

**Universidade do Minho**  
Departamento de Sistemas de Informação

**Voto Eletrónico: Uma reflexão comparativa sobre os sistemas de  
votação eletrónica e análise sobre a relação com a abstenção**

André Faria Ferreira

**Voto Eletrónico: Uma reflexão comparativa  
sobre os sistemas de votação eletrónica e  
análise sobre a relação com a abstenção**





**Universidade do Minho**

Departamento de Sistemas de Informação

André Faria Ferreira

**Voto Eletrónico: Uma reflexão comparativa  
sobre os sistemas de votação eletrónica e  
análise sobre a relação com a abstenção**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão de  
Sistemas de Informação

Trabalho efetuado sob a orientação do

**Professor Doutor Luís Alfredo Martins Amaral**

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

*"There's no such thing as a vote that  
doesn't matter. It all matters."*

Barack Obama

## **AGRADECIMENTOS**

O hino da Universidade do Minho começa da seguinte forma: “Estes anos são viagem”, e são mesmo, foi uma viagem que começou há cinco anos e que agora termina. As dificuldades foram ultrapassadas, os erros foram corrigidos e conhecimento foi adquirido. Quero deixar aqui algumas palavras de um reconhecido agradecimento a todos que me acompanharam nesta viagem.

Quero agradecer de uma forma especial à minha família por me cultivarem e por me terem incentivado a percorrer este percurso, pelo apoio, pelas palavras e por terem acreditado nas minhas capacidades.

Obrigado a uma pessoa muito especial, que consegue tornar todos os momentos de tristeza numa grande felicidade, que está comigo em todas as batalhas e que me ajuda a ultrapassá-las todos os dias. Pelo apoio, pela paciência e por todo o afeto. Obrigado Tânia.

Um Obrigado ao Professor Luís Amaral, orientador desta dissertação, por me acompanhar e conduzir no sentido certo. Pela paciência, conhecimento, apoio e disponibilidade que foram essenciais para completar esta dissertação e assim terminar esta viagem.

Obrigado a todos os meus colegas de curso, a todos os colegas da universidade que me acompanharam nesta viagem de cinco anos, passaram muito rápido, vivi experiências que nunca serão esquecidas. Experiências únicas.

Todas as pessoas que ainda não foram referidas e que diretamente ou indiretamente fizeram parte desta viagem, também deixo aqui o meu agradecimento.

O fim da viagem está à vista, na memória fica guardado o conhecimento, os momentos e as vivências que jamais serão esquecidas.

OBRIGADO!

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração. Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## Voto Eletrónico

### **RESUMO**

A participação na votação dos candidatos políticos é crucial para a democracia. O direito ao voto é um direito que não devemos prevaricar, devemos valorizar pela sua importância, pelo seu valor e significado. É uma evidência que a abstenção apresenta um número muito elevado em diversos atos eleitorais em Portugal, aproximando-se muitas vezes de cinquenta por cento do eleitorado. Em determinados atos eleitorais acontece que até ultrapassa esse mesmo valor.

O processo de votação em si não ajuda, não é fácil votar. É necessário perceber que a tecnologia e os Sistemas de Informação podem ajudar a combater estes valores. Começo desta forma, pois é evidente, que é necessária a implementação de soluções modernas com a utilização de tecnologia de forma a termos sistemas de votação mais tecnológicos.

A votação consiste num processo de decisão e em Portugal, para votarmos nos candidatos políticos temos de votar presencialmente e em papel, o denominado voto em urna. Assim, com esta investigação pretendo mostrar de que forma os Sistemas de Informação e a tecnologia podem permitir a modernização do sistema de votação atual em Portugal.

Dada a relevância e importância deste processo de tomada de decisão, a segurança é um dos fatores cruciais para que todos os processos eleitorais que sejam realizados através de votação com utilização de tecnologia sejam fiáveis e não manipuláveis.

A investigação aqui apresentada, intitulada de Voto Eletrónico, de forma explícita pretende analisar os vários sistemas de votação eletrónica e analisar a sua utilização no impacto da taxa de abstenção.

**Palavras Chave:** Abstenção, Atos Eleitorais, Democracia, Segurança, Sistemas de Informação, Tecnologia, Voto Eletrónico.

## Electronic Vote

### **ABSTRACT**

Participation in the voting of political candidates is crucial for democracy. The right to vote is a right that we must not prevaricate, it should value for its importance, for its value and meaning. It is an evidence that abstention has a very high number in various electoral acts in Portugal, often approaching fifty percent of the electorate. In certain electoral acts it happens that it even exceeds this same value.

The voting process itself does not help, it is not easy to vote. It is necessary to realize that technology and Information Systems can help to combat these values. I start this way, as it is evident that it is necessary to implement modern solutions using technology in a more technological way with voting systems

Voting consists of a decision process, in Portugal, to vote for political candidates, we must vote in person and on paper, the so-called paper ballot. Thus, with this investigation I intend to show how Information Systems and technology can allow the modernization of the current voting system in Portugal.

Given the relevance and importance of this decision-making process, security is one of the crucial factors so that all electoral processes that are carried out through voting using technology are reliable and not manipulable.

The research presented here, entitled Electronic Voting, explicitly aims to analyze the various electronic voting systems and analyze their use in the impact of the abstention rate.

**Key words:** Abstention, Electoral Acts, Democracy, Security, Information Systems, Technology, Electronic Voting.

# Índice

AGRADECIMENTOS .....	iv
RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	vii
Abreviaturas e Siglas .....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Motivação e importância da investigação .....	3
1.3. Finalidade e objetivos .....	4
1.4. Abordagem da investigação .....	5
1.5. Organização da dissertação .....	6
2. Sistemas de votação.....	8
2.1. História dos sistemas de votação.....	8
2.2. Votação eletrónica .....	14
2.2.1 Sistemas de urna eletrónica .....	14
2.2.2 Sistemas sobre a internet.....	16
3. Casos de estudo.....	18
3.1. Estónia.....	21
3.2. Suíça .....	27
3.3. Tanzânia .....	32
3.4. Portugal .....	37
4. A abstenção, a internet e os sistemas de votação eletrónica .....	39
4.1. Abstenção .....	39

4.2. Índices de utilização de dispositivos que permitem utilização de sistemas via internet e da utilização da internet .....	42
5. Proposta .....	50
6. Conclusões .....	54
Referências .....	56
Apêndices .....	60

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Índice de eleitores que votaram via internet na estónia ao longo do tempo - Smartmatic (2019).....	21
<b>Figura 2</b> - Ambiente de I-Voting Estónia - State Electoral Office of Estonia. (2017) .....	22
<b>Figura 3</b> - Esquema de Envelope - State Electoral Office of Estonia. (2017) .....	23
<b>Figura 4</b> - Arquitetura do sistema de voto eletrónico da Tanzânia - Kimbi, S., & Zlotnikova, I. (2014) .....	33
<b>Figura 5</b> - Votantes nas Eleições Europeias na Estónia - European Parliament in collaboration with Kantar .....	39
<b>Figura 6</b> - Votantes nas Eleições Europeias em Portugal - European Parliament in collaboration with Kantar .....	40
<b>Figura 7</b> - Índice de casas com ligação à internet na Estónia (2020) - Statistics Estonia .....	42
<b>Figura 8</b> - Difusão da internet 2011 - 2019 na Suíça - Data basis: Swiss population 14+. WIP-CH 43	
<b>Figura 9</b> - Estimativa do número de utilizadores de internet da Tanzânia (2014-2019) - Tanzania Communications Regulatory Authority .....	43
<b>Figura 10</b> - Proporção de agregados familiares com ligação à internet e ligação por banda larga em casa, Portugal, 2010-2019 - Instituto Nacional de Estatística. (2019). .....	44
<b>Figura 11</b> - Proporção de agregados familiares com ligação à internet e ligação através de banda larga em casa, por composição familiar, Portugal, 2019 - Instituto Nacional de Estatística. (2019). 44	
<b>Figura 12</b> - Proporção de pessoas dos 16 aos 74 anos que utilizaram internet nos 12 meses anteriores à entrevista, por algumas características sociodemográficas, Portugal - Instituto Nacional de Estatística. (2019) .....	44
<b>Figura 13</b> – Evolução do índice de utilização da internet no mundo - International Telecommunication Union (2019) .....	45
<b>Figura 14</b> - Índice de utilização de internet por região - International Telecommunication Union (2019).....	46
<b>Figura 15</b> - Índice de cobertura de rede móvel por região - International Telecommunication Union (2019).....	46

<b>Figura 16</b> - Proporção de pessoas dos 16 aos 74 anos que utilizaram equipamento portátil para aceder à internet fora de casa e do local de trabalho nos 3 meses anteriores à entrevista, por tipo de equipamento portátil utilizado, Portugal, 2019 - Instituto Nacional de Estatística. (2019).....	47
<b>Figura 17</b> - Índice de casas com internet e computador no mundo - International Telecommunication Union (2019) .....	48

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Casos de estudo analisados .....	18
--	----

## **Abreviaturas e Siglas**

Ao longo desta dissertação, são usadas as seguintes abreviaturas e siglas.

VE – Votação Eletrónica

SVE – Sistema de Votação Eletrónica

## **1. Introdução**

Este capítulo apresenta uma contextualização ao tema desta dissertação, onde são apresentados o enquadramento, motivação, finalidade e objetivos, abordagem metodológica e a estrutura do presente documento.

### **1.1. Enquadramento**

Os sistemas de votação são alvo de estudo em todo o mundo e os SVE não são exceção. Alguns países têm atualmente um sistema de votação eletrónico implementado, outros já o tiveram, mas neste momento já não acontece essencialmente por questões de segurança.

Qualquer sistema de votação, independentemente de ser eletrónico ou não, tem de ter por base alguns princípios como a segurança, a flexibilidade, a fiabilidade e a disponibilidade, mas também considerar fatores como a rapidez e o custo.

A tecnologia tem evoluído de uma forma exponencial e hoje com a aplicação da tecnologia faz-se o que era impensável à alguns anos, e o voto eletrónico não é muito diferente. É um caso pouco explorado porque é necessário conquistar, manter e reforçar a confiança de todos os eleitores para que adiram à sua utilização e isto consegue-se com um sistema seguro, viável e de confiança.

O sistema de votação, na componente do utilizador, tem de ser autoexplicativo para que não surjam dúvidas, é fundamental pensar de forma consciente sobre a tecnologia e a experiência do utilizador para que assim possamos ter a combinação perfeita entre a tecnologia e os processos sociais que consideramos como adquiridos pela sociedade em geral.

Existem vários tipos de votação, o mais tradicional, que é o voto presencial em urna, e a votação eletrónica, que se pode dividir em VE presencial e na VE remota, via internet.

Respondendo à questão “O que é a votação eletrónica?”, segundo Kersting & Baldersheim (2004), a VE acontece quando o voto é suportado por um dispositivo eletrónico, ou seja, quando o utilizador utiliza um dispositivo eletrónico como um computador ou uma máquina de VE, por exemplo, para exercer o seu direito de voto.

A investigação aqui apresentada pretende analisar os sistemas de votação eletrónica, explicar de uma forma genérica em que consiste a votação eletrónica em urna e a votação eletrónica remota via internet. Pretende detalhar vários casos de estudo referentes aos países que utilizam a internet como meio de votação e, conseqüentemente, verificar se a votação via internet tem impacto na abstenção nesses mesmos países.

## **1.2. Motivação e importância da investigação**

A consciencialização da importância do voto na nossa sociedade é algo que deve ser melhorado e isso reflete-se na percentagem de abstenção que se verifica nos diversos atos eleitorais que decorrem em todo o mundo.

Com esta investigação não pretendo dirigir a culpa da abstenção ao sistema de votação tradicional, mas é certo que com a tecnologia e a facilidade de poder votar através de um *smartphone*, por exemplo, a população, e principalmente as gerações mais jovens, que representam segundo Ansolabehere & Hersh (2011) a faixa etária com maior taxa de abstenção, não teriam de se deslocar para votar.

É importante que os partidos políticos e os governantes de cada país, com especial foco para os representantes Portugueses, se apercebam da importância da digitalização e do impacto da implementação de tecnologia nos processos manuais.

Considero o tema desta investigação extremamente relevante e atual para a sociedade e para as gerações futuras. Espero que esta investigação possa impactar positivamente os dias de mudança e adaptação que enfrentamos, sendo esta a minha principal motivação.

### **1.3. Finalidade e objetivos**

O foco desta dissertação assenta no desenvolvimento de uma investigação dos sistemas de votação, mais especificamente nos sistemas de votação com utilização de tecnologias de sistemas de informação e da internet, procurando mostrar como os Sistemas de Informação podem ser relevantes para o processo de VE. De forma sucinta, o foco da investigação são os SVE via internet.

Neste sentido, para a formulação da investigação, definiu-se como objetivo da mesma analisar os vários SVE que recorrem às tecnologias de sistemas de informação e à internet para perceber, através das experiências já realizadas desses sistemas, como a votação via internet é viável e possível para Portugal e, conseqüentemente, analisar o seu impacto na taxa de abstenção.

Para cumprir o objetivo definido, foram estudados e explorados os países onde já foi ou é aplicado o sistema de voto eletrónico, assim como foram analisados diversos casos centrados nos países que utilizam a internet como meio de votação. Realizou-se ainda uma profunda análise acerca da abstenção e da utilização de dispositivos que permitem o acesso à internet.

Espera-se que o objetivo seja cumprido e que a finalidade da investigação seja alcançada.

#### **1.4. Abordagem da investigação**

A investigação aqui apresentada centra-se em gerar novos conhecimentos para avanço da aplicação da tecnologia no método de votação sem aplicação prática prevista envolvendo verdades e interesses universais, o que, quanto à sua natureza, a pesquisa é do tipo básica.

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa foi abordada de forma exploratória, que consiste no levantamento bibliográfico e análise do mesmo, pretende proporcionar mais informações sobre o assunto a investigar, facilitando a fixação de objetivos. Segundo Gil (1994), as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

Foi efetuada a recolha de informação, abordada quanto ao procedimento, por meio do estudo de caso. De acordo com Fidel, (1984), o estudo de caso, possui o objetivo de perceber a circunstância em análise e ao mesmo tempo desenvolver teorias mais gerais a respeito da circunstância observada.

Numa primeira fase foi efetuado o levantamento bibliográfico através da pesquisa de palavras chave como “votação eletrônica”, “votação pela internet”, “*internet voting*”, “história dos sistemas de votação”, entre outras, nos diversos repositórios de referência na área dos Sistemas de Informação como o Google Scholar, a AIS eLibrary, b-on e ResearchGate. Seguiu-se a análise da informação para fundamentar a proposta apresentada.

## 1.5. Organização da dissertação

Esta dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos:

- **1. Introdução**

Este primeiro capítulo permite situar o projeto no contexto do tema escolhido, permitindo um nivelamento dos conhecimentos e compreensão do que vai ser aplicado ao longo desta investigação, apresentando ainda, os objetivos da investigação;

- **2. Sistemas de Votação**

Aqui é apresentado um enquadramento histórico sobre o tema onde são detalhadas as aplicações do voto a nível mundial, bem como o seu papel na sociedade e quais os benefícios para a mesma. É também feito um enquadramento relativamente à votação eletrónica, especificamente à votação em urna eletrónica e votação pela internet.

- **3. Casos de Estudo**

Neste capítulo são analisados casos de estudo com o objetivo do desenvolvimento de fundamentos relevantes para a compreensão da investigação desenvolvida através de sistemas de votação com utilização de tecnologias de sistemas de informação, especificamente com a utilização da Internet.

- **4. A abstenção, a internet e os sistemas de votação eletrónica**

Serão analisados dados estatísticos quanto à abstenção, utilização de dispositivos que permitem ligação à internet e utilização da internet. Esta análise é relativa aos casos de estudo detalhados e a dados globais por forma a argumentar a proposta.

- **5. Proposta**

Na proposta apresento como os Sistemas de Informação podem permitir o desenvolvimento de um SVE e, como Portugal poderá iniciar este processo de digitalização com a aplicação da votação via internet.

○ **6. Conclusões**

Para finalizar são referidas as principais conclusões desta investigação.

## **2. Sistemas de votação**

Neste capítulo é abordada a história dos sistemas de votação, assim como são apresentados os sistemas de votação eletrónica, a votação eletrónica em urna e a votação eletrónica sobre a internet. O objetivo é enquadrar e explicar os sistemas de votação eletrónica, sendo a votação pela internet o foco desta dissertação.

### **2.1. História dos sistemas de votação**

O voto é utilizado desde o início do século VI a.C. quando a democracia foi introduzida pela democracia ateniense. Atualmente a maioria dos sistemas de votação baseiam-se no sistema de votação de boletins de voto em papel onde o voto é presencial e por escrutínio secreto, denominado votação em urna.

Aqui é especificada a história dos vários sistemas de votação.

#### **Votação tradicional**

##### **Sistema *Paper Ballot***

Segundo Douglas, (2003), uma das mais importantes inovações na votação aconteceu no estado de Victoria, Austrália, em 1856 onde foi utilizado pela primeira vez este sistema.

Segundo Bellis (2000), este sistema consistia em boletins de voto impressos pelo governo com os nomes de todos os candidatos e distribuídas pelos eleitores no local da votação, um por eleitor, onde estes marcavam o espaço ao lado do candidato e colocavam numa urna fechada. Este sistema era suficiente inovador para ser conhecido como o voto secreto Australiano.

Este ainda hoje é o sistema de votação mais utilizado na Europa ao qual chamamos votação em urna.

## **Votação eletrónica presencial**

### **Sistema *Punch Card***

No dia 8 de janeiro de 1889 foi patenteado o sistema *punch card* nos Estados Unidos, criado por Hollerith (1889). Este sistema, segundo Hollerith, (1889) foi criado para compilar estatísticas como por exemplo as estatísticas da população dos censos ou as estatísticas de nascimentos, mortes, entre outros.

Este sistema não foi desenvolvido para votação, apenas foram lançadas bases para a utilização deste sistema na década de 1960.

As primeiras jurisdições a utilizar os *punch card* e *tally machines* foram os condados de *Fulton* e *De Kalb* na Geórgia em 1964 para as eleições primárias segundo Bellis, (2000).

Neste sistema os votos eram registados por meio de perfurações feitas nos campos de resposta à votação designada, isto é, o eleitor fazia um furo com um dispositivo fornecido em frente à sua escolha de candidato. Seguidamente o eleitor coloca o boletim de voto na urna ou num dispositivo de tabulação por computador para contagem dos votos.

### ***Mechanical Lever Machines***

Em 19 de novembro de 1889 foram patenteadas as *mechanical lever machines* nos Estados Unidos, criadas por Jacob H. Myers. Denominada por *Voting Machine*, esta tecnologia prevenia fazer mais que uma seleção, permitia que o processo de contagem de votos fosse muito mais rápido e também reduzia as hipóteses de uma contagem desonesta uma vez que os votos eram contados pela máquina.

A primeira utilização oficial deste sistema de votação, conhecido por "*myers automatic booth*", ocorreu em *Lockport, New York* em 1892. Nas palavras de Myers (1892), esta máquina foi desenhada para "*protect mechanically the voter from rascaldom, and make the process of casting the ballot perfectly plain, simple and secret.*".

Segundo Bellis (2000), em 1996, este sistema, foi usado por 20,7% dos votos registados na eleição Presidencial dos Estados Unidos. Isto por serem máquinas que tinham sido criadas pouco antes da eleição em causa.

Segundo Kaplan (2013), em 2013 a cidade de New York volta às *lever machines* para as eleições primárias, aproximadamente 5100 máquinas de alavanca foram retiradas do stock para as eleições primárias. Estas máquinas foram usadas porque o sistema eletrónico com o uso de scanners óticos para contagem dos votos tinham criado alguns problemas de contagem numas eleições anteriores em 2012.

### **Sistema *Optical Scan Ballots***

Em 1962 foi utilizado pela primeira vez este sistema na cidade de *Kern* na Califórnia, conhecido por *mark-sense*. Segundo Bellis, (2000) este sistema permitia que os votos fossem registados por meio de marcas feitas nos campos de resposta à votação designada, utilizando o scâner óptico para ler os votos.

Desenvolvido pela *Norden Division of United Aircraft* e pela cidade de *Los Angels*, este sistema foi utilizado pelo condado de Orange na Califórnia por mais de uma década, tendo também sido adotado em Ohio e na Carolina do Norte.

### **Sistema *Votomatic Punch Card* patenteado**

Foi em 17 de agosto de 1965 que surgiu o sistema de votação *votomatic punch card*, criado por *Harris*, com a ajuda de *William Rouverol*. (Harris, 1965)

Neste sistema, o eleitor marca a sua escolha perfurando o voto num cartão pré-marcado com números que correspondem aos candidatos. Em separado estão as questões de votação listadas e os votos são contados por uma máquina de contagem computadorizada. Este sistema foi uma melhoria do sistema de *punch card*.

---

### **Máquina de votação *Direct Recording Electronic DRE***

Surgiu a 19 de fevereiro de 1974 a patente de uma máquina de voto eletrónico, esta máquina totalmente eletrónica do tipo de botão de pressão ou tela de toque usados para registar votos e contar resultados, a qual foi desenvolvida por McKay, et al. (1974).

Posteriormente, *McWay, Smith e Deutsch* com base na patente anterior criaram um design do sistema de voto de vídeo. O sistema, composto por terminais de voto de vídeo controlados por um *data center video voter*, foi provavelmente o primeiro SVE de gravação direta a ser usado em eleições reais. (McKay & Smith & Deutsch, 1977).

Em 1996, o Dr. Michael Shamos, da Universidade *Carnegie Mellon*, lançou um desafio onde atribuí-a um prémio de 10.000 dólares que seria concedido a alguém que conseguisse adulterar uma Máquina DRE. (No apêndice 1 podemos consultar o desafio.

Foi na Geórgia que foi utilizado pela primeira vez as máquinas de votação *direct recording electronic*.

Segundo *Cathy Cox*, o dia 2 de novembro de 2002 foi histórico para a Geórgia. Pela primeira vez foi oferecida a oportunidade de votar da mesma maneira usando mesmo equipamento com precisamente a mesma interface de voto. Afirmou também que o voto eletrónico removeu todas as hipóteses de fraude e erro que inevitavelmente acontecem quando as pessoas contam os votos.

### **Voto Eletrónico em Portugal**

Segundo a Comissão Nacional de Eleições, foram desenvolvidos em Portugal quatro experiências de voto eletrónico, respetivamente em 1997, 2001, 2004, 2005, todas elas não vinculativas, ou seja, os votos não contaram para a votação final. Para além destas, também foi feita uma experiência em 2019, mas vinculativa.

Em 2005, aquando das Eleições para a Assembleia da República, foram realizadas experiências de voto eletrónico presencial e não presencial. A experiência de voto presencial decorreu nas freguesias de Conceição (Covilhã); St<sup>a</sup> Iria da Azóia (Loures); S. Sebastião da Pedreira, Santos-o-Velho e Coração de Jesus (Lisboa) e a experiência de voto eletrónico não presencial foi disponibilizada

aos eleitores portugueses residentes no estrangeiro mediante a disponibilização de uma plataforma de voto por Internet.

Nas eleições Europeias de 2019, foi utilizado pela primeira vez um SVE presencial vinculativo, esta experiência aconteceu apenas no distrito de Évora. Este sistema permitiu que os habitantes do distrito de Évora pudessem votar em qualquer secção de voto devido aos cadernos desmaterializados. No terceiro capítulo apresento uma descrição pormenorizada deste sistema.

## **Voto eletrónico remoto via internet**

### **Estónia**

Decorreu na Estónia em 2005 a primeira votação através da internet nas eleições nacionais de forma vinculativa, um momento histórico para a história dos sistemas de votação. Votaram 9317 pessoas online, o equivalente a 1,9% dos votos.

Todo o eleitorado da Estónia teve a possibilidade de votar pela internet, os resultados mostram uma atitude positiva e recetiva por parte das pessoas. (Madise & Martens, 2006).

### **Tanzânia**

Desenvolvido por Kimbi & Zlotnikova, (2014), fizeram um estudo com o objetivo de desenvolver um modelo de seguro para a implementação de um sistema de voto eletrónico através da internet com a utilização de *smartphones* ou computadores na Tanzânia.

Até hoje este estudo ainda não foi colocado em prática.

### **Suíça**

Segundo Maurer, (2019), na Suíça, a votação via internet esteve numa fase experimental durante quinze anos. Entre fevereiro e março de 2019 ocorreu um grande exercício de transparência. O primeiro sistema a introduzir verificabilidade completa, o sistema *Swiss Post / ScytI*, foi submetido

a um teste de intrusão pública aberto a qualquer pessoa interessada. O código fonte deste mesmo sistema foi publicado na internet, isto por ser obrigatório segundo uma regulamentação federal que entrou em vigor em julho de 2018.

Este sistema ainda não foi colocado em prática de forma vinculativa, apenas foram feitos alguns testes.

## 2.2. Votação eletrónica

Os Sistemas de Votação Eletrónica são sistemas que, quer pelas suas características e limitações quer pelo seu impacto social, estão atualmente em estudo e desenvolvimento, encontrando-se já em utilização em alguns países.

Proporcionar um aumento das oportunidades de voto (maior número de lugares onde se torna possível exercer o direito de voto e não obrigatoriedade de o eleitor se apresentar em determinado local), redução de votos “nulos” não intencionais, maior rapidez e exatidão na contagem dos votos, são alguns dos objetivos de qualquer SVE, afirmam Pinto, & Simões& Antunes (2004).

A votação eletrónica foi utilizada pela primeira vez nos condados de *Fulton* e *De Kalb* na Geórgia em 1964 para as eleições primárias, segundo Bellis (2000). O sistema utilizado foi o sistema *punch card* já descrito na secção anterior. Em 2005, na Estónia, foi utilizado pela primeira vez um sistema de votação eletrónica através da internet nas eleições nacionais.

Esta secção irá descrever o processo e funcionamento dos sistemas de votação através de urna eletrónica e dos sistemas de votação pela internet de forma genérica.

### 2.2.1 Sistemas de urna eletrónica

Segundo Monteiro et al. (2001), os sistemas de urna eletrónica são definidos como sistemas que recolhem os votos por meios mecânicos, óticos ou eletrónicos, que podem ser comandados pelo votante, que processa os votos por meio informático e que guarda os resultados em memória. O sistema pode também enviar os resultados de uma votação através das redes de telecomunicações. O voto eletrónico em urna é presencial, requerendo a presença no eleitor nos locais de voto tradicionais.

Os sistemas de urna eletrónica devem assegurar os mesmos requisitos que em papel, conforme afirmam Pinto & Simões & Antunes, (2004), nomeadamente:

**Elegibilidade e autenticidade** – Apenas os eleitores autorizados devem poder votar;

**Singularidade** – Os eleitores não devem poder votar mais do que uma vez;

**Integridade dos votos** – Os votos não devem poder ser modificados, forjados ou eliminados;

**Integridade do sistema** – O sistema deve poder ser posto à prova, depois de validado e certificado por auditores externos;

**Anonimato** – A associação entre o voto e a identidade do eleitor deve ser impossível em qualquer circunstância, incluindo qualquer acesso por utilizadores privilegiados, por exemplo para manutenção do sistema;

**Privacidade e não-coercibilidade** – Ninguém deve poder descobrir qual o voto de determinado eleitor, e os eleitores não devem poder provar como é que votaram (o que facilitaria a venda de votos ou a coerção);

**Autenticação do operador** – As pessoas autorizadas a operar o sistema devem ter mecanismos de controlo de acesso não triviais;

**Certificabilidade e auditabilidade** – Os sistemas eleitorais devem poder ser testados por agentes oficiais;

**Verificabilidade** – Deve ser possível verificar que os votos foram corretamente contados no final da votação, e deve ser possível verificar a autenticidade dos registos dos votos;

**Transparência do processo** – Os eleitores devem conhecer e compreender o processo de eleição;

**Transparência do sistema** – Todo o software, documentação, equipamento, microcódigo e circuitos especiais devem poder ser abertos para inspeção a qualquer momento;

**Disponibilidade do sistema** – O sistema deve estar sempre disponível durante o período eleitoral;

**Confiabilidade** – Os sistemas eleitorais devem funcionar de forma robusta, sem perda de votos;

**Usabilidade** – O uso do sistema deve ser fácil quer para eleitores quer para operadores;

**Exatidão** – Os sistemas eleitorais devem guardar os votos corretamente;

**Flexibilidade** – o equipamento de votação deve suportar uma variedade de questões relacionadas com os boletins (por exemplo, multilíngues), pessoas com necessidades especiais, etc;

**Conveniência** – Os eleitores devem poder votar rapidamente e com o mínimo de equipamento e competências;

**Custo / Benefício** – Os sistemas eleitorais devem ser eficientes.

Diversos países, numa tentativa de reduzir a abstenção e facilitar todo o processo eleitoral, têm vindo a adotar sistemas de votação eletrónica, segundo Monteiro et al. (2001).

Pode dizer-se que os dispositivos eletrónicos de votação em urna estão significativamente disseminados, sendo adotados em eleições nacionais de diversos países. Um dos aspetos surpreendentes é o facto de serem os países em vias de desenvolvimento a estar na vanguarda do uso destes sistemas como o caso do Brasil e Índia.

### **2.2.2 Sistemas sobre a internet**

Os sistemas de votação pela internet, segundo Monteiro et al. (2001), são sistemas de votação eletrónica em que os votos podem ser enviados pelos eleitores para a entidade organizadora das eleições através da Internet, sendo que a votação pela Internet não é necessariamente presencial.

Nos sistemas de votação através da internet, os eleitores podem votar remotamente, ou seja, através da Internet a partir de qualquer ponto onde seja possível o acesso ao SVE. Esta modalidade pode aumentar a participação de cidadãos nas eleições, que, como se sabe, atualmente tende a diminuir drasticamente na maior parte do mundo.

A votação pela internet apresenta vários argumentos a seu favor. Primeiro, a votação pela internet torna o processo mais fácil porque cada computador ou smartphone é uma secção de voto ou mesa eleitoral. Permite um custo de votação mais baixo para todo o eleitorado, não precisam de

se deslocar nem de esperar em filas para votar. Estar mau tempo deixa de ser uma desculpa para não votar. No conforto das suas casas, no café, na biblioteca ou em qualquer local podem exercer o seu direito.

A internet como meio de votação pode diminuir o custo da participação para certos setores da população, referindo os soldados que estão nos submarinos nucleares a defender o país, ou os pescadores que estão vários dias, até mesmo semanas a pescar e que o custo de se deslocarem à sua residência é enorme para exercer o direito de voto. Referindo os trabalhadores que fazem viagens frequentemente e que por motivos de agenda não conseguem estar presentes para votar nesse dia. Referindo todos os trabalhadores que trabalham nos dias das eleições e que se torna um impedimento no exercer do seu direito.

Mesmo sabendo que existe a possibilidade de votar numa data anterior em casos excepcionais em Portugal, a internet permite que todos os cidadãos possam votar em qualquer lugar e evitar qualquer constrangimento que haja em ter de se deslocar a uma mesa de voto.

Podem ser obtidos efeitos positivos através da votação pela internet que são difíceis de quantificar, como a qualidade dos votos, por esta via não é possível a existência de votos nulos que têm um risco no boletim de voto feito por engano entre outros casos, nem erros na contagem dos votos, o que por vezes acontece.

Segundo Solvak & Vassil (2017), apesar de ainda não existirem factos que permitem confirmar que realmente a votação pela internet diminui a abstenção, é possível confirmar que o eleitor que vota via internet vote nas eleições subsequentes a taxas consistentemente mais altas que um eleitor que vota através do método tradicional em papel.

### 3. Casos de estudo

Este capítulo retrata a análise de vários casos de estudo sobre a VE em diferentes países, nomeadamente, Estónia, Holanda, Austrália, Canadá, Arménia, França, México, Finlândia, Espanha, Suíça, Noruega, Bélgica, Tanzânia, Portugal, Brasil e Índia. Através desta análise, é perceptível quais os países onde é aplicada a votação eletrónica via internet ou aqueles nos quais já foram realizados estudos.

Selecionei vários casos de estudo sobre VE, os quais ilustro na tabela 1, onde identifico o país, o tipo de sistema de votação, a situação atual verificada em cada um deles e a respetiva fonte de informação a que recorri.

**Tabela 1** - Casos de estudo analisados

<b>País</b>	<b>Sistema de Votação</b>	<b>Situação</b>	<b>Referência</b>
Estónia	Eletrónico via internet	Ativo	State Electoral Office of Estonia, (2017)
Holanda	Eletrónico via internet	Experiência	Jacobs & Pieters, (2009)
Austrália	Eletrónico via internet	Caso de estudo	ECANZ. (2013)
Canadá	Eletrónico via internet	Experiência	Grofman & Trechsel & Franklin (2014)
Arménia	Eletrónico via internet (para militares e diplomatas)	Ativo	Republic of Armenia, (2019)
França	Eletrónico via internet	Experiência	Ministério dos Negócios Estrangeiros, França. (2012)
México	Eletrónico presencial	Ativo	Figueroa, & Lopez & Garcia-Garcia, (2013)
Finlândia	Eletrónico via internet	Experiência	Bet & Utl, (2017)

Espanha	Eletrónico via internet	Experiência	Riera & Cervello (2004)
Suíça	Eletrónico via internet	Em desenvolvimento	Maurer, (2019)
Noruega	Eletrónico via internet	Projeto piloto	Ansper, et al. (2009)
Bélgica	Eletrónico presencial	Ativo	De Cock & Preneel (2007)
Tanzânia	Eletrónico via internet	Caso de estudo	Kimbi & Zlotnikova, (2014)
Portugal	Eletrónico presencial	Experiência	Secretaria-Geral do Ministério da Administração Interna, (2019)
Brasil	Eletrónico presencial	Ativo	Ferrão, et al. (2019).
Índia	Eletrónico presencial	Ativo	Subhankar (2020)

### **Legenda**

Ativo: atualmente é utilizado;

Experiência: foi realizada uma ou várias experiências com esse sistema de votação;

Em desenvolvimento: está a ser criado ou melhorado o sistema;

Caso de estudo: foi realizado o caso de estudo e não foi colocado em prática;

Projeto Piloto: está a iniciar-se a conceção da ideia.

A análise e a apreciação dos casos de estudo representados na tabela 1 permite concluir que a aplicação da tecnologia e a utilização da internet nos processos de votação é fundamental, torna estes processos mais acessíveis aos eleitores e permite que estes sejam automatizados, sendo notória a melhoria na rapidez da contagem dos votos.

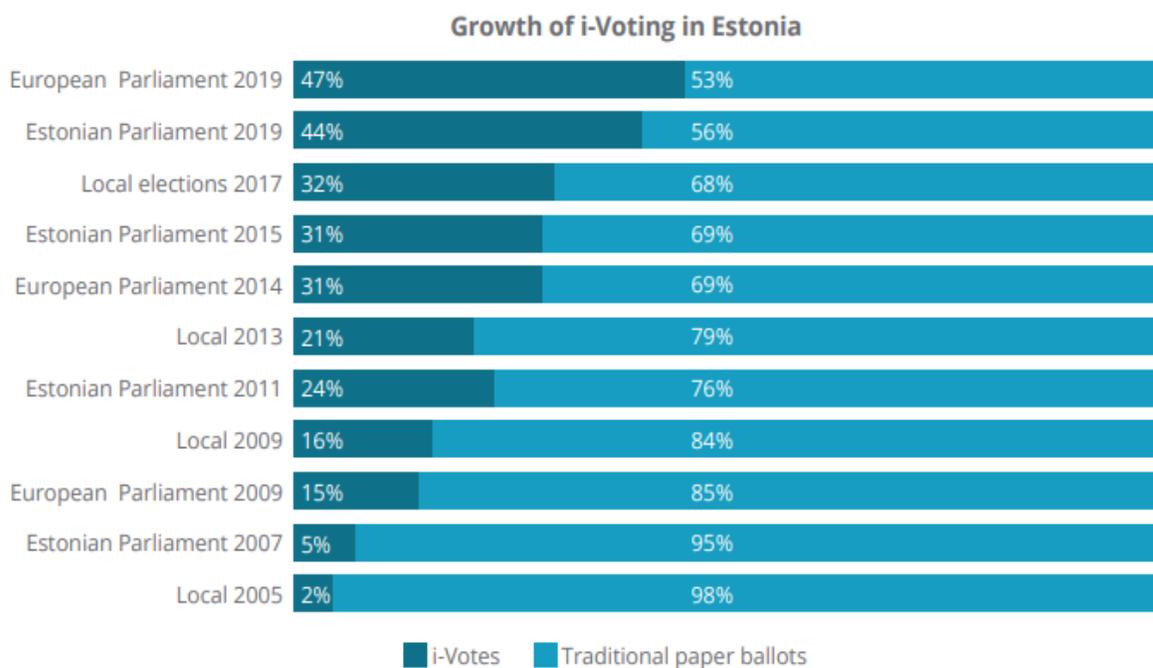
Podemos verificar que dos dezasseis casos apresentados, onze destes (aproximadamente 69%) estudaram e/ou aplicaram a internet como meio de votação enquanto 31% representam casos de votação eletrónica presencial percebendo que a maioria dos países onde está ser estudado ou aplicado a votação eletrónica, a votação pela internet prevalece.

A Estónia é atualmente o único país onde é permitido a todo o eleitorado a votação pela internet, enquanto a Suíça, por seu lado, está a melhorar o sistema que desenvolveu e a Tanzânia retrata o caso de estudo mais recente de entre os apresentados. É nestes casos que vou centrar toda a atenção e escrutinar os respetivos detalhes no presente capítulo.

Dada a finalidade consistir em perceber como os Sistemas de Informação e a tecnologia são importantes num sistema de votação em Portugal vou também analisar o sistema que foi implementado em 2019 em Portugal (Secretaria-Geral do Ministério da Administração Interna, Administração Eleitoral (2019)).

### 3.1. Estónia

A Estónia foi o primeiro país do mundo a ter uma eleição nacional onde todos os eleitores puderam votar via internet caso assim o pretendessem. Nesta primeira oportunidade única dos eleitores, apenas 1,9% dos eleitores votaram via internet. Por forma a percebermos a evolução, em 2014, 31,4% da população votou online para as eleições do parlamento europeu, já em 2019, votaram 46,7% via internet. No gráfico da figura 1 fica a evolução numa perspetiva temporal da evolução da participação nos diversos atos eleitorais via internet onde verificamos que em todos os atos eleitorais se protagonizou um aumento dos eleitores que utilizaram a votação via internet.

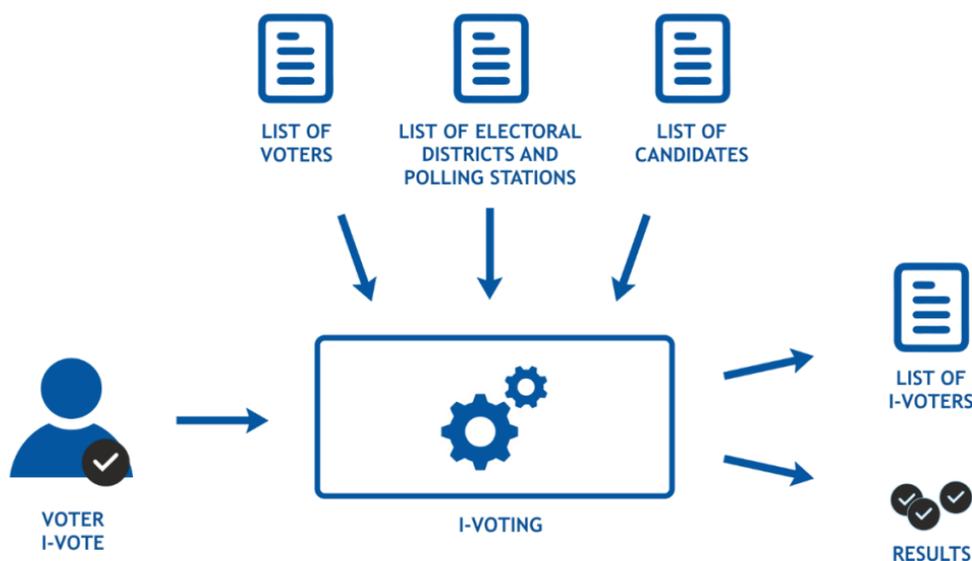


**Figura 1** - Índice de eleitores que votaram via internet na estónia ao longo do tempo - *Smartmatic* (2019)

O sistema denominado *i-Voting* permite aos eleitores da Estónia votarem via internet em qualquer lugar do mundo. Em qualquer método de votação, incluindo o mais tradicional, a possibilidade de “comprar” votos ou mesmo forçar um eleitor a votar num determinado partido ou pessoa é uma preocupação, a solução que é apresentada pela Estónia permite que os eleitores votem várias vezes, sendo que cada voto anula o anterior, ou seja, o que conta é sempre o último.

*I-Voting* é apenas uma parte dos processos de votação, uma eleição tem várias fases, referindo o caso da Estónia, contém o anúncio das eleições, registo dos candidatos, preparação da lista de eleitores, a votação em si, a contagem dos votos e por fim o anúncio dos resultados.

Assim, a figura 2 mostra o processo de votação.



**Figura 2** - Ambiente de *I-Voting* Estónia - *State Electoral Office of Estonia*. (2017)

### Requisitos

A votação via internet pode decorrer durante vários dias, preferencialmente antes do dia de eleições porque caso haja algum ataque aos votos, os mesmos podem ser anulados e os eleitores podem votar novamente a seguir de forma presencial na mesa de voto. Caso a votação seja no mesmo dia, ou seja, VE e votação presencial em urna, o eleitor pode votar duas vezes, sendo sempre anulado o voto eletrónico, conta em papel.

Para votar eletronicamente é obrigatório o uso da assinatura digital, o eleitor confirma o voto com esta assinatura digital prevista legalmente.

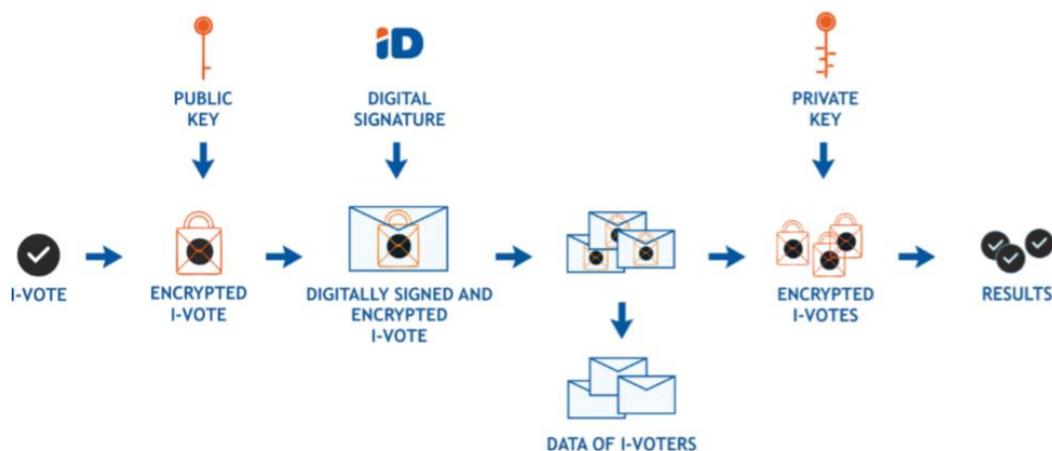
O eleitor deve ter a possibilidade de verificar se o seu voto chegou com segurança. Isto para detetar se o voto sofreu algum ataque ou alteração.

Por fim o sistema deve ser suficientemente simples para que possa ser auditado.

Na Estónia, a VE decorre durante 10 dias. A assinatura digital pode ser obtida de várias formas, através do ID card, do Mobile ID e de um documento de assinatura digital, Digi-ID. Também deve ser possível verificar a integridade do voto.

### Esquema de Envelope

O sistema de votação é baseado no chamado **esquema de envelope**, para isto é necessário o eleitor ter a **Aplicação de Voto**, o qual encripta o voto e o número gerado aleatoriamente pelo programa com a chave pública criando o **inner envelope**, após a assinatura digital é criado o **outer envelope**.



**Figura 3** - Esquema de Envelope - *State Electoral Office of Estonia*. (2017)

No final, é verificada a elegibilidade dos votos, caso haja votos repetidos de votos eletrónicos e também eleitores que tenham votado pelas duas vias, presencialmente e via internet, estes serão removidos. Ainda antes da contagem, os votos são classificados por distritos eleitorais, a lista dos eleitores de cada distrito é compilada e são retiradas as assinaturas digitais. Seguidamente são descriptados com a chave privada.

## **Processos**

O sistema de votação divide-se em **vários processos**, em 2017, foi desenvolvida uma framework pelo *State Electoral Office of Estonia*. por forma a explicar cada processo, vou descrevê-los individualmente por pontos.

- **Gestão de Chaves**

Esta é a principal parte do SVE, aqui é garantido o anonimato do voto através da encriptação com ferramentas de encriptação assimétricas. Todos os eleitores têm um par de chaves, uma chave pública de encriptação e uma chave privada de descriptação. O eleitor utiliza a chave pública para encriptar o voto e a chave privada é utilizada para descriptar o voto. Depois de os resultados serem anunciados esta chave é eliminada.

- **Identificação do eleitor**

A identificação do eleitor é necessária para verificar o seu direito de votação e consequentemente obter a lista de candidatos. O eleitor pode ser identificado de várias formas.

- **Assinatura do voto**

O eleitor assina o voto encriptado para garantir a sua autenticidade e integridade. A identificação pessoal comprovada pela assinatura é base para levar em consideração o voto. A assinatura não é levada em consideração durante o tratamento do voto assinado digitalmente.

- **Registo do voto**

Todos os votos são registados, aqui são registados e confirmados todos os votos encriptados e assinados.

- **Votar e verificação do voto**

Para votar, o eleitor deve instalar no seu computador a aplicação de voto. Após iniciar a aplicação o eleitor escolhe a ferramenta de autenticação mais conveniente, seguidamente a aplicação identifica o eleitor. Após a identificação, o eleitor vota, faz a sua escolha com o número aleatório usando a chave pública, seguidamente assina o voto para ser encriptado e ser finalmente registado. Por fim o eleitor é notificado dizendo que o seu voto foi recebido com sucesso, também é enviado um QR Code.

O eleitor pode fazer a verificação da integridade do voto, para isso tem de fazer o download da aplicação de verificação para o seu *smartphone*. Este deve ter uma câmara e conexão à internet para poder fazer a verificação. Após abrir a aplicação deve fazer *scan* do QR Code que recebeu, a aplicação faz a leitura e mostra o número ou nome do candidato em que votou.

- **Processamento dos votos**

Este processo decorre depois de fecharem as votações e antes da contagem dos votos. Este é desempenhado pelo processador. Inicialmente é verificada a integridade dos votos eletrónicos, posteriormente são anulados todos os votos duplos, são anulados os votos eletrónicos das pessoas que votaram em papel e eletronicamente duplamente. Por forma a que seja totalmente anónimo o processador agrupa os votos por distritos eleitorais, elimina a informação pessoal dos votos e faz uma mistura dos mesmos de forma aleatória.

- **Contagem dos votos**

O último processo é a contagem dos votos, aqui são abertos com a chave privada e contados, após o anúncio dos resultados a chave privada é destruída.

Todo este processo é monitorizado por auditores.

## **Segurança**

Um dos maiores motivos para a residual implementação deste género de sistemas é por questões de segurança, na framework referida também são explicados os métodos de segurança implementados e também a forma como o sistema é auditado.

Em todo o processo existe uma enorme segurança de encriptação, o anonimato do voto é assegurado quando encripta o voto com a chave pública e assinatura digital. O facto de poder votar várias vezes e verificar no final o voto permite fiabilidade do voto. Por fim todo o sistema é auditado e observado para verificar se a sua integridade durante todo o processo.

## 3.2. Suíça

Segundo Maurer, (2019), na Suíça, a votação via internet esteve numa fase experimental durante quinze anos. Entre fevereiro e março de 2019 ocorreu um grande exercício de transparência. O primeiro sistema a introduzir verificabilidade completa, o sistema *Swiss Post / ScytI*, foi submetido a um teste de intrusão pública aberto a qualquer pessoa interessada. O código fonte deste mesmo sistema foi publicado na internet, isto por ser obrigatório segundo uma regulamentação federal que entrou em vigor em julho de 2018. Já antes tinha sido regulamentada a obrigatoriedade de apenas sistemas formalmente certificados e que ofereçam total verificabilidade podem ser autorizados a propor votação via Internet.

Vou explanar de forma sucinta todo o sistema *Swiss Post* com base no documento publicado por Post CH Ltd, Berne, Switzerland (2019). Irei descrever os processos, a infraestrutura, a segurança e a operação.

### Processos

O sistema de votação está dividido em vários processos, a preparação da eleição, a VE por parte dos eleitores, a contagem dos votos e por fim auditar os resultados.

- **Preparação da eleição**

Nesta fase de preparação da eleição, todos os membros da comissão eleitoral votam num município fictício e registam as suas repostas num registo que deve estar fechado em envelopes fechados até ao encerramento da urna. O resultado é verificado no dia da eleição e pretende mostrar que nenhum voto foi alterado.

A comissão eleitoral desempenha um papel na geração de certificados para a encriptação dos votos dos eleitores. A chave secreta é protegida por todos os membros, cada um tem uma parte da mesma.

Entre os ficheiros de configuração gerados está o ficheiro que contém as chaves de início de votação para a votação, verificação, confirmação e finalização dos cartões de voto individuais. Este ficheiro assinado e encriptado é usado para gerar os cartões de voto. Durante este processo, são criados ficheiros assinados e encriptados. Estes ficheiros são levados pessoalmente usando uma

---

verificação dupla (duas pessoas). A password para descriptação dos cartões de voto é transmitida por outro canal seguro.

- **Criação dos boletins de voto**

A criação eletrónica de boletins de voto é ativada e desativada pela comissão eleitoral durante o processo de configuração.

Os eleitores acedem à eleição e ao portal para votação. Encontram os detalhes necessários no cartão de voto para poderem votar. Inserem no portal a chave inicial e alguma informação pessoal como a data de nascimento. A escolha retorna códigos que são mostrados no ecrã do eleitor. Este confirma a escolha inserindo a chave de votação que está no cartão de voto. Por fim o eleitor recebe o código de confirmação que precisa de ser comparado com o cartão de voto para confirmar.

Para este procedimento existe uma infraestrutura que está dividida em 3 partes, primeiro o eleitor utiliza o seu próprio hardware para poder votar. Os boletins são emitidos por um portal hospedado *Swiss Post* e por fim estes são guardados na urna eletrónica também hospedada pela *Swiss Post* que está dividida em dois locais.

- **Contagem dos votos eletrónicos**

Reunida a comissão eleitoral, é iniciado o processo de limpeza. Seguidamente os componentes de controlo, um de cada vez, misturam e decifram parcialmente os votos. Estes parcialmente descodificados são descarregados. A conexão ao sistema de votação é feita usando a autenticação de dois fatores com cartões inteligentes. A urna é transferida para a estação de trabalho SDM (secure data manager) de pós processamento que não tem conexão à rede. Assim dá-se seguimento ao processo de contagem. Aos membros da comissão eleitoral é solicitado o cartão inteligente que contém parte da chave protegida por senha, e as senhas relevantes. Os votos e as confirmações recebidas são descriptados e os resultados recuperados. Estes resultados são extraídos para um ficheiro XML e são também mostrados num relatório em PDF. Os votos dos membros da comissão eleitoral (referidos no ponto 1) são agora auditados.

- **Auditar os resultados**

Após contagem dos votos, o processo eleitoral é auditado. Este processo é realizado através da utilização de uma estação de trabalho separada que audita e verifica todos os dados das estações de trabalho SDM bem como os registos seguros da *Swiss Post*.

### **Infraestrutura**

Várias infraestruturas em vários *data center* são usadas para operar os serviços de VE.

A *Swiss Post* tem separados geograficamente dois *data center* que permitem assim ter todos os dados dos sistemas de VE em redundância geográfica. Com isto, caso um dos centros falhe, o outro toma conta de todos os serviços. Para além da redundância de localização, também é possível a redundância de sala dentro de um *data center*. Isto garante sempre a continuidade do negócio.

Abordando agora do portal de votação, este está integrado na plataforma de virtualização *Swiss Post*. A plataforma de virtualização reflete o *software-defined data center* (SDDC). O sistema consiste numa infraestrutura de computador, rede e armazenamento. Também é fornecido como um serviço e pode ser configurado e expandido numa base modular.

Como parte da verificabilidade temos os componentes de controlo. Estes são baseados em *hardware* dedicado, projetado para ser à prova de catástrofes. Cada grupo de componentes contém o seu próprio *hardware* e é baseado em diferentes sistemas operacionais. São usados quatro grupos de componente de controlo, permitindo que as operações de encriptação sejam verificadas por vários sistemas e tecnologias diferentes. Assim as operações são executadas em paralelo e o resultado é válido apenas quando todos os quatro resultados são parecidos. Outra questão é que as operações como a mistura são realizadas em sequência, o que significa que o resultado é válido apenas se todos os quatro resultados parciais forem precisos.

A infraestrutura da base de dados apresenta três sistemas dedicados produtivos e dois integrativos. Assim os dados são espelhados três vezes, ou seja, guardados três vezes sincronamente. A infraestrutura também assegura que o requisito da perda de dados zero seja atendido.

---

## Segurança

O SVE *Swiss Post* apresenta várias medidas de segurança como camada de acesso, *firewalls*, acesso SDM (*secure data manager*), sistema operacional, *OS firewalls*, estratégia de defesa DDoS, autenticação mútua ao nível SSL/TLS, monitorização de integridade, verificação de resposta (monitorização da resposta), monitorização do voto eletrónico e por fim o processo de implantação de VE, neste último, descreve a maneira através da qual uma nova versão do *software* será aplicada na plataforma de VE.

No modelo de confiança da verificabilidade universal, apenas os componentes de controlo com a sua combinação são confiáveis. Além dos elementos de segurança da plataforma de votação mencionados acima foram tomadas precauções adicionais para aumentar a segurança que suporta o modelo de confiança. Os componentes são operados independentemente um do outro, a operação e monitorização dos mesmos são da responsabilidade de pessoas diferentes, o *hardware* e os sistemas de monitorização são distintos, estão conectados em redes diferentes e todas as tentativas de acesso são detetadas.

São também aplicadas medidas de segurança relativamente ao acesso via internet. O acesso do eleitor ao portal da eleição ocorre com o browser do eleitor e encriptado em SSL. Os eleitores podem verificar se estão na página correta através da impressão digital do certificado SSL que se encontra no cartão de voto.

Têm também medidas de segurança dedicadas organizacionalmente. Quando o administrador do sistema pretende aceder a um componente de VE é exigido um *token* que recebem de outra pessoa de outro departamento após a verificação da sua identidade. Este *token* é válido apenas uma vez, quando o administrador efetua *logout* o *token* fica inválido.

Todos os funcionários são treinados para saberem como lidar com dados relevantes à segurança. Utilizam serviços especializados usando inteligência para fornecer avisos antecipados e assim reduzir os riscos. Com base nesta análise, é criada uma previsão sobre possíveis situações de ameaça para qua assim possam reagir proactivamente, fechar lacunas de segurança e ajustar às necessidades.

## **Operação**

Os Sistemas de Informação *Swiss Post* estão organizados em torno da *framework* ITIL. Todos os temas de Sistemas de Informação são divididos e organizados em equipas diferentes. Este princípio operacional é o ideal para obter uma segregação de funções para a operação de uma solução de VE a 100%.

O serviço de VE da *Swiss Post* é organizado em várias dimensões para poder atender todo o género de necessidades.

## **Teste de Intrusão Pública**

Este sistema foi colocado em intrusão pública para teste segundo Swiss Federal Chancellery FCh (2019). Esteve em intrusão pública entre 25 de fevereiro de 2019 e 24 de março de 2019.

No final do teste tinham votado 3186 pessoas de 137 países diferentes. Durante o processo não foi encontrada nenhuma penetração na infraestrutura, nem manipulação de voto ou lacuna na confidencialidade do voto.

No entanto foram identificadas três falhas significativas com base na divulgação do código fonte. O que levou a que o sistema não fosse usado nas eleições em 19 de maio de 2019. Não houve relatos de ataques ao sistema que se tivessem aproveitado dessas falhas.

Assim a *Swiss Post* cumpriu os requisitos estabelecidos e não existiram tentativas bem-sucedidas a penetrar o sistema.

### 3.3. Tanzânia

Desenvolvido por Kimbi & Zlotnikova, (2014), fizeram um estudo com o objetivo de desenvolver um modelo de seguro para a implementação de um sistema de voto eletrónico através da internet com a utilização de *smartphones* ou computadores na Tanzânia. Tinham essencialmente três objetivos. O primeiro consistia em identificar desafios de segurança de uma perspetiva técnica que dificultavam a implementação do sistema. O segundo em identificar os requerimentos de segurança para o sistema, e por último, o terceiro consistia em desenhar modelo de votação eletrónico para a Tanzânia.

No âmbito dos desafios de segurança consideraram três pontos que podem ser atacados, os dispositivos dos utilizadores, ou seja os *smartphones* e os computadores dos eleitores que vão exercer o seu direito de voto, a própria internet e os servidores, ou seja, a infraestrutura do sistema de voto eletrónico. Começando por falar do primeiro, os dispositivos pessoais dos eleitores, estes são os mais vulneráveis e de fácil acesso aos *hackers*, dependendo de onde vem o ataque, pode comprometer seriamente a integridade da eleição, um *hacker* pode alterar de forma aleatória o voto de uma pessoa sem essa saber, pode personificar uma pessoa e votar por ela, pode ter acesso aos dados das pessoas e torna-los públicos e pode também bloquear o dispositivo de forma a que a pessoa não possa votar. No caso de ser o ataque diretamente à rede, ou seja, à internet pode afetar a integridade da eleição atacando a rede com bloqueios e acesso a dados. Do caso de ser do lado dos servidores, já bastante mais complexo, pode comprometer mais uma vez todo o ato eleitoral.

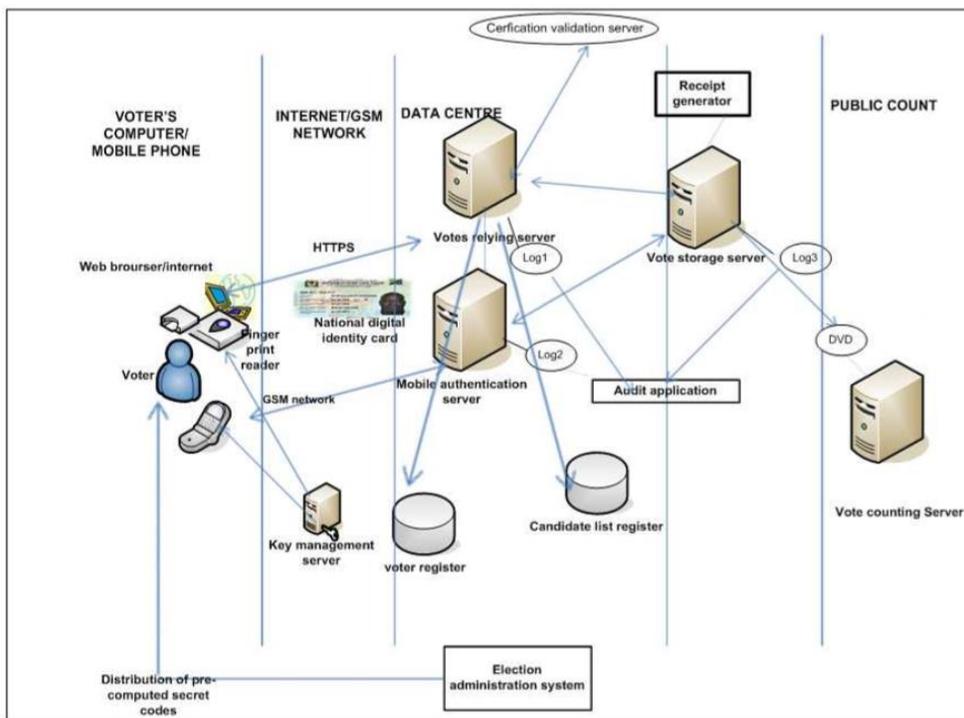
Após perceber estas vulnerabilidades, Kimbi, & Zlotnikova, (2014) propuseram um modelo seguro, segundo a sua perspetiva. O modelo é baseado na estrutura eletrónica da Tanzânia, no sistema da Suíça e da Estónia. Este modelo apresenta algumas diferenças em relação aos dois referidos, a primeira consiste na introdução de um sistema bilingue (*Swahili* e Inglês), a segunda consiste na implementação de uma infraestrutura com uma chave pública e uso do mecanismo de autenticação de três fatores, que é ativado com o uso de cartões de identidade da Tanzânia para identificação dos utilizadores. A terceira, o uso de um código de confirmação para garantir a transparência, mantendo o sigilo dos votos. A quarta, a introdução de um organismo independente para teste e acreditação do sistema. Outros princípios fundamentais que o modelo deve cumprir são,

confiabilidade, auditabilidade, capacidade de votar várias vezes eletronicamente apenas com a contagem final das votações, uma opção para votar numa assembleia de voto.

Referindo aspetos mais técnicos, a identificação dos eleitores e a autenticação foi proposta com três fatores de identificação para identificação e autenticação dos eleitores elegíveis. Isto será ativado por uma infraestrutura de chave pública. Antes de votar o eleitor receberá um cartão de identidade eletrônica nacional.

### Infraestrutura

Relativamente ao **sistema de arquitetura** sugerido por Kimbi, & Zlotnikova, (2014), o sistema terá uma *Electronic Voting Client Application (e\_VCA)*, um *Electronic Voting Central System (e\_VCS)*, um *Receipt Generator*, um *Key Management Server (KMS)*, um *Auditing Module*, um *Population Register*, um *Voters and candidate registers*, e um *Digital Certificate Validation Server*.



**Figura 4** - Arquitetura do sistema de voto eletrônico da Tanzânia - Kimbi, S., & Zlotnikova, I. (2014)

Explicando mais detalhadamente, a *Electronic Voting Client Application (e\_VCA)* é uma aplicação que os eleitores têm acesso pelo telemóvel ou pelo computador. O *Electronic Voting Central System (e\_VCS)* é responsável por receber os votos eletrônicos, guardar e contar. O módulo de

---

autenticação móvel é uma entidade da rede GSM mas é considerado parte do *Electronic Voting Central System (e\_VCS)*. Este componente é usado para autenticar os eleitores que gostariam de votar através do telemóvel. Este módulo cria parâmetros de autenticação e autêntica usuários do telemóvel. *Vote Relying Server (VRS)*, é responsável por autenticar os eleitores que desejam votar pela internet, distribui boletins eletrónicos aos eleitores e aceita os votos, este está disponível na internet. O servidor de armazenamento dos votos (*Vote Storage Server (VSS)*) é responsável por armazenar os votos eletrónicos durante o período de votação e no anonimato até à contagem dos votos final. Este deve ser mantido atrás de uma *firewall*. O servidor de contagem de votos é responsável pelo processo de contagem. Este deve estar offline para evitar ataques.

Passando agora para o *Receipt Generator*, este componente é responsável pelo cálculo dos códigos. Estes códigos de confirmação são enviados diretamente para os eleitores através de um canal independente. Após receber o feedback, o eleitor pode comparar entre a sua escolha e o código recebido. Se o código corresponder o eleitor pode confirmar que o voto foi registado como pretendido.

Quanto ao *Key Management Server (KMS)*, este gera e gere as chaves do sistema. A chave pública é integrada na aplicação de voto, as chaves privadas são entregues ao *Electronic Voting Central System (e\_VCS)*. O *Auditing Module* é uma aplicação que resolve as reclamações usando as informações registadas no *Electronic Voting Central System (e\_VCS)*. O componente de *Population Register* é uma base de dados para os dados dos eleitores. Temos o componente de *Voters and candidate registers*, aqui são guardadas estas informações, as quais são geridas pela comissão nacional de eleições. Por fim temos o *Digital Certificate Validation Server*, este verifica a validade dos certificados digitais dos titulares de cartões eletrónicos. O servidor deve ser operado por uma entidade independente.

Após esta descrição pormenorizada da arquitetura falo do **processo proposto** por Kimbi, & Zlotnikova, (2014), este requer que o eleitor receba um cartão de voto da comissão nacional de eleições enviado por correio ou outro qualquer canal seguro. O cartão deve conter as informações necessárias para o eleitor, bem como códigos de recibo gerados aleatoriamente, correspondentes a possíveis opções de votação nos boletins de voto. Esses códigos são gerados aleatoriamente para cada eleitor, o que permite não saber em quem o eleitor votou.

**Quando o eleitor pretende votar na internet tem de seguir os seguintes passos:**

- O eleitor inicia a aplicação e insere o primeiro pin para estabelecer conexão *Secure Socket Layer (SSL)*. O cliente verifica a identidade do servidor usando um certificado codificado.
- Depois desta conexão segura entre o cliente e o VRS é estabelecida, o cliente envia uma mensagem com as suas credenciais (segundo número de pin e impressão digital), assinadas digitalmente com a sua chave privada correspondendo à chave pública no certificado digital do eleitor.
- *Vote Relying Server (VRS)*, valida certificado digital do eleitor.
- *Vote Relying Server (VRS)*, verifica se o eleitor está elegível verificando os dados dos eleitores registados. Se o eleitor não for elegível, recebe uma mensagem correspondente. Se o eleitor for elegível, o *(VRS)* fará uma consulta do servidor de armazenamento de votos para verificar se o eleitor votou. Neste caso o eleitor também é informado.
- O eleitor recebe o boletim e seleciona o candidato.
- O Servidor de Encaminhamento de Eleitor solicita ao eleitor para confirmar o voto.
- Quando a escolha é selecionada, o candidato clica para enviar o voto.
- A aplicação encripta o voto escolhendo o um número aleatório com uma chave pública do servidor de armazenamento dos votos. O eleitor assina com a chave privada que lhe pertence como se fosse um envelope.
- A aplicação transmite o envelope para o *Vote Relying Server (VRS)* que verifica a correta receção formal do material.
- O envelope é enviado para o servidor de armazenamento de votos *Vote Storage Server (VSS)*.
- No caso de sucesso o servidor de armazenamento de votos *Vote Storage Server (VSS)* envia para o *Vote Relying Server (VRS)* uma confirmação que o voto foi recebido. O eleitor recebe um sms contendo o código do recibo correspondente ao voto. Este pode verificar comparando com os códigos o cartão de voto. Através deste o eleitor pode perceber se o seu voto foi alterado por algum *hacker* ou não caso haja incompatibilidades. Este mesmo recibo com o código serve para o eleitor verificar o seu voto na contagem.

Se o eleitor decidir votar através de um *smartphone*, o processo de votação é o mesmo que na internet através de um computador, exceto quando o eleitor utiliza um método de autenticação

---

através do *smartphone* em vez de utilizar o *Vote Relying Server*. O esquema de votação móvel GSM proposto faz parte do sistema central de votação e, portanto, os eleitores podem optar votar via internet ou via pela rede GSM, estes precisam de ser registados e obter um cartão SIM especial com um algoritmo encriptado incorporado e a identidade nacional. Estes devem ser registados pelas operadoras em colaboração com a Comissão Nacional de Eleições.

### **Segurança**

Agora vou referir e a analisar as **questões de segurança** propostas por Kimbi, & Zlotnikova, (2014) do modelo proposto, provando assim os requerimentos de segurança que são: manter todos os votos secretos, assegurar a integridade do sistema sem interferências e erros, alcançar a democracia, permitindo apenas que cada eleitor vote uma vez, fornecer verificação individual e universal para garantir que os votos sejam contados corretamente e garantir que os sistema esteja acessível a todos os eleitores e que não possa mostrar os resultados antes do encerramento das eleições.

Começo por falar do componente de gestão de chaves públicas, *Key Management Server (KMS)*, este deve usar encriptação assimétrica para garantir sigilo da votação no sistema. Depois temos a questão da identificação, autenticação e autorização, será através do cartão eletrónico com uma infraestrutura de chave pública. Este modelo suporta três fatores de autenticação, PIN, Cartão eletrónico e impressão digital. É necessário assegurar a autenticidade, secretismo e integridade dos votos, para isto foi adotado o sistema de envelopes referido. Abordando questões de coerção e compra de votos, algo difícil de controlar, existe a possibilidade de os eleitores votarem várias vezes e apenas contar o último voto, o que pode ajudar a combater a compra e coerção. Falar em *Denial of Services attacks*, ao servidor também é normal e não existe uma solução técnica que os possa impedir, mas de qualquer forma podem ser sempre minimizados. Por fim é necessário garantir a verificabilidade dos votos através de através do eleitor para que este possa confirmar o voto e também uma auditoria a garantir que todo o sistema funciona.

### 3.4. Portugal

Foi a 26 de maio de 2019 na eleição dos Deputados ao Parlamento Europeu que em Portugal foi utilizado pela primeira vez um SVE vinculativo, ou seja, em que a votação contou para a contagem final, mais propriamente no Distrito de Évora. A Secretaria-Geral do Ministério da Administração Interna, Administração Eleitoral (2019), emitiu um relatório após as eleições relativo a todo o processo, sobre o qual irei explicar de uma forma sucinta, o processo, a estrutura e a segurança.

Foi implementado em 47 mesas de Voto Eletrónico que contou com um total de 94 urnas informáticas em 25 freguesias dos 14 concelhos do distrito de Évora. Em todo o distrito, mantiveram-se também as urnas de voto tradicional.

Referindo-me relativamente ao processo, a VE foi presencial e articulada através de cadernos eleitorais desmaterializados que permitiu assim a que qualquer eleitor do distrito pudesse votar em qualquer mesa de voto eletrónica. Cada mesa de voto tinha dois computadores portáteis cedidos pela Rede Nacional de Segurança Interna (RNSI) que tinham um sistema operativo específico com uma segurança muito alta e com acessos limitados. Foi adotado o modelo *Voter-Verifiable Paper Audit Trail* (VPAT), o qual emitia um papel, o qual tinha de ser dobrado e colocado numa urna como na votação tradicional.

A infraestrutura, algo complexa, necessitou de dez componentes em cada cabine para a VE, um computador com leitor de cartões, um ecrã tátil, uma impressora, uma UPS (*Uninterruptible power supply*), um adaptador de interface de votação para permitir a reutilização dos cartões, os próprios cartões (*smartcards*), auscultadores (para eleitores invisuais), a própria cabine de voto eletrónico, um cadeado de áudio e por fim um cartão de memória.

Para votar o eleitor dirigia-se à mesa de voto, era atribuído um cartão ao mesmo, este dirigia-se à cabine de votação, votava, era impresso um documento, o qual tinha de ser dobrado e colocado numa urna.

Em termos de armazenamento, existiam dois centros de dados da Rede Nacional de Segurança Interna (RNSI) que guardavam os dados sincronamente. Todas as comunicações entre as secções de voto e os centros de dados foram efetuadas em ambiente privado e encriptadas.

A segurança do sistema era muito completa o que permitiu uma fiabilidade do mesmo. Apresentava em termos físicos um sistema robusto com materiais resistentes, porta de acesso bloqueado, um sistema de monitorização de luzes, alertas acústicos, proteção contra flutuações elétricas, acesso à cablagem do sistema bloqueada através de um cadeado e o acesso à entrada de áudio bloqueada. Em relação à segurança lógica, *hardening* do sistema operativo e configuração LAN, acesso restrito ao sistema para funções de administrador, encriptação de dados, procedimentos de recuperação de cópias de segurança e uma única sessão de voto por eleitor.

No decorrer deste projeto também aconteceram ações de mitigação dos riscos por parte da Unidade Nacional de Combate ao Cibercrime da Criminalidade Tecnológica da Polícia Judiciária, do Centro Operacional de Segurança Informática e da Universidade do Minho.

## 4. A abstenção, a internet e os sistemas de votação eletrónica

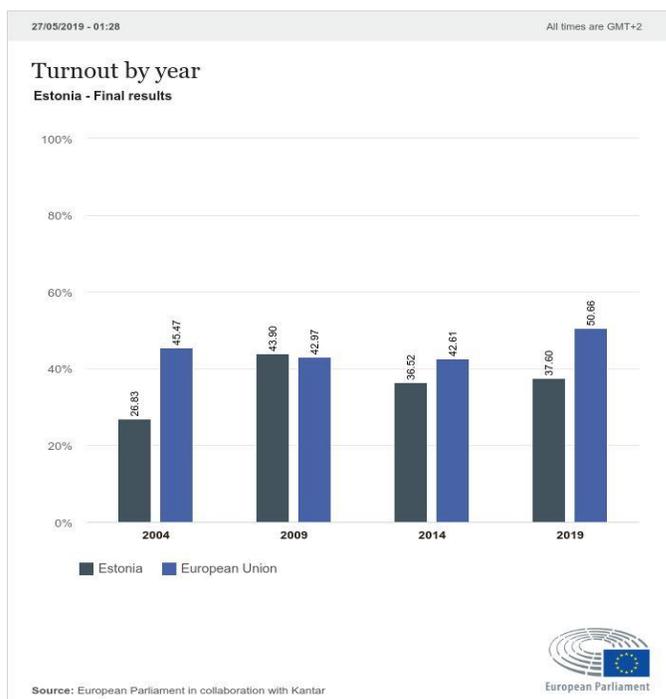
Este capítulo apresenta uma análise sobre a abstenção dos países detalhados no capítulo anterior e, apresenta também uma análise sobre a utilização de dispositivos que permitem a utilização da internet e da própria utilização da internet.

### 4.1. Abstenção

Após uma pesquisa sobre a abstenção na Estónia, Suíça, Tanzânia e Portugal percebi que não era possível comparar os quatro países devido às diferenças dos sistemas políticos de cada um. Nesse sentido mostro e analiso a diferença entre a abstenção em Portugal e na Estónia nas Eleições para o Parlamento Europeu.

#### Estónia

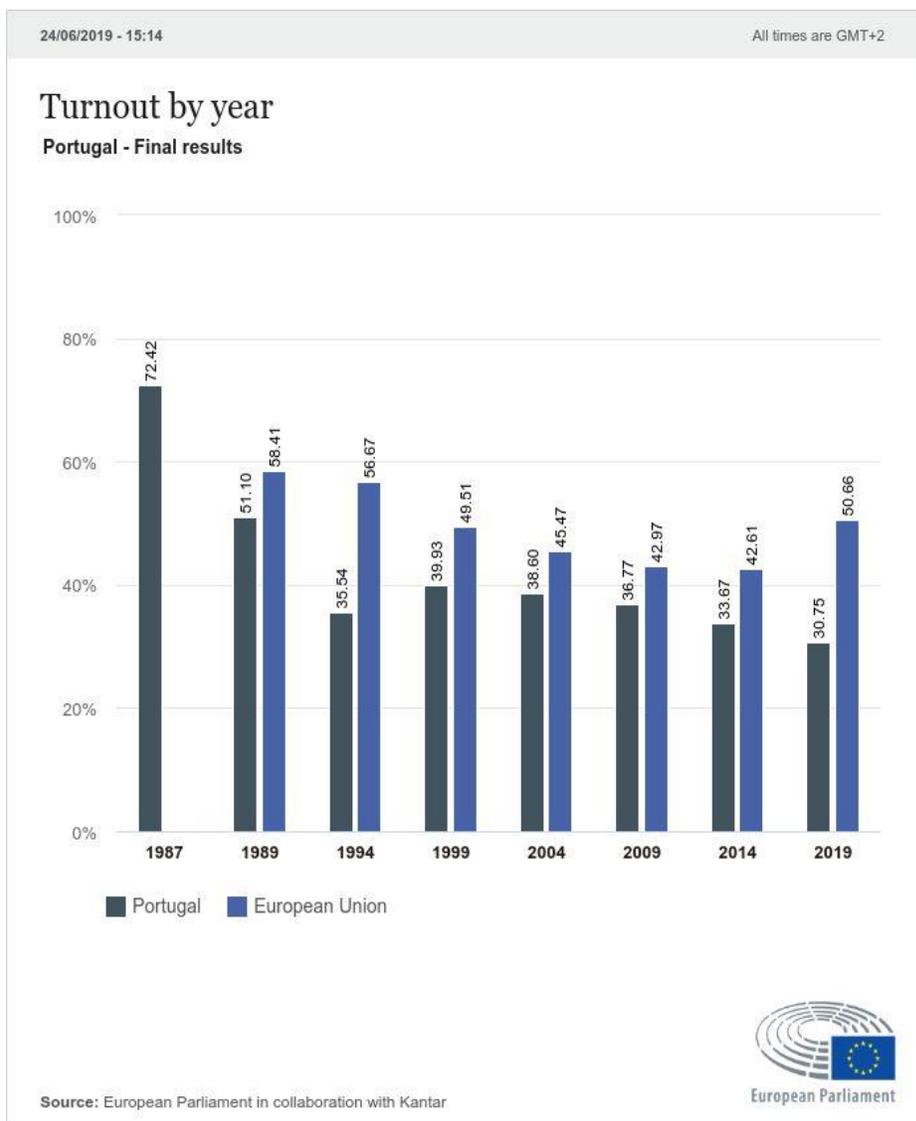
No gráfico da figura 5 podemos analisar a percentagem de votantes nas eleições para o Parlamento Europeu na Estónia entre 2004 e 2019.



**Figura 5** - Votantes nas Eleições Europeias na Estónia - *European Parliament in collaboration with Kantar*

## Portugal

No gráfico da figura 6 podemos analisar a percentagem de votantes nas eleições para o Parlamento Europeu em Portugal entre 1987 e 2019.



**Figura 6** - Votantes nas Eleições Europeias em Portugal - *European Parliament in collaboration with Kantar*

**Análise**

Após análise dos gráficos representados nas figuras 5 e 6 verificamos em Portugal uma clara subida da abstenção desde 2004 até 2019 com uma diferença de praticamente 8%. Na Estónia, onde as pessoas votam sobre a internet desde 2005, verifica-se uma descida entre 2004 e 2009 e até 2019 nota-se uma estabilidade e não uma subida como em Portugal.

Com esta análise, por ser muito limitada não podemos afirmar que o voto eletrónico influenciou ou não a diminuição da abstenção, mas segundo Wigartz, (2017), não existe efeito da votação via internet na participação eleitoral, mas afirma que aumentou durante este período. Wigartz, (2017) afirma que há uma explicação para isto, que esta nova técnica não atrai novos eleitores, mas sim atrai mais eleitores habituais.

Solvak & Vassil, (2017) afirma o mesmo que Wigartz, (2017), diz que apesar de ainda não existirem factos que permitem confirmar que realmente a votação pela internet diminui a abstenção, é possível confirmar que o eleitor que vota via internet vote nas eleições subsequentes a taxas consistentemente mais altas que um eleitor que vota através do método tradicional em papel.

Na minha opinião, o referido por Wigartz (2017) e Solvak & Vassil (2017) quer dizer que existe um aumento da participação eleitoral e logo existe uma diminuição da abstenção.

## 4.2. Índices de utilização de dispositivos que permitem utilização de sistemas via internet e da utilização da internet

Esta secção pretende mostrar a capacidade da Estónia, Suíça, Tanzânia e Portugal quanto à utilização da internet e de dispositivos que permitam a utilização da internet com o objetivo de argumentar a possibilidade da utilização de um sistema de votação via internet.

Será também feita uma análise da utilização da internet no mundo.

### Índice de utilização da internet na Estónia

No gráfico da figura 7 podemos verificar o Índice de casas com ligação à internet na Estónia e de forma mais específica afirmar que em 2019 a percentagem de cada com conexão à internet era de 90.4%.

#### Share of households with internet connection | 2010 - 2020

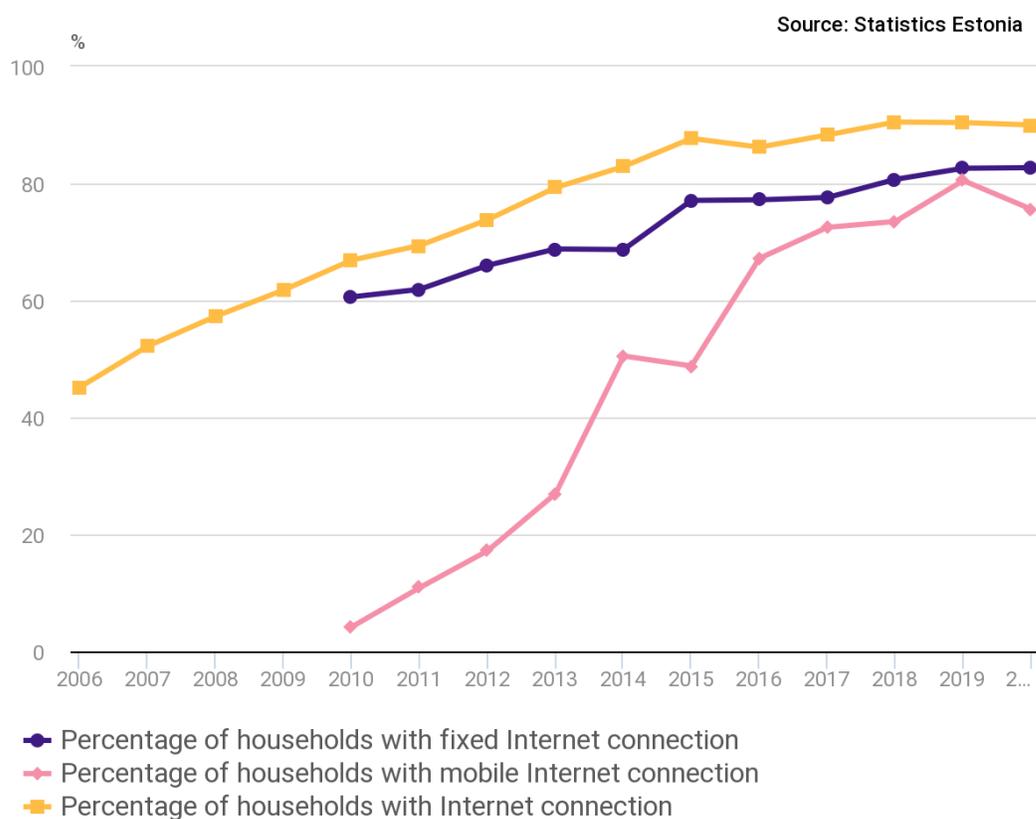


Figura 7 - Índice de casas com ligação à internet na Estónia (2020) - Statistics Estonia

### Índice de utilização da internet na Suíça

Segundo Latzer & Büchi & Festic, (2020), na suíça em 2019, 92% da população com 14 anos ou mais usa a internet. Adicionalmente 80% utiliza a internet mobile através de dispositivos móveis como telemóveis e smartphones. Cerca de 8% não utiliza a internet e 3% são proxy-users, ou seja, utilizadores intermediários. Todos estes dados são referentes ao ano de 2019.

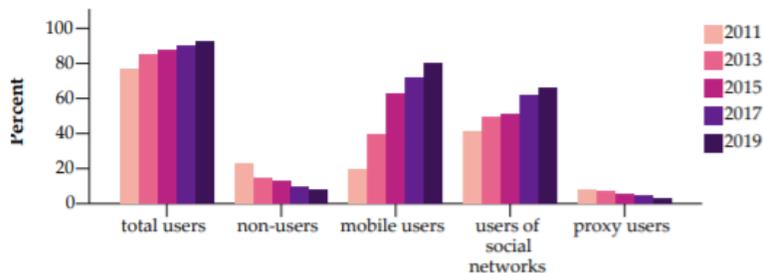


Figura 8 - Difusão da internet 2011 - 2019 na Suíça - Data basis: Swiss population 14+. WIP-CH

### Índice de utilização da internet na Tanzânia

6.2 INTERNET SERVICES						
6.2a Estimate of Internet Users						
Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Users	14,217,311	17,263,523	19,862,525	22,995,109	23,142,960	25,794,560
Penetration	29%	34%	40%	45%	43%	46%

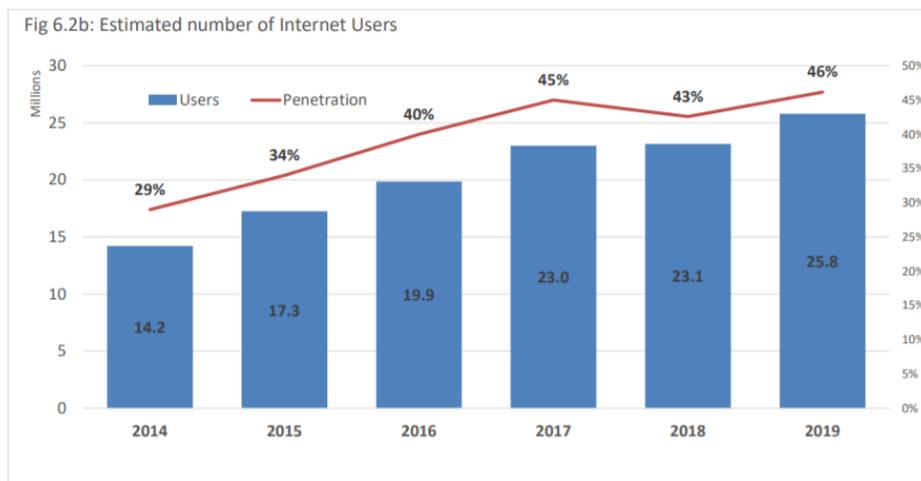
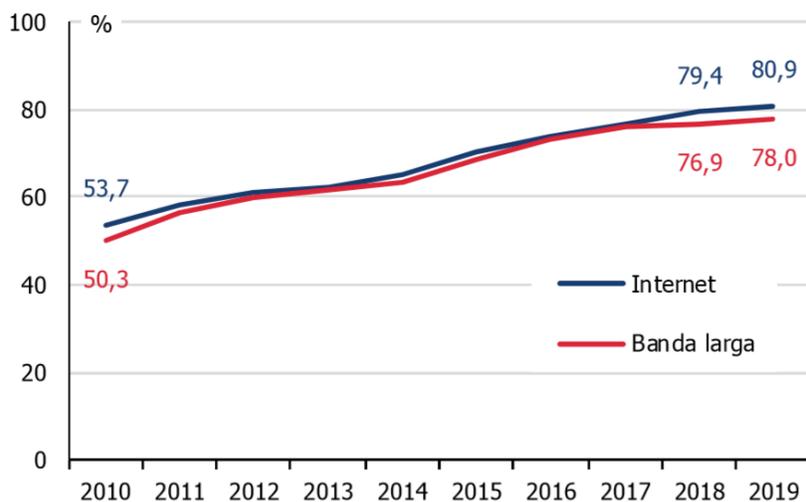


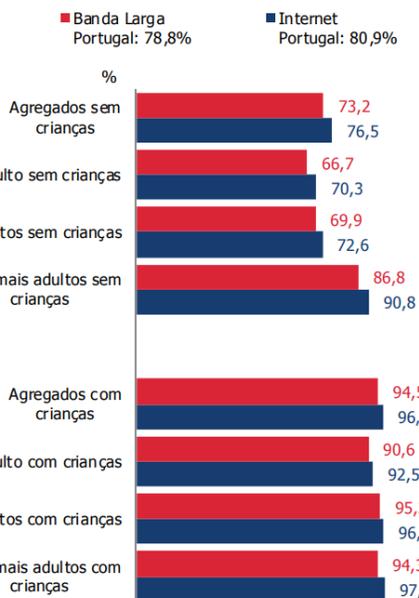
Figura 9 - Estimativa do número de utilizadores de internet da Tanzânia (2014-2019) - Tanzania Communications Regulatory Authority

## Índice de utilização da internet em Portugal

No gráfico da figura 10 podemos verificar que a proporção de agregados familiares em Portugal com ligação à internet em 2019 é de 80,9% e na tabela da figura 12 podemos verificar que a taxa de utilização da internet entre pessoas de 16 anos e 74 anos é de 76,2%.



**Figura 10** - Proporção de agregados familiares com ligação à internet e ligação por banda larga em casa, Portugal, 2010-2019 - Instituto Nacional de Estatística. (2019).



**Figura 11** - Proporção de agregados familiares com ligação à internet e ligação através de banda larga em casa, por composição familiar, Portugal, 2019 - Instituto Nacional de Estatística. (2019)

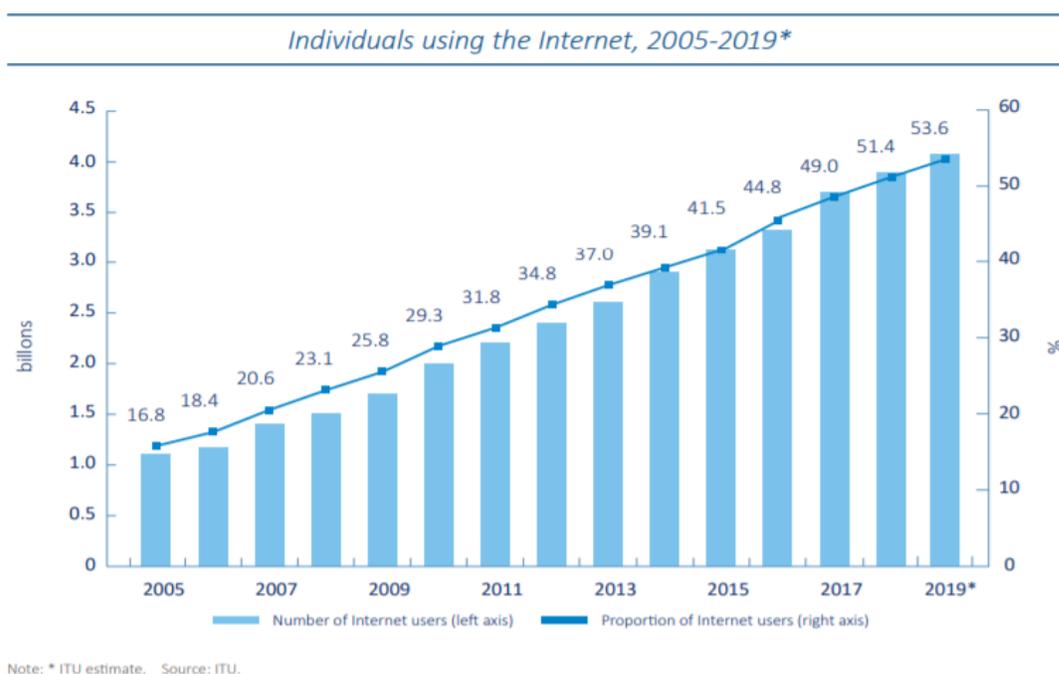
Ano: 2019	Unidade: %
<b>Total</b>	<b>76,2</b>
<b>Sexo</b>	
Homens	77,5
Mulheres	75,0
<b>Escalões etários</b>	
16 a 24 anos	99,5
25 a 34 anos	98,2
35 a 44 anos	95,2
45 a 54 anos	79,6
55 a 64 anos	59,3
65 a 74 anos	34,1
<b>Nível de escolaridade completo</b>	
Até ao básico - 3.º ciclo	55,6
Ensino secundário	96,9
Ensino superior	98,7
<b>Condição perante o trabalho</b>	
Empregado	88,1
Desempregado	74,5
Estudante	99,6

**Figura 12** - Proporção de pessoas dos 16 aos 74 anos que utilizaram internet nos 12 meses anteriores à entrevista, por algumas características sociodemográficas, Portugal - Instituto Nacional de Estatística. (2019)

## Índice de utilização da internet no mundo

O gráfico da figura 13 mostram-nos que desde 2005 até 2019 existe uma evolução exponencial do número total de indivíduos que utilizam a internet, em 2019 verificamos que 53.6% da população mundial utiliza a internet. Conseguimos perceber também que existe uma grande desigualdade da utilização entre os países desenvolvidos, os países em desenvolvimento e os países subdesenvolvidos como vemos no gráfico da figura 14 com uma percentagem de utilização de 86,6% nos países desenvolvidos e uma percentagem de utilização de 19.1% nos países subdesenvolvidos.

Em relação a rede móvel existe uma cobertura muito significativa em todo o mundo como podemos ver no gráfico da figura 15, o que permite assim a utilização da internet mobile.



**Figura 13** – Evolução do índice de utilização da internet no mundo - *International Telecommunication Union* (2019)

Percentage of individuals using the Internet, by region and development status, 2019\*

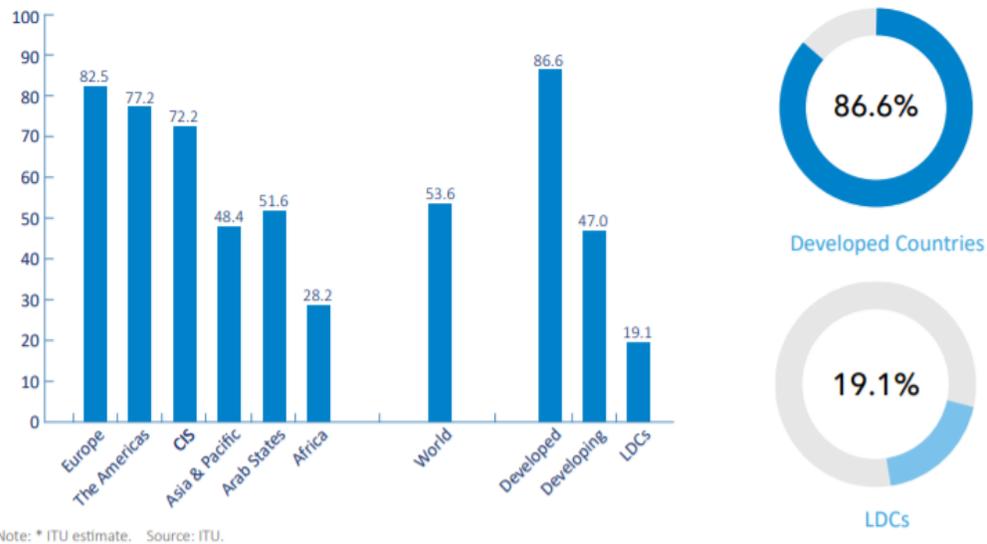


Figura 14 - Índice de utilização de internet por região - International Telecommunication Union (2019)

Mobile coverage by type of network, by region and development status, 2019\*

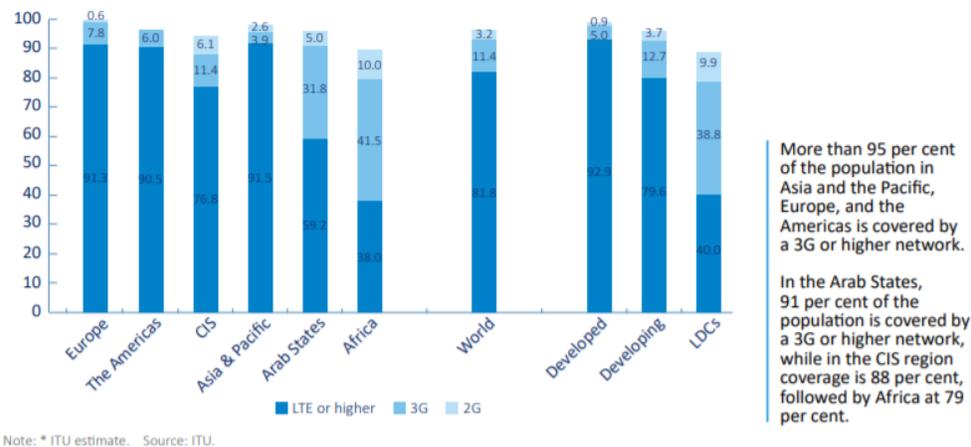
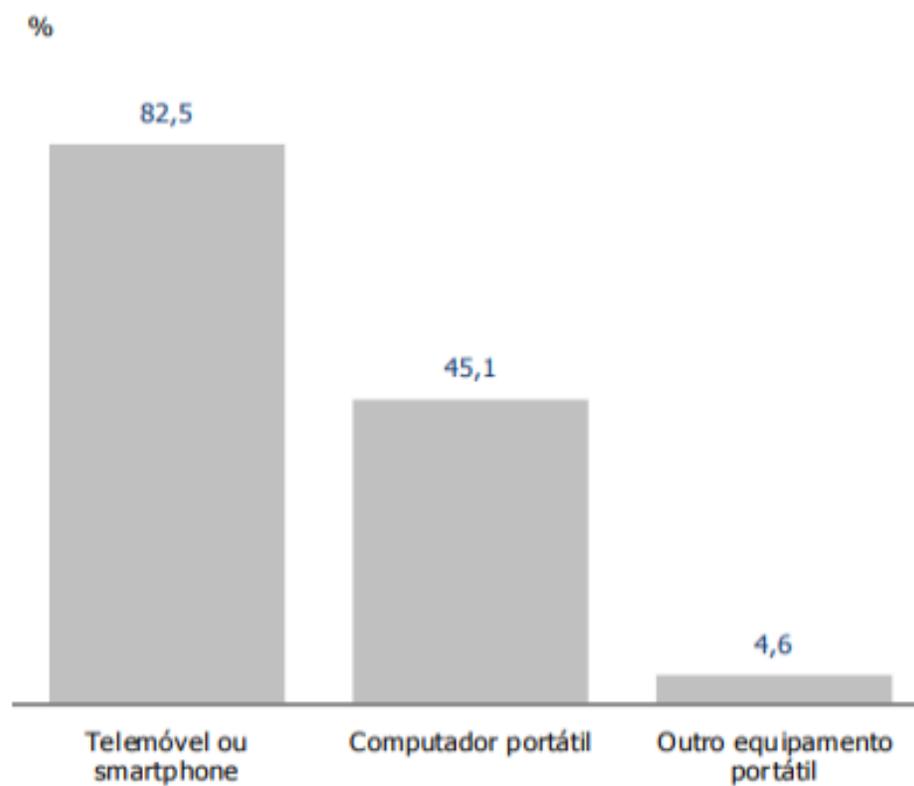


Figura 15 - Índice de cobertura de rede móvel por região - International Telecommunication Union (2019)

## Índice de utilização de computador e smartphone em Portugal

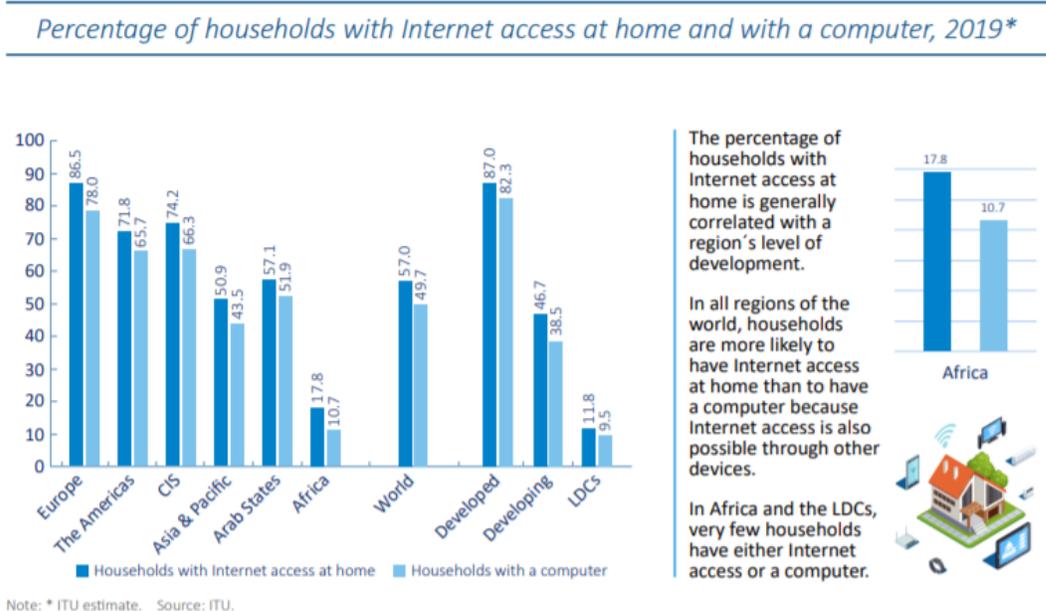
Em Portugal a percentagem de utilização de telemóvel ou smartphone representa 82,5% da população e de computador Portátil 45.1% da população.



**Figura 16** - Proporção de pessoas dos 16 aos 74 anos que utilizaram equipamento portátil para aceder à internet fora de casa e do local de trabalho nos 3 meses anteriores à entrevista, por tipo de equipamento portátil utilizado, Portugal, 2019 - Instituto Nacional de Estatística. (2019)

## Índice de utilização de computador e smartphone no mundo

Como já verificamos no gráfico da figura 14 que apresentava o número de pessoas com acesso à internet uma enorme diferença entre países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos, no gráfico da figura 17 podemos perceber essa diferença no número de casas com computador no mundo. Percebemos que os países desenvolvidos apresentam uma percentagem de 82.3%, os países em desenvolvimento apresentam uma percentagem de 38.5% e os países subdesenvolvidos apresentam uma percentagem de 9.5%.



**Figura 17** - Índice de casas com internet e computador no mundo - *International Telecommunication Union* (2019)

---

## **Análise**

Após análise, podemos verificar nos gráficos das figuras 10 e 11 e na tabela da figura 12, que Portugal apresenta um índice de utilização de internet e conseqüentemente de telemóvel ou smartphone que ronda os 80% em 2019.

Apesar de percebermos que a Estónia tem uma taxa de habitações com internet superior a Portugal em 2019, não foi em 2019 que a Estónia implementou o voto eletrónico via internet pela primeira vez, mas sim em 2005, podemos perceber através do gráfico da figura 7 que a taxa de habitações com internet em 2006 era pouco superior e 40% e em 2005 provavelmente era inferior, o que podemos concluir que a este nível Portugal está preparado para ter uma votação via internet.

Conseguimos perceber através desta análise que esta não é uma limitação para o voto eletrónico via internet em Portugal, as taxas de utilização da internet e dos dispositivos que permitem a VE.

A Suíça apresenta uma taxa de 92% da população acima dos 14 anos que utiliza a internet, afirmam Latzer & Büchi & Festic, (2020), uma percentagem que claramente permite que a Suíça seja um país onde a utilização da internet nos sistemas de votação poderá ser aplicado.

A Europa tem uma cobertura de rede em 2019 acima dos 99% o que permite estar ligado à internet praticamente em qualquer lugar falando, claro, em redes móveis.

A nível mundial conseguimos perceber que qualquer país desenvolvido apresenta capacidade quer a nível de cobertura e utilização da internet quer a nível da utilização de dispositivos que permitem a votação pela internet para ter um sistema de votação pela internet.

## 5. Proposta

Neste capítulo apresento como os Sistemas de Informação podem influenciar um SVE, especificamente para Portugal.

O voto tradicional não pode desaparecer, mas também não pode ser a única solução de votação nos dias de hoje. Os Sistemas de Informação e a tecnologia são fundamentais para a sociedade e os sistemas de votação necessitam de ser melhorados através da utilização de soluções com o recurso da tecnologia.

O futuro (espero que próximo) anseia uma modernização, precisamos de aplicar tecnologia no sistema de votação atual em Portugal. No entanto esta modernização deve acontecer de forma progressiva e com ponderação.

Com a análise do teste em Évora podemos afirmar que foram feitos avanços, mostrou que a possibilidade de votação dos eleitores em qualquer secção de voto é importante e, só é possível de uma forma, através da implementação dos cadernos eleitorais desmaterializados com o recurso à tecnologia e à internet. Deve começar-se a pensar numa implementação nacional de cadernos eleitorais desmaterializados para que os eleitores possam votar em qualquer secção de voto do país. A meu ver este ponto é essencial e fundamental para iniciar a implementação de tecnologia e da internet nos sistemas de votação.

Não devemos ficar por aqui. Depois deste avanço, é crucial começar a pensar em formas de melhorar o sistema sempre com o recurso à tecnologia e à internet. A transformação digital, que se define no processo de transformar os processos manuais em processos digitais é um tema muito presente e o método de votação atual deve acompanhar a evolução da tecnologia. É indispensável pensar e estruturar isto, temos o excepcional exemplo da Estónia que nos mostra como é possível votar através da internet. Não é necessário avançarmos dessa forma, podemos e devemos na minha opinião avançar de uma forma mais progressiva começando pela implementação de cadernos eleitorais desmaterializados em todos os atos eleitorais. Assim, Portugal poderá ter num curto espaço de tempo também votação via internet.

O desenvolvimento de um sistema sobre a internet deve-se iniciar o quanto antes, não vou apresentar uma proposta/solução pormenorizada para a criação de um sistema de votação pela internet para Portugal, vou referir algumas notas daquilo que Portugal poderá ter como base para iniciar o processo de desenvolvimento e alguns argumentos que justifiquem a utilização de um sistema sobre internet.

Abordando a infraestrutura e o processo do sistema de votação, para que Portugal possa num futuro próximo ter votação via internet não necessita de um enorme esforço a nível de desenvolvimento tecnológico. Felizmente neste momento cada cidadão português pode pedir uma chave móvel digital, uma chave única e identificativa que pode servir como identificação da pessoa.

A autenticação da própria pessoa por forma a validar que é mesmo essa pessoa a votar, na minha opinião, o exemplo da Estónia deve ser tido em consideração. O eleitor recebe um cartão com várias chaves para poder votar e verificar o voto, onde, por fim, tem que se identificar com uma assinatura, aqui pode entrar a chave móvel digital da pessoa para confirmar que foi mesmo ela, com autenticação de dois fatores que já contém.

Em termos de armazenamento dos dados, como podemos analisar na experiência feita em Évora, temos dois repositórios de dados em Portugal. Tal permite assegurar que os dados são todos guardados duplicadamente por forma a garantir que caso haja falhas num deles que os votos não são perdidos.

Considerando os níveis de utilização dos dispositivos que permitem a votação via internet e mesmo a cobertura de rede existente, podemos afirmar com base nos gráficos disponíveis nos fundamentos, que Portugal apresenta um índice de utilização de internet de agregados familiares de 80.9% e utiliza telemóvel ou smartphone para acesso à internet 82,5% da população, o que está na média europeia e acima da média mundial. Em termos da cobertura de rede, a Europa tem uma cobertura de 99,1% de rede móvel. Através destes dados podemos deduzir que os Portugueses têm recursos próprios que permitem a votação via internet. Estes números referem-se ao ano de 2019.

A Estónia permitiu que todos os eleitores pudessem votar num sistema sobre a internet em 2005, em 2006 apresenta uma percentagem de casas com acesso à internet pouco superior e 40% e em 2005 provavelmente era inferior. Com isto pretendo afirmar que Portugal em 2019 apresentou

uma taxa de utilização de internet muito superior à de 2005 na estónia e que neste sentido Portugal e os eleitores Portugueses estão preparados para votarem num sistema sobre a internet.

Foi analisada a evolução da abstenção em Portugal e na Estónia nos diversos atos eleitorais entre 2004 e 2019 para o Parlamento Europeu, percebemos que em Portugal acontece uma clara subida da abstenção desde 2004 até 2019 com uma diferença de praticamente 8%. Na Estónia, onde as pessoas votam sobre a internet desde 2005, verifica-se uma descida entre 2004 e 2009 e até 2019 nota-se uma estabilidade e não uma subida como em Portugal.

Slovak & Vassil, (2017) e Wigartz, (2017) afirmam que apesar de ainda não existirem factos que permitem confirmar que realmente a votação pela internet diminui a abstenção, é possível confirmar que o eleitor que vota via internet vote nas eleições subsequentes a taxas consistentemente mais altas que um eleitor que vota através do método tradicional em papel.

Apesar de existirem apenas dados relativos a um país, Estónia, para que possamos comparar a evolução da abstenção com a utilização de um sistema sobre a internet, na minha opinião podemos afirmar que quando existe um aumento no número de votantes consequentemente a abstenção diminui, concluindo assim que a votação pela internet tem impacto na diminuição da abstenção.

No capítulo dos fundamentos desta dissertação apresento quatro casos de estudo sobre os sistemas de votação, sendo que três, Estónia, Suíça e Tanzânia têm por base a utilização da internet. Após análise percebi que entre eles não existem muitas diferenças e que desta forma podem ser exemplos a seguir para a criação de um sistema seguro e fiável.

Para avançar com o desenvolvimento de um sistema de votação via internet devem ser considerados, na minha opinião, os procedimentos adotados no exemplo da Estónia, que está colocado em prática, e também o da Suíça, o qual foi testado e não foi encontrado nenhuma falha durante os testes, apenas uma falha no código fonte, mas que não afetou em nada todo o processo de testes.

Defendo e afirmo que deve começar a ser desenvolvido o quanto antes um sistema de votação via internet. Como fomos percebendo, Portugal tem capacidade para ter um sistema a este nível. Com isto não se pretende, de todo, que a votação presencial seja extinta, mas antes apresentar à população

uma forma de votação alternativa que complemente a votação presencial e, que proporcione a oportunidade de escolha. De modo a que nenhum voto seja duplicado o sistema deve proceder a uma verificação e eliminar o voto digital quando alguém exerce o voto pelas duas vias, presencial e digital. Como demonstrado nos fundamentos desta dissertação, 46,7% das pessoas que votaram nas eleições europeias de 2019 na Estónia fizeram-no via internet. Isto mostra-nos que praticamente metade dos eleitores que votaram fizeram-no via internet, o que permite uma contagem muito mais rápida e eficaz dos votos e anula o erro humano, que por vezes acontece, e mais importante de tudo permite votar sem sair de casa. Para além disto, percebemos que nas eleições Europeias desde 2005 houve um aumento da participação eleitoral na Estónia contrariamente ao que aconteceu em Portugal percebendo que a votação eletrónica tem impacto na abstenção.

Em consequência disto, poderá verificar-se uma redução das mesas de voto em Portugal o que permite toda uma poupança e maior eficiência dos recursos.

O Direito Eleitoral em Portugal apresenta oficiosidade, obrigatoriedade, universalidade, confidencialidade, unicidade, fiabilidade, pessoalidade e presencialidade. Na proposta que apresento de votação via internet, a presencialidade, que está referida no artigo 121.º, n.º 3, da Constituição da República Portuguesa, que dispõe que “O direito de voto no território nacional é exercido presencialmente”, não pode ser obrigatória. Nos tempos de hoje e com o acesso à tecnologia que existe não deveria ser necessário sair de casa para exercer o direito ao voto.

## **6. Conclusões**

Neste último capítulo apresento as últimas reflexões acerca do estudo realizado onde apresento os resultados obtidos, algumas limitações e proposta para trabalho futuro.

Os Sistemas de Informação são fundamentais para o nosso quotidiano. Atualmente é impensável viver sem recurso à tecnologia e é fundamental percebermos o proveito que podemos retirar da sua aplicação.

A presente dissertação mostra como os Sistemas de Informação e a tecnologia podem proporcionar um SVE fiável para Portugal. No capítulo anterior, explicitiei-o de forma clara e objetiva, concluindo assim que o objetivo da dissertação foi cumprido.

### **Resultados Obtidos**

Como demonstrado na proposta, é possível aplicar tecnologia nos sistemas de votação, com isto, modernizar através da aplicação de tecnologia e também permitir aos eleitores mais uma forma de votação. Incito a que se inicie com a desmaterialização dos cadernos eleitorais em todo o país, e que posteriormente, se avance com a votação via internet. Percebemos que podemos incentivar mais eleitores a votar com a votação pela internet e assim reduzir a abstenção. Sendo estes os resultados obtidos do estudo.

### **Dificuldades e Limitações**

Dado o facto de existir, até ao momento, apenas um país no mundo que aplica a votação via internet permitindo a todo o eleitorado votar dessa forma, a escassez de informação e estudos limitou a pesquisa de fundamentos que justifiquem a aplicabilidade da tecnologia e os benefícios que a aplicação da mesma proporciona em sistemas de votação e ao mesmo tempo também limitou os dados para fundamentar o impacto que tem na abstenção a utilização de um sistema de votação via internet.

**Trabalho Futuro**

O governo português e todas as entidades que estão diretamente relacionadas com o sistema de votação em Portugal devem enveredar na implementação de cadernos eleitorais desmaterializados dado o sucesso em Évora. Também devem iniciar o processo de desenvolvimento de uma plataforma de votação através da internet, tendo desde logo em consideração que se trata de um processo demorado, onde não podem descurar todos os cuidados a dotar de modo a proporcionar segurança e confiança a todos os eleitores.

---

## Referências

- Kersting N., Baldersheim H. (2004) Electronic Voting and Democratic Issues: An Introduction. In: Kersting N., Baldersheim H. (eds) Electronic Voting and Democracy. Palgrave Macmillan, London.  
[https://doi.org/10.1057/9780230523531\\_1](https://doi.org/10.1057/9780230523531_1)
- Ansolabehere, Stephen and Hersh, Eitan, Gender, Race, Age, and Voting: A Research Note (2011). APSA 2011 Annual Meeting Paper, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1901654>
- GIL, (1994) A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 4 ed. São Paulo: Atlas, 207 p.
- Fidel, R. (1984). The case study method: A case study. Library and Information Science Research, 6(3), 273-288. <http://faculty.washington.edu/fidelr/RayaPubs/TheCaseStudyMethod.pdf>
- J J O'Connor and E F Robertson, (2002) The History of Voting <http://mathshistory.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Voting.html>
- Douglas W. Jones, (2003) A Brief Illustrated History of Voting  
<http://homepage.cs.uiowa.edu/~jones/voting/pictures/#ballota>
- Bellis, M (2000) The History of Voting Machines <http://theinventors.org/library/weekly/aa111300b.htm>
- H. Hollerith, (1889) U.S. Patent 395,782 <https://images.procon.org/wp-content/uploads/sites/46/hollerith.pdf>  
<https://votingmachines.procon.org/view.resource.php?resourceID=000272#opticalscan>
- Joseph P. Harris, (1965) U.S. Patent 3,201,038 <https://votingmachines.procon.org/wp-content/uploads/sites/46/punchcard.pdf>
- Richard H. McKay, (1974) US Patent 3,793,50 <https://votingmachines.procon.org/wp-content/uploads/sites/46/dre.pdf>
- Richard H. McKay, (1977) US Patent 4,025,757 <https://votingmachines.procon.org/wp-content/uploads/sites/46/us-patent-4025757.pdf>
- Michael I. Shamos, (1996) The DRE Tampering Challenge <https://votingmachines.procon.org/wp-content/uploads/sites/46/tamperingchallenge.pdf>
- Kathy Rogers ,(2002) Director of Election Administration, Georgia Office of Secretary of State regarding Electronic Voting To the Election Assistance Commission  
[https://www.eac.gov/sites/default/files/event\\_document/files/testimony%20kathy%20rogers%20director%20of%20elections%20georgia%20public%20meeting%20may%205%202004.pdf](https://www.eac.gov/sites/default/files/event_document/files/testimony%20kathy%20rogers%20director%20of%20elections%20georgia%20public%20meeting%20may%205%202004.pdf)
- Madise, Ülle & Martens, Tarvi. (2006). E-voting in Estonia 2005. The first Practice of Country-wide binding Internet Voting in the World. 15-26.

---

<https://www.researchgate.net/publication/220764757> Evoting in Estonia 2005 The first Practice of Country-wide binding Internet Voting in the World

Thomas Kaplan, (2013) Elections Board Rings In the Old, as Lever Machines Replace Scanners

<https://www.nytimes.com/2013/09/09/nyregion/lever-machines-briefly-replace-paper-ballots-and-optical-scanners.html>

Riera, A., & Cervello, G. (2004). Experimentation on Secure Internet Voting in Spain. Electronic Voting in Europe - Technology, Law, Politics and Society, Workshop of the ESF TED Programme Together with GI and OCG, July, 7th-9th, 2004, in Schlo{B} Hofen / Bregenz, Lake of Constance, Austria, Proceedings, 47, 91–100.

<https://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings47/Proceeding.GI.47-10.pdf>

ECANZ. (2013). Internet voting in Australian election systems. September.

[https://www.elections.wa.gov.au/sites/default/files/content/documents/ECANZ\\_Internet\\_Voting\\_Aus.pdf](https://www.elections.wa.gov.au/sites/default/files/content/documents/ECANZ_Internet_Voting_Aus.pdf)

Grofman, B., Trechsel, A., & Franklin, M. (2014). The Internet and Democracy in Global Perspective. Springer, 31, 7–24. <http://nicolejgoodman.com/wp-content/uploads/2017/03/Internet-Voting-in-a-Local-Election.pdf>

Republic of Armenia, (2019) IMF Staff Country Reports

<https://www.osce.org/odihr/elections/armenia/293546?download=true>

Ministério dos Negócios Estrangeiros, França. (2012).

[https://www.parliament.uk/documents/speaker/digital-democracy/FR\\_Successcase.pdf](https://www.parliament.uk/documents/speaker/digital-democracy/FR_Successcase.pdf)

Figueroa, K., Lopez, E., & Garcia-Garcia, J. M. (2013). Electronic voting system in mexican elections.

Proceedings - 2013 Mexican International Conference on Computer Science, ENC 2013, March, 1–6.

<https://www.researchgate.net/publication/261079250> Electronic Voting System in Mexican Elections

Bet, J. A. L., & Utl, N. O. C. H. (2017). Netiiäänestys Suomessa Esiselvitys

[https://oikeusministerio.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/tyoryhma-nettiaanestyksen-riskit-suuremmat-kuin-hyodyt?\\_101\\_INSTANCE\\_OtW6d2FGIU80\\_languageId=en\\_US](https://oikeusministerio.fi/artikkeli/-/asset_publisher/tyoryhma-nettiaanestyksen-riskit-suuremmat-kuin-hyodyt?_101_INSTANCE_OtW6d2FGIU80_languageId=en_US)

Jacobs, B., & Pieters, W. (2009). Electronic voting in the Netherlands: From early adoption to early abolishment. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 5705 LNCS, 121–144. <http://www.cs.ru.nl/B.Jacobs/PAPERS/E-votingHistory.pdf>

Ansper, Arne & Heiberg, Sven & Lipmaa, Helger & Øverland, Tom & van, Filip. (2009). Security and Trust for the Norwegian E-Voting Pilot Project E-valg 2011

<https://www.researchgate.net/publication/216824751> Security and Trust for the Norwegian E-Voting Pilot Project E-valg 2011

De Cock, Danny & Preneel, Bart. (2007). Electronic Voting in Belgium: Past and Future.

<https://www.researchgate.net/publication/221320374> Electronic Voting in Belgium Past and Future

- Solvak, Mihkel; Vassil, Kristjan (2017) Could Internet Voting Halt Declining Electoral Turnout? New Evidence That E-Voting Is Habit Forming - <https://doi.org/10.1002/poi3.160>
- Ferrão, I., Chervinski, J.O., da Silva, S., Kreutz, D., Immich, R., Kepler, F. e Righi, R. 2019. Urnas Eletrônicas no Brasil: linha do tempo, evolução e falhas e desafios de segurança. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*. 11, 2 (maio 2019), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.5335/rbca.v11i2.9056>
- Subhankar Mishra (2020). Election in India: Polling in National Financial Switch <https://arxiv.org/abs/2002.11619v1>
- Monteiro, Américo; Natércia, Soares; Oliveira, Rosas Maria; Antunes, Pedro (2001) Sistemas Eletrônicos de Votação – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa - <http://hdl.handle.net/10451/14248>
- Pinto, Rui Rocha & Simões, Filipe & Antunes, Pedro. (2004). Estudo dos Requisitos para um Sistema de Votação Electrónica. <https://www.researchgate.net/publication/268362884>
- Instituto Nacional de Estatística. (2019). Sociedade da informação e do conhecimento: Inquérito à utilização de tecnologias da informação e da comunicação pelas famílias. [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_destaques&DESTAQUESdest\\_boui=354447153&DESTAQUESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=354447153&DESTAQUESmodo=2)
- Tanzania Communications Regulatory Authority (2020) <https://tcra.go.tz/>
- Latzer, Michael; Büchi, Moritz; Festic, Noemi (2020), Internet Use in Switzerland 2011–2019: Trends, Attitudes and Effects. Summary Report from the World Internet Project – Switzerland. Zurich, Switzerland: University of Zurich - [https://mediachange.ch/media//pdf/publications/SummaryReport\\_WIP-CH\\_2019.pdf](https://mediachange.ch/media//pdf/publications/SummaryReport_WIP-CH_2019.pdf)
- International Telecommunication Union (2019), Measuring digital development, Facts and figures <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/FactsFigures2019.pdf>
- Statistics about Internet voting in Estonia, <https://www.valimised.ee/en/archive/statistics-about-internet-voting-estonia>
- E-estonia (2020) i-voting - <https://e-estonia.com/solutions/e-governance/i-voting>
- Smartmatic. (2019). *Estonian Elections 2014* [https://www.smartmatic.com/fileadmin/user\\_upload/CS\\_Estonia\\_2014\\_2019\\_Dec.pdf](https://www.smartmatic.com/fileadmin/user_upload/CS_Estonia_2014_2019_Dec.pdf)
- State Electoral Office of Estonia. (2017). General Framework of Electronic Voting and Implementation thereof at National Elections in Estonia. *State Electoral Office of Estonia, June, 21*. <https://www.valimised.ee/sites/default/files/uploads/eng/IVXV-UK-1.0-eng.pdf>
- Driza Maurer, A. (2019). The swiss post/Scytl transparency exercise and its possible impact on internet voting regulation. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 11759 LNCS(June), 83–99. <http://www.electoralpractice.ch/wp-content/uploads/2019/10/2019-EVotID-Springer-ArditaDrizaMaurer.pdf>

---

Post CH Ltd, Berne, Switzerland (2019). Post E-Voting: System documentation, January 2019

<https://www.post.ch/en/business-solutions/e-voting/publications-and-source-code>

Swiss Federal Chancellery FCh (2019). Vote électronique – Public Intrusion Test 2019 Final report of the steering committee. February 2019 [https://www.bk.admin.ch/bk/en/home/politische-rechte/e-](https://www.bk.admin.ch/bk/en/home/politische-rechte/e-voting/oeffentlicher_intrusionstest.html)

[voting/oeffentlicher\\_intrusionstest.html](https://www.bk.admin.ch/bk/en/home/politische-rechte/e-voting/oeffentlicher_intrusionstest.html)

Kimbi, S., & Zlotnikova, I. (2014). A Secure Model for Remote Electronic Voting: A Case of Tanzania.

International Journal, 3(4), 95–106.

[https://www.academia.edu/7853281/A\\_Secure\\_Model\\_for\\_Remote\\_Electronic\\_Voting\\_A\\_Case\\_of\\_Tanzania](https://www.academia.edu/7853281/A_Secure_Model_for_Remote_Electronic_Voting_A_Case_of_Tanzania)

Secretaria-Geral do Ministério da Administração Interna, Administração Eleitoral (2019), Voto Eletrónico no Distrito de Évora

[https://www.sg.mai.gov.pt/AdministracaoEleitoral/EleicoesReferendos/ParlamentoEuropeu/Documents/PVE\\_E\\_DocApoio\\_07.001%20-%20Relatorio%20AR\\_Versao%20Final.pdf](https://www.sg.mai.gov.pt/AdministracaoEleitoral/EleicoesReferendos/ParlamentoEuropeu/Documents/PVE_E_DocApoio_07.001%20-%20Relatorio%20AR_Versao%20Final.pdf)

Tove Wigartz, 2017, Does internet voting in Estonia affect voter turnout?

<https://core.ac.uk/download/pdf/95665595.pdf>

European Parliament, 2019 European election results, Portugal <https://europarl.europa.eu/election-results-2019/en/national-results/portugal/2019-2024/>

European Parliament, 2019 European election results, Estonia <https://europarl.europa.eu/election-results-2019/en/national-results/estonia/2019-2024/>

Statistics Estonia (2020) <https://www.stat.ee/en/find-statistics/statistics-theme/technology-innovation-and-rd/information-and-communication>

Constituição da República Portuguesa, Diário da República n.º 86/1976, Série I de 1976-04-10,

<https://dre.pt/web/guest/legislacao-consolidada/-/lc/337/202008301443/128095/diploma/indice>

---

## fIApêndices

### Apêndice 1

#### The DRE Tampering Challenge

I do not believe it is feasible in practice to tamper undetectably with a well-designed direct-recording electronic (DRE) voting machine. To demonstrate my conviction, I am willing to bet \$10,000 at 2:1 odds with anyone under the following conditions:

1. I put up \$10,000; you put up \$5,000. The combined \$15,000 is held in an escrow account.
2. I choose the DRE machine and lend it to you. You have one month to do anything you want to it. At the end of one month you bring it back to me.
3. I get one day (24 hours) to inspect it. I can do anything I want to it during that time. At the end of one day I will state either: (a) you have modified this machine and here is an example of what you changed; or (b) this machine will count votes correctly.
4. If I'm right, I get the \$15,000. If I'm wrong, you get the \$15,000. If I choose (a), I have to demonstrate at least one modification you made. If I can't do that, I lose. If I choose (b), you have to show me a sequence of votes, within the operating parameters of the machine, that will not be counted correctly. If you can't do that, you lose.
5. Determination of the winner will be by an independent observer agreeable to both parties. If we cannot agree in advance on such a person, the challenge does not take place. The observer will have control over the escrow account.
6. Rebecca Mercuri has claimed that this challenge is ineffective since you might have to engage in illegal activities to discover how the machine works. This is not correct since you will be operating under a letter of permission from the vendor of the machine granting you the right to disassemble, reverse engineer, or defeat copyright protection mechanisms (if any), etc. You will not be given plans, diagrams, schematics, flowcharts, or code.
7. The loser pays all costs of conducting the challenge, both sides to deposit \$5K in escrow to cover anticipated expenses.
8. Except for provisions 6 and 7, this challenge has been in effect since 1996 under the above terms and no one has accepted it.

Michael I. Shamos  
Pittsburgh, PA  
August 2, 2004