

Panorama da utilização de blockchain em votações eletrônicas e suas implicações para o Brasil

Filippi Luigi Di Pippi, Wellington Kazunari Zambelli Yogui

Renata Mendes de Araujo

Faculdade de Computação e Informática Mackenzie, Universidade Presbiteriana Mackenzie

Rua da Consolação, 896 – Prédio T – 01302-907 – São Paulo – SP – Brasil
filippiluigidipipi@gmail.com, welyogui@gmail.com

***Abstract.** Our study aims to highlight the applications of blockchain in non-financial transactions, more specifically in electronic elections, in order to assess the advantages over conventional voting methods. Based on the methodology of systematic literature survey, an overview of the literature on the application of blockchain in electronic elections and a discussion on its applicability in Brazil was presented. The results allowed us to conclude that an electronic voting system in Brazil using Blockchain technology is not feasible in the year of publication of this article due to social and infrastructure limitations.*

***Key-words:** Blockchain, electronic voting, electronic elections, systematic literature survey.*

***Resumo.** Nosso estudo tem como objetivo evidenciar as aplicações do blockchain em transações não-financeiras, mais especificamente em eleições eletrônicas, a fim de avaliar as vantagens em relação aos métodos convencionais de votação. Com base na metodologia de levantamento sistemático de literatura, foi apresentado um panorama da literatura sobre a aplicação de blockchain em eleições eletrônicas e uma discussão quanto à sua aplicabilidade no Brasil. Os resultados nos permitiram concluir que não é viável um sistema de votação eletrônica no Brasil utilizando a tecnologia Blockchain no ano de publicação deste artigo por limitações sociais e de infraestrutura.*

***Palavras chaves:** Blockchain, votação eletrônica, eleições eletrônicas, levantamento sistemático de literatura.*

1. Introdução

Conforme observado nas eleições presidenciais de 2018, houve uma parcela da população que desconfiava da fidedignidade dos votos contabilizados, inclusive o presidente Jair Bolsonaro, posteriormente fez uma declaração em que afirmou que houve fraude na eleição, apesar de não ter apresentado nenhuma prova [Dias, 2020]. Partindo deste cenário, nosso estudo tem como um de seus objetivos, averiguar a capacidade de utilização da tecnologia Blockchain em uma eleição eletrônica garantindo uma maior transparência e credibilidade no processo eleitoral.

Utilizamos neste estudo a metodologia de Mapeamento Sistemático, que nos possibilitou um direcionamento bem estruturado nesta pesquisa. Não temos o objetivo de entrar em aspectos técnicos sobre a tecnologia Blockchain, mas sim em sua aplicabilidade em sistemas de votação eletrônicos.

Neste estudo é possível encontrar a seção dois onde discorremos sobre *e-voting* de maneira geral ainda sem conectá-lo ao Blockchain, a seção três onde apresentamos a origem, a funcionalidade e o uso do Blockchain aplicado ao *e-voting*, a seção quatro explicamos a metodologia escolhida, a seção cinco exibimos o planejamento utilizado neste trabalho, a seção seis levantamos e respondemos as questões de pesquisa, na seção sete apresentamos a conclusão e na seção oito registramos as referências utilizadas.

2. E-voting

Segundo Buchsbaum (2004), o termo *e-voting* é designado a um processo que possibilita meios de solicitar através da internet uma opinião em questões políticas, bem como tabular votos por meios eletrônicos em sistemas integrados, como por exemplo o registro dos candidatos, computação dos votos e a publicação dos resultados da eleição.

O principal objetivo da votação eletrônica é que ela deve ser o mais semelhante possível à votação que temos hoje e em conformidade com a legislação e os princípios eleitorais. A votação eletrônica deve oferecer minimamente o mesmo nível de segurança e confiança como votação tradicional. Portanto, de acordo com as leis eleitorais, o voto eletrônico deve ser uniforme e secreto; somente pessoas elegíveis devem ter acesso aos registros. Do ponto de vista técnico, o sistema de votação eletrônica deve ser o mais transparente possível, para que uma ampla gama de especialistas possa auditá-lo. O sistema de votação eletrônica deve ser reutilizável de forma que o desenvolvimento de um novo sistema para a próxima votação não seja necessário.

Um dos principais benefícios de uma votação neste formato proposto é que há uma economia nos custos para mobilizar funcionários e locais físicos para votação e facilita que PCDs (pessoas com deficiências) ou com mobilidade reduzida possam votar do conforto de seus lares. A infraestrutura necessária para realizar uma votação eletrônica é bem reduzida, porque não há mobilização para por exemplo, preparar as seções/zonas eleitorais, convocar mesários, contratar auditores, fiscais, tentaremos validar também o ganho de confiabilidade e diminuição de erros, visto que neste modelo a interação humana (que pode ser falha e tendenciosa) é mínima. Por outro lado, há o desafio de desenvolver um sistema que atenda todos os requisitos mínimos de segurança e adicionalmente seja incluído funcionalidades nele para que as leis vigentes para eleições no país sejam validadas.

3. Blockchain

3.1 Origem

Segundo Crosby (2016), a tecnologia de Blockchain surgiu em 2008 junto com uma criptomoeda que hoje chama-se Bitcoin. Essa tecnologia se resume em uma versão ponto a ponto de transações com um dinheiro eletrônico que permitiria pagamentos online a serem enviados diretamente de uma parte para outra sem passar por uma instituição financeira.

Com uma criptografia segura e confiável na qual cada transação precisa ser validada através da chave pública que cada participante da rede possui (a fim de autenticar os usuários), direcionando a um endereço de chave privada. Precisamos de uma maneira do destinatário saber que os remetentes anteriores não assinaram nenhuma transação anterior (a fim de evitar transações emitidas de uma carteira sem saldo).

“Para nossos propósitos, a transação mais antiga é a que conta, portanto, não nos importamos com tentativas posteriores de gastar duas vezes. A única maneira de confirmar a ausência de uma transação é estar ciente de todas as transações. Para fazer isso sem intermédio, as transações devem ser anunciadas publicamente, e precisamos de um sistema para que os participantes cheguem a um acordo sobre um único histórico da ordem em que foram recebidos.” [Nakamoto, 2008].

Nakamoto escreveu em 2008 sobre a teoria de como funcionaria um sistema de Blockchain, só que sem apresentar nenhum sistema implementado, esse então surgindo apenas alguns meses depois da publicação de seu artigo um software *open-source* implementando o *framework* escrito por Nakamoto desde então qualquer pessoa pode instalar esse *software* e fazer parte da rede ponto a ponto, a partir desse momento a popularidade do *Blockchain* só cresceu e agora a pesquisa de outras aplicações além da financeira para essa tecnologia está disparando.

“Consolidado no setor financeiro, o blockchain vem sendo observado de perto por outras indústrias, que procuram analisar (e compreender) funcionamento, aplicabilidade e vantagens. Normalmente associado ao Bitcoin, o Blockchain é um sistema de registros que garante a segurança e a integridade das operações realizadas, sem a necessidade de uma autoridade central. Hoje, tem aplicações variadas, tanto no exterior quanto no Brasil e seu uso vem ocorrendo de maneira inovadora.” [Deloitte, 2018]

3.2 Funcionalidade

Segundo Wu (2017), o funcionamento do blockchain está intrinsicamente ligado ao funcionamento da tecnologia Bitcoin e outras criptomoedas. No entanto a tecnologia é aplicável a qualquer transação online, desde que leve em consideração essas 3 premissas:

1. Descentralização: O Blockchain é descentralizado, portanto não há um servidor central para armazenar o histórico das transações
2. Difícil para fraudar: Devido a descentralização, todo bloco novo inserido deve ser distribuído para todos os nós participantes da rede
3. Transações rastreáveis: toda transação no Blockchain é aberta e transparente. Os detalhes da transação incluem o endereço do remetente e do destinatário, assim permitindo que qualquer um possa rastrear a transação.

Segundo Crosby (2016), o Blockchain é uma tecnologia que possui diversos nós (participantes do Blockchain) e cada nó possui os dados que apontam para os nós adjacentes. Algumas características do Blockchain que o tornam mais seguro é que a conexão ponto a ponto, ou seja, todos os envolvidos na rede realizam transações entre si diretamente, sem um intermediador.

É utilizada uma criptografia para os dados que são armazenados, essas informações são salvas publicamente e conhecido como *public ledger*, com isso temos a garantia de quem gravou as informações. Para adicionar dados na rede, há uma ordem e é preciso ser respeitada e exclusões ou edições não são permitidas. Outro fator que reforça a integridade dos dados e dificulta adulterações.

O atributo mais crítico de todos é que o blockchain é consensual, ou seja, para que tenha alguma inserção de dados nos blocos em cadeia, visto que há uma descentralização dessa atividade, é necessário que os dados sejam validados de acordo com alguns critérios rigorosos que são definidos pelos protocolos do blockchain.

Segundo Wu (2017), as Bitcoins utilizam-se de prova de criptografia ao invés de confiar nas instituições financeiras para que as transações ponto a ponto ocorram na internet sem intermediários. Cada transação é protegida através de uma assinatura digital na qual é encaminhada uma chave pública para o destinatário e é assinada utilizando a chave privada do remetente.

Para que seja possível realizar transações, o dono da criptomoeda precisa provar a custódia da chave privada. A entidade que receberá a criptomoeda irá verificar a assinatura digital na qual implica em provar a custódia da chave privada, utilizando-se da chave pública do remetente da respectiva transação.

3.3 E-voting utilizando Blockchain

Segundo Liu (2018), em comparação com os métodos tradicionais de votação, o *e-voting* é mais amigável para o meio-ambiente, mais fácil para os eleitores, tem contagem de votos em tempo real e menos suscetível a erros.

Com a votação eletrônica utilizando blockchain, uma boa parte do processo comum nos dias de hoje, não faria sentido, pois ao final de cada voto, o sistema irá iniciar uma transação que utilizará uma *public key* para criptografar os dados. Depois os dados referentes ao voto serão encaminhados para os outros eleitores conectados a ele, então todas as pessoas conectadas à aquela rede irão receber a informação do voto, e após a validação do nó a informação é replicada para os outros nós rede.

Essa tecnologia, distribui os dados inseridos (no caso da nossa abordagem, o voto) para milhares, dependendo da dimensão da votação para milhões de computadores globalmente, tornando praticamente impossível que os dados sejam alterados ou excluídos uma vez que forem inseridos. Essa abordagem aumenta muito a confiança dos eleitores e do governo, garantindo a privacidade e a integridade dos dados. A grande vantagem é que não é necessário o deslocamento da população para zonas/seções eleitorais, visto que qualquer aparelho com conectividade a internet e por exemplo, suporte a aplicações web, seria suficiente para realizar o seu voto. Os resultados são processados automaticamente pelo sistema e garantem o anonimato, sendo que cada eleitor pode conferir se seu voto foi computado, porém, não é possível verificar em qual candidato foi votado para proteção do próprio eleitor, evitando

assim, que seja coagido a votar em algum candidato e o mesmo pode solicitar a comprovação do voto. Não é necessário um agente intermediador para a eleição, pois o blockchain fornece em sua forma original esse papel e aumenta a confiabilidade e a integridade do voto inserido no sistema.

Porém uma votação adotando o blockchain como tecnologia deve satisfazer algumas condições para que ocorra sem problemas:

- Verificação pública: Todos os envolvidos podem ver o andamento da eleição (gravado no blockchain, o *public ledger* mencionado anteriormente) e ao final dela poder verificar os resultados (sem poder verificar os resultados parciais para que os mesmos não interfiram na opinião do eleitor).
- Verificação Individual: Todos os envolvidos podem verificar se seu voto foi computado (porém sem poder verificar em quem votou).
- Privacidade: Os votos uma vez no blockchain, não possuem conexão com seu eleitor.
- Transparência do processo: Todos os participantes podem consultar se outro eleitor já votou, porém sem conseguir ver em quem ele escolheu.
- Não duplicidade: Cada eleitor poderá inserir seu voto somente uma vez.
- Elegibilidade essa propriedade garante que apenas os votantes elegíveis devem ter a permissão de votar. Uma técnica básica para garantir isso é a autenticação.

A tabela a seguir compara o *modus operandis* do sistema eleitoral brasileiro com um sistema eleitoral utilizando um *framework* de Blockchain:

Tabela 1. Comparativo do sistema eleitoral atual do Brasil com um sistema utilizando Blockchain

Sistema eleitoral atual (Brasil)	Sistema eleitoral utilizando Blockchain
Sistema centralizado (administrado por empresas homologadas pelo governo)	Sistema descentralizado
Sem transparência do processo	Transparência do processo
Guarda informações em vários dispositivos de armazenamento externo que precisam ter os votos somados e computados	Guarda informações no replicadas em cada nó do blockchain
Os resultados levam horas para serem computados	Resultado praticamente instantâneo

4. Metodologia

A metodologia utilizada nesse estudo é o Mapeamento Sistemático, Falbo (2016), que já é uma metodologia bem sólida no universo acadêmico. Possui de forma bem estruturada, os passos que devem ser tomados para que a condução da pesquisa seja proveitosa.

O mapeamento sistemático consiste em adotar diversos estudos, realizar um grande compilado para que seja possível classificar o material encontrado referente aos assuntos aqui presentes e utilizar dessa grande base de conhecimento para realizar uma revisão sistemática. “Mapeamentos Sistemáticos (MS) são tipos de estudos secundários que seguem um processo de pesquisa metodologicamente bem definido para identificar, analisar e interpretar as

evidências disponíveis relacionadas a um particular conjunto de questões de pesquisa, tópico ou fenômeno de interesse, de uma maneira não tendenciosa e, até certo grau, repetível.” [Charters, 2007].

O fluxo abaixo confeccionado por Ricardo de Almeida Falbo em seu artigo “Mapeamento Sistemático” de 2016 sintetiza bem o funcionamento de um MS:

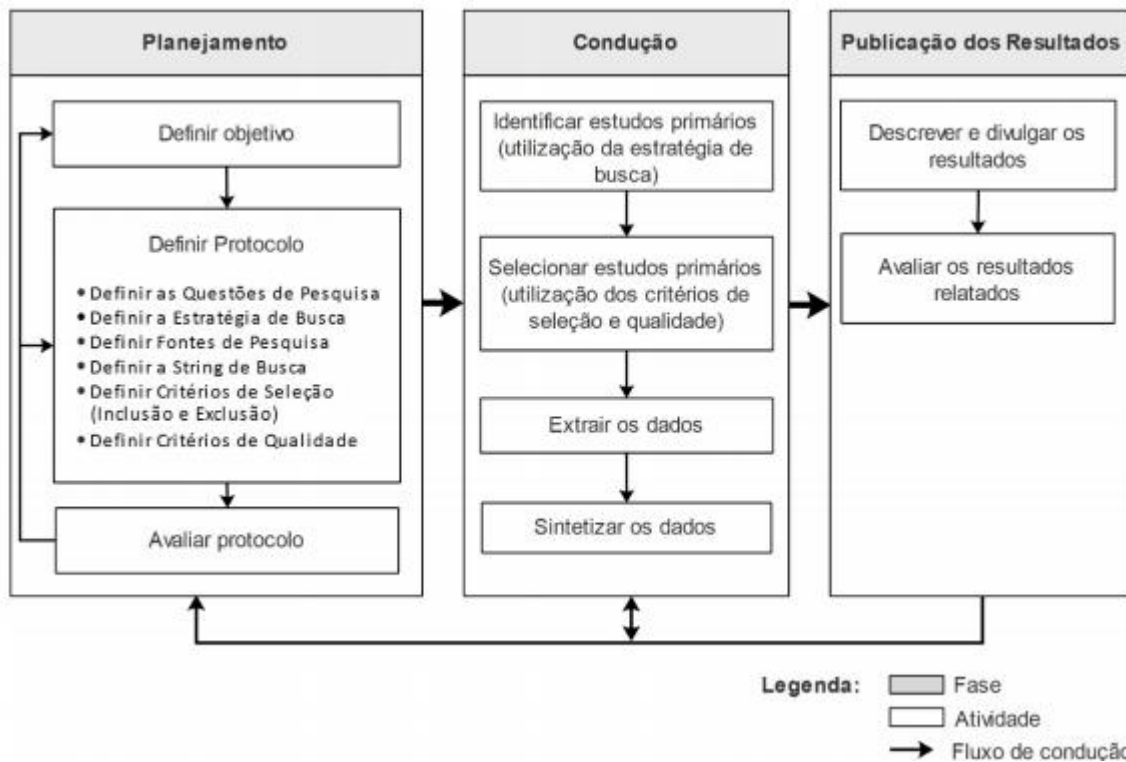


Figura 2: Fluxo sucinto de atividades do MS de Ricardo Falbo em seu artigo "Mapeamento Sistemático" de 2016.

Assim sendo, essa seção apresenta as principais seções do protocolo seguido pelo mapeamento sistemático conduzido por este estudo.

5. Planejamento:

Este estudo teve o objetivo de identificar abordagens e analisar casos de aplicação de *e-voting* para podermos opinar sobre a possibilidade de aplicação de um sistema de *e-voting* baseado em blockchain num país considerado “emergente” como o Brasil.

- Analisamos casos reais e notícias para avaliarmos o impacto de sistemas de *e-voting* para realizar eleições em grande escala utilizando nossa metodologia de mapeamento sistemático;
- A fim de identificarmos os pontos positivos e negativos e mensurarmos o esforço necessário para implantar um sistema de *e-voting* com blockchain para países inteiros poderem votar;

6. Questões de pesquisa:

Pergunta 1: Quando e onde os artigos têm sido publicados?

Pergunta 2: Qual o conceito de *e-voting* que essas referências trazem?

Pergunta 3: Do ponto de vista de *e-voting* utilizando blockchain, quais foram os desafios da implementação?

Pergunta 4: Há implementações de *e-voting* utilizando blockchain em países emergentes?

Pergunta 5: Que tipo de metodologia foi utilizada para a implementação do *e-voting* utilizando blockchain?

6.1 Estratégia de busca:

No início deste estudo fizemos uma estratégia de busca manual, utilizamos também o método de *snowballing* e estruturamos com base em uma metodologia do Ricardo Falbo uma busca sistemática de literatura.

Neste estudo como estratégia foram considerados dois grupos de temas, um relativo a projetos *e-voting*, blockchain, os desafios, benefícios e metodologias. O segundo grupo relativo a projetos *e-voting* em países emergentes, blockchain, os desafios, benefícios e metodologias.

A algumas das palavras-chave de nossa *string* de busca, que utilizamos os operadores lógicos *OR* e *AND* para agrupar os temas. Conforme abaixo:

- (“*e-voting*” *AND* “blockchain” *AND* (“*challenges*” *OR* “*benefits*” *OR* “*methodology*”))
- (“*e-voting*” *AND* “blockchain” *AND* “*emerging nations*” *AND* (“*challenges*” *OR* “*benefits*” *OR* “*methodology*”))

6.2 Fontes de pesquisa:

Neste estudo utilizamos as ferramentas Google Scholar, Scopus e IEEE. Com a premissa de ser artigos de *open access*, iremos utilizar as técnicas de *snowballing*, pesquisa manual e pesquisa automatizada utilizando as *strings* de busca.

6.3 Critérios de Seleção:

a) Critérios de inclusão:

- Artigos com visão analítica sobre *e-voting*;
- Artigos sobre caso de uso de *e-voting*;
- Artigos sobre o uso de blockchain em *e-voting*;
- Artigos com explicações que não entram no nível de codificação do funcionamento do blockchain;

b) Critérios de exclusão:

- Artigos que não estejam disponíveis gratuitamente para download ou visualização;
- Artigos com línguas diferentes de português, inglês e espanhol;
- Artigos com cunho muito técnico sobre blockchain, que exploram exclusivamente o código por trás da tecnologia;
- Artigos com fontes não confiáveis.

c) Condução:

6.4 Busca manual:

Aplicando a busca manual na plataforma, IEEE, Google Scholar, foi possível retornar seis artigos que são de acesso livre, e condizentes a questões de pesquisa.

6.5 Busca automatizada:

Aplicando a busca automatizada na plataforma Scopus. Utilizando a seguinte *string* de busca: (“*e-voting*” AND “*blockchain*” AND (“*challenges*” OR “*benefits*” OR “*methodology*”)). Foi possível retornar trinta e cinco artigos, porém nem todos foram utilizados nesta pesquisa, pois não atenderam os critérios de inclusão ou possuíam algum critério de exclusão.

Ainda utilizando a plataforma Scopus com base de pesquisa para busca automatizada, a *string* de busca: (“*e-voting*” AND “*blockchain*” AND “*emerging nations*” AND (“*challenges*” OR “*benefits*” OR “*methodology*”)) não foi possível encontrar nenhum artigo relacionado.

Ainda assim, com os artigos obtidos pela busca manual e busca automatizada aplicamos o método de *snowballing* para obtermos mais material para dar suporte a nossa pesquisa.

6.6 Questões de pesquisa:

Pergunta 1: Quando e onde os artigos têm sido publicados?

R: Desde 2002 a 2020 em diversos diretórios de pesquisa acadêmica como o IEEE, CAPES, Google Scholar e Scopus. Podemos ver a quantidade de artigos estudados em cada ano conforme a distribuição a seguir:

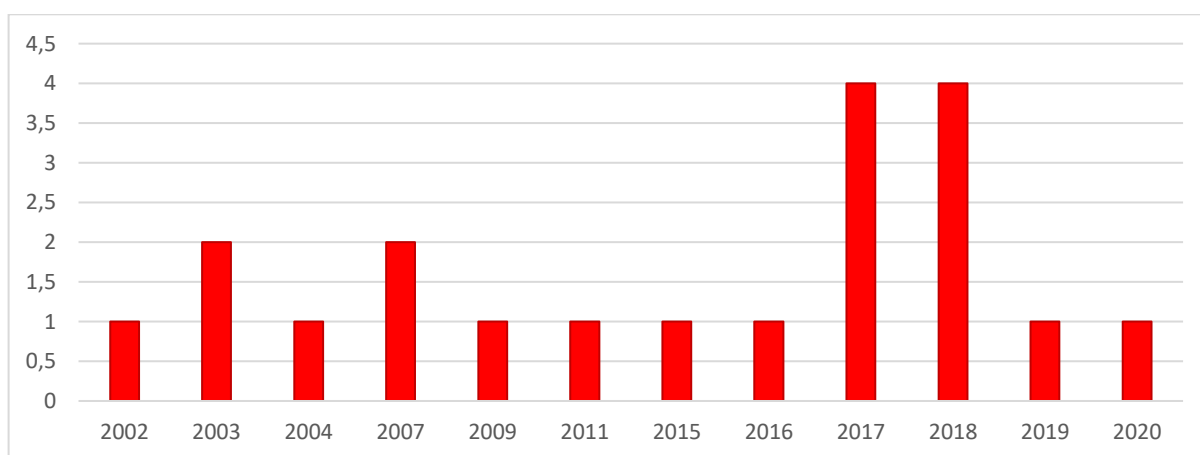


Gráfico 1. Quantidades de artigos publicados por ano que foram utilizados neste estudo.

Como a tecnologia de blockchain surgiu com o advento do Bitcoin em 2009, a maioria dos artigos encontrados e utilizados em nosso estudo são posteriores a essa data e os que são anteriores a ela se referem ao conceito de *e-voting* sem o uso dessa tecnologia.

Pergunta 2: Qual o conceito de *e-voting* que essas referências trazem?

R: O conceito de *e-voting* que as referências trazem é bem semelhante ao que o Buchsbaum (2004) definiu em seu artigo: “O termo *e-voting* significa votar por meios eletrônicos tanto para solicitar à comunidade da Internet uma opinião sobre um político ou uma questão, bem

como da contagem dos votos por meios eletrônicos para a integração de sistemas da informação desde o registro de eleitores e candidatos até a publicação dos resultados das eleições.”

Pergunta 3: Do ponto de vista de *e-voting* utilizando blockchain, quais foram os desafios da implementação?

R: Segundo Maaten (2007), o principal desafio foi alcançar a população por completo, pois até mesmo na Estônia onde há uma infraestrutura muito avançada tecnologicamente, grande parte da população ainda assim optou pelo método de eleição tradicional.

Outro desafio citado por Moura e Gomes (2017) é: "A tecnologia Blockchain é uma faca de dois gumes. Para se comunicar com outros nós em uma rede ponto-a-ponto, sistemas de votação devem estar conectados a essa rede. Ao fazer isso, os nós são imediatamente suscetíveis a problemas de segurança cibernética e ameaças."

Para que a implementação de um sistema de *e-voting* utilizando blockchain seja eficaz, uma infraestrutura mínima é desejável. É necessário que os eleitores possuam acesso à internet e um dispositivo que seja compatível minimamente com aplicações web.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2017, a internet era utilizada em cerca de 74,9% dos domicílios brasileiros conforme a seguinte distribuição:

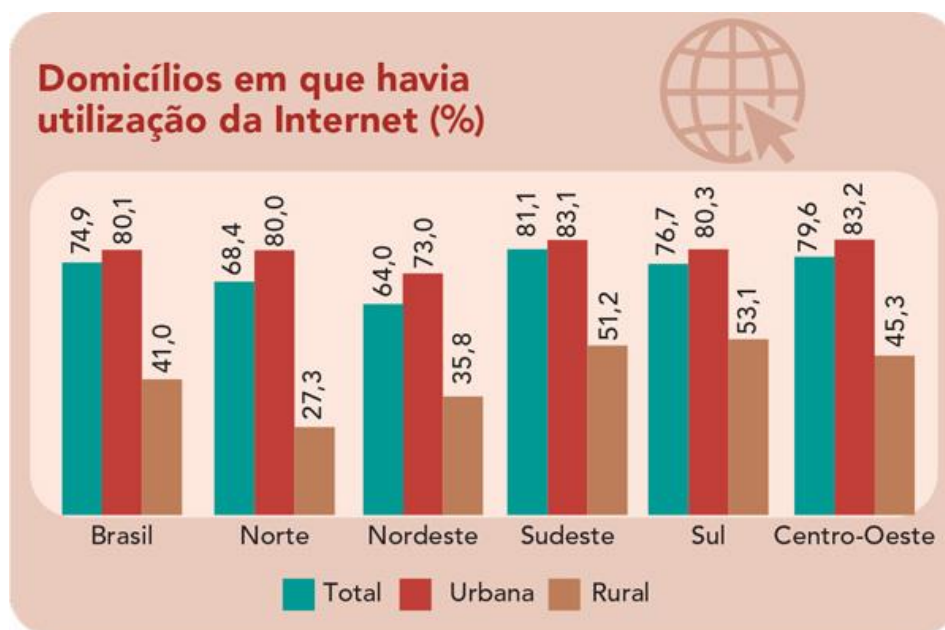


Figura 1 Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2017.

Esses números mostram que há um desafio gigantesco, o que indica que o uso de blockchain em eleições no Brasil não ocorrerá nem tão cedo. No entanto, a tendência é que esse problema seja resolvido nas próximas décadas com o barateamento e avanço tecnológico de computadores, aparelhos móveis e internet banda larga.

Outro fato seria o citado por Buchsbaum (2016), no qual ele faz a menção de que o sistema implementado deve prever todas as leis eleitorais do país em questão, portanto, é necessário que essas leis sejam traduzidas para código e que não conflitem com os pré-requisitos para implementar o Blockchain.

Embora o nível de infraestrutura e educação tecnológica na Estônia tenha demonstrado-se muito superior ao do Brasil, ainda assim, nas eleições eletrônicas que ocorreram em 2007. Maaten (2007), relatou um problema grave observado, foi a dificuldade socioeconômica de nem toda população poder ter um dispositivo para poder participar da eleição eletrônica e em alguns casos mesmo possuindo os dispositivos, faltava a habilidade para sua utilização. Portanto isso pode criar uma rejeição nos eleitores que por sua vez optam pelo método tradicional.

Pergunta 4: Há implementações de *e-voting* utilizando blockchain em países emergentes?

R: Não identificamos artigos relacionando a implementação de *e-voting* utilizando blockchain em países classificados como emergentes, embora foram encontradas implementações em países considerados desenvolvidos como Estônia e Suíça.

Estônia:

Analisando o caso de uso da Estônia que utilizou um sistema de *e-voting* nas eleições de 2007, e segundo Maaten (2007), um dos pontos mais importantes da aplicação do *e-voting* é que o processo eleitoral continue da mesma forma que é hoje. Então a votação eletrônica deve garantir a mesma segurança e confiabilidade, o *e-voting* também precisa ser secreto e homogêneo. Apenas pessoas autorizadas a votar, um voto por pessoa e a coleta de votos deve ser seguro, confiável e transparente.

A votação eletrônica na Estônia funciona da seguinte forma o eleitor insere os dados dele no site do comitê nacional eleitoral, o sistema lista os candidatos da eleição, ao finalizar o voto esse dado é criptografado, a pessoa confirma o voto por uma assinatura digital, e o sistema grava o voto. No final da eleição geral o comitê nacional eleitoral já pode começar a contagem de votos inseridos manualmente, visto que o sistema já demonstra quase instantaneamente os resultados dos votos eletrônicos.

Maaten (2007), comenta também que com a implementação do *e-voting*, os eleitores têm o direito de votar uma segunda vez com a premissa de substituir o primeiro voto da pessoa. Com essa possibilidade, o eleitor que foi coagido por outros eleitores ou candidatos pode refazer o seu voto, votando na pessoa que de fato desejava.

O autor também relata alguns problemas que foram levantados, um dos pontos mais interessantes e similar ao cenário brasileiro foi a dificuldade tanto socioeconômica quanto a habilidade de se utilizar um computador/smartphone, isso pode criar uma barreira nos eleitores, que acabam preferindo o método tradicional. Maaten (2007)

Suíça:

Analisando o caso de uso da Suíça que em 2007 utilizou o sistema de *e-voting* nas eleições, e segundo Gerlach e Gasser (2009), o sistema de *e-voting* tem alguns benefícios como a garantia

do direito de voto de pessoas com mobilidade reduzida. Com o uso do sistema de votação online, pessoas com deficiência poderão fazer o seu voto com mais facilidade pela internet.

Outro benefício abordado pelo Gerlach e Gasser (2009), é a qualidade de voto das eleições, com a adaptação do ambiente “online”, os eleitores terão uma maior facilidade em encontrar mais informações dos candidatos na internet.

Gerlach e Gasser (2009), comenta também sobre como a votação eletrônica gera uma segurança maior para as eleições, como os votos são contados eletronicamente, o risco de um erro humano diminui, ou seja, as chances de uma fraude nas eleições caem drasticamente, pois todo o sistema é monitorado e registrado a cada segundo.

Pergunta 5: Que tipo de metodologia foi utilizada para a implementação do *e-voting* utilizando blockchain?

R: Segundo Basit e Jon (2019) a seguinte metodologia foi utilizada para a implementação do *e-voting*:

- Modelagem de todo o processo de *e-voting*, esse modelo ajuda a construir todo o sistema de *e-voting* e um entendimento maior do processo.
- A escolha da tecnologia que irá prover a anonimidade, privacidade e segurança no processo de votação.
- Integração entre o modelo de *e-voting* com o blockchain (tecnologia escolhida).

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

7.1 Conclusão

Objetivo desta pesquisa é: por meio de mapeamento sistemático e revisão de literatura realizar um panorama da utilização do Blockchain em votações eletrônicas e estudar a sua aplicabilidade no cenário brasileiro.

Ao longo de nossos estudos, observamos que a tecnologia de Blockchain aplicada a votações eletrônicas já vem sendo utilizada por alguns países mais tecnologicamente avançados há algum tempo e tem dado bons resultados. Há evidências de que o funcionamento desse tipo de votação eletrônica é efetiva e traz mais confiabilidade para o processo de eleitoral.

Concluimos que para o Brasil, por fatos como falta de acessibilidade à internet ou difícil acesso por algumas regiões do Brasil, a baixa taxa de educação digital, e o grande volume da população há um desafio gigantesco para implementá-lo na data de publicação desta pesquisa.

7.2 Trabalhos Futuros

Como trabalhos a serem desenvolvidos a partir deste, sugerimos:

1. Uma experimentação do *e-voting* utilizando Blockchain no contexto brasileiro;
2. Pesquisa exploratória para levantar aderência e a praticabilidade do *e-voting*.

8. Referências

- André Shalders, “Eleições 2018: como funciona a contagem de votos com a urna eletrônica”(2018), <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45079504> (Acesso em 20/10/2019)
- Buchsbaum T. M., (2004), “E-voting: International Developments and Lessons Learnt”. <https://bit.ly/2ThRcII> (Acesso em 03/02/2020)
- Deloitte, “Blockchain: muito além do setor financeiro” (2018), <http://especiais.estadao.com.br/deloitte/2018/04/17/blockchain-muito-alem-do-setor-financeiro/> (Acesso em 02/11/2019)
- Dias, Marina. Folha de São Paulo, “Sem apresentar provas, Bolsonaro diz que houve fraude eleitoral e que foi eleito no 1 turno” <https://www1.folha.uol.com.br/poder/2020/03/sem-apresentar-provas-bolsonaro-diz-que-houve-fraude-eleitoral-e-que-foi-eleito-no-1o-turno.shtml> (Acesso em 13/04/2020)
- Dimitris Grizalis, “Principles and requirements for a secure e-voting system” (2002), https://www.academia.edu/18677226/Principles_and_requirements_for_a_secure_e-voting_system (Acesso em 03/11/2019)
- Dimitri A. Gritzalis, “Secure Eletronic voting” (2003). https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=d3bgBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Dimitris+Gritzalis&ots=g5XI4GwHny&sig=JV0akK_In8ckQ1aNwD1wa5YcLog&redir_esc=y#v=onepage&q=Dimitris%20Gritzalis&f=false (Acesso em 20/11/2019)
- Epp Matten, “Towards remote e-voting: Estonian case” (2007), <https://pdfs.semanticscholar.org/ff4d/0a77e7561e62fd0258280c0baa02d8256a03.pdf> (Acesso em 30/10/2019)
- Falbo, Ricardo de Almeida. Revisão Sistemática. Metodologia de Pesquisa. Departamento de Informática. Universidade Federal do Espírito Santo, 2015. https://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MP/TP/Sobre_MS.pdf (Acesso em: 07/10/2019)
- Gerlach, Jan. Gasser, Urs. “Three Case Studies from Switzerland: E-Voting” (2009), <https://pdfs.semanticscholar.org/7e92/24836bfebaac0052893028d9d2cc94523873.pdf> (Acesso em 29/02/2020)
- IBGE, “Uso de Internet, televisão e celular no Brasil” (2017), <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html> (Acesso em 27/02/2020)
- Kitchenham, B.A., Charters, S. “Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering” (2007), https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4108896/mod_resource/content/2/slrPCS5012_highlighted.pdf (Acesso em 21/04/2020)
- Michael Crosby et. al. “Blockchain Technology: Beyond Bitcoin” (2016), <https://j2-capital.com/wp-content/uploads/2017/11/AIR-2016-Blockchain.pdf> (Acesso em 30/09/2019)
- Moura, Teogenes, et al. “Blockchain Voting and its effects on Election Transparency and Voter Confidence” (2017), <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3085228.3085263> (Acesso em 19/05/2020)

- Nakamoto, Satoshi. “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” (2008), <https://git.dhimmel.com/bitcoin-whitepaper/> (Acesso em 10/02/2020)
- O Globo, “Sem apresentar provas Bolsonaro diz que houve fraudes nas eleições de 2018” <https://oglobo.globo.com/brasil/sem-apresentar-provas-bolsonaro-diz-que-houve-fraude-nas-eleicoes-de-2018-1-24295753> (Acesso em 25/03/2020)
- Portal Terra “Estônia é primeiro país a votar pela internet” (2011), <https://www.terra.com.br/noticias/tecnologia/internet/estonia-e-primeiro-pais-a-votar-pela-internet,c6a85295fb6ea310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html> (Acesso em 20/10/2019)
- Shahzad, Basit. Crowcroft Jon. “Trustworthy Eletronic Voting Using Adjusted Blockchain Techonology” (2019), <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8651451> (Acesso em 31/03/2020)
- Yi. Liu et. Al, “An E-voting Protocol Based on Blockchain” (2018), <https://pdfs.semanticscholar.org/5b6a/0b0ff2c574d9bb8bad9e191b22f44c92add7.pdf> (Acesso em 03/02/2020)
- Yifan Wu, “An E-voting System based on Blockchain and Ring Signature” (2017), <https://www.dgalindo.es/mscprojects/yifan.pdf> (Acesso em 30/10/2019)