) reconhecem o potencial de aplicações futuras baseadas em blockchain, embora ressaltem que ainda há maturação técnica e normativa a ser alcançada. Já o Freedom to Vote Act, nos Estados Unidos, não impede o uso de blockchain, desde que o sistema

preserve o sigilo do voto e a auditabilidade — o que ainda é um desafio técnico significativo.

2.6 Propriedades valiosas em sistemas blockchain

A adoção de blockchain em sistemas de votação eletrônica se justifica especialmente por três propriedades centrais: imutabilidade, descentralização e auditabilidade. Esses atributos se relacionam diretamente aos princípios democráticos da integridade do voto, da confiabilidade do sistema e da transparência do processo eleitoral. Desmembrando cada conceito, imutabilidade refere-se à característica de que, uma vez gravados em um bloco e incluídos na cadeia, os dados não podem ser alterados sem comprometer todos os blocos subsequentes. Isso se deve à utilização de funções hash e estruturas como a Merkle Tree, que tornam qualquer tentativa de alteração facilmente detectável. No contexto eleitoral, isso significa que votos registrados não podem ser modificados após o depósito, protegendo a integridade da urna digital (Vladucu et al., 2023). Já descentralização implica na distribuição da autoridade de controle e validação dos dados entre múltiplos nós participantes da rede. Não há uma entidade única capaz de manipular ou centralizar decisões sobre o registro de votos. Isso contrasta com sistemas tradicionais, que dependem de servidores centrais sob controle governamental. Em um ambiente eleitoral, a descentralização impede a concentração de poder e reduz o risco de fraudes institucionais (Yavuz et al., 2020). Por fim, auditabilidade significa que o sistema permite a verificação pública das transações (votos), seja por eleitores individuais, autoridades eleitorais ou observadores externos. No blockchain, isso é viabilizado por mecanismos criptográficos como provas de conhecimento zero (ZKP), que validam os votos sem revelar seu conteúdo. Além disso, o registro público da cadeia de blocos permite auditorias independentes e recontagens que, utilizando criptografia, sejam verificáveis (Zamyatin et al., 2021). Essas três propriedades juntas oferecem a possibilidade de um sistema de votação mais confiável, resiliente e legítimo, especialmente em contextos de baixa confiança institucional ou em eleições com forte polarização. No entanto, como será discutido nos tópicos seguintes, essas promessas ainda enfrentam limitações técnicas, operacionais e políticas que demandam análise crítica.

Assim, o interesse crescente no uso de blockchain para eleições decorre de sua capacidade de oferecer propriedades estruturais alinhadas com os requisitos de segurança, transparência, resiliência e auditabilidade exigidos em processos eleitorais. A premissa é que uma rede descentralizada, com consenso distribuído e provas criptográficas robustas, pode substituir (ou complementar) infraestruturas centralizadas que exigem alto grau de confiança nas autoridades eleitorais. Isso seria especialmente útil em contextos de baixa confiança institucional, regimes híbridos ou eleições privadas (Vladucu et al., 2023). Além disso, a característica imutável do registro em blockchain, combinada com mecanismos de verificabilidade criptográfica, pode permitir auditorias públicas abertas, inclusive por terceiros não autorizados previamente — característica incomum em sistemas tradicionais de votação. A descentralização, por sua vez, dilui pontos únicos de falha ou ataque, algo crítico para resistir a manipulações de governos, corporações ou grupos maliciosos. A possibilidade de prover simultaneamente integridade, sigilo e auditabilidade em um sistema público, transparente e automatizado torna o blockchain conceitualmente atrativo para estudiosos, desenvolvedores e gestores públicos (Yavuz et al., 2021).

2.6.1 Modelos e aplicações já testados

Nos últimos anos, diversas iniciativas têm buscado explorar a aplicação prática do blockchain em processos eleitorais. Essas implementações se distinguem pelo tipo de rede utilizada (permissionada ou pública), pelo grau de verificabilidade oferecido, pelos protocolos criptográficos empregados e pelo escopo das eleições simuladas ou reais em que foram adotadas. A seguir, detalhamos os principais modelos implementados.

- Voatz foi utilizado em eleições municipais e estaduais nos Estados Unidos, permitindo voto remoto via aplicativo integrado a uma blockchain permissionada. Apesar da inovação e da parceria com governos estaduais, o sistema foi amplamente criticado por falhas de segurança, entre elas vulnerabilidades que comprometiam a confidencialidade do voto e permitiam

possíveis ataques man-in-the-middle. Especialistas apontam que, por operar em rede permissionada sem acesso público pleno, o sistema não atende aos critérios de auditabilidade esperados em eleições democráticas (Specter et al., 2020).

- FollowMyVote é um sistema que busca fornecer verificabilidade individual e universal por meio de blockchain pública. Seu projeto enfatiza transparência, interface amigável e rastreabilidade de votos. No entanto, o sistema permanece em fase de protótipo e não foi implementado em eleições oficiais. Há preocupações quanto à exposição de metadados dos eleitores e à necessidade de garantir privacidade mesmo em blockchain públicas. Seu potencial teórico é significativo, mas sua maturidade técnica ainda é incipiente (Vladucu et al., 2023).
- Agora ganhou notoriedade por sua atuação nas eleições presidenciais de Serra Leoa em 2018, quando foi utilizado para tabular votos em paralelo ao processo oficial. Embora tenha sido apresentado como uma aplicação pioneira, análises posteriores revelaram que o sistema não participou diretamente da coleta de votos e que a descentralização efetiva era questionável. Sua contribuição ficou restrita ao fornecimento de uma camada de transparência estatística e não um sistema de votação completo (Zamyatin et al., 2021).
- ElectionGuard, desenvolvido pela Microsoft, propõe um modelo híbrido que incorpora criptografia homomórfica e provas de conhecimento zero, podendo ser integrado a sistemas legados e, eventualmente, a redes blockchain. Em testes realizados em eleições locais nos EUA, mostrou-se eficaz na verificação de integridade do voto sem comprometer o sigilo. No entanto, a integração com blockchain ainda está em fases exploratórias, e seu uso em larga escala enfrenta barreiras de interoperabilidade, resistência política e necessidade de auditorias públicas contínuas.

2.6.2 Vantagens e limitações

As propriedades intrínsecas do blockchain oferecem um conjunto robusto de garantias que respondem a algumas das principais demandas associadas à segurança e à confiabilidade em processos eleitorais. Três características se destacam nesse contexto: transparência auditável, imutabilidade do registro e potencial aumento da confiança pública. A transparência auditável decorre da natureza distribuída e pública da blockchain (quando aplicada em redes sem permissão – “*permissionless*”), na qual cada transação registrada pode ser verificada por qualquer membro da rede. Isso permite que cidadãos, partidos e observadores internacionais auditem o processo eleitoral em tempo real, sem necessidade de confiar exclusivamente nas autoridades eleitorais (Vladucu et al., 2023). A imutabilidade, por sua vez, garante que uma vez inserido um voto (transação) na cadeia de blocos, ele não possa ser alterado sem consenso majoritário da rede – o que se torna computacionalmente inviável em blockchains maduras. Essa propriedade é assegurada por algoritmos de hash e pela estrutura encadeada dos blocos, que invalidam a cadeia caso ocorra qualquer tentativa de adulteração retroativa (Zheng et al., 2017). Quanto à confiança pública, a adoção de uma infraestrutura técnica aberta, verificável e auditável pode mitigar suspeitas de fraude ou manipulação dos resultados, sobretudo em contextos em que instituições eleitorais sofrem com baixa legitimidade. Sistemas como o FollowMyVote propõem um modelo no qual o eleitor poderia verificar se seu voto foi corretamente contabilizado, sem renunciar ao sigilo – o que representa avanço em relação a sistemas tradicionais baseados apenas na confiança institucional.

Além desses benefícios teóricos, o blockchain apresenta viabilidade particular para contextos como o voto de diásporas, plebiscitos digitais e eleições privadas (como em associações, universidades ou conselhos profissionais). A possibilidade de autenticação remota, combinada à verificabilidade criptográfica, torna o modelo especialmente atrativo para cidadãos residentes no exterior que enfrentam barreiras logísticas para votar presencialmente. Da mesma forma, plebiscitos não vinculantes e eleições corporativas podem se beneficiar da estrutura simplificada e auditável oferecida por blockchains, com custos reduzidos e implementação flexível. Contudo, mesmo nesses cenários mais restritos,

permanecem desafios técnicos importantes – como a autenticação segura dos eleitores e a garantia de sigilo do voto –, além de barreiras jurídicas e culturais que envolvem a aceitação da tecnologia como substituto confiável de sistemas tradicionais. No **Quadro 4**, são resumidos os conceitos abordados.

Quadro 4 - Comparativo entre sistemas de votação baseados em blockchain

Sistema	Tipo de Blockchain	Verificabilidade	Sigilo do voto	Maturidade técnica	Limitações
Voatz	Permissionada	Baixa	Comprometido	Média	Vulnerabilidades de segurança, rede fechada
FollowMyVote	Pública	Alta (teórica)	Parcial	Baixa	Protótipo, exposição de metadados
Agora	Pública	Baixa	Não aplicável	Baixa	Só tabulação, sem coleta de votos
ElectionGuard	Híbrido (com ZKP)	Alta	Preservado	Alta	Em testes, sem adoção massiva

Fonte: elaborado pelas autoras com base em Vladuçu et al. (2023), Specter et al. (2020), Microsoft (2022)

Elaboração própria (2025)

A literatura acadêmica recente reconhece que o uso de blockchain em sistemas de votação eletrônica representa um avanço significativo em relação a arquiteturas tradicionais centralizadas. A capacidade de prover transparência auditável, registro imutável e descentralização operacional tem despertado interesse de pesquisadores e organismos internacionais. Vladuçu et al. (2023) destacam que o blockchain pode mitigar problemas recorrentes de confiança pública, especialmente em contextos de baixa legitimidade institucional ou elevada polarização. O ecossistema Polkadot, por exemplo, oferece uma abordagem multichain que permite o desenvolvimento de parachains especializadas, como plataformas de votação auditáveis. De acordo com Wood et al. (2022), essa estrutura modular promove flexibilidade, escalabilidade e interoperabilidade, características valiosas para a construção de sistemas eleitorais dinâmicos e resilientes. Além disso, parachains podem implementar políticas específicas de

governança e controle criptográfico, adaptando-se a diferentes demandas legais e culturais.

Algorand, blockchain de código aberto criada para oferecer escalabilidade em soluções descentralizadas, propõe um modelo baseado em Pure Proof of Stake (PPoS), o qual visa combinar alta performance, resistência à censura e custos transacionais reduzidos. Em seu white paper, defende que o protocolo possibilita decisões rápidas e seguras, o que é fundamental para pleitos com exigência de resultados em tempo real. Já o Cosmos utiliza o mecanismo de consenso Tendermint, que permite finalização instantânea de blocos, tolerância a falhas bizantinas e eficiência computacional, como explorado por Kwon et al. (2019). Essas soluções ganham destaque também por habilitarem funcionalidades de identidade digital descentralizada, elemento-chave em votações online. A Web3 Foundation (2023) enfatiza a importância das identidades auto-soberanas para garantir o acesso seguro de eleitores, especialmente em populações vulneráveis, como migrantes ou pessoas sem domicílio fixo. Tal característica tem potencial para promover inclusão democrática e respeitar a privacidade dos usuários.

A academia tem enfatizado o papel do blockchain como instrumento de resiliência frente a regimes autoritários ou cenários de instabilidade. Em contextos em que há risco de censura ou apagamento de dados, a redundância dos nós validadores e o modelo de consenso permitem registrar votos de forma persistente e transparente. Como aponta o estudo de Specter et al. (2020), essa característica confere ao blockchain vantagens em termos de soberania informacional.

Entretanto, os pesquisadores advertem que a implementação da tecnologia deve ser acompanhada de uma governança adequada. Segundo Park et al. (2020), o entusiasmo tecnológico não pode obscurecer a necessidade de accountability, auditoria e validação independente dos sistemas. O desafio consiste em alinhar as potencialidades técnicas às realidades legais, culturais e operacionais de cada país. Diante desse cenário, a visão predominante é a de que o blockchain é uma tecnologia promissora, mas não um substituto absoluto. Conforme Wood et al. (2022), seu papel será o de fundação confiável sobre a qual soluções específicas

poderão ser desenvolvidas, combinando criptografia avançada, políticas públicas e infraestrutura digital resiliente.

Portanto, os ecossistemas multicanais, como Polkadot, Cosmos e Algorand representam a vanguarda dessa nova fase da democracia digital. Ao unir inovação tecnológica, arquitetura flexível e princípios de governança distribuída, tais plataformas indicam caminhos concretos para o uso responsável e sustentável do blockchain em processos eleitorais do século XXI.

3. Metodologia

A presente pesquisa possui abordagem mista, com análises quantitativa e qualitativa. São empregadas duas técnicas de pesquisa: a bibliométrica e, também, a análise de conteúdo. Conforme abordado anteriormente, a bibliometria é definida como técnica quantitativa de análise da produção científica.

No Brasil, os principais repositórios de teses e dissertações são o Banco de Teses da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), desenvolvida pelo IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia). O primeiro (Banco de Teses da Capes) conta com 1.527.713 de trabalhos, sendo 957.059 teses e 353.482 dissertações. Já o segundo armazena dados bibliográficos de instituições de ensino e pesquisa brasileiras, bem como por trabalhos defendidos por brasileiros no exterior. Por sua vez, integram a BDTD 139 instituições, as quais geraram 898.984 trabalhos, sendo 656.162 dissertações e 242.820 teses. Assim, embora a BDTD tenha menor quantidade de trabalhos disponíveis que o repositório da Capes, a escolha foi realizada por esta dar acesso aos textos integrais. Contudo, tal escolha pode gerar viés nas análises. Assim, as buscas foram feitas conforme representado no **Quadro 5**.

Já o principal repositório internacional de dissertações e teses é o ProQuest Dissertations & Theses Global, desenvolvido por empresa homônima e amplamente reconhecido por sua abrangência e confiabilidade acadêmica. A plataforma reúne mais de 5 milhões de registros, com documentos provenientes de mais de 4 mil instituições de ensino superior. Dentre esses registros, mais de 2,7 milhões de trabalhos estão disponíveis em texto completo, abrangendo pesquisas realizadas desde o século XVII até os dias atuais. A base cobre diversas áreas do conhecimento, com destaque para ciência política, ciência da computação e administração pública – segmentos diretamente relacionados ao objeto desta tese. Aqui, seu uso justifica-se tanto pelo volume expressivo de produções acadêmicas sobre tecnologia e eleições nos Estados Unidos quanto pelo papel proeminente que o país exerce no desenvolvimento e na adoção de soluções tecnológicas aplicadas ao voto eletrônico. Assim, a plataforma contribui com a ampliação do escopo internacional da

investigação e permite a comparação entre abordagens adotadas em diferentes contextos democráticos.

No **Quadro 5**, elencamos os termos de busca em cada base. Como se pode notar, há maior quantidade de termos de busca na BDTD do que na ProQuest (EUA) e no Tezãro (Romênia), o que ocorre por termos identificados, ao longo da revisão de literatura, que, no Brasil, as temáticas que buscamos são registradas sob maior quantidade de termos que nos demais países. Ainda, na base brasileira foi necessário pesquisar os termos em português (língua local) e em inglês (língua mundialmente utilizada). Isso foi realizado na Romênia, mas não houve retorno para as buscas em inglês, pois todas as dissertações e teses no banco analisado estão na linguagem nacional (romeno).

Quadro 5 - Procedimento metodológico: etapas

Etapa	Procedimento metodológico	Execução
1	Revisão de literatura	Levantamento das pesquisas sobre sistemas de votação
2	Coleta de dados	a. Escolha das plataformas: Brasil - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); EUA – ProQuest; Romênia – Tezäro b. No Brasil, definição de busca pelos termos “voto eletrônico”, “urna eletrônica” e “urna eleitoral” nos idiomas português e inglês; nos EUA, definição de busca pelo termo “voto eletrônico” (“electronic voting”); na Romênia, definição de busca pelo termo “aleição” (“alegeri”); c. No Brasil, combinação dos termos “voto eletrônico” e “urna eletrônica” / “urna eleitoral”; d. No Brasil, utilização do operador booleano “and”/“e” para relacionar os dois termos e. Opção pela pesquisa avançada em todas as bases; f. Utilização dos termos entre aspas para que a busca e recuperação fossem mais precisas; /g. Escolhida a opção “intervalo personalizado” para delimitação temporal, sendo o período delimitado de 2002 a 2022; h. Escolheu-se, também, a opção de busca por tópicos: título, resumo e palavra-chave; i. No Brasil, foram recuperados 65 documentos sobre a temática. Destes, 15 eram registros repetidos entre as palavras-chave. Retirando-se os repetidos, restaram 50 trabalhos, os quais foram analisados nesta pesquisa; j. Nos EUA, foram recuperados 60 documentos sobre a temática, os quais foram analisados nesta pesquisa; k. Na Romênia, foram recuperados 14 documentos sobre a temática, os quais foram analisados nesta pesquisa;

3	Análise e discussão dos dados	h. Interpretação dos dados obtidos nas pesquisas feitas nas bases. Foram analisadas características gerais das publicações, expostos os dados encontrados por meio de gráficos e quadros, e, em seguida, realizada discussão a partir da revisão da literatura.
---	-------------------------------	--

Elaboração própria (2023)

Na Romênia, desde fevereiro de 2020 encontra-se em operação uma plataforma nacional de acesso aberto para teses de doutorado, sob gestão da Agência Executiva para o Financiamento da Investigação, Desenvolvimento e Inovação no Ensino Superior (Agenția Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării – UEFISCDI), que consolida os depósitos acadêmicos das universidades autorizadas. Embora o número total de documentos ainda não seja divulgável publicamente, o potencial da base é significativo, considerando que agrupa as defesas de doutorado realizadas em todo o país. Esta a plataforma é o Tezăro – Biblioteca Națională Digitală a Tezelor de Doctorat, mantida por seu Ministério da Educação em parceria com universidades credenciadas no país. A base reúne os trabalhos de doutorado defendidos nas instituições romenas desde 2016, com atualização contínua e acesso público garantido por regulamentações nacionais. Tal base apresenta metadados estruturados e, em muitos casos, o texto completo dos trabalhos, permitindo análises aprofundadas da produção acadêmica no país. A escolha por incorporar o Tezăro nesta pesquisa tem como objetivo enriquecer a perspectiva comparada da análise de tecnologias aplicadas ao voto eletrônico. A Romênia, por ser um dos países da União Europeia que vem explorando soluções inovadoras para modernização dos processos eleitorais, representa um caso de interesse. Assim, as teses romenas serão examinadas como forma de compreender as abordagens teóricas e empíricas adotadas no contexto europeu, ampliando o alcance geográfico e metodológico da presente investigação.

A análise de conteúdo aqui realizada visa aprofundar as análises sobre a produção científica. O propósito é descrever de forma precisa e sistematizada o conteúdo das comunicações e resultados das análises quantitativas. Segundo Bardin (2010), a análise de conteúdo tem três fases: (1) pré-análise; (2) exploração do material; e (3) tratamento dos resultados e interpretação dos dados obtidos.

A análise de conteúdo adotada nesta pesquisa seguiu a abordagem clássica proposta por Laurence Bardin (2011), amplamente reconhecida como um método rigoroso de tratamento de informações textuais no campo das ciências sociais aplicadas. Trata-se de um conjunto de técnicas sistemáticas e objetivas de descrição e categorização do conteúdo das mensagens, capaz de produzir indicadores — quantitativos ou qualitativos — que permitam inferir conhecimentos a respeito das condições de produção e recepção dessas mensagens.

No presente estudo, a aplicação dessa técnica teve como objetivo identificar, categorizar e interpretar as abordagens presentes em 116 teses e dissertações relacionadas ao voto eletrônico, defendidas entre 2002 e 2022, sendo 50 no Brasil, 60 nos Estados Unidos e 6 na Romênia. Esse corpus foi definido a partir de critérios de relevância temática, delimitação temporal e disponibilidade de acesso integral ou parcial aos trabalhos. O procedimento metodológico foi estruturado em três fases.

A primeira, denominada pré-análise, consistiu na organização do corpus documental, na leitura flutuante inicial e na elaboração do quadro de categorias analíticas. Esse quadro foi construído com base na literatura sobre voto eletrônico, segurança eleitoral, governança digital e tecnologias aplicadas — incluindo blockchain, criptografia, usabilidade e auditoria. Foram definidas categorias *a priori*, utilizadas de forma padronizada na análise: categorias temáticas, resultados principais, tecnologia utilizada e observações. A segunda fase, de exploração do material, envolveu a decomposição dos resumos e descrições dos trabalhos em unidades de registro (UR), correspondentes a sentenças ou fragmentos textuais com relevância semântica para os objetivos desta pesquisa. Cada UR foi classificada segundo as categorias previamente definidas, permitindo identificar padrões de ocorrência e variações nas abordagens. Essa sistematização viabilizou uma análise comparativa entre países, instituições e períodos, evidenciando tanto as convergências quanto as especificidades metodológicas e tecnológicas adotadas nos estudos.

Por fim, na fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, as informações categorizadas foram analisadas à luz do referencial teórico. Foi possível observar que, enquanto a produção acadêmica norte-americana apresentou maior

ênfase em aspectos de segurança criptográfica, arquitetura de sistemas e auditoria digital, os trabalhos brasileiros destacaram dimensões sociopolíticas e de usabilidade. Já a produção romena evidenciou forte alinhamento com aspectos normativos e análise de casos reais de aplicação da tecnologia blockchain em processos eleitorais. Além disso, emergiram temas recorrentes como transparência, auditabilidade, confiabilidade e participação cidadã, fortemente relacionados ao tipo de solução tecnológica estudada.

A aplicação da metodologia de Bardin permitiu, portanto, a realização de uma análise de caráter híbrido, combinando estatísticas descritivas (para aferição de frequência e distribuição temática) e interpretações qualitativas (para aprofundamento do sentido e relevância das abordagens). Essa combinação reforça a robustez metodológica e confere maior validade às conclusões sobre a adoção de tecnologias emergentes, especialmente a blockchain, no contexto eleitoral.

3.1 Sistematização das análises

As pesquisas foram realizadas entre julho de 2023 e janeiro de 2025 nos portais supracitados dos três países – a saber, BDTD (Brasil), ProQuest (EUA) e Tezãro (Romênia). Os termos buscados foram pesquisados em todos os campos de registro, o que significa que podem ter sido encontrados nos títulos, resumos ou assuntos.

As análises das dissertações e teses levam em conta dados disponíveis na própria plataforma e outras informações encontradas nos documentos em si, quando consultados. Abaixo são descritas as fontes de todas as informações verificadas.

– Dados de defesa

O nível de titulação informa se o autor do trabalho receberá o título de mestre ou de doutor quando do seu depósito. Esta informação é obtida nos metadados do trabalho e, assim, elencamos quantos trabalhos analisados são teses e quantos são dissertações.

Representando o ano que o trabalho é defendido, a data da defesa é obtida na folha de aprovação anexada no PDF dos trabalhos. Também está disponível nas plataformas e metadados. Por meio deste dado, geramos a evolução do número de trabalhos defendidos entre 2002 e 2022, verificando se há picos ou diminuições.

– Dados de autoria e orientação/coorientação

Os nomes dos autores são facilmente identificados nos registros. Já para identificar os respectivos orientador e coorientador, é preciso analisar o trabalho em PDF. Por meio desses dados, faz-se um recorte por sexo para analisar se há maior tendência a um sexo, seja como autor ou orientador/coorientador.

– Dados institucionais

Os nomes das instituições são obtidos nos registros dos trabalhos e, por meio deles, inferem-se as unidades da federação e regiões do país. Já a área de estudo é obtida por meio do programa de pós-graduação responsável pelo depósito da dissertação ou tese. Assim, todos esses dados são inseridos em planilha do Excel e quantificados os dados listados: estados por publicação, instituições por publicação, regiões do País e áreas de estudo.

– Dados de financiamento

Com o acesso aos trabalhos selecionados, obtêm-se as fontes de financiamento e seus respectivos órgãos e/ou agentes financiadores das pesquisas. Quando o trabalho possui financiamento, esta informação costuma ser mencionada na etapa de agradecimentos, no caso do Brasil. No caso da Romênia, o formato de menção segue o do Brasil. Como nos EUA o financiamento tem regras diferentes para constar no trabalho, tal informação não será analisada para não perdermos o caráter comparativo.

– Dados de citações

Na próxima etapa desta pesquisa, as citações e referências contidas nos trabalhos analisados serão categorizadas. Serão elencados os autores mais citados,

os eventos que mais geraram publicações citadas, as revistas com mais publicações, idioma mais relevante para o segmento, entre outros recortes.

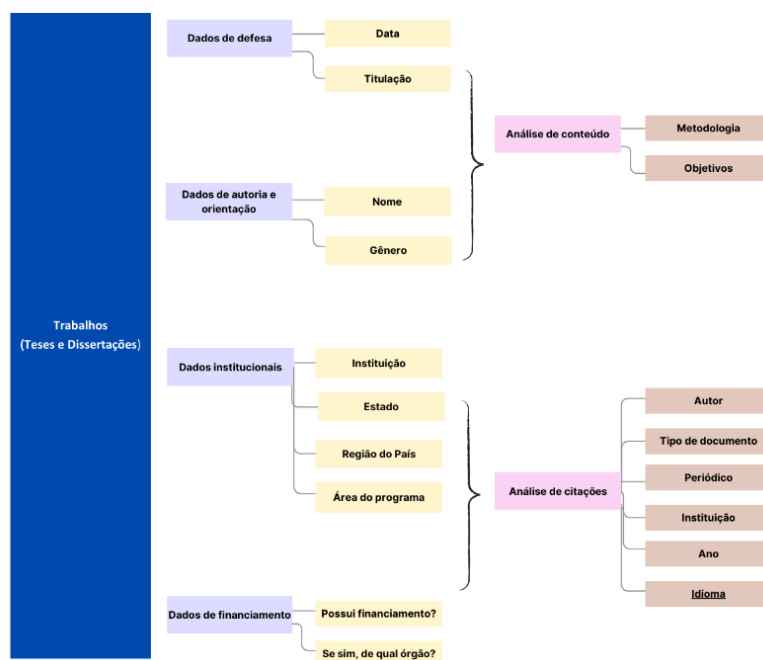
– Dados de análise de conteúdo

Com os textos completos dos trabalhos, tem-se a fonte para análise de conteúdo. As informações foram analisadas em todos os registros recuperados, uma vez que esse estudo foi necessário para, inicialmente, classificar se o trabalho seria ou não incluído nas posteriores análises aprofundadas.

Assim, os 65 registros recuperados foram analisados. Aqueles cuja temática era referente ao estudo de tecnologias eleitorais foram mantidos na análise aprofundada, que analisou a metodologia empregada nos trabalhos e seu objetivo geral. Analisa-se, também, a metodologia utilizada, se houve entrevista, pesquisa bibliográfica, análise de dados, estudo de caso e afins.

Desta forma, todos os trabalhos recuperados (universo geral) tiveram seus dados de defesa, dados de autoria e orientação, dados institucionais e dados de financiamento analisados. Já nos trabalhos cuja análise foi aprofundada, adicionalmente foi realizada análise de conteúdo. O procedimento metodológico de análise é delineado na **Figura 6**.

Figura 6 - Análises realizadas



Elaboração própria (2023)

3.2 Indicadores bibliométricos de produção científica

Holbrook (1992) afirma que ciência e tecnologia apresentam dimensões que podem ser medidas por indicadores, dos quais se espera obter informações pertinentes, deduzíveis de forma simples e compreensíveis para aqueles que não são acadêmicos. Assim, os indicadores de C&T são medidas quantitativas que visam representar conceitos.

Já Ruivo (1994) observa que, no início do pós-guerra, o objetivo era medir o esforço em C&T usando indicadores de input (insumo), como o volume de investimento em pesquisa científica e tecnológica. Os indicadores de resultado começaram a ser usados a partir dos anos 1960, devido à necessidade de medidas que permitissem aos tomadores de decisão avaliar o retorno dos investimentos aplicados.

Conforme analisam González, Guzmán e Chaviano (2015), a bibliometria se tornou, no âmbito das disciplinas de informação, um método para contabilizar a

quantidade de documentos e adequar os recursos disponíveis às necessidades de informação em determinada área da ciência. Nesse aspecto, diversos fatores são significativos, como o mapeamento quantitativo de resultados de pesquisa, motivações, projetos de redes de pesquisadores, grupos e instituições.

No domínio das disciplinas de informação, tornou-se (a bibliometria) um método para contabilizar a quantidade de documentos e adequar os recursos disponíveis às necessidades de informação dos utilizadores, bem como cobrir os índices de informação numa área da ciência. Por sua vez, a recuperação da informação foi auxiliada pelo desenvolvimento de mapas cognitivos para facilitar a obtenção de informações relevantes e aspectos estatísticos da linguagem natural e das linguagens documentárias. (González, Guzmán e Chaviano, 2015)

Na mesma linha, dos autores acima, Maltrás (2003) aduz que a avaliação da qualidade da produção científica geralmente é baseada na contagem de publicações visando quantificar os resultados atribuídos a agentes específicos ou a grupos (universidades, departamentos etc.). Assim, segundo o autor, os indicadores de produção e de atividade baseiam-se, entre outros fatores, na enumeração e quantificação dos documentos gerados.

Procuram quantificar os resultados científicos atribuíveis a determinados agentes, quer a agregados significativos desses agentes (...). Os agentes elementares são os pesquisadores, mas é mais comum calcular indicadores de produção referentes a agregados como instituições, regiões, países ou disciplinas. (Maltrás, 2003)

No **Quadro 6**, os principais indicadores elencados por Maltrás (2003) são apresentados conforme as categorias teóricas do autor.

Quadro 6 - Indicadores de produção e colaboração, segundo Maltrás (2003)

Produção	Número de documentos
	Equivalentes de documentos completos
	Solidez
	Percentil produtivo
	Porcentagens na área
Colaboração	Colaboração simples
	Porcentagem de documentos em colaboração
	Número médio de autores e instituições

Fonte: Maltrás (2003)
Elaboração própria (2023)

Segundo as análises de Sampieri, Colorado e Baptista (2006), os elementos em que se baseiam os estudos bibliométricos provêm de referências – designando a unidade-fonte ou documento de origem – e de citações – as quais correspondem ao documento citado.

Quanto à origem do termo “bibliometria”, no artigo intitulado “Bibliométrie ou Bibliometrics: o que há por trás de um termo”, de Momesso e Noronha (2017), a discussão remonta aos autores Edward Evan Evans-Pritchard (antropólogo britânico, 1902 – 1973) e Paul Otlet (autor belga, 1868 – 1944). No artigo, discute-se o pioneirismo do termo “bibliometria” e a qual dos dois autores deve ser atribuído. Após revisão bibliográfica e do estado da arte desse campo de estudo, conclui-se que o termo foi cunhado, inicialmente, por Otlet.

Para Pritchard, a “bibliometria” seria apenas um nome mais adequado para a “bibliografia estatística”, enquanto que, para Otlet, surge de um todo complexo dentro de sua idealização da documentação apresentada em seu tratado mais de três décadas antes do artigo de Pritchard.

É indiscutível que há grandes diferenças entre o entendimento dos autores sobre a “bibliografia estatística”. Contudo, o mesmo não nos pareceu observável entre as definições de ambos para a “bibliometria”. Embora tendo sido originados de lógicas e teorias diferentes entre si, os termos “bibliométrie” e “bibliometrics” mostraram-se equivalentes (...). Assim, parece-nos indiscutível ter sido Otlet o criador da bibliometria. (Momesso e Noronha, 2017)

4. Resultados

A seguir, os resultados obtidos são apresentados por país analisado, tendo-se em vista a metodologia ora descrita.: Brasil

Os resultados foram obtidos e serão complementados para responder aos objetivos pretendidos nessa pesquisa de compreender o perfil das instituições com mais publicações, gênero de autores e orientadores, regiões do País, tipos de instituição (privada, pública, federal, estadual, instituto de pesquisa etc.). Também será realizada a pertinente análise de conteúdo.

4.1 Brasil: análise dos dados institucionais

Todas as 50 teses e dissertações defendidas e cadastradas na BDTD relacionadas à votação eletrônica foram desenvolvidas em 32 instituições, abrangendo universidades federais, estaduais, privadas e institutos. Todas as instituições estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Publicações por instituição

Instituição	Quantidade	Tipo de instituição
UFRGS	5	Universidade pública federal
Universidade Metodista	3	Universidade privada
USP	3	Universidade pública estadual
FGV	2	Universidade privada
Fiocruz	1	Instituto nacional de pesquisa
UFBA	2	Universidade pública federal
UFPR	2	Universidade pública federal
UFRN	2	Universidade pública federal
UFSC	2	Universidade pública federal

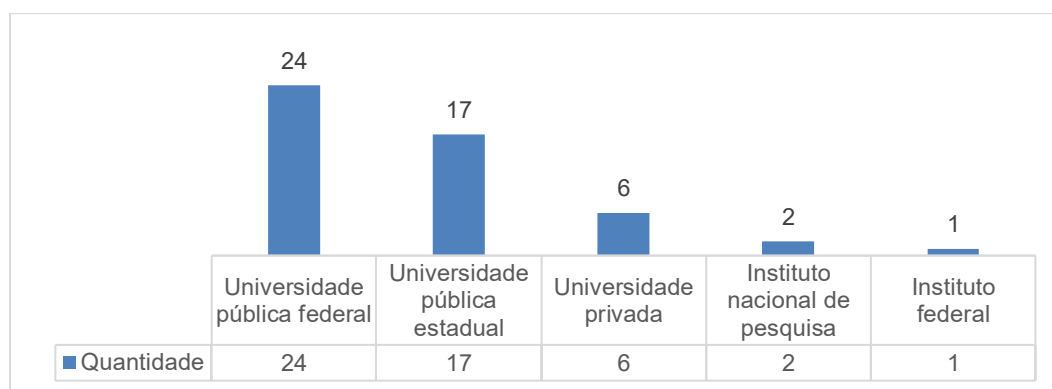
UFSCar	2	Universidade pública federal
UNB	2	Universidade pública estadual
Unesp	2	Universidade pública estadual
Unicamp	2	Universidade pública estadual
Unioeste	2	Universidade pública estadual
IFF	1	Instituto federal
INPE	1	Instituto nacional de pesquisa
PUC-SP	1	Universidade privada
UEA	1	Universidade pública estadual
UEM	1	Universidade pública estadual
UEPB	1	Universidade pública estadual
UERJ	2	Universidade pública estadual
UFABC	1	Universidade pública federal
Ufam	1	Universidade pública federal
Ufersa	1	Universidade pública federal
UFF	1	Universidade pública federal
UFJF	1	Universidade pública federal
UFPA	1	Universidade pública federal
UFPE	1	Universidade pública federal
Unifesp	1	Universidade pública federal
UniFor	1	Universidade pública estadual
UTFPR	1	Universidade pública federal

Elaboração própria (2023)

Conforme depreende-se da **Tabela 1**, as instituições com maior número de publicações sobre o tema são a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pública federal, a Universidade Metodista, particular, e a Universidade de São Paulo (USP), pública estadual.

O **Gráfico 1** representa as publicações por tipo de instituição, subdividas em universidade pública federal/estadual, universidade privada, instituto nacional de pesquisa e instituto federal.

Gráfico 1 - Publicações por tipo de instituição no Brasil



Elaboração própria (2023)

A UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) é a instituição que mais pesquisa e tem trabalhos sobre o urnas eletrônicas/urna eleitora/voto eletrônico de 2002 a 2022, segundo os registros da BDTD. A UFRGS uma universidade pública federal com sede em Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul. Foi fundada em 1934 e conta com cinco campi – campus Centro, campus Saúde, campus Olímpico, campus do Vale e campus Litoral Norte. É a 3ª melhor universidade brasileira, de acordo com o Ranking de Universidades da Folha (RUF).

Já a Universidade Metodista, universidade privada com campus em São Bernardo do Campo/SP, foi fundada em 1938 e oferece cursos de graduação, pós-graduação, especialização e a distância. Ocupa 139ª posição no Ranking de Universidades da Folha (RUF). Também possui unidade na cidade de Piracicaba/SP, a qual recebe o nome de Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep).

Por sua vez, a USP (Universidade de São Paulo) é a terceira instituição que mais pesquisa e tem trabalhos sobre a temática. É uma universidade pública estadual, sob responsabilidade do estado de São Paulo, e fundada em 1934. Conta com 11 campi, situados em oito cidades – São Paulo (3), Bauru, São Carlos (2), Lorena, Piracicaba, Pirassununga, Ribeirão Preto e São Sebastião). De acordo com o Ranking de Universidades da Folha (RUF), é a melhor universidade do País.

As principais áreas dos programas cujas dissertações ou teses foram defendidas são, principalmente, Ciência da Computação, Ciência Política e Comunicação, conforme **Tabela 2**.

Tabela 2 - Áreas dos programas com mais publicações no Brasil

Área do programa	Quantidade
Ciência da Computação	6
Ciência Política	6
Comunicação	5
Direito	3
Administração	2
Administração Pública	2
Ciências Sociais	2
Computação Aplicada	2
Economia	2
Engenharia de Produção	2
História	2
Ciências da Saúde	1
Ciências Humanas e Sociais	1
Ciências Sociais Aplicadas	1
Direito Ambiental	1
Ensino de Ciências e Educação Matemática	1
Ensino na Saúde	1
Física	1

Gestão da Informação e do Conhecimento	1
Letras	1
Linguagem	1
Medicina	1
Psicobiologia	1
Psicologia	1
Sociologia	1
Teoria Econômica	1
Vigilância Sanitária	1

Elaboração própria (2023)

No caso da Ciência da Computação, área com maior quantidade de registros de pesquisas e trabalhos defendidos, os temas estudados tenderam a analisar o funcionamento da urna eletrônica, desenvolver novos sistemas de votação não necessariamente para eleições gerais e analisar periféricos da urna eletrônica, como o sistema de biometria. Já em Ciência Política, área também empatada com maior quantidade de registros, os estudos tenderam a analisar os meandros do processo eleitoral, aspectos que motivam a sociedade a debater o sistema eleitoral brasileiro e eleições transcorridas. Ainda, na área da Comunicação, terceira com maior quantidade de pesquisas e trabalhos, os estudos buscaram compreender o impacto da comunicação via redes sociais em processos eleitorais, bem como a importância de orientações claras do Tribunal Superior Eleitoral a fim de evitar distorções e falsas informações sobre os mecanismos de votação implementados.

Na **Tabela 3**, tem-se o quantitativo de publicações por região do país. Conforme nota-se, o Sudeste concentra 50% de todas as dissertações e teses sobre a temática no período analisado.

Tabela 3 - Publicações por região de instituição

Região	Quantidade
Sudeste	25
Sul	9
Nordeste	8
Norte	3
Centro-oeste	2

Elaboração própria (2023)

A região Sudeste destaca-se em razão do maior quantitativo de instituições de ensino superior e de programas de pós-graduação (PG). De acordo com dados obtidos na plataforma da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) referentes ao ano de 2022, o Brasil conta com 4.592 programas de pós-graduação. Na **Tabela 4**, tem-se a comparação entre o montante de programas de pós-graduação por região e a quantidade de trabalhos com as palavras-chave aqui estudadas por região.

Tabela 4 - Comparativo por região do País no Brasil

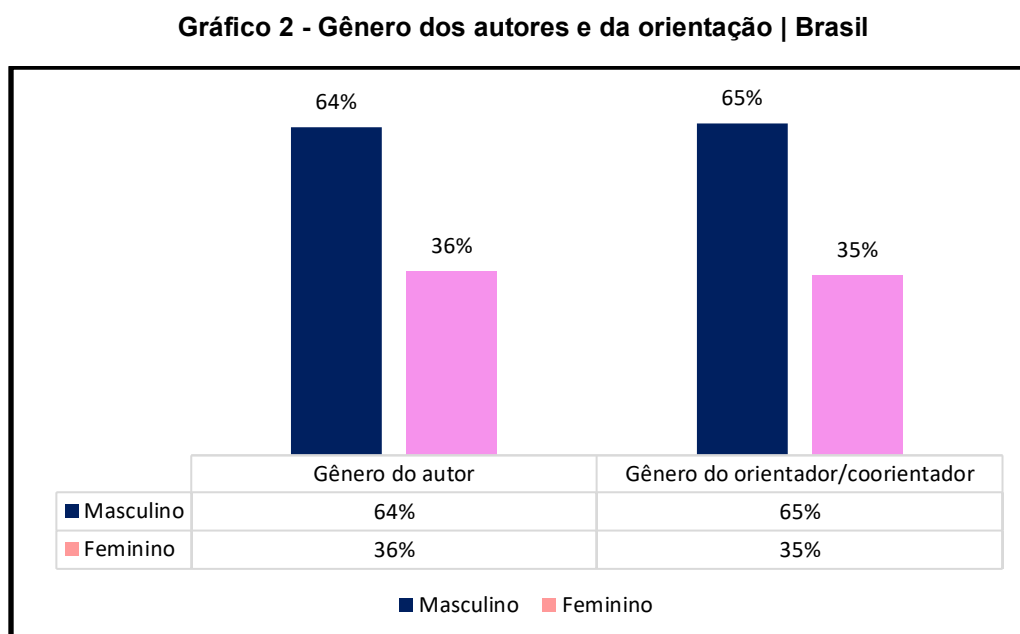
Região	Programas de pós-graduação existentes (2022)	Percentual	Região	Percentual de trabalhos analisados
Sudeste	1970	43%	Sudeste	50%
Sul	981	21%	Sul	20%
Nordeste	956	21%	Nordeste	18%
Centro-Oeste	396	9%	Norte	8%
Norte	289	6%	Centro-Oeste	4%

Fonte: Sucupira/Capes. Acessado em janeiro de 2024.
Elaboração própria (2024)

Conforme depreende-se, o percentual de trabalhos analisados por região corresponde, também, ao total de programas de pós-graduação. Há ligeira inversão de percentuais somente entre Centro-Oeste e Norte, mas os dados continuam próximos ao comparativo por região. Assim, a região Sudeste é a que conta com mais PGs (43%) e mais dissertações e teses analisadas neste estudo (50%); a região Centro-Oeste é a que teve menor percentual de defesas (4%) e a região Norte é a que possui menor quantidade de PGs (6%).

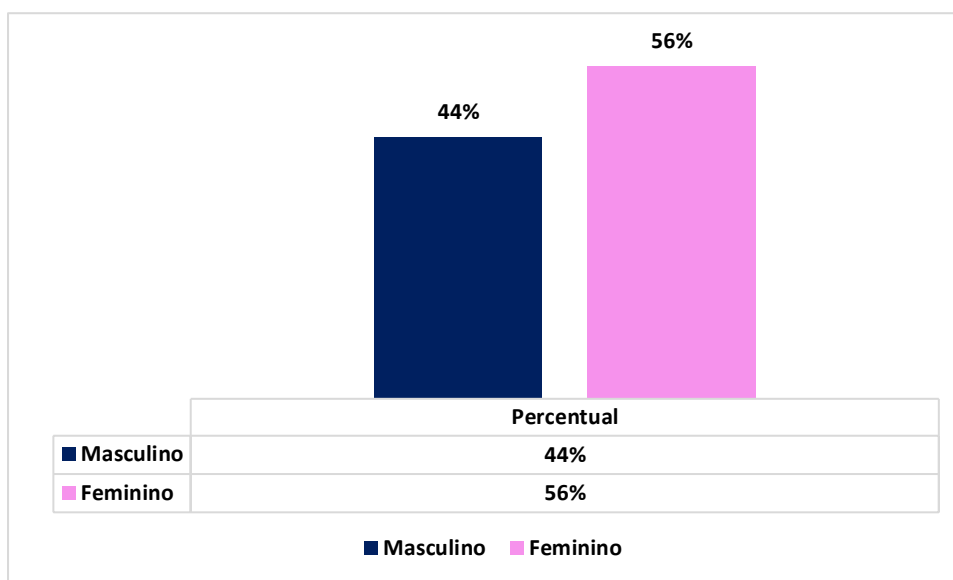
4.2 Análise dos indicadores de autoria e orientação

Para conhecer o perfil da comunidade científica analisada, verifica-se o gênero dos autores, orientadores e coorientadores dos trabalhos. No total, são 50 autores e 50 orientadores, conforme **Gráfico 2**.



Elaboração própria (2024)

Conforme depreende-se, os homens são maioria entre autores de teses e dissertações (64%) sobre votação eletrônica e como orientadores/coorientadores (65%) dos respectivos trabalhos. Apesar disso, conforme disponibilizado pela Capes, via Plataforma Sucupira, o percentual de mulheres na pós-graduação em 2022 é superior ao de homens. Os dados são apresentados no **Gráfico 3**.

Gráfico 3 - Gênero dos pós-graduandos brasileiros em 2022

Fonte: Sucupira/Capes. Acessado em janeiro de 2024.
Elaboração própria (2024)

Conforme apontam os dados do **Gráfico 3**, as mulheres são maioria na pós-graduação, mas minoritárias nas publicações sobre voto eletrônico, objeto desta pesquisa. Tal disparidade pode ter como fundamento o fato de que parte das publicações analisadas pertencem à área de Ciências Exatas e da Terra, espaço considerado majoritariamente ocupado por homens.

Segundo dados da Capes via Plataforma Sucupira (2022), em Ciências Exatas e da Terra, somente 31,39% dos pós-graduandos são mulheres, contra 68,61% de homens. Tal diferença foi tema de Audiência Pública da Câmara Federal de Deputados em agosto de 2023. A discussão contou com a então coordenadora-geral de Popularização da Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTCI), Luana Bonone, que sinalizou o anseio de equalizar a disparidade.

Luana Bonone acredita que sejam necessárias políticas públicas interministeriais e do Legislativo, com atenção ainda do Judiciário e da sociedade civil, para garantir equidade nas carreiras científicas e tecnológicas.

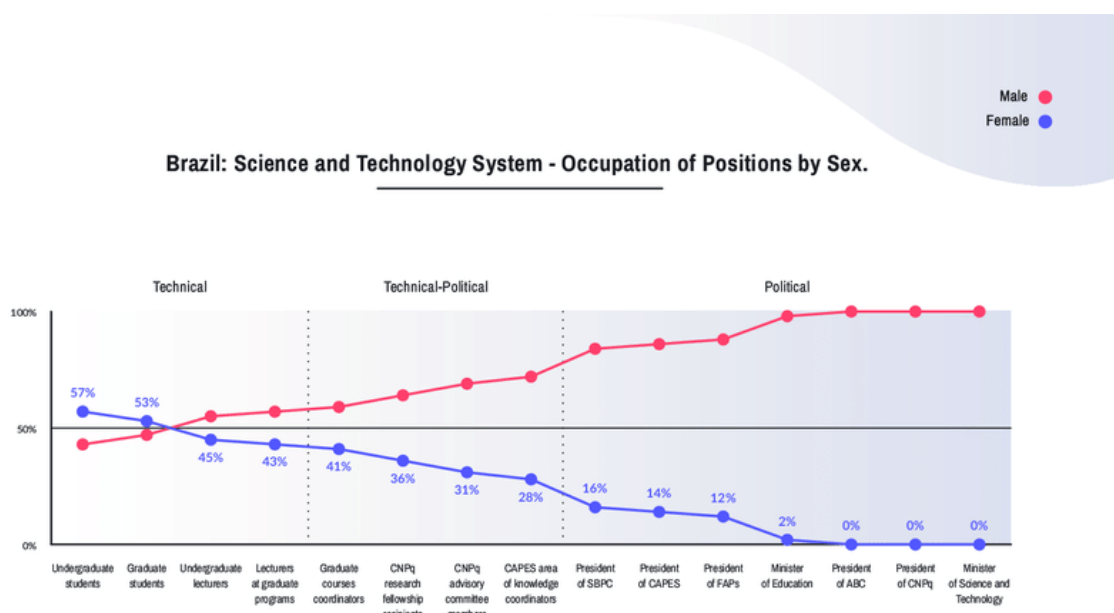
Entre as iniciativas do governo, citou o Futuras Cientistas, programa do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene), vinculado ao MCTCI, o qual estimula o contato de alunas e professoras da rede pública de ensino com as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. O programa foi criado em 2012, mas passou a ter alcance nacional em 2023, contemplando 470 estudantes no módulo imersão científica e 100 em bancas

de estudo (orientação para o Exame Nacional do Ensino Médio). Segundo ela, em média, 70% das participantes do programa são aprovadas no Enem e em torno de 83% escolhe as áreas científicas e tecnológicas. (**Agência Câmara de Notícias, agosto/2023**)

Já a maior quantidade de homens figurando como orientadores e coorientadores vai ao encontro do que afirma Leta (2003, p. 280). Para ela, a participação das mulheres em atividades de C&T cresce, mas nem sempre com maior destaque e reconhecimento. Sendo a função de orientador considerada de destaque, a análise do autor está alinhada ao que se apresenta.

Na **Figura 7**, analisa-se o percentual de mulheres por fase acadêmica, de acordo com cargos técnicos e políticos. Conforme delineia-se, elas são maioria no ingresso na graduação e na pós-graduação. Após essa fase, a situação inverte-se e, deste ponto em diante, são minoria.

Figura 7 - Ocupação de cargos segundo o gênero (2020)



Fonte: Areas, R., et al. *Gender and the Scissors Graph of Brazilian Science: From Equality to Invisibility*. OSF Preprints, 29 de junho de 2020.

Dá-se o nome de “Efeito Tesoura” ao fenômeno acima retratado, referente ao escasseamento da quantidade de mulheres à medida que avançam na carreira acadêmica. Analisado no *artigo “Gender and the scissors graph of Brazilian science: from equality to invisibility”* (Areas, Abreu, Santana e Barbosa, 2020), as autoras analisam esse fenômeno internacional, que “costuma ser atribuída à maternidade, ao menor número de publicações e à menor capacidade de recebimento de bolsas” (idem *ibidem*). O estudo abrangeu 8.877.626 pessoas, analisando-se a participação de mulheres desde a graduação até os níveis ministeriais. Conforme concluem, a superação de barreiras de gênero podem promover maior equidade na ciência.

4.2 Brasil: análise de conteúdo

Com base na análise das 50 teses e dissertações brasileiras relacionadas a voto eletrônico e temáticas associadas, observa-se um panorama abrangente que combina investigações técnicas, avaliações institucionais, estudos de comportamento político e reflexões sobre comunicação e democracia digital. A amostra revela que o campo de estudo não se limita ao aspecto tecnológico da votação, mas incorpora também dimensões sociopolíticas, jurídicas e culturais, evidenciando a transversalidade do tema no contexto acadêmico nacional. Essa pluralidade de enfoques reflete a complexidade do ecossistema eleitoral brasileiro, marcado por um sistema eletrônico consolidado, mas constantemente desafiado por demandas de transparência, segurança e participação.

Entre os temas mais recorrentes, destaca-se a análise de segurança da urna eletrônica e de seus componentes, incluindo estudos sobre criptografia homomórfica, detecção de fraudes e avaliação da usabilidade. Esses trabalhos exploram vulnerabilidades, propõem mecanismos de mitigação e investigam a eficácia de protocolos de autenticação. O uso de blockchain como alternativa ou complemento ao sistema atual aparece como tendência crescente, sinalizando uma busca por soluções que agreguem verificabilidade e resistência a ataques, embora os estudos reconheçam limitações técnicas e de implementação no contexto brasileiro.

Outro eixo expressivo é o da participação política e engajamento cívico, com investigações que abrangem desde o uso de plataformas digitais para consultas públicas até a influência das redes sociais no comportamento eleitoral. Aqui, nota-se uma atenção especial para a forma como a tecnologia pode ampliar ou restringir a participação, sendo comum a constatação de que, embora ferramentas digitais aumentem o alcance de processos participativos, seu impacto real na tomada de decisão ainda é condicionado por fatores socioeconômicos, culturais e institucionais. A comunicação política e a circulação de informações, inclusive a desinformação no processo eleitoral, surgem como tema central em diversos trabalhos. Pesquisas apontam o papel das redes sociais, especialmente WhatsApp e Facebook, como canais de mobilização e disputa narrativa. Estudos sobre campanhas digitais analisam estratégias discursivas, segmentação de públicos e a disseminação de notícias falsas, ressaltando os desafios que a Justiça Eleitoral enfrenta para regular esse ambiente sem comprometer a liberdade de expressão.

No campo jurídico, observa-se a presença de trabalhos voltados à análise do modelo constitucional brasileiro de apuração e das atribuições das instituições eleitorais. Esses estudos frequentemente discutem as virtudes e fragilidades do sistema jurisdicional de controle das eleições, com ênfase no equilíbrio entre eficiência administrativa, lisura do pleito e garantias processuais. Há ainda reflexões sobre a relação entre o direito eleitoral e os direitos fundamentais, especialmente no tocante à privacidade dos eleitores e à proteção de dados.

Pesquisas sobre gestão e logística eleitoral também são relevantes, abordando desde a preparação e transporte de urnas eletrônicas até a organização de processos de votação em ambientes específicos, como universidades e comunidades indígenas. Tais estudos ressaltam a importância da eficiência operacional para garantir a confiabilidade do sistema, apontando inovações de baixo custo e propostas para otimização de recursos humanos e materiais. O recorte tecnológico mais inovador vem dos trabalhos que exploram blockchain e sistemas distribuídos aplicados à votação. Nessas pesquisas, a ênfase recai sobre a possibilidade de criar registros imutáveis e auditáveis de votos, aumentando a transparência e a confiança pública. Entretanto, as conclusões tendem a reforçar que tais soluções, embora promissoras, exigem

mudanças profundas na arquitetura do processo eleitoral e enfrentam barreiras regulatórias e de infraestrutura.

Estudos de ergonomia e interação pessoa-computador investigam a experiência dos eleitores no uso da urna eletrônica, avaliando questões de acessibilidade, clareza das interfaces e impacto de dispositivos complementares, como impressoras de votos. As conclusões reforçam que a usabilidade é fator crucial para reduzir erros, aumentar a confiança e ampliar a inclusão, especialmente entre grupos com menor familiaridade tecnológica. Algumas pesquisas situam-se no campo da análise de dados eleitorais e da visualização de resultados, propondo ferramentas que auxiliem na compreensão do comportamento político. Esses trabalhos exploram mineração de dados, técnicas de georreferenciamento e visualização interativa, com aplicações que vão desde a análise de perfis de candidatos até a identificação de padrões de votação.

A perspectiva comparativa também aparece, embora de forma menos frequente, quando autores confrontam o modelo brasileiro com experiências internacionais. Essas análises destacam especificidades do caso nacional, como a centralização administrativa no Tribunal Superior Eleitoral e a adoção precoce do voto eletrônico em escala nacional, contrastando com modelos que preservam elementos híbridos ou mantêm o voto em papel como backup. No que se refere ao controle e fiscalização do processo eleitoral, estudos avaliam a atuação de órgãos como Ministério Público Eleitoral e observadores independentes. Conclui-se que, apesar de robusto no desenho institucional, o sistema enfrenta desafios na auditoria em tempo real e na comunicação dos resultados das verificações à sociedade.

Temas de educação para a cidadania e formação política de jovens também estão presentes, muitas vezes vinculados ao uso de tecnologias de gamificação, plataformas de e-learning e redes sociais. Os trabalhos destacam o potencial dessas ferramentas para estimular o interesse pelo processo eleitoral, mas apontam que o efeito sobre a participação efetiva ainda carece de evidências consistentes. O combate à desinformação é abordado não apenas sob o viés comunicacional, mas também como questão de segurança nacional e proteção democrática. Algumas teses propõem protocolos de detecção automatizada de *fake news* e fluxos de verificação

de conteúdo, enquanto outras analisam as respostas institucionais e a cooperação com plataformas digitais.

Um grupo de trabalhos investiga a representação política em órgãos colegiados, como conselhos universitários, utilizando casos de voto eletrônico para avaliar legitimidade, participação e transparência. Esses estudos mostram que, mesmo em contextos restritos, a tecnologia de votação enfrenta resistências relacionadas à confiança no sistema e à percepção de vulnerabilidades. Questões de identificação biométrica e autenticação segura também aparecem como área relevante, com ênfase na detecção de fraudes por meio de impressões digitais falsas e no aprimoramento de leitores biométricos. A conclusão recorrente é que, embora aumente a segurança, a biometria não é infalível e requer sistemas de redundância. Outro ponto de destaque é a abordagem da interseção entre tecnologia e cultura política, analisando como valores, tradições e práticas informais moldam a percepção pública sobre o voto eletrônico. Trabalhos desse eixo reforçam que a confiança no sistema não é determinada apenas por fatores técnicos, mas também por discursos políticos e experiências históricas.

As análises de políticas públicas ligadas à governança eleitoral discutem desde o papel das instituições na formulação de normas até a avaliação de projetos de modernização do processo de votação. Aqui, é recorrente a recomendação de ampliar a transparência das decisões e de incluir mais atores sociais na definição de mudanças tecnológicas. Um número expressivo de pesquisas examina o uso de mídias digitais em campanhas eleitorais, identificando estratégias de marketing político, construção de imagem e segmentação de mensagens. Esses estudos apontam para a crescente sofisticação das técnicas utilizadas e para a importância das plataformas como arenas de disputa eleitoral.

O campo da ética e integridade eleitoral é abordado tanto no aspecto normativo quanto no técnico, com estudos que discutem a responsabilidade dos desenvolvedores de sistemas, a proteção contra manipulação e a necessidade de auditorias independentes. Em relação à inovação tecnológica, há propostas de sistemas portáteis, de baixo custo e com recursos de transmissão segura de dados, especialmente voltadas para regiões remotas. Essas iniciativas procuram equilibrar

eficiência e segurança, mas ressaltam que a adoção depende de testes rigorosos e de suporte institucional. Algumas pesquisas exploram a influência de fatores socioeconômicos no comportamento eleitoral, vinculando desigualdades de acesso à tecnologia com padrões de participação. Os resultados indicam que a digitalização do voto, embora amplie o acesso formal, não resolve assimetrias estruturais.

Estudos que tratam de consultas públicas e plataformas de participação online sugerem que a tecnologia pode fortalecer a democracia deliberativa, mas que a efetividade dessas iniciativas depende de integração com processos decisórios formais. Por fim, observa-se um campo emergente de pesquisas que cruzam segurança cibernética e administração pública, avaliando não apenas o voto eletrônico, mas também sistemas de gestão eleitoral integrados. Esses trabalhos reforçam a importância de adotar práticas de segurança já consolidadas no setor privado, adaptadas ao contexto do serviço público.

Essa leitura global dos trabalhos brasileiros demonstra que a produção acadêmica combina investigação técnica de alto nível com análises críticas das implicações políticas e sociais da votação eletrônica. Essa combinação é fundamental para compreender os desafios e as oportunidades de aprimorar o processo eleitoral no Brasil, preservando sua credibilidade e adaptando-o às transformações tecnológicas e culturais contemporâneas.

4.3 Brasil: discussão dos resultados

A análise consolidada das cinquenta teses e dissertações brasileiras evidência que a produção acadêmica sobre voto eletrônico e processos eleitorais no país se caracteriza por uma abordagem multidimensional, que articula aspectos técnicos, jurídicos, políticos e sociais. Embora a segurança tecnológica e a confiabilidade do sistema de votação constituam eixos centrais, há um entendimento crescente de que a legitimidade do processo eleitoral depende também de fatores como a transparência institucional, a comunicação eficaz com a sociedade e a integração entre inovação e cultura política.

Verifica-se que os estudos de caráter mais técnico — voltados à criptografia, à detecção de fraudes, à usabilidade e à biometria —, quando associados a análises jurídicas e políticas, produzem diagnósticos mais completos e propositivos. Essa convergência é fundamental para que avanços tecnológicos não sejam adotados de forma descontextualizada, mas sim alinhados com as necessidades democráticas e os limites institucionais do país.

Outro ponto relevante é a ênfase na participação cidadã e na influência das mídias digitais na dinâmica eleitoral. Os trabalhos revelam que a ampliação de canais de engajamento, seja por meio de plataformas de consulta pública ou redes sociais, tem potencial para fortalecer a democracia, mas também apresenta riscos associados à desinformação, à segmentação excessiva e ao uso estratégico de dados pessoais. Esse duplo caráter demanda políticas públicas e regulações que protejam a integridade do debate político.

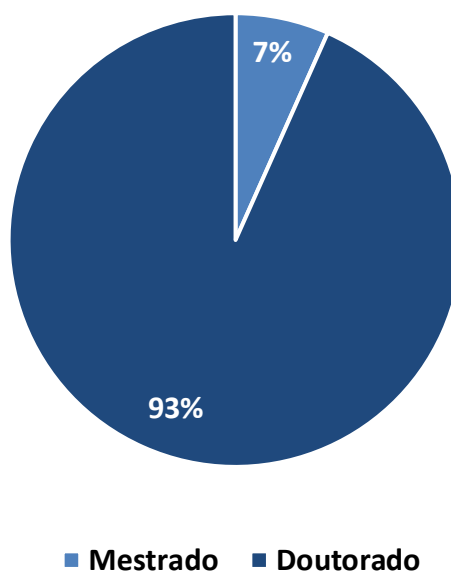
A recorrência de estudos comparativos e propostas de adoção de tecnologias emergentes, como blockchain, indica um esforço de atualização e alinhamento com tendências internacionais, mas também ressalta os desafios de adaptação ao contexto brasileiro. A infraestrutura tecnológica, as normas jurídicas e a capacidade institucional da Justiça Eleitoral são fatores determinantes para que essas inovações sejam viáveis, seguras e socialmente aceitas.

Por fim, o conjunto de pesquisas analisadas confirma que o debate sobre o voto eletrônico no Brasil transcende o campo técnico e se insere em uma discussão mais ampla sobre a qualidade da democracia e a confiança nas instituições. O conhecimento produzido pela academia oferece subsídios valiosos para a formulação de políticas, para a modernização do sistema eleitoral e para o fortalecimento de uma cultura política participativa e informada, capaz de equilibrar eficiência, segurança e legitimidade no processo eleitoral.

4.4 EUA: análise dos dados institucionais

As análises foram efetuadas distinguindo-se o nível de titulação a ser obtida por meio do referido trabalho. Nesse ponto, conforme o **Gráfico 4**, a quantidade de teses (doutorado) representa a maioria, com 93% dos registros, enquanto as dissertações (mestrado) correspondem a apenas 7% do total de trabalhos recuperados.

Gráfico 4 - Nível de titulação a ser obtida (2002 - 2022) | EUA



Elaboração própria (2025)

Esse resultado pode ser interpretado à luz das especificidades do sistema acadêmico norte-americano e da natureza do objeto de estudo. O alto percentual de teses de doutorado reflete o fato de que as discussões sobre voto eletrônico, segurança digital e tecnologias emergentes como blockchain e criptografia avançada são mais frequentemente conduzidas em nível de pesquisa acadêmica aprofundada, exigindo anos de dedicação e estrutura metodológica robusta — características próprias do doutorado.

Além disso, muitas das pesquisas de ponta sobre integridade eleitoral nos EUA estão associadas a programas de PhD em Ciência Política, Direito, Computação e

Engenharia de Sistemas, frequentemente vinculados a centros de excelência. Outro aspecto relevante é que o contexto político dos Estados Unidos em meados de 2020 impulsionou uma série de investigações acadêmicas de alto nível em torno da credibilidade do sistema eleitoral, especialmente diante de alegações de fraude, desinformação e interferência internacional. Tal conjuntura favoreceu a produção de teses com caráter investigativo, normativo e propositivo, aprofundando análises sobre mecanismos de auditabilidade, identidade digital, anonimato criptográfico e métodos de verificação end-to-end. Por sua vez, a menor incidência de dissertações de mestrado pode ser explicada pelo perfil mais aplicado e profissionalizante desses cursos, os quais tendem a priorizar produtos de menor escopo teórico e que, por vezes, não são incorporados ao repositório da ProQuest com o mesmo rigor dos trabalhos doutorais.

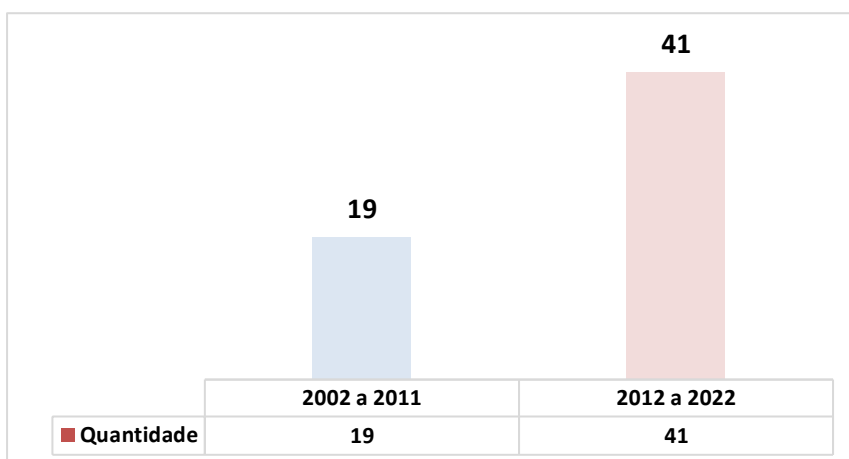
No que tange ao período das publicações apurado (2002 a 2022), também foram analisados os períodos com maior taxa de trabalhos defendidos. O ano de defesa é encontrado na folha de aprovação do trabalho. Na **Tabela 5**, tem-se a série temporal com as datas de defesas dos 60 trabalhos analisados.

Tabela 5 - Ano de defesa do trabalho (2002 - 2022)

Ano	Quantidade
2002	0
2003	0
2004	0
2005	0
2006	0
2007	2
2008	2
2009	3
2010	5
2011	7
2012	4
2013	2
2014	2
2015	5
2016	3
2017	5
2018	3
2019	2
2020	7
2021	2
2022	4

Elaboração própria (2025)

Para melhor caracterizar as informações encontradas, o período de 2002 a 2022 foi agrupado em conjunto idêntico temporal. O primeiro conjunto abrange dados de 2002 a 2011 e, o segundo, de 2012 a 2022. Representado no **Gráfico 5**, nota-se que, no segundo conjunto, há mais que o dobro de publicações contendo a palavra-chave “electronic voting”.

Gráfico 5 - Agrupamento de publicações por ano

Elaboração própria (2025)

No que tange ao período das publicações apurado (2002 a 2022), observa-se que a maior parte das dissertações e teses sobre o tema defendidas nos Estados Unidos concentra-se no intervalo de 2012 a 2022. Tal crescimento pode ser parcialmente explicado pela ampliação do debate público e institucional sobre integridade eleitoral nos países. Embora os EUA realizem eleições informatizadas desde o início dos anos 2000, o pleito presidencial de 2020 marcou uma inflexão relevante no discurso público sobre confiança no processo. Diversos setores da sociedade passaram a questionar os sistemas de votação eletrônica utilizados em estados-chave, o que resultou na judicialização de resultados, abertura de auditorias legislativas e proliferação de narrativas sobre vulnerabilidades técnicas e institucionais.

No ensaio “Election Law in an Age of Distrust”, Richard H. Pildes (2022) argumenta que o direito eleitoral nos EUA opera em um ambiente marcado por desconfiança generalizada. Ele observa que a desconfiança também se estende ao lado institucional do processo eleitoral, com preocupações de que legislaturas estaduais, autoridades eleitorais locais e o Congresso possam corromper o processo por razões partidárias.

“Atualmente, o direito eleitoral opera em um mar de desconfiança generalizada. As disputas sobre o voto levaram a uma contestação contínua das políticas de votação substanciais. Essa desconfiança agora também se estende ao lado institucional do processo eleitoral, com preocupações de que legislaturas estaduais, autoridades executivas estaduais,

administradores locais de eleições ou mesmo o Congresso possam buscar corromper o processo para fins partidários”. (PILDES, 2022, p. 100)

Já para Atkeson et al. (2022), o acirramento da polarização eleitoral contribuiu diretamente para o fortalecimento da agenda de estudos voltada à confiança pública no sistema de votação, o que se refletiu em financiamentos específicos de agências federais e em novos programas de pesquisa dedicados a este campo emergente. Adicionalmente, observa-se que a ampliação da produção acadêmica nos EUA também se dá em resposta ao avanço internacional de sistemas eletrônicos de votação e à tentativa de compreender sua aplicabilidade em democracias consolidadas. Nesse sentido, o aumento das publicações pode ser lido como reflexo de um movimento duplo: de um lado, a necessidade de aprimorar os sistemas já utilizados; de outro, a tentativa de desenvolver alternativas mais seguras, como aquelas baseadas em criptografia avançada e validação distribuída.

Das 60 teses e dissertações defendidas e cadastradas na ProQuest relacionadas à votação eletrônica foram desenvolvidas, foi possível identificar a instituição de origem de 59 delas, as quais foram realizadas em 42 instituições. Tal dado abrange universidades federais, estaduais, privadas e institutos. Como exceção, temos 13 trabalhos que foram desenvolvidos fora dos EUA. Todas as instituições estão descritas na **Tabela 6**.

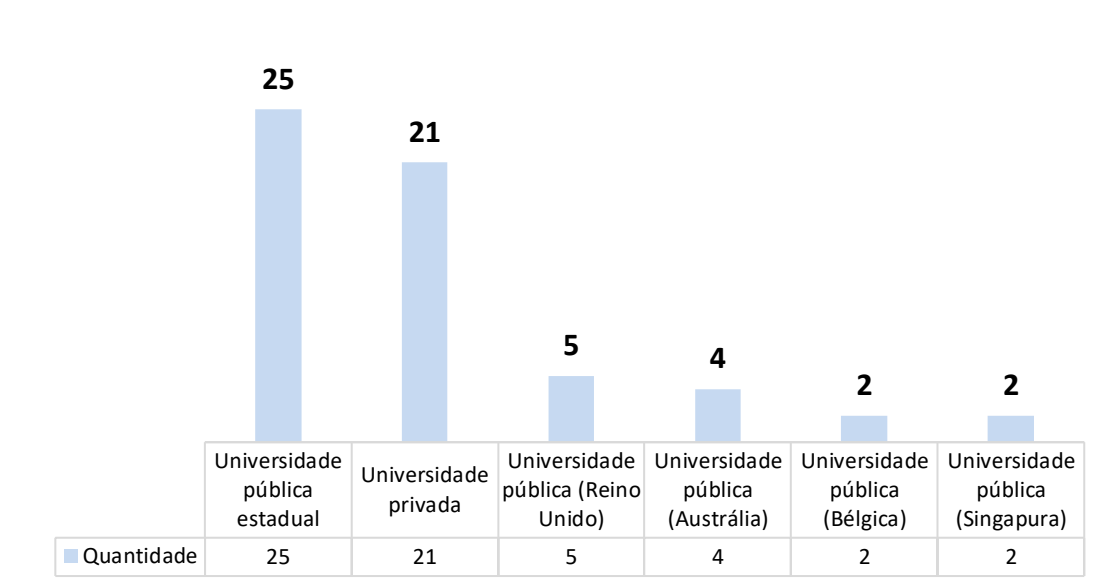
Tabela 6 - Publicações por instituição | EUA

Instituição	Tipo da instituição	Quantidade
Andrews University	Universidade privada	1
California Institute of Technology	Universidade privada	1
California State University	Universidade pública estadual	1
Capella University	Universidade privada	1
Clarkson University	Universidade privada	1
Dartmouth College	Universidade privada	1
Davenport University	Universidade privada	1
Faculty of Mississippi State University	Universidade pública estadual	1
George Mason University	Universidade pública estadual	2
Georgetown University	Universidade privada	1
Illinois State University	Universidade pública estadual	1
Kent State University	Universidade pública estadual	1
Marymount University	Universidade privada	1
National University of Singapore	Universidade pública (Singapura)	2

New Jersey Institute of Technology	Universidade pública estadual	1
New Mexico State University	Universidade pública estadual	1
New York University	Universidade privada	1
Northcentral University	Universidade privada	1
Northern Arizona University	Universidade pública estadual	1
Oklahoma State University	Universidade pública estadual	1
Pepperdine University	Universidade privada	1
Piedmont College	Universidade privada	1
Princeton University	Universidade privada	1
Robert Morris University	Universidade privada	1
State University of New York	Universidade pública estadual	1
The George Washington University	Universidade privada	3
The University of Alabama	Universidade pública estadual	1
The University of North Carolina	Universidade pública estadual	1
Université de Liège	Universidade pública (Bélgica)	2
University of California	Universidade pública estadual	4
University of Connecticut	Universidade pública estadual	1
University of Exeter	Universidade pública (Reino Unido)	5
University of Maryland	Universidade pública estadual	2
University of Massachusetts	Universidade pública estadual	1
University of Phoenix	Universidade privada	2
University of South Florida	Universidade pública estadual	1
University of Southern California	Universidade privada	1
University of Technology Sydney	Universidade pública (Austrália)	4
Utah State University	Universidade pública estadual	1
Utica College	Universidade privada	1
Walden University	Universidade privada	2

Elaboração própria (2025)

Nota-se elevada variedade de instituições americanas e, por isso, também realizamos a análise por tipo de instituição. Conforme observa-se no **Gráfico 6**, abaixo, as universidades públicas estaduais contam com mais estudos oriundos delas.

Gráfico 6 - Publicações por tipo de instituição | EUA

Elaboração própria (2025)

Dentre as instituições de ensino superior nos Estados Unidos com produção científica relevante sobre sistemas eleitorais eletrônicos, destaca-se a George Washington University (GWU), que contabiliza três trabalhos sobre a temática. Localizada em Washington D.C., a universidade apresenta tradição em áreas como ciência política, políticas públicas e segurança digital, o que justifica seu protagonismo na produção acadêmica voltada à integridade eleitoral. O contexto geográfico e institucional da GWU favorece o envolvimento de seus pesquisadores em estudos aplicados e interdisciplinares, com forte intersecção entre governança, tecnologia e confiança democrática. Como muitos de seus docentes atuam em colaboração com agências federais, é comum que os estudos adotem uma abordagem tecnocrática e institucionalista, buscando aprimorar os modelos vigentes por meio de evidências empíricas.

A University of California também aparece com expressiva participação na produção científica, somando quatro trabalhos relevantes. Tendo em vista sua estrutura multicampi (Berkeley, Los Angeles, Irvine, entre outros), a universidade integra pesquisas tecnológicas de ponta com estudos sociais sobre governança eletrônica. Os estudos oriundos desta instituição frequentemente exploram soluções computacionais voltadas à proteção da privacidade dos eleitores, ao uso de

inteligência artificial para detecção de anomalias eleitorais e à análise de experiências internacionais com modelos descentralizados de votação. O tom predominante nas publicações tende a ser progressista e crítico aos modelos tradicionais, com abertura à implementação de tecnologias emergentes como blockchain, desde que alinhadas aos princípios da transparência e da auditabilidade.

Já a University of Maryland, próxima ao centro político de Washington, demonstra um perfil acadêmico voltado à segurança institucional e ao desenvolvimento de políticas públicas. Suas contribuições para o debate sobre voto eletrônico são pautadas pela análise da resiliência cibernética e da resposta estatal frente a alegações de fraude ou instabilidade institucional. A abordagem dessa universidade equilibra as dimensões técnicas e políticas dos processos eleitorais, propondo modelos de mitigação de riscos e estratégias para aumentar a confiança da população nos sistemas utilizados.

A University of Phoenix, por sua vez, representa uma vertente distinta, mais aplicada e voltada à experiência prática do eleitor. Em seus dois estudos localizados, a preocupação central reside na usabilidade dos sistemas de votação, na inclusão digital e nas barreiras de acesso enfrentadas por determinados grupos populacionais. Tais trabalhos dialogam com a realidade dos Estados Unidos enquanto democracia plural, considerando as dificuldades regionais e sociais que impactam o exercício pleno do direito ao voto. Ao focar em experiências empíricas e abordagens pragmáticas, os estudos oriundos dessa instituição oferecem subsídios importantes para políticas públicas voltadas à acessibilidade e eficiência dos sistemas eleitorais.

A diversidade institucional observada nos Estados Unidos reflete a complexidade do debate em torno da segurança, transparência e confiabilidade dos sistemas eleitorais. Além disso, os dados indicam que universidades com maior densidade de pesquisa sobre o tema estão concentradas nas costas leste e oeste do país – polos que reúnem centros políticos e tecnológicos, respectivamente. Ainda, o fato de a maioria absoluta dos trabalhos ser de nível doutoral (93%), conforme observado nas bases analisadas, demonstra o alto grau de especialização, profundidade metodológica e rigor analítico que permeia os estudos sobre voto eletrônico no país.

Tais características apontam para um sistema acadêmico maduro, no qual as instituições não apenas problematizam o presente, mas também contribuem com proposições concretas e tecnicamente embasadas para o futuro dos processos eleitorais. A existência de diferentes linhas argumentativas – ora institucionalistas, ora técnicas, ora críticas ou descentralizadoras – evidencia a vitalidade do debate nos EUA e reforça a importância de considerar esse referencial comparativo nas análises voltadas à realidade brasileira.

Já as principais áreas dos programas cujas dissertações ou teses foram defendidas são, principalmente, Ciência da Computação, Educação e Engenharia e Ciência Política, conforme **Tabela 7**.

Tabela 7 - Áreas dos programas com mais publicações | EUA

Área do programa	Quantidade
Administração Pública	1
Antropologia	1
Artes e Ciências	1
Cibersegurança	1
Administração	2
Ciência da Computação	15
Ciência da Informação e Engenharia	1
Ciência Política	4
Ciência Política e Administração Pública	1
Ciência Política e Relações Internacionais	2
Ciências Sociais	3
Educação	14
Engenharia	4
Mídias Computacionais	1
Política do Oriente Médio	1
Políticas Públicas	2
Sistemas de Informação	3
Tecnologia	2

Elaboração própria (2025)

A distribuição das áreas dos programas de pós-graduação responsáveis pelas dissertações e teses analisadas revela importantes tendências temáticas na pesquisa norte-americana sobre tecnologias eleitorais. Conforme demonstrado na Tabela 7, os maiores volumes de publicações estão concentrados nas áreas de Ciência da Computação (15 trabalhos), Educação (14 trabalhos), Ciência Política (4 trabalhos) e Engenharia (4 trabalhos), indicando uma predominância de abordagens técnicas e aplicadas, ainda que com significativa presença de discussões sobre impactos sociais, educacionais e políticos.

A liderança da Ciência da Computação é coerente com a natureza técnica do tema, uma vez que os sistemas eleitorais eletrônicos demandam conhecimento aprofundado sobre algoritmos, segurança cibernética, criptografia e arquitetura de software. As pesquisas oriundas dessa área geralmente têm como foco o desenvolvimento de novos modelos de votação segura, o uso de blockchain, a integridade de registros digitais e a proteção contra fraudes. Essa centralidade técnica revela o protagonismo da computação como disciplina estruturante para qualquer inovação no campo do voto eletrônico.

A Educação aparece como área relevante por abarcar pesquisas relacionadas à formação do eleitor, alfabetização digital e percepção pública sobre sistemas eletrônicos de votação. Estudos oriundos dessa área buscam compreender como o nível educacional, a capacitação tecnológica e o acesso à informação impactam a confiança do cidadão nos processos eleitorais.

Já os trabalhos provenientes da Ciência Política (e subáreas como “Ciência Política e Relações Internacionais” ou “Ciência Política e Administração Pública”) estão naturalmente voltados à análise institucional dos sistemas de votação. Investigam aspectos como legitimidade eleitoral, percepção de fraude, accountability, reformas institucionais e os desafios da democracia digital. A presença dessa área reforça a centralidade dos temas políticos nas discussões sobre o voto eletrônico, especialmente em contextos polarizados ou marcados por crises de confiança nas instituições.

A presença da Engenharia e de áreas como Sistemas de Informação e Tecnologia também se alinha a essa predominância técnico-científica, muitas vezes oferecendo suporte à Ciência da Computação por meio da modelagem de sistemas, teste de robustez, eficiência operacional e interoperabilidade entre plataformas.

Áreas menos representadas, como Cibersegurança, Políticas Públicas, Administração Pública, Mídias Computacionais ou Antropologia, ainda que com apenas um ou dois trabalhos cada, indicam a emergência de abordagens complementares e interdisciplinares. Por exemplo, estudos em Cibersegurança tendem a concentrar-se na prevenção de ataques digitais e mitigação de vulnerabilidades dos sistemas eleitorais, enquanto abordagens da Antropologia ou das Ciências Sociais exploram o comportamento dos eleitores e as crenças culturais relacionadas à confiança no voto.

Na **Tabela 8**, tem-se o quantitativo de publicações por região do país. Conforme nota-se, o Sul e o Oeste concentram a maior parte dos trabalhos no período analisado.

Tabela 8 - Publicações por tipo de instituição | EUA

Região	Quantidade
Sul	16
Oeste	15
Nordeste	11
Centro-oeste	7

Elaboração própria (2025)

A liderança das regiões Sul e Oeste relaciona-se à presença de universidades e centros de pesquisa com tradição em tecnologia e políticas públicas, além de experiências locais que podem ter motivado investigações sobre processos eleitorais. Estados como Califórnia, Texas, Arizona e Flórida estiveram no centro de debates sobre segurança eleitoral, participação popular e uso de tecnologias em votações recentes, o que tende a estimular pesquisas aplicadas e interdisciplinares sobre o tema. Além disso, essas regiões concentram importantes polos acadêmicos e tecnológicos que lideram pesquisas em Ciência da Computação, Cibersegurança e

Engenharia – áreas que, conforme visto anteriormente, são as mais produtivas no recorte temático desta tese. A infraestrutura de pesquisa disponível, os financiamentos obtidos e a expertise acumulada por essas instituições favorecem a geração de conhecimento em temas como voto eletrônico, blockchain e confiabilidade dos sistemas de votação.

Já o Nordeste, com 11 publicações, destaca-se por abrigar universidades de tradição política e jurídica, como as da costa leste dos EUA, o que pode indicar uma abordagem mais normativa, institucional ou voltada para estudos sobre legitimidade e governança democrática. Mesmo com menor volume que as regiões líderes, sua produção é qualitativamente relevante por abordar os fundamentos e implicações do voto eletrônico sob o ponto de vista político-científico.

Por fim, o Centro-Oeste, embora com o menor número de publicações (7), representa regiões menos densamente povoadas e, muitas vezes, com menor captação de recursos para pesquisa em instituições menores ou voltadas a aplicações locais. Isso não significa ausência de relevância, mas sim menor volume relativo – o que pode refletir limitações estruturais ou menor priorização do tema entre os programas de pós-graduação da região.

Tabela 9 - Comparativo por região do País nos EUA

Região	Programas de pós-graduação existentes (estimativa - 2025)	Percentual	Região	Quantidade de trabalhos analisados
Nordeste	950	27%	Nordeste	22%
Oeste	800	23%	Oeste	31%
Sul	770	22%	Sul	33%
Centro-Oeste	640	18%	Centro-Oeste	14%
Noroeste	410	10%	Noroeste	-

Fonte: U.S. Department of Education - NCES (2024)
Elaboração própria (2025)

A análise regional dos programas de pós-graduação nos Estados Unidos, em relação à produção acadêmica voltada ao tema da votação eletrônica, revela nuances importantes. Conforme representado na **Tabela 9**, observa-se que a região Nordeste, embora concentre a maior proporção de programas de pós-graduação (27% do total nacional), responde por apenas 22% das dissertações e teses analisadas. Este dado indica um certo descompasso entre a infraestrutura acadêmica disponível e a produção efetiva de estudos relacionados ao tema. Uma possível explicação é o perfil tradicional das instituições localizadas nesta região, que podem priorizar outras agendas científicas ou manter linhas de pesquisa menos voltadas às inovações tecnológicas no processo eleitoral.

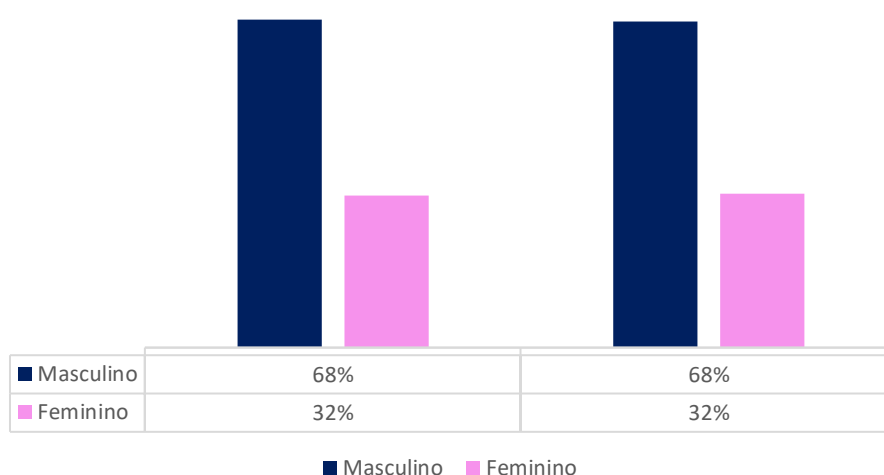
Por outro lado, as regiões Oeste e Sul se destacam por apresentarem índices de produção acima da média. Juntas, essas regiões representam 45% dos programas de pós-graduação do país, mas respondem por 64% dos trabalhos analisados. O Oeste, com 23% dos programas, contribui com 31% das publicações; já o Sul, com 22% da oferta, concentra 33% das dissertações e teses. Tal concentração pode estar associada ao maior dinamismo político e tecnológico desses territórios, além da presença de centros de pesquisa aplicados à tecnologia cívica, segurança digital e blockchain – temas recorrentes na literatura sobre modernização dos sistemas de votação. É também relevante considerar o peso político dessas regiões, que incluem estados-chave em eleições presidenciais, frequentemente envolvidos em debates sobre confiança eleitoral e segurança do voto eletrônico.

Em contraste, as regiões Centro-Oeste e Noroeste demonstram baixa representatividade temática, mesmo contando com uma parcela significativa dos programas de pós-graduação. O Centro-Oeste, com 18% dos programas existentes, aparece com apenas 14% dos trabalhos analisados, revelando uma leve sub-representação. Ao comparar esses dados, torna-se evidente que a distribuição geográfica da produção acadêmica nos Estados Unidos não segue de maneira proporcional a infraestrutura existente em termos de programas de pós-graduação. A análise sugere que aspectos como contexto político local, incentivos institucionais, protagonismo em debates nacionais e interdisciplinaridade das linhas de pesquisa são variáveis determinantes para explicar a concentração ou escassez de estudos

sobre sistemas de votação eletrônica. Tal cenário reforça a importância de considerar, além da estrutura educacional disponível, os fatores sociais e políticos que permeiam a produção de conhecimento em diferentes regiões do país.

Para conhecer o perfil da comunidade científica analisada, verifica-se o gênero dos autores e orientadores dos trabalhos, conforme **Gráfico 7**.

Gráfico 7 - Gênero dos autores e da orientação nos EUA



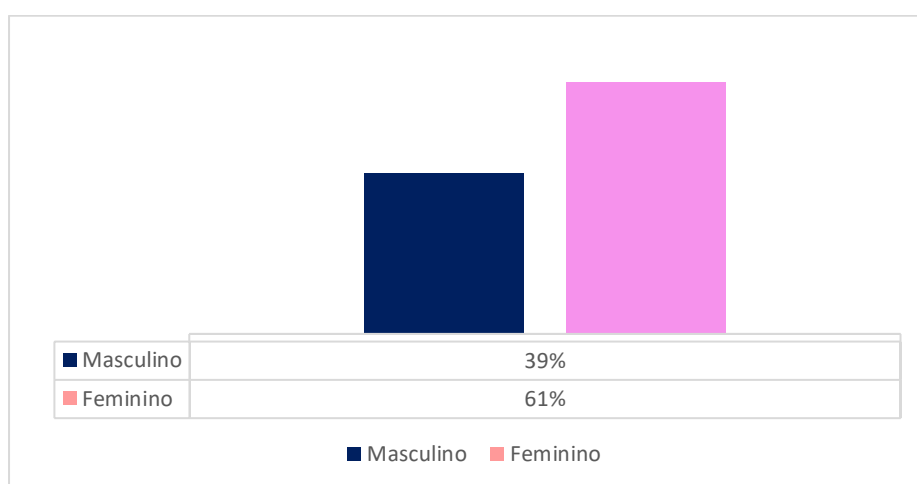
Elaboração própria (2025)

Assim, vê-se uma predominância masculina tanto na autoria quanto na orientação de teses e dissertações analisadas nos Estados Unidos. Homens representam 68% dos autores e, igualmente, 68% dos orientadores, enquanto as mulheres correspondem a 32% em ambas as categorias. Tal padrão pode estar relacionado a diversos fatores estruturais do meio acadêmico norte-americano. A menor participação de mulheres como autoras pode refletir desafios enfrentados por pesquisadoras no ingresso e permanência em áreas como Ciência da Computação, Engenharia e Sistemas de Informação — áreas que, conforme já demonstrado nesta tese, concentram o maior número de publicações sobre o tema. De forma semelhante, a sub-representação feminina entre orientadores evidencia a lacuna na ocupação de posições sêniores no meio acadêmico.

É importante observar que, embora a equidade de gênero seja cada vez mais abordada em políticas institucionais, sua efetiva implementação ainda parece incipiente em áreas técnicas. A igualdade de gênero na academia não se limita à proporção numérica de autores e orientadores, mas também envolve acesso a oportunidades, reconhecimento e financiamento.

Apesar disso, conforme disponibilizado pelo *Education Data Initiative*, o percentual de mulheres na pós-graduação, em 2025 é superior ao de homens. Os dados são apresentados no **Gráfico 8**.

Gráfico 8 - Gênero dos pós-graduandos americanos em 2022



Fonte: *Education Data Initiative*. Acessado em março de 2025.
Elaboração própria (2025)

A análise do perfil de autoria e orientação das dissertações e teses norte-americanas voltadas ao tema dos sistemas de votação eletrônico revela uma significativa assimetria de gênero. Conforme demonstrado no **Gráfico 8**, tanto no campo da autoria quanto da orientação, os homens representam 68% dos indivíduos envolvidos. Essa distribuição contrasta de forma contundente com os dados gerais da pós-graduação nos Estados Unidos. Segundo levantamento do *National Center for Education Statistics (NCES)*, em 2022, 61% dos estudantes de pós-graduação eram mulheres, ao passo que apenas 39% eram homens (EDUCATIONDATA, 2022). Esse dado nos permite afirmar que o campo de estudos sobre tecnologia eleitoral e voto eletrônico, apesar de situado em um ambiente universitário majoritariamente feminino, ainda é ocupado predominantemente por homens.

Tal disparidade pode estar relacionada a características disciplinares e estruturais das áreas que concentram os trabalhos sobre o tema, como Ciência da Computação, Engenharia e Sistemas de Informação, historicamente marcadas pela sub-representação feminina. A pesquisa da AAUW (*American Association of University Women*) corrobora esse fenômeno ao apontar que mulheres ainda são minoria nas chamadas *STEM fields* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), tanto no ensino quanto na produção científica de ponta (AAUW, 2023). Outro fator que pode contribuir para essa assimetria diz respeito às redes de orientação e aos perfis de liderança acadêmica nas áreas de tecnologia e ciência política nos Estados Unidos. Estudos como o de Xu et al. (2020) indicam que a orientação acadêmica frequentemente opera por afinidade temática e de trajetória profissional, o que tende a reproduzir desigualdades históricas de representação, mantendo a hegemonia masculina nos espaços de produção científica em áreas técnicas.

Além disso, é possível conjecturar que a escolha do tema em si – sistemas de votação eletrônica – atraia perfis que já apresentam um envolvimento prévio com debates de engenharia eleitoral, cibersegurança ou governança institucional, áreas nas quais, conforme pesquisa da IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), as taxas de mulheres com publicações ativas ainda são inferiores a 30% (IEEE, 2022). Portanto, o dado apresentado não representa um desvio isolado, mas sim um reflexo de uma estrutura desigual de ocupação dos espaços acadêmicos nas disciplinas envolvidas.

É relevante, contudo, destacar que o desequilíbrio de gênero nas publicações sobre voto eletrônico não decorre de uma sub-representação feminina na pós-graduação como um todo, mas sim de um fenômeno restrito à temática e à intersecção disciplinar envolvida. Essa constatação impõe a necessidade de novas investigações que abordem os fatores que motivam ou inibem a participação feminina nesses temas e campos científicos específicos, além de abrir margem para o desenvolvimento de políticas institucionais de incentivo à equidade de gênero na pesquisa aplicada à tecnologia cívica e eleitoral.

4.5 EUA: análise de conteúdo

A análise dos 60 trabalhos acadêmicos dos Estados Unidos evidencia um campo de pesquisa em voto eletrônico, segurança eleitoral e participação política marcado por uma profunda interseção entre ciência da computação, ciência política e estudos de comportamento. Ao longo das últimas duas décadas, percebe-se que o foco central recai sobre segurança, verificabilidade e integridade dos processos de votação, em especial após eventos marcantes como as eleições de 2000 e 2016. Os trabalhos indicam um aumento expressivo de pesquisas voltadas para a mitigação de ameaças cibernéticas, desde ataques a cadeias de suprimento de software eleitoral até vulnerabilidades em redes de transmissão de resultados. Este panorama reflete uma preocupação recorrente em alinhar requisitos técnicos e garantias democráticas, equilibrando eficiência e confiança pública.

Um traço fortemente presente é a ênfase em protocolos criptográficos e em arquiteturas de sistemas que possibilitem a auditabilidade e a transparência. Pesquisas sobre end-to-end verifiable voting (E2E-V), mix-nets e homomorphic encryption aparecem com frequência, explorando como essas tecnologias podem prover evidências matemáticas da integridade do voto sem comprometer o sigilo. Há um esforço notável em transformar essas abordagens teóricas em implementações práticas, com trabalhos propondo sistemas completos como o Apollo e o Helios adaptado para cenários eleitorais reais. Isso revela um amadurecimento da agenda técnica, na qual não apenas a teoria é desenvolvida, mas também o teste em condições próximas das de eleições oficiais.

Outro ponto que se destaca é o número expressivo de estudos sobre ameaças internas e externas ao processo eleitoral. Os trabalhos abordam desde o fenômeno do *trusting trust attack* e a defesa via diverse double-compiling, até a análise forense de logs e detecção de manipulações. A perspectiva de segurança é muitas vezes combinada com uma abordagem política e sociológica, como nos estudos que relacionam vulnerabilidades técnicas à possibilidade de interferência estrangeira e erosão da confiança pública. O elo entre segurança técnica e percepção de legitimidade do eleitor é tratado como determinante para a aceitação social dos

sistemas eletrônicos de votação. Na dimensão comportamental, há pesquisas que exploram interação do eleitor com a tecnologia. Estudos sobre usabilidade, acessibilidade e experiência do usuário (UX) analisam, por exemplo, o impacto de interfaces complexas no aumento de erros, ou como a falta de feedback pode gerar insegurança no ato do voto. Há trabalhos que discutem inclusão digital, acessibilidade para pessoas com deficiência e barreiras linguísticas, ressaltando que segurança técnica isolada não é suficiente se o eleitor não consegue interagir corretamente com o sistema. Essa vertente traz uma perspectiva mais centrada no cidadão, ampliando a compreensão sobre os desafios práticos do voto eletrônico.

O uso de biometria e autenticação multifatorial também é recorrente. Trabalhos exploram reconhecimento de impressões digitais, íris e padrões de digitação, tanto para aumentar a segurança na identificação do eleitor quanto para avaliar riscos de falsificação e ataques de *spoofing*. Há estudos que defendem a biometria como complemento à autenticação tradicional, enquanto outros a criticam por gerar novos vetores de ataque e riscos de exclusão. Esse debate reforça a ideia de que soluções técnicas precisam ser equilibradas com salvaguardas jurídicas e sociais. Em paralelo, observa-se uma linha relevante de pesquisa sobre auditorias pós-eleitorais e métodos estatísticos para detecção de anomalias. O uso de *risk-limiting audits* (RLA) e testes de integridade baseados em amostragem estatística aparece como uma das principais recomendações para aumentar a confiança no resultado. Alguns trabalhos comparam diferentes estados norte-americanos, identificando variações significativas na implementação de auditorias e no arcabouço legal que as sustenta. Essa comparação revela uma fragmentação institucional, que dificulta a adoção uniforme de boas práticas.

Há também um grupo de trabalhos que analisa impactos de políticas públicas e legislações sobre a adoção de tecnologias eleitorais. Esses estudos examinam como leis estaduais e federais moldam a arquitetura dos sistemas, desde a obrigatoriedade de *voter-verified paper audit trails* (VVPAT) até restrições no uso de internet para transmissão de resultados. As conclusões frequentemente apontam para um tensionamento entre inovação tecnológica e prudência regulatória, com divergências políticas influenciando o ritmo de mudanças. A blockchain aparece como tecnologia emergente em parte dos trabalhos mais recentes. Pesquisas exploram sua

aplicação em votação remota, especialmente para eleitores no exterior e plebiscitos de baixa escala. Embora reconheçam seu potencial em garantir imutabilidade e auditabilidade distribuída, muitos autores ressaltam limitações técnicas, como escalabilidade e anonimato, e questões sociais, como a falta de compreensão pública sobre o funcionamento da tecnologia. Esses estudos tendem a adotar uma postura cautelosa, propondo pilotos restritos antes de qualquer adoção em larga escala.

Diversos trabalhos abordam a educação do eleitor e treinamento de mesários, mostrando que a segurança operacional não depende apenas da tecnologia, mas também da preparação humana. Estudos de campo analisam falhas recorrentes em treinamentos e como a falta de familiaridade com o equipamento pode comprometer o processo. Essa dimensão humana é vista como tão crítica quanto a infraestrutura tecnológica, reforçando a necessidade de abordagens integradas. Outro núcleo temático se dedica a cibersegurança e segurança nacional, com ênfase no papel de agências como o Department of Homeland Security (DHS) e o Election Assistance Commission (EAC) na proteção das eleições contra ameaças avançadas. Alguns trabalhos discutem a classificação da infraestrutura eleitoral como "infraestrutura crítica" e suas implicações, incluindo maior coordenação interinstitucional e investimentos em defesa cibernética.

O tema da confiança pública permeia quase todos os estudos, direta ou indiretamente. Trabalhos empíricos mostram que a confiança no resultado eleitoral não está atrelada apenas à robustez técnica, mas também à percepção de transparência e imparcialidade. Nesse sentido, há propostas de aumentar a visibilidade dos processos de auditoria e comunicação pública dos resultados para reduzir o espaço para desinformação.

As *fake news* e campanhas de desinformação também entram como fator de risco eleitoral. Estudos avaliam como a disseminação de informações falsas sobre fraudes, muitas vezes sem base técnica, pode influenciar a opinião pública e levar a movimentos de contestação dos resultados. Algumas pesquisas sugerem que a comunicação proativa das autoridades eleitorais, aliada à transparência técnica, é uma das melhores formas de conter esse impacto. A análise da diversidade metodológica é outro ponto interessante. Enquanto parte dos trabalhos adota

metodologias puramente técnicas, como simulações e provas de conceito, outros combinam análise técnica com entrevistas qualitativas, estudos de caso e análise documental. Essa heterogeneidade metodológica amplia a compreensão do fenômeno, mas também evidencia a necessidade de maior integração entre ciência da computação e ciências sociais.

Em termos de avanços práticos, observa-se que alguns estudos influenciaram diretamente políticas públicas e melhorias técnicas em sistemas eleitorais reais, como a implementação de novas camadas de segurança ou a adoção de padrões abertos para interoperabilidade. Esse diálogo entre academia e prática eleitoral é um ponto forte da produção norte-americana, embora ainda haja espaço para mais parcerias institucionais. Há ainda um conjunto de trabalhos dedicados a votação remota via internet, especialmente para militares e eleitores expatriados. Embora a viabilidade técnica seja debatida, muitos autores apontam riscos significativos de ataques e interceptações, defendendo que, no curto prazo, tais sistemas sejam limitados a contextos muito específicos e com forte auditoria. A dimensão comparativa internacional aparece em alguns estudos, que analisam experiências de outros países com voto eletrônico, como Estônia, Brasil e Canadá, buscando lições aplicáveis ao contexto norte-americano. Essas análises revelam diferenças estruturais que podem dificultar a transposição de soluções, mas também oferecem insights sobre caminhos alternativos.

Um aspecto importante é a longevidade dos problemas identificados. Questões como a necessidade de registros em papel, a resistência a atualizações de software e a fragmentação jurisdicional aparecem recorrentemente ao longo de anos, sugerindo que certas barreiras são mais políticas e institucionais do que técnicas. Esse padrão indica que o avanço tecnológico, por si só, não garante evolução na segurança e confiabilidade do voto eletrônico. Os estudos mais recentes refletem maior integração entre segurança e usabilidade, reconhecendo que sistemas excessivamente complexos podem gerar erros humanos e desconfiança. Essa perspectiva mais holística aproxima o design de sistemas eleitorais das práticas de *human-centered computing*, valorizando testes com usuários e ajustes iterativos.

Há trabalhos que exploram segurança de software livre em sistemas eleitorais, argumentando que a abertura do código pode aumentar a transparência e facilitar auditorias independentes. No entanto, também há cautela quanto ao risco de que a exposição do código facilite a exploração de vulnerabilidades, caso não haja acompanhamento rigoroso de patches e atualizações. O papel das universidades e centros de pesquisa na formação de especialistas em segurança eleitoral é destacado em diversos trabalhos. Programas de pesquisa aplicada, competições acadêmicas e auditorias de laboratório são apresentados como estratégias para desenvolver soluções inovadoras e formar mão de obra qualificada.

A presença de modelos teóricos robustos, como análise de ameaças, modelagem formal e verificação automática de protocolos, é um diferencial. Essas abordagens aumentam a capacidade de prever vulnerabilidades antes que elas ocorram em campo, e podem ser replicadas para outros setores críticos da infraestrutura nacional. Por fim, a análise conjunta dos trabalhos evidencia que a pesquisa norte-americana sobre voto eletrônico é caracterizada por alta densidade técnica, forte interdisciplinaridade e preocupação constante com a legitimidade democrática. A diversidade de abordagens e a conexão entre problemas técnicos e políticos indicam um campo maduro, mas ainda em constante tensão entre inovação, segurança e aceitação pública.

4.6 EUA: discussão dos resultados

A análise dos sessenta trabalhos desenvolvidos nos Estados Unidos evidencia uma produção acadêmica fortemente orientada à segurança, verificabilidade e integridade dos sistemas de votação eletrônica, refletindo um ambiente de pesquisa comprometido com a mitigação de riscos cibernéticos e com a preservação da confiança pública no processo eleitoral. Destaca-se a ênfase no desenvolvimento e na avaliação de protocolos criptográficos robustos, como *end-to-end verifiable voting*, *mix-nets* e criptografia homomórfica, bem como na implementação de auditorias estatísticas (*risk-limiting audits*), consolidando um padrão elevado de exigência técnica e metodológica.

Observa-se um equilíbrio entre investigações de natureza técnica e comportamental, o que demonstra compreensão da necessidade de aliar proteção contra ameaças externas e internas à adequação da usabilidade, da acessibilidade e da experiência do eleitor. Tal abordagem reconhece que a robustez de um sistema eleitoral não se sustenta apenas na segurança criptográfica, mas também na sua aceitação social e na sua operacionalidade em contextos reais de votação. O estudo das tecnologias emergentes, em especial blockchain e biometria, é conduzido de forma criteriosa, destacando potenciais aplicações em cenários específicos e restritos, ao mesmo tempo em que são apontadas limitações práticas, como questões de escalabilidade, preservação do anonimato e inclusão de eleitores em situação de vulnerabilidade digital. Essa perspectiva denota um amadurecimento no campo, evitando soluções tecnológicas apressadas que possam comprometer a legitimidade do processo eleitoral.

Questões políticas e institucionais são recorrentemente identificadas como barreiras significativas à modernização dos sistemas, incluindo a fragmentação jurisdicional, a heterogeneidade legislativa e a resistência a mudanças por parte de gestores e atores políticos. Os trabalhos analisados convergem na percepção de que a consolidação de sistemas de votação eletrônica seguros e transparentes exige soluções integradas, capazes de articular inovações tecnológicas a reformas normativas e a estratégias de governança democrática.

Por fim, verifica-se um campo de pesquisa marcadamente interdisciplinar, que integra conhecimentos da ciência da computação, ciência política, direito, estatística e ciências sociais aplicadas, e mantém forte vínculo entre a produção acadêmica e a prática eleitoral. Essa conexão assegura que os resultados de pesquisa tenham impacto direto na formulação de políticas públicas e no aprimoramento de processos eleitorais, ao mesmo tempo em que preserva uma postura crítica e cautelosa quanto à adoção de novas tecnologias, privilegiando a solidez e a confiança pública sobre a mera inovação tecnológica.

4.7 Romênia: análise dos dados institucionais

Os resultados apresentados nesta seção foram obtidos com o objetivo de compreender o perfil das instituições com maior número de publicações, bem como identificar o gênero de autores e orientadores, a distribuição geográfica por regiões do país e a natureza das instituições (privadas, públicas, federais, estaduais ou institutos de pesquisa). No caso específico da Romênia, optou-se por utilizar o termo “eleições” como critério de busca, uma vez que não foram encontrados resultados relevantes com a expressão “voto eletrônico”. Além disso, há um prazo regulamentar para que teses e dissertações defendidas no país se tornem acessíveis ao público, o que limita o universo de análise. Dessa forma, foram localizados 14 trabalhos, mas apenas 6 estavam disponíveis para consulta integral.

Considerando esse baixo volume, a análise aqui apresentada será mais sucinta, mantendo, contudo, a coerência metodológica aplicada nas demais etapas da pesquisa. No que se refere à análise de conteúdo, os resultados indicam uma complementariedade entre as temáticas abordadas.

Inicialmente, todos os documentos que analisamos são oriundos de teses (doutorado). No que tange ao período das publicações apurado (2002 a 2022), na **Tabela 10**, tem-se a série temporal com as datas de defesas dos 6 trabalhos analisados. Conforme depreende-se, os trabalhos sobre a temática são mais recentes, mesma tendência que se nota nos demais países analisados.

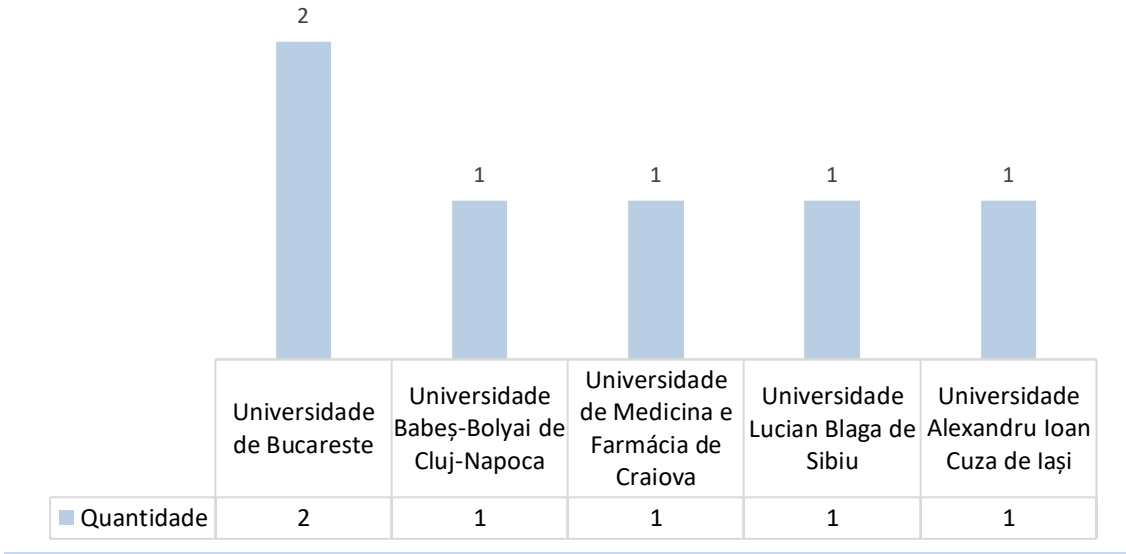
Tabela 10 - Ano de defesa do trabalho (2002 - 2022) na Romênia

Ano	Quantidade
2013	1
2014	1
2018	1
2019	1
2020	1
2022	1

Elaboração própria (2025)

Por sua vez, as 06 teses cadastradas no Tezaro relacionadas a votações foram desenvolvidas em 5 instituições, conforme Gráfico 9. A concentração dos trabalhos nas instituições listadas pode ser explicada pelo fato de todas elas figurarem entre as universidades mais tradicionais e de maior prestígio acadêmico da Romênia.

Gráfico 9 - Publicações por tipo de instituição na Romênia



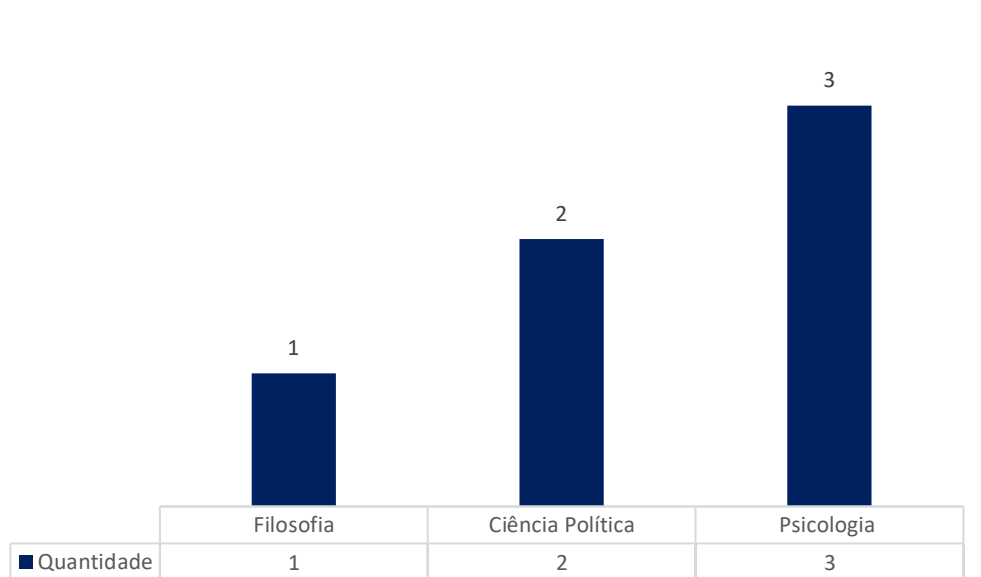
Elaboração própria (2025)

A Universidade de Bucareste e a Universidade Babeş-Bolyai de Cluj-Napoca possuem programas consolidados em Ciências Políticas, Direito e Administração Pública, áreas diretamente relacionadas à pesquisa sobre eleições e processos democráticos. Essas instituições também têm maior acesso a financiamento, redes de pesquisa internacionais e parcerias com órgãos governamentais e não-governamentais, o que estimula a produção científica em temas de governança e participação política.

Além disso, há uma concentração natural de estudos nas universidades localizadas em grandes centros urbanos, como Bucareste e Cluj-Napoca, que funcionam como polos acadêmicos e políticos. Nessas cidades, o acesso a dados, especialistas, eventos políticos e instituições públicas facilita o desenvolvimento de pesquisas mais aplicadas, incluindo estudos sobre processos eleitorais. É relevante

destacar que a presença de centros de pesquisa e *think tanks* nessas localidades também contribui para a maior incidência de trabalhos acadêmicos sobre o tema. Os trabalhos dividem-se em 3 grandes áreas, conforme a **Gráfico 10**.

Gráfico 10 - Áreas dos programas com mais publicações na Romênia



Elaboração própria (2025)

A distribuição das áreas dos trabalhos analisados evidencia uma abordagem interdisciplinar para o estudo das eleições na Romênia. A presença da Psicologia como a área com maior número de pesquisas (três trabalhos) indica que o interesse pelo fenômeno eleitoral ultrapassa a esfera estritamente política, alcançando temas como comportamento do eleitor, tomada de decisão, percepção pública e influência de fatores cognitivos e emocionais no processo democrático. Essa tendência segue correntes internacionais que buscam compreender o voto não apenas como ato racional, mas como resultado de múltiplas variáveis sociais e individuais.

A Ciência Política, com dois trabalhos, representa a vertente mais clássica e direta na análise das eleições, abordando questões estruturais como sistemas eleitorais, governança, participação cidadã e reformas institucionais. O menor número de estudos nessa área, em comparação com a Psicologia, pode refletir tanto a abrangência interdisciplinar do tema quanto as limitações de acesso a dados eleitorais e a uma tradição mais consolidada de estudos políticos em países com maior produção acadêmica sobre o assunto. Ainda assim, os trabalhos em Ciência Política

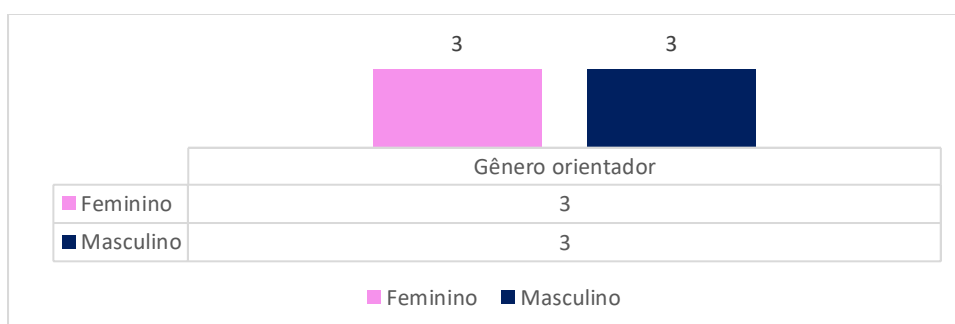
tendem a fornecer a base teórica e institucional para análises mais amplas sobre o processo eleitoral.

A inclusão da Filosofia na análise das eleições é particularmente interessante, ainda que conte com apenas um trabalho. Essa perspectiva possibilita reflexões mais profundas sobre ética, justiça, liberdade e responsabilidade cívica, conceitos essenciais para entender o significado e o papel das eleições em um Estado democrático. O enfoque filosófico também pode se conectar a debates sobre legitimidade política e fundamentos da participação cidadã, enriquecendo o debate interdisciplinar.

Em conjunto, esses dados indicam que, apesar do número limitado de pesquisas, há um esforço de integrar diferentes áreas do conhecimento para compreender as eleições na Romênia. Essa pluralidade de enfoques amplia a complexidade das análises e sugere que futuras investigações poderiam explorar ainda mais as intersecções entre as dimensões psicológicas, políticas e filosóficas do ato de votar.

Para conhecer o perfil da comunidade científica analisada, verifica-se o gênero dos autores e orientadores dos trabalhos. No total, são 06 autores e 06 orientadores, conforme **Gráfico 11**.

Gráfico 11 - Gênero dos autores e da orientação na Romênia



Elaboração própria (2025)

A participação feminina na pós-graduação e na pesquisa na Romênia apresenta indicadores expressivos em comparação a diversos países europeus.

Segundo dados do relatório *She Figures 2024* (European Commission, 2024), a proporção de mulheres entre doutores cresceu de 52% em 2013 para 55% em 2021, consolidando uma presença majoritária em termos de titulação acadêmica. Esse crescimento indica políticas de inclusão educacional relativamente eficazes e uma valorização crescente da formação avançada entre mulheres.

No entanto, ao analisar a presença feminina no conjunto total de pesquisadoras, o percentual é de 47%, o que revela que, embora as mulheres estejam concluindo doutorados em alta proporção, sua participação efetiva no mercado de pesquisa ainda enfrenta barreiras estruturais. Isso se torna mais evidente ao observar a distribuição setorial: no ensino superior elas representam 52%, no governo 49%, mas no setor empresarial apenas 33%. Essa queda acentuada no setor privado pode refletir fatores como menor incentivo à contratação de mulheres em áreas tecnológicas e científicas, ou obstáculos culturais e institucionais relacionados a gênero.

Outro ponto crítico, também destacado pelo *She Figures 2024* (European Commission, 2024), refere-se à liderança acadêmica, na qual apenas 10% dos cargos são ocupados por mulheres. Essa discrepância evidencia a persistência de um “teto de vidro” institucional, onde o acesso a posições de decisão permanece majoritariamente masculino, apesar da elevada qualificação feminina. Tal descompasso entre formação e ocupação de cargos de liderança limita o potencial de contribuição das mulheres nas decisões estratégicas e na formulação de políticas científicas.

Ao cruzar esses dados com o levantamento específico realizado nesta pesquisa sobre trabalhos acadêmicos romenos contendo o termo “eleições” – utilizado devido à ausência de resultados para “voto eletrônico” –, nota-se que o perfil encontrado (5 autoras mulheres e 1 autor homem, com distribuição equilibrada entre orientadores homens e mulheres) reflete, em parte, o cenário nacional descrito. Ainda assim, o recorte reduzido e a restrição de acesso a parte dos trabalhos, motivada pelo prazo legal para disponibilização de teses, limitam a consolidação de conclusões mais amplas sobre eventuais desigualdades de gênero no campo específico de estudos eleitorais na Romênia.

4.8 Romênia: análise de conteúdo

A seleção de trabalhos analisados revela uma diversidade temática significativa, unida pelo esforço de compreender fenômenos sociais, políticos e culturais a partir de abordagens empíricas e teóricas robustas. Ainda que tratem de contextos variados – como migração laboral, infertilidade, escolhas profissionais, comportamento eleitoral, crítica econômica e recepção filosófica –, todos compartilham uma preocupação com processos de transformação social e com a influência de fatores estruturais e culturais sobre comportamentos e percepções. Tal pluralidade permite observar, de forma transversal, como diferentes áreas do conhecimento mobilizam métodos e referenciais para compreender dinâmicas complexas.

O trabalho de Claudia Elena Ionaș, centrado na resiliência infantil diante da ausência parental provocada por migração laboral, fornece evidências de como fatores psicossociais, comunitários e institucionais se articulam para mitigar efeitos adversos. O foco na infância e na rede de suporte social reforça a importância das políticas públicas e da mobilização comunitária em contextos de elevada mobilidade laboral, algo particularmente relevante na Romênia pós-adesão à União Europeia, quando fluxos migratórios se intensificaram. Já o estudo de Roxana-Elena Mosor aborda a infertilidade sob uma ótica interdisciplinar, evidenciando o potencial das pesquisas que combinam psicologia, sociologia e estudos de gênero para compreender experiências marcadas por estigma social e impactos emocionais profundos. O trabalho demonstra que políticas de saúde reprodutiva precisam integrar suporte psicossocial, rompendo com abordagens exclusivamente biomédicas e reconhecendo a dimensão relacional e cultural do problema.

No campo da formação e escolha profissional, a pesquisa de Rona P. Cahn sobre a educação musical em Israel traz contribuições valiosas para o entendimento de como valores culturais, capital simbólico e condições socioeconômicas moldam decisões de carreira. Ao identificar tanto elementos de estímulo quanto barreiras, o estudo dialoga com debates sobre valorização de profissões artísticas e sustentabilidade financeira, temáticas que ultrapassam fronteiras nacionais.

Entre os trabalhos diretamente relacionados a processos políticos, destaca-se a investigação de Georgian Guțoiu sobre comportamento eleitoral em Bucareste. A análise geoespacial das eleições de 2016 confirma que variáveis urbanas, renda e acesso a serviços públicos influenciam padrões de voto e abstencionismo. Tal abordagem evidencia a relevância de metodologias de geografia eleitoral e análise espacial para identificar desigualdades políticas intraurbanas, fornecendo subsídios para políticas de engajamento cívico mais focalizadas.

A pesquisa de Georgeta-Laura Șerban-Oprescu oferece um contraponto teórico ao trazer a crítica austríaca à economia comportamental. A análise epistemológica não apenas revisita fundamentos metodológicos da ciência econômica, mas também propõe um modelo híbrido que incorpore elementos das duas correntes. Essa contribuição é relevante para debates contemporâneos sobre racionalidade, tomada de decisão e desenho de políticas públicas, especialmente no contexto de incertezas econômicas. Por sua vez, Mihaela Gutoiu apresenta um estudo de fôlego sobre a recepção crítica de Michel Foucault na filosofia contemporânea. Ao mapear apropriações e resistências ao pensamento foucaultiano, a pesquisa contribui para entender como conceitos centrais, como biopoder e governamentalidade, foram incorporados ou contestados em campos diversos, da filosofia política aos estudos culturais. Esse tipo de trabalho fortalece o diálogo interdisciplinar e mantém vivo o debate sobre poder e subjetividade.

Em conjunto, os seis trabalhos evidenciam um eixo metodológico comum: a articulação entre análises empíricas e referenciais teóricos sólidos. Mesmo quando tratam de casos específicos, como a geografia eleitoral de Bucareste ou a experiência de crianças com pais migrantes, os autores vinculam suas conclusões a debates mais amplos, o que amplia a aplicabilidade dos resultados para outros contextos e países. Isso reforça a relevância de abordagens que conciliem rigor científico e utilidade prática. Outro elemento transversal é a atenção a desigualdades estruturais — sejam de gênero, classe, acesso a serviços ou oportunidades profissionais. Em todos os casos, há um reconhecimento explícito ou implícito de que esses fatores condicionam as experiências individuais e coletivas. Tal constatação sugere que políticas e intervenções eficazes precisam ser sensíveis a essas desigualdades e buscar mecanismos de correção ou mitigação.

Além disso, a presença de estudos que se situam na fronteira entre teoria e prática, como o de Șerban-Oprescu, aponta para a necessidade de integrar perspectivas críticas no desenvolvimento de políticas e estratégias de ação. Essa combinação é especialmente relevante para a área de eleições e participação política, pois permite projetar soluções mais alinhadas às realidades locais, mas informadas por reflexões conceituais consistentes.

Por fim, a análise conjunta destes trabalhos, ainda que diversa, revela a riqueza de perspectivas que a produção acadêmica romena e internacional pode oferecer para compreender fenômenos contemporâneos. A integração entre diferentes campos do saber, métodos variados e temas sensíveis à realidade social reforça o potencial transformador da pesquisa acadêmica, especialmente quando voltada à promoção de sociedades mais justas, inclusivas e democraticamente fortalecidas.

4.9 Romênia: análise expandida

Para aumentar a transparência em seu sistema eleitoral, a Romênia implementou soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Estas incluem: (1) o registro eleitoral, utilizado pela primeira vez nas eleições para o Parlamento Europeu de 2014; (2) o Sistema de Monitoramento da Participação Eleitoral e Prevenção do Voto Ilegal (SIMPV); e (3) o Sistema de Centralização dos Votos (SICVP).

Os sistemas SIMPV e SICVP são legalmente obrigatórios conforme a Lei Romena nº 208, de 20 de julho de 2015. Segundo a legislação, o registro do eleitor no momento da votação, juntamente com os dados da votação, está disponível publicamente em um portal do governo, permitindo a verificação em tempo real ou retrospectiva dos dados registrados. Gerenciada pela Autoridade Eleitoral Permanente (AEP), essa infraestrutura segue os padrões de segurança da TI.

O registro de eleitores na Romênia ocorre por meio de cédulas físicas, eletronicamente (para eleitores romenos no exterior) e via correio (também para eleitores no exterior). O voto não presencial exige registro prévio, conforme determinado pela AEP antes de cada eleição. A Lei nº 208 (20 de julho de 2015) determina a “implementação da tecnologia blockchain no sistema de informação para monitoramento da participação eleitoral e prevenção do voto ilegal, bem como no sistema de informação para centralização dos resultados da votação”. Esse sistema blockchain segue o padrão de pontuação de vulnerabilidades Tenable Nessus para segurança.

Uma revisão da literatura acadêmica, documentos oficiais europeus e fontes jornalísticas indica que as autoridades eleitorais romenas priorizam a segurança e a confiabilidade no processo de votação. Desde 2014, diversos sistemas de informação foram implementados e, em 2020, a legislação romena tornou obrigatória a utilização da tecnologia blockchain para proteger o registro dos eleitores e a integridade dos votos.

No entanto, a pesquisa acadêmica sobre a implementação do blockchain nas eleições romenas ainda é escassa. Portanto, analisa-se aqui a documentação técnica disponível para construção de arcabouço teórico sobre o processo eleitoral romeno aprimorado por meio do uso de sistemas blockchain. Os objetivos do estudo são: (1) examinar a tecnologia blockchain implementada nas eleições da Romênia; (2) avaliar seu impacto no processo eleitoral; (3) analisar se a tecnologia blockchain atende aos critérios para eleições seguras. A análise é feita em formato de estudo de caso, com foco nos procedimentos eleitorais implementados desde 2020 por meio da Lei nº 208 (20 de julho de 2015).

Na Romênia, as eleições são realizadas principalmente por meio de trilha física de votos (cédulas depositadas em urnas), com opções adicionais de votação por correio e online para eleitores no exterior. Para votar de forma não presencial, é necessário registro prévio dentro do prazo estabelecido para cada eleição. No início de cada mês, a AEP divulga um comunicado de imprensa com o número total de eleitores em comparação ao mês anterior. Assim, o sistema eleitoral romeno é

baseado na web, com informações integradas em uma arquitetura centralizada. Ele é usado para registrar eleitores e alocá-los em seções eleitorais. Existem duas seções principais: uma pública, aberta a todos os eleitores, e uma privada para as autoridades públicas autorizadas a operá-lo.

Dessa forma, a eleição em si não utiliza tecnologia blockchain, mas sua contagem de votos, desde a regulamentação de 2020, baseia-se em um sistema de informação para monitoramento da participação eleitoral e prevenção do voto ilegal. Com a implementação da solução técnica de blockchain, as informações serão registradas em tempo real de forma clara e em formato HASH (impressão digital dos dados) e estarão disponíveis publicamente em <https://voting.roaep.ro>. Isso permitirá a verificação, imediata ou posterior, da integridade dos dados relevantes registrados no Sistema de Informação para Monitoramento da Participação Eleitoral e Prevenção do Voto Ilegal, doravante denominado SIMPV, bem como no Sistema de Informação para Centralização de Dados das Atas de Registro dos Resultados da Votação, doravante denominado SICPV. (Autoridade Eleitoral Permanente, 27 de novembro de 2020, art. 5).

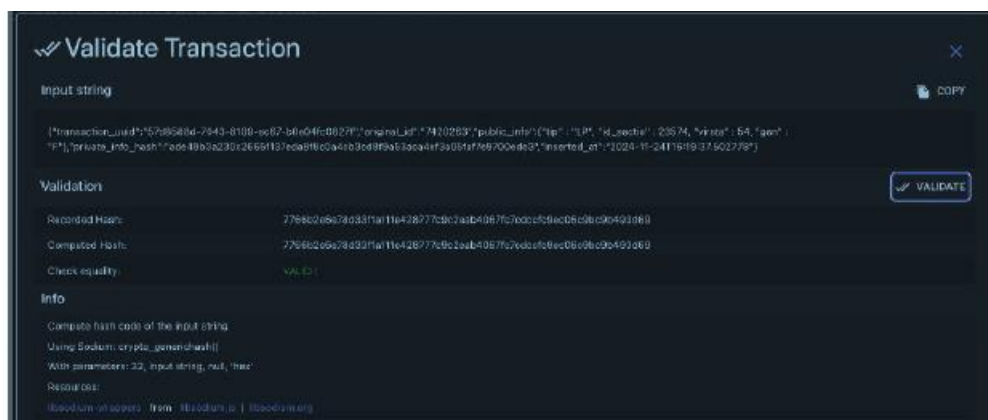
A solução técnica de blockchain implementada no país visa garantir a integridade dos dados por meio das propriedades de imutabilidade, rastreabilidade e transparência oferecidas pela tecnologia. Quanto à confidencialidade dos dados, as informações pessoais dos sistemas SIMPV e SICPV não serão expostas publicamente. A impressão digital é calculada com base em uma função HASH, que será incluída na lista do blockchain e publicada no portal oficial.

Para fornecer resultados confiáveis, SIMPV e SICPV operam conjuntamente. O SIMPV permite: (a) verificar eleitores; (b) gravação em áudio e vídeo do processo de contagem de votos; (c) criação e armazenamento de atas de resultados, incluindo digitalizações; (d) verificação de correlação de dados nas atas de resultados; (e) transmissão dos resultados para o SICPV. Com base no SIMPV, o Escritório Eleitoral Central da Romênia reporta dados desagregados de participação ao longo do dia da eleição e começa a publicar os resultados de cada seção eleitoral pouco após o encerramento das urnas. Usando o sistema SIMPV, os dados são coletados e publicados na blockchain como uma transação. Isso ocorre várias vezes, por exemplo,

quando um eleitor escaneia seu documento de identidade na entrada da seção eleitoral, uma nova transação será transmitida com os dados do eleitor. O principal objetivo dessa implementação é dar transparência e imparcialidade a qualquer índice de comparecimento.

Assim, na última eleição, por exemplo, é possível visualizar todas as transações no site oficial <https://voting.roaep.ro/prezidentiale20241124/block/93456>. A rede blockchain usa BLAKE2b como função de hash e ED25519 como algoritmo de assinatura. O tempo de bloco é de 5 segundos e pode conter transações descrevendo documentos obrigatórios escaneados por meio dos dispositivos SIMPV. Qualquer pessoa pode validar todas as transações recomputando o hash BLAKE2b sobre os dados da transação registrada, como ilustrado na **Figura 8**.

Figura 8 - Validação de transações romenas nas eleições de 2024 usando o sistema blockchain



Fonte: Blockchain Voting Roaep – RO (2025)

Embora esse sistema seja utilizado apenas como uma ferramenta de relatório, sua funcionalidade aumenta a confiança em todo o processo eleitoral. Implementada em 2020, essa ferramenta de relatório de votação baseada em blockchain para as eleições romenas tem funcionado perfeitamente.

4.10 Romênia: discussão dos resultados

Segundo a literatura, existem 19 requisitos essenciais para a realização de eleições seguras. Como o foco deste artigo é a avaliação da tecnologia blockchain utilizada na Romênia para analisar os eleitores válidos em cada eleição (SIMPV) e os resultados eleitorais gerais (SICPV), a análise se concentrará apenas nessa etapa, conforme mostrado na **Tabela 11**.

Tabela 11 - Requisitos para eleições

Nº	Requisito	Descrição	Atendido?
1	Robustez	Nenhuma parte desonesta pode interromper as eleições	Não aplicável
2	Justiça	Nenhuma contagem parcial é revelada	Parcialmente aplicável e concluído
3	Verificabilidade	Os resultados das eleições não podem ser falsificados	-
3.1	Verificabilidade individual	O eleitor pode verificar se seu voto está incluído na contagem final	Não
3.2	Verificabilidade universal	Todos os votos válidos estão incluídos na contagem final e isso é publicamente verificável	Sim
4	Solidez, completude e correção	A contagem final incluiu todos os votos válidos	Parcialmente aplicável e concluído
5	Elegibilidade	Eleitores não qualificados não têm permissão para votar	Parcialmente aplicável e concluído
6	Ausência de disputas	Qualquer parte pode verificar publicamente se o participante segue o protocolo em qualquer fase da eleição	Não
7	Transparência	Maximizar a transparência na votação, armazenamento e contagem de votos, preservando o sigilo das cédulas	Sim
8	Precisão	O sistema é isento de erros e os votos válidos devem ser corretamente registrados e contados. Essas propriedades podem ser mantidas pela verificabilidade universal	Sim

9	Responsabilidade	Se o processo de verificação do voto falhar, o eleitor pode provar que votou e, ao mesmo tempo, preservar o sigilo do voto	Não
10	Praticidade	A implementação dos requisitos e premissas deve se adaptar a eleições em larga escala	Sim
11	Escalabilidade	O esquema proposto de votação eletrônica deve ser versátil em termos de computação, comunicação e armazenamento	Parcialmente aplicável e concluído
12	Privacidade e sigilo do voto	Os votos depositados são anônimos para qualquer parte	Sim
13	Prevenção de voto duplo, unicidade e impossibilidade de negação	Eleitores elegíveis não podem votar mais de uma vez	Sim
14	Ausência de recibo	O eleitor não pode obter informações que possam ser usadas para provar em quem votou para qualquer parte	Não aplicável
15	Resistência à coerção	Coagentes não podem exigir que eleitores votem de determinada forma. O eleitor não pode provar seu voto e permanece anônimo	Parcialmente aplicável e concluído
16	Anonimato	A identidade do eleitor permanece anônima	Sim
17	Autenticação	Apenas eleitores elegíveis têm permissão para votar	Sim
18	Integridade	O sistema pode detectar a parte desonesta que modifica os resultados das eleições	Sim
19	Não vinculação	O eleitor e seu voto não podem ser vinculados	Sim

Fonte: Kho, Heng and Chin (2022)
Elaboração própria (2025)

Conforme indicado na Tabela 11, dos 20 requisitos essenciais para eleições seguras, 10 são indiscutivelmente atendidos ao longo das eleições romenas. Outros cinco requisitos são parcialmente atendidos por meio da implementação da tecnologia blockchain; no entanto, essas funcionalidades estão fora do escopo deste estudo, pois

não são desempenhadas pela tecnologia blockchain específica implementada. Além disso, dois requisitos não podem ser avaliados neste trabalho porque não se aplicam às fases da eleição romena que utilizam a tecnologia blockchain. Por fim, apenas três requisitos não são atendidos ao longo do processo tecnológico. Esse desempenho coloca o país entre os mais destacados em termos de tecnologia e confiabilidade eleitoral.

Em novembro de 2024, o país realizou a primeira rodada das eleições presidenciais, que posteriormente foi anulada pela Suprema Corte Romena. Durante o primeiro semestre de 2025, essa eleição será repetida. No entanto, a motivação para a anulação, conforme divulgado pelo órgão estatal, não foi de ordem técnica quanto aos sistemas de votação ou de contagem de votos. Na verdade, após a eleição, os votos foram recontados utilizando a tecnologia blockchain, que reafirmou o resultado previamente anunciado. Conforme destacado pelo Conselho Supremo de Defesa Nacional, o motivo da anulação foram ações durante a campanha, possivelmente envolvendo uso indevido das redes sociais e suposta influência russa.

Assim, embora o país esteja passando por uma crise política devido à anulação da última eleição presidencial, a confiabilidade do sistema blockchain, bem como das urnas e da contagem de votos, não foi questionada. Esses fatos reforçam ainda mais a robustez do sistema, bem como a importância da tecnologia blockchain no cumprimento dos requisitos para eleições seguras.

4.11 Uso de blockchain no contexto eleitoral

O avanço das tecnologias aplicadas ao processo eleitoral tem gerado um corpo robusto de estudos que exploram alternativas para garantir segurança, transparência e auditabilidade do voto. Entre as inovações mais debatidas na literatura acadêmica, destaca-se o uso de blockchain como infraestrutura para registro e verificação de votos, capaz de oferecer características como imutabilidade, descentralização e rastreabilidade. Trabalhos analisados tanto no contexto brasileiro quanto norte-americano apontam que a adoção dessa tecnologia, embora envolta em desafios

técnicos e institucionais, representa um caminho promissor para reforçar a confiança pública nas eleições e modernizar a administração do voto.

A revisão sistemática das dissertações e teses examinadas evidenciou que, especialmente nos últimos anos, o voto eletrônico em blockchain deixou de ser apenas uma proposta teórica e passou a ser testado em protótipos, projetos-piloto e até em pleitos oficiais de menor escala. A literatura destaca que tais iniciativas buscam resolver problemas persistentes de sistemas de votação convencionais, como vulnerabilidades a ataques, dependência de terceiros e opacidade nos processos de apuração. Além disso, as pesquisas convergem ao apontar que a utilização de blockchain pode favorecer a verificabilidade ponta a ponta (E2E), permitindo que cada eleitor confirme que seu voto foi registrado e contabilizado corretamente, sem comprometer o sigilo.

Nesse cenário, a experiência da Romênia emerge como um caso de especial relevância. O país, embora de porte médio na União Europeia e com histórico recente de reformas democráticas, implementou um sistema de votação baseado em blockchain para atender a necessidades específicas, como o voto da diáspora e a ampliação de mecanismos de confiança na integridade do pleito. A análise desse caso permite não apenas compreender como um sistema desse tipo é operacionalizado em contexto real, mas também verificar se os benefícios projetados pela literatura — segurança, auditabilidade, resistência a manipulações e aumento da participação — se materializam na prática.

A escolha da Romênia como estudo de caso justifica-se, portanto, pelo fato de o país ter optado por uma implementação efetiva e em escala nacional de voto apoiado por blockchain, algo ainda incomum no cenário global. A literatura analisada aponta que exemplos concretos de aplicação dessa tecnologia em eleições oficiais são raros, e o caso romeno fornece material empírico valioso para avaliar a viabilidade, as limitações e as condições necessárias para sua replicação em outros contextos. Essa investigação insere-se, assim, em um esforço mais amplo de confrontar teorias e modelos acadêmicos com experiências práticas.

A crescente digitalização dos processos eleitorais tem impulsionado o interesse de pesquisadores, governos e organizações internacionais por tecnologias capazes de garantir maior segurança, auditabilidade e transparência. Entre essas inovações, a tecnologia blockchain destaca-se por suas propriedades de imutabilidade, descentralização e rastreabilidade, que permitem o registro seguro e inviolável de transações em ambientes distribuídos (Nakamoto, 2008; Yavuz & Koç, 2021). No contexto eleitoral, tais características tornam o blockchain uma alternativa promissora para mitigar riscos associados à manipulação de votos, fraudes e violações de integridade do processo. Essa perspectiva vem sendo defendida por autores como Noizat (2015) e McCorry et al. (2017), que argumentam que a infraestrutura de ledger distribuído pode reforçar a confiança pública em sistemas de votação digital.

A aplicação prática dessa tecnologia, contudo, ainda é incipiente e concentrada em experimentos ou usos parciais do sistema eleitoral. Nesse sentido, a experiência da Romênia constitui um caso de estudo particularmente relevante por se tratar de um dos primeiros países a adotar legalmente o uso de blockchain no monitoramento da participação eleitoral e na centralização dos resultados de votação. Como demonstrado na documentação técnica e nos relatos institucionais do governo romeno, a utilização da tecnologia não abrange o ato do voto em si, mas assegura a rastreabilidade e a verificação em tempo real dos dados de comparecimento e da contagem de votos. Trata-se, portanto, de uma implementação híbrida, que conjuga o voto físico tradicional com mecanismos digitais de verificação em blockchain, buscando preservar tanto a confiança na urna quanto a integridade dos dados apurados (Zyskind, Nathan & Pentland, 2015).

A inclusão deste material na presente tese justifica-se, portanto, não apenas por seu caráter ilustrativo de uma aplicação concreta da tecnologia, mas também por sua contribuição ao debate sobre os limites e possibilidades da blockchain como infraestrutura de confiança institucional. A Romênia, ao adotar formalmente o uso do blockchain por meio de legislação nacional específica (Lei nº 208/2015), antecipou discussões que hoje são objeto de intensos debates normativos e técnicos em fóruns internacionais. Autores como Derler et al. (2020) argumentam que, embora o blockchain não seja uma solução definitiva para todas as vulnerabilidades dos

sistemas eleitorais, ele pode atuar como um importante componente dentro de uma arquitetura mais ampla de segurança e governança digital.

5. Discussão

Os resultados desta pesquisa não apenas avançam o conhecimento acadêmico sobre tecnologia eleitoral, mas também oferecem orientações práticas concretas para governos e órgãos responsáveis pela condução de eleições. O primeiro avanço diz respeito à identificação de boas práticas internacionais. O mapeamento realizado entre Brasil, Estados Unidos e Romênia permite que gestores públicos adaptem soluções comprovadas para fortalecer a auditabilidade e a confiança no processo eleitoral. A aplicação dessas práticas pode ser feita por meio de programas-piloto, testes controlados e ajustes regulatórios graduais.

A experiência romena com blockchain traz uma oportunidade única: integrar registros distribuídos ao ecossistema eleitoral de forma a garantir a rastreabilidade e a imutabilidade dos resultados. Ainda que inicialmente restrita à contagem de votos, essa tecnologia pode ser gradualmente expandida para outras fases do processo, como registro de eleitores e apuração em tempo real.

Outro ponto de contribuição direta é a constatação de que a confiança pública deve ser tratada como prioridade estratégica. Isso significa que órgãos eleitorais não podem se limitar à robustez técnica; é fundamental investir em comunicação clara, educação eleitoral e divulgação de informações sobre como as tecnologias funcionam e como protegem o voto.

A pesquisa também revela desigualdades na produção e difusão do conhecimento, especialmente em relação à distribuição geográfica e institucional das pesquisas. Para governos, essa informação pode orientar políticas de fomento à pesquisa e desenvolvimento, direcionando recursos para universidades e centros de inovação que atuem em regiões menos representadas. No campo legislativo, os achados indicam a necessidade de marcos regulatórios dinâmicos, capazes de acompanhar a evolução tecnológica sem engessar a adoção de inovações. Leis que prevejam ciclos de teste, auditoria e avaliação antes da implementação definitiva de novas soluções podem reduzir riscos e aumentar a legitimidade.

A categorização temática desenvolvida nesta pesquisa pode servir de instrumento metodológico para órgãos governamentais acompanharem, de forma

sistemática, o debate acadêmico e técnico sobre voto eletrônico. Esse acompanhamento permitiria a formulação de políticas mais alinhadas às evidências científicas mais recentes.

Por fim, a tese demonstra que a integração entre academia, governo e sociedade civil é essencial para a modernização tecnológica eleitoral. A criação de comitês interdisciplinares e abertos, compostos por especialistas, representantes institucionais e cidadãos, pode garantir que a inovação seja transparente, participativa e ajustada às necessidades democráticas reais. Assim, as evidências e análises aqui apresentadas não se limitam a descrever o estado atual da tecnologia eleitoral; elas se convertem em propostas concretas de ação para que governos, tribunais eleitorais e legisladores fortaleçam seus sistemas, elevem a confiança pública e promovam processos eleitorais mais seguros, transparentes e legítimos em qualquer parte do mundo.

6. Conclusões

A presente pesquisa está alinhada aos objetivos traçados, à medida em que alcançou o objetivo de analisar, sob a perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a produção acadêmica sobre votação eletrônica em três contextos distintos – Brasil, Estados Unidos e Romênia. Para isso, utilizou-se de uma abordagem que combinou métodos bibliométricos e análise de conteúdo segundo Bardin (2011). Essa abordagem possibilitou mapear quantitativamente as tendências de publicação e, ao mesmo tempo, compreender qualitativamente as ênfases temáticas, avanços tecnológicos e lacunas de pesquisa identificadas nos três países.

No caso brasileiro, a análise de cinquenta teses e dissertações evidenciou uma predominância de estudos voltados à segurança do sistema de votação eletrônica, à transparência do processo eleitoral e à confiabilidade das urnas eletrônicas. Essa concentração temática reflete o debate público contínuo sobre a integridade do voto eletrônico no país, marcado por narrativas políticas divergentes e por esforços institucionais para reforçar a credibilidade do sistema. Além disso, constatou-se uma atenção considerável a tecnologias complementares, como biometria e criptografia, bem como ao papel da Justiça Eleitoral na gestão do processo.

A produção brasileira também revelou a relevância de estudos aplicados à melhoria de hardware e software, com contribuições advindas especialmente de áreas como engenharia da computação, direito eleitoral e ciência política. Observou-se, ainda, uma concentração geográfica em universidades públicas federais e estaduais das regiões Sudeste e Sul, o que dialoga com a distribuição da infraestrutura de pesquisa no país.

Nos Estados Unidos, a análise de sessenta trabalhos indicou maior diversidade temática. Além da segurança de sistemas de votação, destacaram-se pesquisas sobre acessibilidade, impacto das tecnologias na participação eleitoral, confiança pública e ameaças cibernéticas, incluindo a segurança da cadeia de fornecimento de software. Essa diversidade decorre, em parte, da descentralização do sistema eleitoral norte-americano, que propicia estudos comparativos entre diferentes modelos de votação adotados pelos estados.

A literatura norte-americana revelou ainda forte atenção a auditorias pós-eleitorais, trilhas de papel verificáveis pelo eleitor (VVPAT) e mecanismos de verificação independente, evidenciando uma preocupação estrutural com a auditabilidade dos resultados. Diferentemente do Brasil, onde a uniformidade tecnológica facilita a padronização, o cenário estadunidense demanda soluções adaptadas a contextos específicos, mas dificulta a adoção de padrões de segurança homogêneos.

Na Romênia, a escassez de resultados para o termo “voto eletrônico” levou à adoção do termo mais amplo “eleições” na busca, resultando na localização de quatorze trabalhos, dos quais seis puderam ser analisados integralmente devido a restrições de disponibilidade. Apesar da amostra reduzida, o estudo revelou elementos importantes sobre o contexto político-eleitoral romeno e a adoção recente da tecnologia blockchain.

O estudo de caso romeno mostrou que, desde 2020, o país utiliza blockchain nos sistemas de monitoramento da participação eleitoral (SIMPV) e de centralização de resultados (SICPV). Essa implementação, prevista em lei, reforça a transparência e a rastreabilidade dos dados eleitorais, posicionando a Romênia entre os pioneiros mundiais na aplicação normativa dessa tecnologia. Embora restrita à fase de contagem de votos, a medida contribuiu para confirmar resultados em situações de contestação, como ocorreu nas eleições presidenciais de 2024.

As análises indicaram que, nos trabalhos romenos, há interesse por temas correlatos ao processo eleitoral, como comportamento do eleitor, geografia eleitoral e percepção social das eleições, ainda que poucos estudos explorem diretamente a tecnologia blockchain. Esse panorama sugere um campo de pesquisa em expansão, especialmente considerando a relevância política e institucional da modernização tecnológica. O estudo bibliométrico revelou diferenças marcantes no perfil institucional entre os países analisados. No Brasil, predominam instituições públicas de ensino superior, enquanto nos Estados Unidos há maior equilíbrio entre universidades públicas e privadas. Já na Romênia, a produção identificada concentrou-se em universidades tradicionais, com forte presença de autoras, o que está em consonância com dados nacionais que apontam predominância feminina entre doutorandas.

Do ponto de vista de gênero, observou-se no Brasil um equilíbrio relativo entre autores e autoras, com leve predominância masculina; nos Estados Unidos, o cenário foi mais equilibrado; e, na Romênia, as mulheres foram maioria nas teses analisadas. Esses resultados dialogam com tendências globais de aumento da participação feminina na pós-graduação, mas também expõem desafios relacionados à inserção e permanência em posições de liderança acadêmica.

A aplicação da Análise de Conteúdo de Bardin permitiu a categorização das pesquisas em eixos como segurança e integridade do voto, tecnologias emergentes aplicadas ao processo eleitoral, impactos sociopolíticos das tecnologias de votação e aspectos jurídicos e institucionais da governança eleitoral. Apesar das diferenças contextuais, a segurança e a confiança pública emergiram como preocupações comuns. Em termos tecnológicos, a criptografia – especialmente a homomórfica – e a biometria destacaram-se no Brasil; nos EUA, sobressaíram as auditorias independentes e os registros físicos verificáveis; e, na Romênia, a inovação central foi a aplicação do blockchain. Essas distinções refletem diferentes prioridades e estágios de maturidade tecnológica.

Os resultados evidenciam que o avanço tecnológico nos sistemas eleitorais é condicionado por fatores institucionais, culturais, orçamentários e pela percepção pública. A confiança do eleitor mostrou-se elemento determinante para a legitimidade dos sistemas, independentemente da robustez técnica das soluções adotadas. No Brasil, a centralização administrativa facilita a padronização tecnológica, mas concentra vulnerabilidades e responsabilidades em um único órgão. Nos EUA, a descentralização favorece a diversidade de soluções, mas dificulta a implementação de padrões uniformes de segurança. A Romênia, por sua vez, exemplifica como a inovação normativa pode viabilizar a adoção de tecnologias emergentes.

A experiência romena com blockchain demonstra que tecnologias de registro distribuído podem reforçar a integridade e a auditabilidade dos resultados, mas também evidencia limitações quando não aplicadas a todas as etapas do processo eleitoral. A análise comparativa entre os três países demonstrou que a maturidade tecnológica não garante, por si só, a adoção plena das soluções. Aspectos como custo, compatibilidade legal e aceitação social desempenham papel igualmente

relevante. Identificou-se, ainda, a necessidade de capacitação contínua de operadores eleitorais e de estratégias de comunicação com o público, de modo a reduzir a distância entre o potencial das tecnologias e sua compreensão pelo eleitorado. A literatura revisada revelou tendência de crescente complexidade técnica nas soluções propostas, incorporando segurança pós-quântica, autenticação multifatorial e uso de inteligência artificial para detecção de anomalias. O desafio reside em equilibrar segurança e usabilidade, garantindo sistemas robustos contra ameaças, mas também acessíveis e inclusivos para todo o corpo eleitoral.

No campo jurídico, constatou-se a necessidade de atualização constante das normas eleitorais, de modo a acompanhar a evolução tecnológica e evitar lacunas que comprometam a legitimidade ou dificultem auditorias. A governança da inovação tecnológica no âmbito eleitoral requer processos transparentes e participativos, com fases de teste, avaliação e auditoria antes da adoção em larga escala.

Esta pesquisa contribui para a compreensão integrada das dimensões técnicas, políticas e sociais da adoção de tecnologias em processos eleitorais, articulando evidências empíricas e reflexões teóricas provenientes de três realidades distintas. O uso combinado de bibliometria e análise de conteúdo demonstrou-se eficaz para integrar diferentes níveis de informação e oferecer um panorama abrangente sobre o estado da arte. A inclusão do estudo de caso da Romênia ampliou a compreensão sobre como inovações normativas e tecnológicas podem ser implementadas mesmo em contextos politicamente instáveis.

O cruzamento de dados sobre gênero, instituições e temáticas evidenciou dinâmicas importantes e possíveis vieses estruturais que podem orientar pesquisas futuras. A análise comparativa permitiu identificar boas práticas adaptáveis, mas também reforçou a importância de soluções sensíveis ao contexto de cada país. As evidências reunidas indicam que a construção de sistemas eleitorais tecnologicamente seguros e socialmente legítimos requer integração equilibrada entre inovação, tradição institucional e diálogo com a sociedade.

Recomenda-se que futuras investigações ampliem a base de dados, especialmente em países com adoção recente de tecnologias inovadoras, e realizem

estudos longitudinais para avaliar o impacto dessas soluções na confiança e participação eleitoral. Em síntese, confirma-se que a tecnologia é instrumento essencial para o fortalecimento da democracia, mas seu êxito depende da integração harmoniosa entre aspectos técnicos, jurídicos, institucionais e socioculturais. A segurança técnica é necessária, mas insuficiente; a confiança pública permanece como elemento central para a legitimidade e sustentabilidade de qualquer sistema eleitoral.

Referências

- AAUW – AMERICAN ASSOCIATION OF UNIVERSITY WOMEN. **The STEM Gap: Women and Girls in Science, Technology, Engineering and Math**. 2023. Disponível em: <https://www.aauw.org/resources/research/the-stem-gap/>. Acesso em: 6 ago. 2025.
- ADIDA, B. Helios: **Web-based Open-Audit Voting**. In: **USENIX Security Symposium, 2008**. Disponível em: <https://www.usenix.org>. Acesso em: 3 ago. 2025.
- AGÊNCIA BRASIL. **Brasil sobe duas posições e se torna a 9ª maior economia do mundo**. Brasília: EBC, 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-12/brasil-sobe-duas-posicoes-e-se-torna-9a-maior-economia-do-mundo>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- AGÊNCIA BRASIL. **Brazil have 155 mi voters years municipal elections**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/en/politica/noticia/2024-07/brazil-have-155-mi-voters-years-municipal-elections>. Acesso em: 14 jul. 2025.
- ARANHA, D. F.; BARBOSA, P.; CARDOSO, T. N. C.; LÜDERS, C.; MATIAS, P. **Execução de código arbitrário na urna eletrônica brasileira**. In: Anais Principais do Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais (SBSEG), 2018. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. p. 57 - 70. Disponível em <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbseg/article/view/4243>. Acessado em 23 de agosto de 2019.
- ARANHA, D. F.; RIBEIRO, H.; PARAENSE, A. L. O. **Crowdsourced integrity verification of election results: an experience from Brazilian elections**. Annals of Telecommunications, v. 71, p. 287-297, 2016.
- ATKESON, Lonna Rae; McKOWN-DAWSON, Eli; STEIN, Robert M. **The Costs of Voting and Voter Confidence**. *Political Research Quarterly*, v. 78, n. 7, p. 1–16, set. 2024. DOI: 10.1177/10659129241283169. Acesso em: 06 ago. 2025.
- AVRITZER, L. **Sociedade civil, instituições participativas e representação: da autorização à legitimidade da ação**. Revista de Ciências Sociais, v. 50, n. 3, p. 443-464, 2007.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
- BBC NEWS. **1989: Ceausescu executed in Romania**. Disponível em: <https://news.bbc.co.uk/onthisday>. Acesso em: 14 jul. 2025.
- BENALOH, J. **Simple Verifiable Elections**. In: USENIX Workshop on Accurate Electronic Voting Technology, 2006. Disponível em: <https://www.usenix.org>. Acesso em: 3 ago. 2025.
- BIROUL ELECTORAL CENTRAL. **Alegeri în România – Structura sistemului electoral**. 2024. Disponível em: <https://www.roaep.ro>. Acesso em: 14 jul. 2025.
- BLANCO, D. Y. M.; GRASCÓ, M. **A protocolized, comparative study of Helios Voting and Scytl/iVote**. IEEE, v. 1, p. 31-38. 2019.
- CAHN, Rona P. **Aspectos Psicossociais da Escolha de Carreira em Educação Musical em Israel**. 2019. Tese (Doutorado) – Universidade Babeş-Bolyai de Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, 2019.
- CAMARGO C.R.; Faust R.; Merino E.; Stefani C.; **The technological obsolescence of the Brazilian eletronic ballot box**. P. 1.185-1192. 2012. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22316881/>. Acessado em 4 de fevereiro de 2022.
- CHAUM, D. **Blind signatures for untraceable payments**. In: Advances in Cryptology. Springer, 1983.

CHAUM, D. et al. **Scantegrity: End-to-End Voter-Verifiable Optical-Scan Voting**. IEEE Security & Privacy, v. 6, n. 3, p. 40–46, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1109/MSP.2008.62>.

CHAUM, D. **Untraceable Electronic Mail, Return Addresses**, and Digital Pseudonyms. Communications of the ACM, v. 24, n. 2, p. 84–90, 1981.

CHEN, L. et al. **Report on Post-Quantum Cryptography**. National Institute of Standards and Technology – NIST, 2016. Disponível em: <https://nvlpubs.nist.gov>. Acesso em: 3 ago. 2025.

CIA WORLD FACTBOOK. **Romania**. Disponível em: <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/romania/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2023/24 – 9º levantamento**. Brasília: Conab, maio 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 13 jul. 2025.

CONSTITUIȚIA ROMÂNIEI. **Constituția României, 2003**. Disponível em: <https://www.constitutiaronaniei.ro>. Acesso em: 14 jul. 2025.

CORREA, L. N. **Metodologia científica para trabalhos acadêmicos e artigos científicos**. Florianópolis, 2008.

COUNCIL OF STATE GOVERNMENTS. **The book of the states 2023**. Lexington, KY: Council of State Governments, 2023. Disponível em: <https://www.csg.org/book-of-the-states>. Acesso em: 14 jul. 2025.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto de Alegre: Artmed, 2010.

DAHL, R. A. **Poliarquia: participação e oposição**. 1. ed. São Paulo: Ed - USP, 2005.

DE GRAAF, P. **Elections and Voting in Times of Crisis**. Den Haag: The Hague Academy for Local Governance, 2017.

DIAMOND, L.; MORLINO, L. **Assessing the quality of democracy**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 2005.

DYNAMICS and deforestation in the Amazon rainforest. **Nature**, [S. l.], v. 618, p. 242-248, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-023-05981-3>.

EAC – ELECTION ASSISTANCE COMMISSION. **Help America Vote Act of 2002**. Washington, D.C., 2005. Disponível em: https://www.eac.gov/sites/default/files/eac_assets/1/6/HAVA41.PDF.

EAC – United States Election Assistance Commission. **Voluntary Voting System Guidelines**. Washington, D.C., 2011.

EDUCATIONDATA.ORG. **Postgraduate student demographics**. Education Data Initiative, 2022. Disponível em: <https://educationdata.org/graduate-school-demographics>. Acesso em: 6 ago. 2025.

ELECTION ASSISTANCE COMMISSION. **EAC's 2024 election administration and voting survey: a comprehensive overview of the 2024 U.S. election process**. Washington, D.C., 2024. Disponível em: <https://www.eac.gov>. Acesso em: 13 jul. 2025.

ELECTORAL SYSTEMS AND DEMOCRACY. **Romania**. In: REYNOLDS, A.; REILLY, B.; ELLIS, A. Electoral System Design: The New International IDEA Handbook. Stockholm: International IDEA, 2022.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Nicolae Ceaușescu**. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Nicolae-Ceausescu>. Acesso em: 14 jul. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Romania - EU member state profile**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/euro-area/euro-area-country-specific-information/romania_en>. Acesso em: 14 jul. 2025.

EUROPEAN UNION. **Romania – Electoral system. European Parliament**. Disponível em: <https://elections.europa.eu>. Acesso em: 14 jul. 2025.

FARIA, C. F. **Democracia deliberativa: Habermas, Cohen e Bohman**. Lua Nova: Revista de Cultura e Política, n. 50, p. 47–68, 2000.

FEDERAL ELECTION COMMISSION. **2024 federal elections: overview and statistics**. Washington, D.C., 2024. Disponível em: <<https://www.fec.gov>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

FEDERAL ELECTION COMMISSION (FEC). **Performance and Test Standards for Punchcard, Marksense, and Direct Recording Electronic Voting Systems**. Washington, D.C.: FEC, jan. 1990. Disponível em: https://www.eac.gov/sites/default/files/eac_assets/1/28/FEC_1990_Voting_System_Standards1.pdf. Acesso em: 10 ago. 2025.

FMI – FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **World economic outlook database**, Abril 2024. Washington, D.C., 2024. Disponível em: <<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2024/April>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

FREEDOM HOUSE. **Nations in transit 2023 – Romania**. Disponível em: <<https://freedomhouse.org/country/romania/nations-transit/2023>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2019.

GUȚOIU, Giorgian. **Comportamento Eleitoral em Contexto Geográfico e Urbano. Um Estudo de Caso das Geografias Eleitorais nas Eleições Locais e Legislativas de Bucareste em 2016**. 2018. Tese (Doutorado) – Universidade de Bucareste, Bucareste, 2018.

GUTOIU, Mihaela. **Michel Foucault e a Filosofia Contemporânea. Elementos para uma Recepção Crítica**. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de Bucareste, Bucareste, 2013.

GUVERNUL ROMÂNIEI. **Organizarea administrativ-teritorială**. Disponível em: <https://www.gov.ro>. Acesso em: 14 jul. 2025.

HABERMAS, Jürgen. **Direito e democracia: entre facticidade e validade**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1997.

HEIBERG, S. et al. **Verifiable Internet Voting in Estonia**. In: USENIX Electronic Voting Technology Workshop/Workshop on Trustworthy Elections (EVT/WOTE), 2011.

Hernández-Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio P. **Metodologia de Pesquisa**. México: McGraw-Hill; 2006.

HUNTINGTON, Samuel P. **The third wave: democratization in the late twentieth century**. Norman: University of Oklahoma Press, 1991.

IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **Women in Engineering Annual Report 2022**. 2022. Disponível em: <https://www.ieee.org/women/report-2022.html>. Acesso em: 6 ago. 2025.

IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **Blockchain-Based E-Voting: A Survey**. IEEE Xplore, 2023. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10061373>. Acesso em 4 mar. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-territoriais/15761-areas-dos-municipios.html>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2022: 'população do Brasil é de 203 milhões de pessoas.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

INSTITUTUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ (INS). **Date demografice și administrative.** Disponível em: <https://www.insse.ro>. Acesso em: 14 jul. 2025.

INTERNATIONAL CITY/COUNTY MANAGEMENT ASSOCIATION (ICMA). **Local government structure in the United States.** Washington, D.C., 2022.

INTERNATIONAL IDEA. **Electoral system design: the Romanian parliamentary elections.** Disponível em: <<https://www.idea.int/data-tools/data/electoral-system-design/romania>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

INTER-PARLIAMENTARY UNION (IPU). **Romania: Parliament.** Available at: <https://data.ipu.org>. Acesso em: 14 jul. 2025.

IONAȘ, Claudia Elena. **Aumento da Resiliência em Crianças – Fatores Preditivos da Resiliência em Crianças com Pais que Trabalham no Exterior.** 2022. Tese (Doutorado) – Universidade Lucian Blaga de Sibiu, Sibiu, 2022.

JONES, D. W. **Early requirements for mechanical voting systems.** *Electronics*, v. 13, n. 1, art. 17, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9292/13/1/17>. Acesso em: 10 ago. 2025

KERBER, Linda K. **No constitutional right to be ladies: women and the obligations of citizenship.** New York: Hill and Wang, 1998.

KEYSSAR, Alexander. **The right to vote: the contested history of democracy in the United States.** New York: Basic Books, 2000.

KHO, J. Y. T.; HENG, S.-H.; CHIN, J. H. **A Review of Cryptographic Electronic Voting.** *Symmetry*, v. 14, n. 5, art. 858, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-8994/14/5/858>. Acesso em: 3 ago. 2025.

KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions.** 3ª edição, ed: University of Chicago Press, 1996.

LAVALLE, A. G.; HOUTZAGER, P. P.; CASTELLO, G. **Democracia, pluralização da representação e sociedade civil.** Lua Nova, São Paulo, n° 67, p. 49- 103, 2006. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-64452006000200004&lng=en&nrm=iso. Acessado em 9 de abril de 2020.

LAVALLE, A.G.; CASTELLO, A. **Representação e a dupla face da accountability: Cidade do México e São Paulo.** Revista de Ciências Sociais do Centro de Estudos e Pesquisas em Humanidades da Universidade Federal da Bahia, v. 21, n° 52. 2008..

LIBRARY OF CONGRESS. **Voting rights and elections: a historical overview.** Washington, D.C., 2024. Disponível em: <<https://www.loc.gov>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

LOPES, S. F.; NETO, N. C. S. **Representação estudantil no ensino superior: a política de participação discente nos departamentos de ensino da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São José do Rio Preto (1957 A 1964).** Rev. Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, SP, Brasil. 2016.

LUKES, S. **O poder.** 1. ed. Brasília: Edu - Unb, 1980.

MALTRÁS, B. **Los indicadores bibliométricos: fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia** / B. Maltrás Barba. 1 jan de 2003.

MAURER, A. D.; BARRAT, J. **E-voting case law: a comparative analysis**. International Journal of Law and Information Technology, v. 25, n. 3, 2015.

McGILL UNIVERSITY LIBRARY. **Nicolae Ceaușescu and the Romanian revolution**. Disponível em: <<https://library.mcgill.ca/tutorials/history/ceauscescu-romania-revolution>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

MIGUEL, L. F. **Resgatar a participação: democracia participativa e representação política no debate contemporâneo**. Lua Nova: Revista de Cultura e Política. Edição n° 100. Editora CEDEC. P.83-118. 2017.

MIGUEL, L. F. Teoria democrática atual: esboço de mapeamento. **Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, São Paulo, n 59, p. 5- 42, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm: 5ª fase**. Brasília: MMA, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

MOSOR, Roxana-Elena. **Perspectivas Interdisciplinares sobre Abordagens Psicológicas e Sociais na Infertilidade**. 2020. Tese (Doutorado) – Universidade de Medicina e Farmácia de Craiova, Craiova, 2020.

NATIONAL CONFERENCE OF STATE LEGISLATURES (NCSL). **State legislator demographics and numbers**. Denver, CO, 2024. Disponível em: <<https://www.ncsl.org>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

NATIONAL CONFERENCE OF STATE LEGISLATURES. **State election legislation database**. Washington, D.C., 2024. Disponível em: <<https://www.ncsl.org>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). **Secure Hash Standard (SHS)**. FIPS PUB 180-4, 2015.

NATIONAL LEAGUE OF CITIES. **Forms of municipal government**. Washington, D.C., 2023. Disponível em: <<https://www.nlc.org>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

NICOLAU, J. **História do Voto no Brasil**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar. 2002.

NIST – National Institute of Standards and Technology. **Software Independence: Definition and Implications**. Gaithersburg: U.S. Department of Commerce, 2006.

NORRIS, Pippa. **Why electoral integrity matters**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

O'DONNELL, G. **DEMOCRACIA DELEGATIVA?** Disponível em: <<https://uenf.br/cch/lesce/files/2013/08/Texto-2.pdf>>. Outubro de 1991.

OPENAIRE. **Romania: Open Science Overview**. OpenAIRE, 2023. Disponível em: <<https://www.openaire.eu/os-romania>>. Acesso em: 05 ago. 2025.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Relatório anual 2023**. Londres: OIC, 2023. Disponível em: <<https://www.ico.org>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

OSCE – Organization for Security and Co-operation in Europe. **Handbook for the Observation of New Voting Technologies**. Warsaw: OSCE Office for Democratic Institutions and Human Rights, 2022.

OSCE – Organization for Security and Co-operation in Europe. **Russian Federation: Observation of the 2021 State Duma Elections – Final Report**. Viena: OSCE/ODIHR, 2021. Disponível em: <<https://www.osce.org/odihr/elections/russia>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

OSCE. **Guidelines for the observation of electronic voting**. Organization for Security and Co-operation in Europe, 2013.

PARK, S. et al. **Going from Bad to Worse: From Internet Voting to Blockchain Voting**. In: Lecture Notes in Computer Science, Springer, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-62782-4_1.

PARLAMENTUL ROMÂNIEI. **Camera Deputaților – Structură și Atribuții**. Disponível em: <https://www.cdep.ro>. Acesso em: 14 jul. 2025.

PATEMAN, Carole. **The sexual contract**. Stanford: Stanford University Press, 1988.

PERALTA GONZALEZ, M. J.; FRIAS GUZMAN, M.; GREGORIO CHAVIANO, O. **Criterios, clasificaciones y tendencias de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la ciencia**. Rev. cuba. inf. cienc. salud, La Habana, v. 26, n. 3, p. 290-309, 2015. Disponível em <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132015000300009&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 30 de dezembro de 2023.

PHILLIPS, Anne. **Engendering democracy**. University Park: Pennsylvania State University Press, 1991.

PILDES, Richard H. **The dystopian potential of 2024**. *Stanford Law Review Online*, v. 74, p. 100-110, 2022. Disponível em: <https://review.law.stanford.edu/wp-content/uploads/sites/3/2022/05/74-Stan.L.-Rev.-Online-100-Pildes.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2025.

PRZEWORSKI, A. **Qué esperar de la democracia: límites y posibilidades del autogobierno**. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2010.

PRZEWORSKI, Adam; STOKES, Susan C.; MANIN, Bernard. **Democracy, accountability, and representation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
RASKÓLNIKOV, L. WEBBER, M. **Parlamentarismo e governo numa Alemanha reconstruída**. 1890.

RHODE ISLAND STATE ARCHIVES. **Elections Division – People – Record ID 179**. Disponível em: <https://catalog.sos.ri.gov/agents/people/179>. Acesso em: 10 ago. 2025.

RIVEST, R. L.; WACK, J. P. **On the Notion of Software Independence in Voting Systems**. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 366, p. 3759–3767, 2006.

RUBIN, A. D. **Security Considerations for Remote Electronic Voting over the Internet**. *Communications of the ACM*, v. 45, n. 12, p. 39–44, 2002.

SARTORI, G. **A política**. 2. ed. Brasília: Ed - UNB, 1997.

SCHEDLER, Andreas. **The menu of manipulation**. *Journal of Democracy*, v. 13, n. 2, p. 36–50, 2002.

SCOTT, Joan W. **Only paradoxes to offer: French feminists and the rights of man**. Cambridge: Harvard University Press, 1996.

ȘERBAN-OPRESCU, Georgeta-Laura. **A Crítica Austriacă à Economia Comportamental. Marcos para a Reconstrução Epistemológica da Ciência Econômica**. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Alexandru Ioan Cuza de Iași, Iași, 2014.

SHAPIRO, Ian. **The state of democratic theory**. Princeton: Princeton University Press, 2003.

SIMÕES, S. P. **Significado e possibilidades da análise de conteúdo. Tecnologia educacional**. V. 20 (102/103): 54-57, set./dez., 1991.

SINCLAIR, R. K. **Democracy and participation in Athens**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

THE WORLD BANK. **Romania overview**. Disponível em:
<<https://www.worldbank.org/en/country/romania/overview>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

TOCQUEVILLE, A. **A democracia na américa: leis e costumes**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

TSE, Tribunal Superior Eleitoral. **Relatório final do TPS 2019 já está disponível para consulta**. Disponível em <https://www.tse.jus.br/imprensa/noticias-tse/2019/Dezembro/relatorio-final-do-tps-2019-ja-esta-disponivel-para-consulta>. Acessado em 8 de maio de 2020.

UNITED STATES CENSUS BUREAU. **Population and housing unit estimates**. Washington, D.C., 2024. Disponível em: <<https://www.census.gov>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

UNITED STATES COMMISSION ON CIVIL RIGHTS. **Assessing the impact of voter ID laws**. Washington, D.C., 2018.

UNITED STATES CONGRESS. **Voting Rights Act Reauthorization and Amendments Act of 2006**. Washington, D.C.: GPO, 2006. Disponível em: <<https://www.congress.gov/109/plaws/publ246/PLAW-109publ246.pdf>>.

UNITED STATES DEPARTMENT OF STATE. **Romania 2023 human rights report**. Disponível em: <<https://www.state.gov/reports/2023-country-reports-on-human-rights-practices/romania/>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

UNITED STATES. **Constitution of the United States of America**. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1787. Disponível em: <<https://constitution.congress.gov>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

UNITED STATES. **Department of Education. National Center for Education Statistics – NCES**. Digest of Education Statistics 2024. Washington, D.C.: U.S. Department of Education, 2024. Disponível em: <https://nces.ed.gov>. Acesso em: 6 ago. 2025.

UNITED STATES. **Federal Election Commission**. About elections and voting. Disponível em: <<https://www.fec.gov>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

UNITED STATES. **House of Representatives**. About Congress. Disponível em: <<https://www.house.gov>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

UNITED STATES. U.S. Census Bureau. **Individual government data files: local government employment. Washington**, D.C., 2022. Disponível em: <<https://www.census.gov/programs-surveys/gov-employ.html>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

UNITED STATES. U.S. Census Bureau. **State government organization survey**. Washington, D.C., 2022. Disponível em: <<https://www.census.gov/programs-surveys/gus.html>>. Acesso em: 14 jul. 2025.
UNITED STATES. U.S. Senate. About the Senate. Disponível em: <<https://www.senate.gov>>. Acesso em: 14 jul. 2025.

URBINATI, N. **O que torna a representação democrática?** Lua Nova, São Paulo, 67, p.191 - 228, 2006. Acessado em 7 de maio de 2020.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and poultry: world markets and trade**. Washington, D.C., abr. 2024. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

VAN DE GRAAF, J. **O mito da urna: desvendando a (in)segurança de uma urna eletrônica**. 2017.

VAREJÃO JÚNIOR, G.P. **Proposta de um Modelo para Verificabilidade E2E no Sistema Eletrônico de Votação Brasileiro Utilizando Mecanismos de Criptografia Visual**. 2014.

Dissertação (Mestrado) - Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco.

VERIFIED VOTING. **Voting Equipment Database**. Disponível em: <https://verifiedvoting.org/votingequipment/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

VLADUCU, M. V. et al. **E-Voting Meets Blockchain: A Survey**. IEEE Access, v. 11, p. 23293–23308, 2023.

VOEGELIN, E. **A Nova Ciência da Política**. Trad. 1.901. de José Viegas Filho. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1982. 2a edição. 148 p.

VOLKAMER, M.; GRIMM, R. **Multiple Casts in Remote Electronic Voting: Problem Analysis and Solutions**. In: Electronic Voting, v. 9, p. 1–12, 2009.

WORLD BANK. **United States GDP (current US\$)**. Washington, D.C., 2024. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/>>. Acesso em: 13 jul. 2025.

XU, Y.; BAE, S.; WANG, Z. **Gender and Academic Networks in STEM: Evidence from Dissertation Committees**. Research in Higher Education, v. 61, n. 6, p. 695–719, 2020. DOI: 10.1007/s11162-020-09588-2.

Yang K, M. LI. **Análise de citações: uma comparação entre Google Scholar, Scopus e Web of Science**. Austin, EUA. 69ª Reunião Anual da Sociedade Americana de Ciência e Tecnologia da Informação (ASIST); 2006.

YAVUZ, E. A. et al. **Towards secure e-voting using ethereum blockchain**. Computers & Security, v. 88, 2020.

ZAMYATIN, A. et al. SoK: **Communication Across Distributed Ledgers**. IEEE Security & Privacy, v. 19, n. 6, 2021.

ZHANG, R.; XUE, R.; LIU, L. **Security and Privacy on Blockchain**. ACM Computing Surveys, v. 52, n. 3, art. 51, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1145/3316481>.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Dissertações e teses na BDTD (Análise individual)

[Acesse o link aqui](#)

APÊNDICE 2. Dissertações e teses na ProQuest (Análise individual)

[Acesse o link aqui](#)

APÊNDICE 3. Dissertações e teses no Tezaro (Análise individual)

[Acesse o link aqui](#)