

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

Débora Cabral Nazário

**Uma Análise da Segurança da Urna Eletrônica
Brasileira**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Prof. Ricardo Felipe Custódio, Dr.
Orientador
custodio@inf.ufsc.br

Florianópolis, Setembro de 2003

Uma Análise da Segurança da Urna Eletrônica Brasileira

Débora Cabral Nazário

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração Sistemas de Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Prof. Fernando Ostuni Gauthier, Dr.

Coordenador do Curso

Banca Examinadora

Prof. Ricardo Felipe Custódio, Dr.

Orientador

custodio@inf.ufsc.br

Prof. Daniel Santana de Freitas, Dr.

Prof. Jeroen Antonius Maria van de Graaf, Dr.

Oswaldo Catsumi Imamura, Dr.

“Hoje, apesar de pensarmos saber bastante, não aprendemos ainda algo que seja eficiente e possa substituir o simples muito obrigado.”
(Rui Barbosa)

Ofereço este trabalho aos meu pais, Anélia e Ademar Cabral e ao meu marido, Marcelo Christêllo Nazário, por todo apoio recebido durante a realização do mestrado.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao professor Ricardo Felipe Custódio, por me proporcionar a oportunidade de desenvolver este trabalho e por toda a sua dedicação como orientador.

Às amigas Denise Bendo Demétrio e Vanessa Costa pela amizade e companheirismo durante todo o mestrado e pelos favores prestados depois que eu fui morar em Joinville. Espero que a nossa amizade dure para sempre, certamente eu jamais esquecerei vocês.

À secretária da pós e amiga Verinha por toda sua dedicação e ajuda quando necessária.

Aos professores Isaías e Daniel e ao Secretário de Informática do Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina, Carlos Rogério Camargo, pela contribuição através da participação da banca do Trabalho Individual.

Ao TSE, ao secretário Paulo César Bhering Camarão, Aldanice Ramos e Selma Leite, ao Amílcar Brunazo Filho e ao professor Jeroen van de Graaf pelas contribuições.

E sobretudo a Deus, por me conceder a vida.

Sumário

Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
Lista de Siglas	xvi
Resumo	xvii
Abstract	xviii
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo Geral	2
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 Definição do Problema	3
1.3 Trabalhos Correlacionados	4
1.4 Materiais e Métodos	8
1.5 Organização do Texto	9
2 Fundamentos de Votação Eletrônica	11
2.1 Introdução	11
2.2 Definições	11
2.2.1 Cédula	12
2.2.2 Eleição	12
2.2.3 Enquete	12

2.2.4	Pesquisa de Opinião	12
2.2.5	Tomada de decisão	13
2.2.6	Votação	13
2.2.7	Voto	14
2.2.8	Votante	15
2.2.9	Sistema de Votação	15
2.2.10	Canal de Comunicação	15
2.2.11	Recibo de Votação	15
2.3	Etapas de uma Eleição	16
2.3.1	Alistamento	16
2.3.2	Configuração	16
2.3.3	Votação	16
2.3.4	Apuração e Divulgação dos Resultados	17
2.4	Requisitos Gerais de Segurança	17
2.4.1	Confidencialidade ou Sigilo	18
2.4.2	Integridade	18
2.4.3	Autenticação	19
2.4.4	Não-Repúdio	19
2.5	Requisitos de Segurança em um Sistema de Votação Eletrônica	19
2.5.1	Exatidão	20
2.5.2	Unicidade	20
2.5.3	Privacidade	20
2.5.4	Verificabilidade	21
2.6	Requisitos de Implementação	21
2.6.1	Conveniência	21
2.6.2	Flexibilidade	22
2.6.3	Mobilidade	22
2.6.4	Escalabilidade	22
2.6.5	Eficiência	22
2.7	Conclusão	23

3	Justiça Eleitoral no Brasil	24
3.1	Introdução	24
3.2	Histórico da Justiça Eleitoral	24
3.2.1	Colônia(1500 a 1822)	25
3.2.2	Império(1822 a 1889)	25
3.2.3	República(a partir de 1889)	25
3.2.4	Primeira Fase da Justiça Eleitoral	26
3.2.5	Segunda Fase da Justiça Eleitoral	26
3.3	Código Eleitoral	27
3.3.1	Lei das Eleições	28
3.4	Conclusão	32
4	Sistema Informatizado de Eleições Brasileiro	33
4.1	Introdução	33
4.2	Histórico	34
4.3	Visão Geral do Processo Eleitoral Brasileiro atual	35
4.4	Etapas da Eleição Brasileira	40
4.4.1	Alistamento de Eleitores	40
4.4.2	Configuração da Eleição	41
4.4.3	Votação	42
4.4.4	Apuração e Divulgação dos Resultados	43
4.5	Descrição do Sistema Informatizado de Eleições - SIE	44
4.5.1	Urna Eletrônica	44
4.5.2	Sistemas de Apoio	48
4.5.3	Fluxo do <i>Software</i> e Dados no Sistema Informatizado de Eleições	56
4.5.4	Utilização da Urna Eletrônica	58
4.5.5	Votação por Cédula	64
4.5.6	Segurança	65
4.6	Uso de Técnicas Criptográficas	68
4.7	Vantagens e Desvantagens	71

4.8	Conclusão	73
5	Suspeitas de Fraudes	74
5.1	Introdução	74
5.2	Caso Araçoiaba da Serra - SP	75
5.3	Caso São Domingos - GO	77
5.4	Caso Itaberaba - BA	78
5.5	Caso Diadema - SP	82
5.6	Caso Camaçari - BA	83
5.7	Caso Santo Estevão - BA	85
5.8	Conclusão	86
6	Críticas sobre a Urna Eletrônica	88
6.1	Introdução	88
6.2	Opiniões dos Críticos	88
6.3	Propostas de Mudanças	100
6.3.1	Propostas dos Críticos	100
6.3.2	Avaliação do Sistema Informatizado de Eleições pela UNICAMP	103
6.3.3	Lei do Voto Impresso	105
6.4	Relatório das eleições 2002 - TSE	107
6.4.1	Sobre o Cadastro de Eleitores	108
6.4.2	Segurança	108
6.4.3	Avaliação da UNICAMP	109
6.4.4	Apresentação aos partidos	109
6.4.5	Votação Paralela	109
6.4.6	Voto Impresso	110
6.4.7	Identificação do Eleitor	112
6.5	Novos Projetos de Lei	113
6.5.1	Registro Digital do Voto	114
6.5.2	Título Eleitoral Eletrônico	119

6.6	Conclusão	120
7	Análise da Ergonomia do Sistema Eleitoral Brasileiro	121
7.1	Introdução	121
7.2	Estudo Ergonômico	122
7.2.1	Inspeção Ergonômica	123
7.2.2	Ensaio de Interação	124
7.2.3	Análise dos Resultados e Recomendações	124
7.2.4	Análise Estatística	124
7.2.5	Propostas de Soluções	125
7.3	Sugestões	125
7.4	Conclusão	126
8	Análise da Segurança do Sistema Eleitoral Brasileiro	128
8.1	Introdução	128
8.2	Análise dos Requisitos de Segurança	129
8.2.1	Exatidão	129
8.2.2	Unicidade	130
8.2.3	Privacidade	132
8.2.4	Verificabilidade	132
8.3	Análise dos Requisitos de Implementação	133
8.3.1	Conveniência	133
8.3.2	Flexibilidade	134
8.3.3	Mobilidade	134
8.3.4	Escalabilidade	134
8.3.5	Eficiência	134
8.4	Possíveis Problemas	134
8.4.1	Alistamento de Eleitores	135
8.4.2	Configuração da Eleição	135
8.4.3	Votação	135

8.4.4	Apuração e Divulgação dos Resultados	137
8.5	Conclusão	137
9	Sugestões de melhorias no Sistema Eleitoral Brasileiro	138
9.1	Introdução	138
9.2	Sugestões	138
9.2.1	Alistamento de Eleitores	139
9.2.2	Configuração da Eleição	139
9.2.3	Votação	140
9.2.4	Apuração e Divulgação dos Resultados	154
9.3	Modelo de Votação Futuro	154
9.4	Conclusão	155
10	Pontos de Confiança	156
10.1	Introdução	156
10.2	Pontos de Confiança no SIEB	157
10.2.1	Alistamento	157
10.2.2	Configuração	158
10.2.3	Votação	158
10.2.4	Apuração e Divulgação dos resultados	159
10.3	Publicação dos BUs	159
10.4	Utilização do resumo criptográfico do BU	161
10.4.1	Cálculo do resumo	162
10.4.2	Uso de um <i>Template</i>	162
10.4.3	Procura pelo Número de Votos do BU	164
10.5	Utilização do telefone	167
10.6	Conclusão	168
11	Considerações Finais	170
11.1	Contribuições	172
11.2	Impressão do Voto	173

11.3 Trabalhos Futuros	174
Referências Bibliográficas	176
A Glossário	181
Índice Remissivo	186

Lista de Figuras

1.1	Metodologia de análise	8
2.1	Votação direta e votação indireta	14
2.2	Atores participantes de uma votação eletrônica	15
2.3	Etapas de uma eleição	17
4.1	Voto Eletrônico - fonte TSE	36
4.2	Seção Eleitoral	37
4.3	Mesários na seção eleitoral - fonte TRE/SC	38
4.4	Microterminal	46
4.5	Terminal do eleitor	47
4.6	<i>Flash</i> de carga	51
4.7	Etapas do desenvolvimento do <i>hardware</i> e <i>software</i> da urna - Fonte UNI- CAMP	57
4.8	Etapas de geração de mídia e inseminação - Fonte UNICAMP	58
4.9	Etapas de votação, geração de BU, transporte e totalização - Fonte UNI- CAMP	59
4.10	Diagrama de Estados da Urna Eletrônica	62
9.1	Sugestão para o novo título de eleitor	143
9.2	Urna Eletrônica 2002 com impressora	146
9.3	Voto exibido pelo módulo de impressão	147
9.4	Tipos de Voto: Cancelado e Válido	148

10.1 Pontos de Confiança	157
10.2 <i>Template</i> para o cabeçalho do BU	163
10.3 <i>Template</i> para determinado cargo do BU	164

Lista de Tabelas

2.1	Comparação entre Votação Eletrônica e Tradicional	18
6.1	Protocolo de segurança da urna [GRA 01].	102
6.2	Impressão do Voto [BRU 02c]	107
6.3	Voto Manual em Separado [BRU 02c]	108
6.4	O Sorteio na Véspera [BRU 02c]	109
6.5	E se der diferença? [BRU 02c]	110
6.6	Sobre urnas de treinamento [BRU 02c]	110
6.7	Violação Sistemática do Voto [BRU 02c]	111
6.8	Transparência do Sistema [BRU 02c]	112
6.9	Abertura dos Programas de Computador [BRU 02c]	113
6.10	Teste de Votação Paralela [BRU 02c]	114
6.11	Implantação Progressiva [BRU 02c]	114
6.12	Validade da nova Lei [BRU 02c]	115
9.1	Requisitos do SELA.	149
9.2	Uso do SELA na seção eleitoral.	151
9.3	Análise Comparativa Voto Impresso X SELA.	152
10.1	Tempo para cálculo do resumo	162
10.2	Relação Candidato X Tempo	165
10.3	Relação Candidato X Tempo	166
10.4	Relação Candidato X Tempo	166
10.5	Teclas a digitar para um BU	168

Lista de Siglas

AES	<i>Advanced Encryption Standard</i>
BU	Boletim de Urna
CALTECH	<i>California Institute of Technology</i>
CD	<i>Compact Disc</i>
CEPESC	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento para a Segurança das Comunicações
CERTI	Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras
DOU	Diário Oficial da União
FI	<i>Flash</i> Interno
FV	<i>Flash</i> de Votação
GM	Gerador de Mídias
IME	Instituto Militar de Engenharia
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
LabSEC	Laboratório de Segurança em Computação
MIRACL	<i>Multiprecision Integer and Rational Arithmetic C/C++ Library</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MODA	Montador de Dados
OAB	Ordem dos Advogados do Brasil
PLS	Projeto de Lei do Senado
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SCTF	Simpósio Brasileiro de Computação Tolerante a Falhas
SELA	Sistema Eletrônico para Auditoria
SHA	<i>Secure Hash Algorithm</i>
SIE	Sistema Informatizado de Eleições
SIEB	Sistema Informatizado de Eleições Brasileiro
SIS	Subsistema de Instalação e Segurança
SPB	Sistema de Pagamentos Brasileiro
SSI	Simpósio sobre Segurança na Informática
STF	Supremo Tribunal Federal
SVE	Seminário do Voto Eletrônico
SVP	Sistema de Votação Paralela
TED	Transferências Eletrônicas Disponíveis
TRE	Tribunal Regional Eleitoral
TSE	Tribunal Superior Eleitoral
UE	Urna Eletrônica
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
Wseg	Workshop em Segurança de Sistemas Computacionais
ZE	Zona Eleitoral

Resumo

Neste trabalho é feita uma Análise da Segurança da Urna Eletrônica e do Sistema Eleitoral Brasileiro. Para isso, são apresentados alguns fundamentos sobre votação eletrônica, o histórico da Justiça Eleitoral e as leis sobre as eleições. Também é descrito o Sistema Eleitoral Brasileiro, juntamente com algumas suspeitas de fraudes e algumas críticas sobre a urna eletrônica. Em seguida, é feita uma análise sobre a ergonomia e a segurança do Sistema Informatizado de Eleições utilizados no Brasil e da Urna Eletrônica. Finalmente, são sugeridas melhorias para aumentar a segurança do processo eleitoral.

Palavras-chave: segurança, eleição, sistema eleitoral, urna eletrônica.

Abstract

In this work, it is made an analysis about the Brazilian Electronic ballot box security and the electoral system in Brazil. For that, some concepts regarding electronic voting, the history of the electoral justice and the elections themselves are presented. The Brazilian electoral system is also described, considering some suspicions of frauds and criticisms about the electronic ballot box. After that, it is made an analysis about the ballot box ergonomics and the security of the elections regarding the computer system used in Brazil. Finally, improvements are suggested to increase the security of the Brazilian electoral process.

Capítulo 1

Introdução

Desde que o homem se organizou em sociedade, ele precisa tomar decisões de acordo com a manifestação de opiniões dos integrantes da comunidade. Para facilitar o processo de tomada de decisão, o homem precisou desenvolver técnicas e soluções. A solução mais universalmente aceita e utilizada consiste no uso de uma pequena cédula de papel, onde o eleitor expressa sua vontade, para posteriormente, colocá-lo em uma urna e, finalmente a apurá-lo no conjunto de votos.

Em determinado momento do desenvolvimento da sociedade, o processo de tomada de decisão tornou-se tão complexo e custoso que houve a necessidade de eleger representantes para que estes tomassem decisões em nome do grupo.

Surgiram diferentes sistemas de representação tais como: monarquia, imperialismo, parlamentarismo, presidencialismo. Nestes sistemas há vários tipos de representantes com poderes diferenciados: reis, imperadores, presidentes, governadores, senadores, deputados federais e estaduais, prefeitos e vereadores.

Assim, a votação ¹ pode ser direta, quando os votantes ² expressam diretamente, através do voto, sua opinião, ou indireta, quando os votantes escolhem representantes e estes votam sobre assuntos de interesse da comunidade.

No Brasil o sistema é democrático, com votação direta em todos os

¹O conceito de votação aplica-se a tudo que envolva a reunião de pessoas para a escolha ou opção por alguma coisa.

²É o indivíduo que expressa sua vontade ou opinião. É o ator que efetua o voto.

níveis. Por muito tempo tivemos as urnas convencionais com cédulas ³ em papel, mas com o desenvolvimento da informática, percebeu-se a possibilidade de informatizar o processo de votação, evitando assim, algumas vulnerabilidades. Com a informatização, foram desenvolvidas as urnas eletrônicas ⁴ como meio para o eleitor expressar sua vontade. O Sistema Informatizado de Eleições (SIE) procura reproduzir o mesmo ambiente que havia nas eleições com cédula em papel.

A posição de vanguarda do Brasil, em termos de informatização do sistema eleitoral, decorre do fato de ter sido o primeiro e único país do mundo a informatizar todas as etapas de uma eleição ⁵: a identificação do eleitor, a votação secreta, a apuração e a totalização ⁶ dos votos [SIL 02, p. 52].

Apesar das melhorias obtidas com o Sistema Informatizado de Eleições (SIE), existem muitos problemas a serem estudados para que se encontrem soluções que tornem o sistema cada vez mais seguro e confiável.

1.1 Objetivos

A seguir serão apresentados os objetivos geral e específicos deste trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar, de forma sistemática, a segurança do Sistema Informatizado de Eleições (SIE) utilizado no Brasil.

³“Documento onde constam as opções de voto e que o eleitor utiliza para fazer sua escolha” [ARA 02].

⁴“Equipamento de processamento de dados que, junto com seu *software*, permite a coleta de votos em uma eleição” [CAM 97, p. 107].

⁵É a escolha ou opção, por meio de votos, de determinada pessoa para desempenhar certas funções ou ocupar um cargo.

⁶“É o processo de contagem dos votos de todas as urnas de todas as seções eleitorais. É feita por programas contidos na Rede de Totalização do TSE, a qual tem terminais de acesso em todos os TRE estaduais e nas sedes das Zonas Eleitorais municipais” [BRU 00].

1.1.2 Objetivos Específicos

Podemos destacar como objetivos específicos:

- Preparar um material que reúna as informações sobre a Urna Eletrônica e o Sistema Eleitoral Brasileiro;
- Definir uma metodologia para análise de segurança de um sistema de votação eletrônica;
- Definir os requisitos de segurança e de implementação necessários para que o Sistema Informatizado de Eleições seja considerado seguro;
- Analisar a segurança do Sistema Informatizado de Eleições Brasileiro como um todo e em particular da Urna Eletrônica;
- Apresentar possíveis vulnerabilidades no processo eleitoral brasileiro;
- Sistematizar as diversas correntes de opiniões dos principais críticos a respeito do Sistema Informatizado de Eleições adotado no Brasil;
- Sugerir melhorias para o sistema eleitoral brasileiro, de forma a torná-lo mais seguro.

1.2 Definição do Problema

Segundo Brunazo [BRU 02b]:

“Há 400 anos, no bojo do Renascimento, nascia a Ciência Moderna com Galileu, Bacon, Descartes e Leibnitz, que atingiu seu apogeu com Newton (Teoria da Gravitação) e Darwin (Teoria da Evolução). Neste meio despontou a Revolução Francesa, na qual se construiu o conceito de Democracia Moderna e, dentro deste, o direito do voto universal com justa apuração”.

É inegável que a urna eletrônica tenha eliminado muitas possibilidades de fraudes em relação ao processo tradicional, principalmente aquelas do tipo amadoras,

feitas com papel e caneta. Este tipo de fraude consistia em “engravidar” as urnas com cédulas falsas ou contabilizar os votos em branco para certos candidatos [AND 00].

É muito difícil construir um sistema de votação, puramente eletrônico, que seja confiável e a prova de fraudes, sem comprometer o sigilo do voto do eleitor. O problema reside basicamente na necessidade de se ter que confiar na plataforma computacional, incluindo aí o *software* das urnas eletrônicas. O *software* da urna deve ser livre de erros de implementação e de subversão por especialistas mal-intencionados [STA 00].

Para garantir a confiabilidade de todo o processo eleitoral, é necessário analisar, de forma sistemática, a segurança do Sistema Informatizado de Eleições utilizado no Brasil.

No entanto, não há uma metodologia definida para avaliar adequadamente a segurança de um sistema de votação eletrônica. Desta forma, é necessário encontrar uma sistemática adequada para avaliar a segurança do Sistema Informatizado de Eleições do Brasil, descrito na seção 1.4. Após esta análise, melhorias podem ser sugeridas para corrigir possíveis falhas de segurança.

1.3 Trabalhos Correlacionados

Nesta seção serão apresentadas experiências de outros países com eleições eletrônicas, algumas informações sobre as eleições nos Estados Unidos, eleições pela Internet no Brasil e no Mundo e pesquisa científica e tecnológica sobre votação eletrônica no Brasil.

Um estudo realizado pela Direção de Processos Eleitorais e Documentação do Departamento do Interior do governo da Comunidade Autónoma Vasca, Espanha em 1997, chegou à conclusão de que o sistema mais apropriado para o governo seria o uso de cartão com tarja magnética, tela de votar e urna eletrônica. O método pretende a substituição da cédula de papel por cartão com tarja magnética, a seleção da opção do voto pelo eleitor numa tela, mediante um lápis eletrônico e sua gravação no cartão, o registro na urna eletrônica dos cartões que contêm o voto, a obtenção automática do escrutínio da mesa ao final da votação e a rapidez do escrutínio geral. Este sistema de cartão com tarja magnética

havia sido desenvolvido pela Bélgica e implantado através de uma experiência piloto em 1991. A Holanda também estudava a possibilidade de adotar o sistema, enquanto outros países como França, Escandinávia, Japão e Peru estavam analisando a conveniência de trocar o voto de papel (manual) pelo voto eletrônico. Nos Estados Unidos, a máquina de recontagem de votos estava incorporada em muitos estados. Na Venezuela, em 1992, os eleitores votaram pela primeira vez numa cédula eleitoral a ser processada em máquina escrutinadora [SIL 02, p. 53].

A urna eletrônica brasileira já foi experimentada no Peru (modelo similar), em eleições paralelas, em cinco municípios, em 1996. Foi utilizada também no Paraguai, em abril de 2003, onde 6 mil urnas eletrônicas foram distribuídas em 33 cidades atendendo a 47% dos 2,4 milhões de votantes paraguaios, que votaram para presidente, governador, senadores, deputados e conselheiros municipais [MIR 03].

Em 2000, uma tormenta varreu os Estados Unidos, por conta do impasse da recontagem dos votos de Palm Beach, Flórida, decisivos para saber quem seria o próximo presidente da maior potência do planeta, George Bush ou Al Gore.

Por conta da confusão eleitoral nos Estados Unidos, a urna eletrônica do Brasil ganhou expressivos elogios aqui e fora do Brasil e foi apresentada como alternativa para os norte-americanos não só pela mídia brasileira, como também por quatro respeitáveis jornais do mundo: os franceses “Le Monde” e “Libération”, e os norte-americanos “The New York Times” e “The Wall Street Journal”. Eles não economizaram elogios para a urna brasileira usada pela primeira vez em 1996, por um terço do eleitorado; pela segunda vez em 1998, por dois terços do eleitorado e em 2000, por todos os 109,8 milhões de eleitores brasileiros. Após essa confusão com a recontagem dos votos nos EUA, algumas empresas norte-americanas de informática se uniram para criar um sistema de votação rápido e seguro que substitua de vez, se o Congresso aprovar, os muitos modos de votar existentes nos Estados Unidos. Lá, cada Condado vota de maneira própria, o que permite que coexistam simultaneamente sistemas que vão de máquinas projetadas no século XIX, a equipamentos semelhantes às urnas brasileiras, passando pelas tradicionais cédulas de papel e por dispositivos que perfuram cartões de computador como os utilizados em Palm Beach. Pelas sugestões apresentadas para a futura urna eletrônica

americana, ela terá códigos 100 % abertos, o que lhe daria total transparência; a carga dos programas corretos nas urnas precisará ser garantida e fiscalizada; o voto eletrônico dos Estados Unidos terá uma contrapartida impressa para que, além da totalização imediata, seja possível auditar resultados, por amostragem, somando-se as cédulas impressas [MAN 01]. Mais informações podem ser encontradas em [FEC 03].

A primeira eleição pela Internet da Suíça ocorreu em janeiro de 2003, na cidade de Aniéres, próxima a Genebra, e havia mais de mil eleitores cadastrados para opinar sobre a renovação de um prédio na cidade. A votação fez parte de um estudo para que todo o país tenha votos eletrônicos e ainda incluía votos pelo correio. Segundo as autoridades locais, 44% (323 pessoas) votaram pela Internet e 50% (349 eleitores) fizeram sua escolha pelo correio. Apenas 48 pessoas foram votar pelo método antigo, segundo informa o jornal SwissInfo. Como resultado, 60% dos eleitores disseram “sim” à proposta de financiar a renovação de um edifício local. O sistema democrático utilizado na Suíça permite que os cidadãos possam discutir assuntos locais por meio de eleições, como financiamento para obras ou mesmo questões nacionais. Para votar era necessário passar por diversas barreiras para impedir fraudes na eleição *online*. Cada eleitor tinha acesso ao sistema na Web apenas após digitar uma senha de 16 dígitos. Depois, era preciso informar data e local de nascimento e uma outra senha - enviada pelo correio - para então fazer a escolha [sui].

Existem fatores que inviabilizam a utilização da Internet em votações em larga escala, como as eleições oficiais. Pois quem acessa a Internet é uma parcela muito pequena da população, concentrada nas classes média e alta. A classe baixa não tem recursos para adquirir equipamentos para a conexão à Internet. Além disso, a infraestrutura de telecomunicações e energia elétrica necessária ainda é precária em algumas regiões brasileiras ou não está disponível à população. Com a utilização da Internet, poder-se-ia ter a volta do voto-de-cabresto, ou seja, a possibilidade de indução do voto, uma vez que não há como fiscalizar todos os pontos de votação; ou se fosse permitido a posterior conferência do voto pelo próprio eleitor via Internet. Informações adicionais em [dig 03].

Por esses e outros motivos, ainda não estamos preparados para eleições

pela Internet, logo, há necessidade de um sistema eleitoral baseado em urna eletrônica. Esse sistema precisa atender a vários requisitos de segurança, garantindo que a vontade do eleitor seja respeitada, bem como o sigilo do seu voto.

No Brasil, ocorreram alguns trabalhos apresentados em seminários e congressos, que serão citados a seguir.

No Simpósio sobre segurança na Informática (SSI), tivemos os trabalhos: “A segurança do voto na urna eletrônica brasileira” [BRU 99], “Avaliação da segurança da Urna Eletrônica Brasileira” [BRU 00] e “Melhorando a segurança e a transparência da urna eletrônica” [GRA 01]. No Workshop em segurança de Sistemas Computacionais (Wseg), houve: “Auditoria de Sistemas Eleitorais: o Caso São Domingos” [OLI 01] e “Critérios para Avaliação da Segurança do Voto Eletrônico” [BRU 01b]. No Simpósio Brasileiro de Computação Tolerante a Falhas (SCTF), o Debate sobre Voto Eletrônico, [BRU 01d]. E no Seminário do Voto Eletrônico (SVE), em 2002, ocorreram os artigos: “A soberania do povo na fiscalização do exercício de sua soberania” [TRÊ 02a], “Urnas Eletrônicas: Corrigindo os desvios” [AZE 02] e “A Lanterna de Diógenes, sobre a segurança da urna eletrônica no Brasil” [REZ 02]. Após este evento foi publicado um livro chamado “Burla Eletrônica”, [BRU 02d], contendo o que foi discutido no evento.

Fora do Brasil, houve alguns trabalhos na área de votação, a seguir serão citados alguns.

O projeto de tecnologia em votação do CALTECH (*California Institute of Technology*) e MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) foi criado para evitar problemas como o das eleições presidenciais de 2000 nos EUA. Foi publicado um relatório [CAL 02] que avalia a magnitude dos problemas de votação, suas causas e como a tecnologia pode reduzi-los.

Outro trabalho importante é a tese de doutorado de Rebecca Mercuri [MER 01], que analisa por que a necessidade de inviolabilidade do voto cria barreiras contra a confiabilidade (e auditabilidade) do sistema eleitoral informatizado. Esta autora também tem vários artigos publicados na área.

Recentemente, um projeto de lei do deputado Rush Holt foi apresentado ao congresso dos EUA impondo a impressão do voto (*voter-verified paper trail*) para fins

de recontagem [HOL 03].

1.4 Materiais e Métodos

Para a elaboração deste trabalho, foi realizado um amplo levantamento bibliográfico sobre votação eletrônica, Justiça Eleitoral, leis sobre eleição, resoluções do TSE [res 03], o Sistema Informatizado de Eleições brasileiro, suspeitas de fraudes e críticas. Foi realizada também uma análise ergonômica baseada em um estudo realizado em 1996 sobre a ergonomia das urnas eletrônicas.

Para o levantamento bibliográfico, contou-se com uma visita ao TSE, com participação na sessão pública para “Análise e lacre dos programas a serem utilizados no 2º turno das Eleições 2002”, foram feitas visitas ao TRE/SC, onde foram esclarecidas muitas dúvidas e obtidos materiais sobre o assunto, também foram acompanhados alguns procedimentos da eleição como: sorteio das urnas para a votação paralela, suporte aos mesários das seções da capital (na Zona Eleitoral), audiência pública de oficialização dos sistemas de totalização (emissão da zerésima), recepção dos disquetes para transmissão ao TRE, divulgação de resultados parciais no TRE.

A figura 1.1 ilustra a metodologia adotada para realizar a análise da segurança da urna eletrônica e do Sistema Eleitoral Brasileiro.

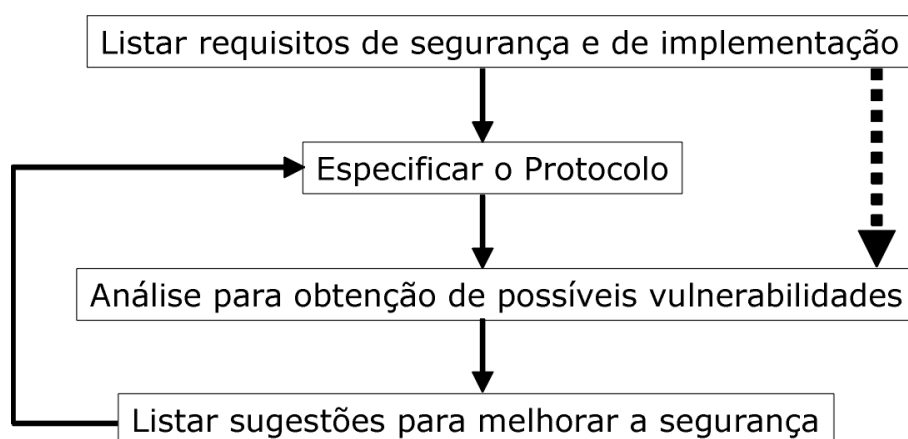


Figura 1.1: Metodologia de análise

Primeiramente, são listados os requisitos de segurança e os requisitos de implementação desejáveis em um sistema de votação eletrônica, para que este seja considerado ideal. A seguir, é descrito o Sistema Informatizado de Eleições brasileiro, como ocorre cada etapa, ou seja, é descrito o protocolo. Com base nos requisitos listados, é realizada uma análise em cada etapa do protocolo especificado (SIE), com o objetivo de obter possíveis vulnerabilidades. Após a análise, são propostas algumas sugestões para melhorar a segurança e resolver possíveis problemas encontrados.

Uma vez encontrada uma solução para uma possível vulnerabilidade, o sistema acaba mudando (protocolo) e deve ser novamente analisado para ver se a inclusão da solução proposta não inseriu outros problemas ou modificou o que existe.

O ideal seria descrever formalmente o protocolo, usando uma linguagem de especificação de protocolos e uma ferramenta de análise. Mas, neste trabalho a análise será mais ampla, ficando a especificação formal para um possível trabalho futuro.

1.5 Organização do Texto

O texto está dividido em capítulos e organizado da seguinte forma:

No capítulo 2 são apresentadas algumas definições importantes relacionadas à votação, às etapas de uma eleição e aos requisitos de segurança e implementação desejáveis a um sistema de votação confiável.

No capítulo 3 é apresentado um pouco da história da Justiça Eleitoral brasileira e o atual Código Eleitoral brasileiro, com ênfase no que se refere ao “Sistema Eletrônico de Votação e da Totalização dos Votos” e “Fiscalização das Eleições” da Lei das Eleições.

No capítulo 4 é apresentado o histórico com as ações de informatização do processo eleitoral brasileiro, uma visão geral do processo eleitoral e da votação na seção eleitoral, as etapas da eleição brasileira e é descrito o Sistema Informatizado de eleições do Brasil.

No capítulo 5 são descritas algumas suspeitas de fraudes em eleições. São apresentados os casos: Araçoiaba da Serra - SP, São Domingos - GO, Itaberaba - BA,

Diadema - SP, Camaçari - BA e Santo Estevão - BA.

No capítulo 6 são sistematizadas as diversas correntes de opiniões de alguns críticos sobre a urna eletrônica, trazendo algumas opiniões, propostas de mudanças, o resultado da avaliação do Sistema Informatizado de Eleições pela UNICAMP, a Lei do Voto Impresso, o relatório do TSE das eleições de 2002 e novos projetos de Lei que visam substituir o voto impresso e melhorar a identificação do eleitor.

No capítulo 7 é apresentado um estudo ergonômico da urna eletrônica utilizada nas eleições de 1996, juntamente com uma verificação da aplicação das sugestões de melhoria do estudo no modelo da urna de 2002. São apresentadas também algumas sugestões de melhoria sobre o modelo atual da urna eletrônica.

A partir do capítulo 8 são descritas as contribuições deste trabalho, com a análise da segurança e sugestões de melhorias para o processo eleitoral brasileiro. Para isso, são analisados os requisitos de segurança e os requisitos de implementação em cada etapa do processo e são apresentados alguns problemas possíveis no Sistema Eleitoral Brasileiro.

No capítulo 9 são apresentadas algumas sugestões de melhoria para o processo eleitoral brasileiro, baseadas na análise de segurança realizada.

No capítulo 10 são descritos os pontos de confiança que devem ser publicados após cada etapa do processo de votação.

No capítulo 11 são apresentadas as considerações finais do trabalho.

No Anexo A é apresentado um Glossário com alguns termos utilizados na dissertação.

Capítulo 2

Fundamentos de Votação Eletrônica

2.1 Introdução

A votação eletrônica é um modelo computacional que reflete diferentes processos de votação encontrados no mundo físico [DEV 01, p. 4].

Este capítulo apresenta os fundamentos da votação eletrônica, ou seja, são conceituados vários termos importantes para a dissertação, são definidas as etapas de uma eleição e os requisitos de segurança e implementação que um sistema de votação deve atender. Estas definições são necessárias para a posterior avaliação da segurança do Sistema Informatizado de Eleições utilizado no Brasil, segundo a metodologia definida.

A seguir, na seção 2.2 são apresentadas algumas definições importantes relacionadas à votação; na seção 2.3 são descritas as etapas de uma eleição. As seções 2.4 e 2.5 apresentam os requisitos de segurança desejáveis a um sistema de votação confiável e na seção 2.6 são apresentados os requisitos de implementação de um protocolo de votação eletrônica seguro. Finalmente, a seção 2.7 apresenta a conclusão deste capítulo.

2.2 Definições

A seguir serão apresentadas algumas definições importantes para este trabalho, tais como: Cédula, Eleição, Enquete, Pesquisa de Opinião, Tomada de Decisão,

Votação, Voto, Votante, Canal de Comunicação, Sistema de Votação e Recibo de Votação.

2.2.1 Cédula

Segundo o dicionário [FER 99], cédula é:

“ 1. Documento escrito; apontamento. 2. Confissão de dívida, escrita mas não legalizada. 3. Papel representativo de moeda de curso legal; nota. 4. Bras. Papel com o nome de candidato a cargo eletivo, e próprio para votação. 5. Chapa eleitoral; voto. 6. Bras. SP Cédula de identidade. ”

Desta forma, cédula é o documento onde constam as opções de voto (nomes e/ou números de candidatos) e o eleitor utiliza para fazer sua opção.

2.2.2 Eleição

De acordo com o dicionário [FER 99], eleição é:

“ 1. Ato de eleger; escolha, opção. 2. Preferência, predileção. 3. Restr. Escolha, por meio de sufrágios ou votos, de pessoa para ocupar um cargo ou desempenhar certas funções; pleito; pleito eleitoral. ”

Assim, eleição é a escolha ou opção, por meio de votos, de determinada pessoa para desempenhar certas funções ou ocupar um cargo.

2.2.3 Enquete

Segundo o dicionário [FER 99], enquete é:

“1. Pesquisa ou investigação metódica, baseada em testemunhos, opiniões, sobre determinado assunto, organizada pelos meios de comunicação. ”

Logo, enquete é uma pesquisa baseada em opiniões sobre determinado assunto.

2.2.4 Pesquisa de Opinião

De acordo com o dicionário [FER 99], pesquisa de opinião é:

“ 1. Levantamento de dados sobre as opiniões do público, ou de certo grupo, acerca de determinado assunto. ”

2.2.5 Tomada de decisão

De acordo com Devegili [DEV 01, p. 9]:

“Define-se tomada de decisão como a manifestação de opiniões sobre um determinado assunto por uma comunidade específica de indivíduos, e o conseqüente estabelecimento de uma decisão com base nestas opiniões. Em muitos casos a opinião é expressa como um “sim” ou “não” referente a uma pergunta, mas não se restringe a esta situação”.

Uma tomada de decisão pode ser finalizada em um determinado prazo, ou quando um número limite de indivíduos efetuou seu voto. É feita então a contagem dos votos para identificar qual a decisão que deverá ser escolhida. Nem todas as tomadas de decisão exigem anonimato; em alguns casos, pode-se até exigir que o voto seja conhecido pela comunidade envolvida [DEV 01, p. 10], ou seja, o voto pode ser fechado ou aberto.

2.2.6 Votação

Segundo o dicionário [FER 99], votação é:

“ 1. Ato ou efeito de votar. 2. O conjunto dos votos de uma assembléia eleitoral.”

De acordo com Samarone [ARA 02, p. 10]:

“O conceito de votação é amplo e vai muito além das conhecidas eleições. Ele também aplica-se a enquetes, tomadas de decisão, pesquisa de opinião, enfim, o conceito de votação aplica-se a tudo que envolva a reunião de pessoas para a escolha ou opção por alguma coisa”.

A votação pode ser realizada de forma direta ou indireta, como descrito a seguir.

Votação Direta: Tipo de votação onde os votantes expressam suas opiniões diretamente, através do voto, sobre quaisquer assuntos.

Votação Indireta: Tipo de votação onde os votantes escolhem representantes e estes votam sobre assuntos de interesse dos votantes.

A figura 2.1 ilustra a votação direta (a) e a votação indireta (b).

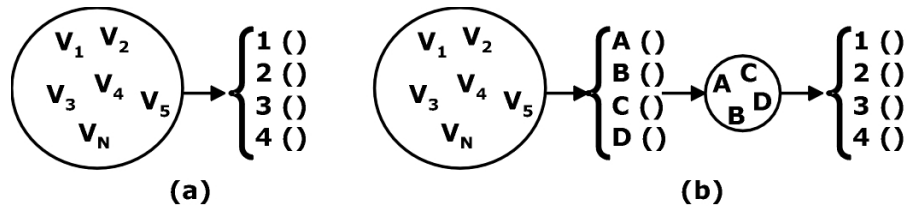


Figura 2.1: Na votação direta (a), cada votante - $v_{i(i=1,n)}$, escolhe as opções diretamente. Na votação indireta (b), cada votante - $v_{i(i=1,n)}$, escolhe representantes e estes - A,B,C,D - realizam votação direta para optar por algo.

Votação Tradicional: Votação que utiliza urnas convencionais e cédulas em papel. A cédula é depositada na urna e a apuração é feita manualmente. Depois é feita a totalização dos votos de todas as urnas. Caso alguém discorde do resultado, pode pedir uma recontagem dos votos.

Votação Digital ou Eletrônica: Votação Digital ou Eletrônica é uma aplicação distribuída constituída por um conjunto de protocolos e mecanismos criptográficos que juntos permitem que uma votação aconteça em ambiente de computação distribuída, de maneira segura.

2.2.7 Voto

De acordo com o dicionário [FER 99], voto é:

“1. Ação de votar; votação. 2. Promessa solene com que nos obrigamos para com Deus. 3. Promessa solene; juramento. 4. Promessa feita pelos religiosos membros de ordens e congregações religiosas. 5. Oferenda em paga de promessa. 6. Súplica à divindade. 7. Desejo íntimo, ardente. 8. Maneira de expressar a vontade ou opinião num ato eleitoral ou numa assembléia. 9. Sufrágio, votação. 10. Lista que se vota numa eleição; cédula.”

Assim, voto é a maneira de expressar a vontade ou opinião.

2.2.8 Votante

Segundo o dicionário [FER 99], votante é:

“1. Que ou quem vota.”

Logo, votante é o indivíduo que expressa sua vontade ou opinião. É o ator que efetua o voto.

2.2.9 Sistema de Votação

O sistema de votação consiste no conjunto de programas de computadores que oferecem a estrutura necessária para a realização de uma votação.

A figura 2.2 ilustra o conjunto de atores participantes de uma votação.



Figura 2.2: Atores participantes de uma votação eletrônica: o votante (V), o canal de comunicação e o sistema de votação

2.2.10 Canal de Comunicação

O canal de comunicação é formado pela rede de comunicação onde são trocadas as mensagens tais como o voto e o recibo de votação, entre o votante e o sistema de votação. Este canal de comunicação existe no caso de votação em rede ou na Internet.

2.2.11 Recibo de Votação

Recibo de votação é um documento que permite ao votante provar que votou em uma determinada votação. Um recibo de votação também poderia ser utilizado

para verificar se um voto foi apurado de forma correta. Dessa forma, o votante, cujo voto não foi apurado, poderia reclamar sua contagem sem contudo revelar o próprio voto [ARA 02, p. 17]. A dificuldade está em fazer esta verificação sem quebrar o sigilo do voto.

2.3 Etapas de uma Eleição

Como visto anteriormente, eleição é a escolha ou opção, por meio de votos, de determinada pessoa para desempenhar certas funções ou ocupar um cargo. É através das eleições que a população elege seus representantes.

Este processo de votação é de grande importância, por esse motivo deve-se levar em consideração a segurança, flexibilidade e rapidez do processo [DEV 01, p. 4].

As eleições são constituídas das seguintes etapas: alistamento de eleitores, configuração, votação, apuração e divulgação dos resultados. Estas etapas serão apresentadas a seguir.

2.3.1 Alistamento

Para que o votante possa exercer o seu direito ao voto, é necessário obter uma identidade de eleitor, que chamaremos de título de eleitor. Essa obtenção do título é chamada de alistamento e o título eleitoral é uma autorização para o eleitor votar.

2.3.2 Configuração

A etapa de Configuração da eleição é responsável pela preparação do ambiente necessário à execução da eleição.

2.3.3 Votação

A votação ocorre da seguinte forma:

1. O eleitor se identifica com sua identidade de eleitor;
2. O eleitor é habilitado a votar;
3. O eleitor vota;
4. O eleitor recebe o comprovante de votação.

2.3.4 Apuração e Divulgação dos Resultados

Após a finalização da votação é feita a apuração e a totalização dos resultados, com o auxílio da Junta Apuradora, que resolverá questões pós-eleição.

Após e durante a totalização dos resultados, estes são divulgados por algum meio (mural, televisão, rádio, internet).

A figura 2.3 ilustra as etapas de uma eleição na linha do tempo.

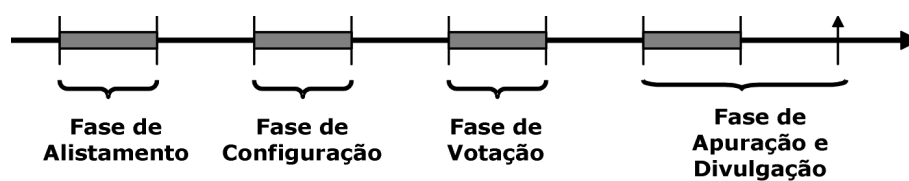


Figura 2.3: Etapas de uma eleição

A seguir, na tabela 2.1 é apresentada uma comparação entre um possível sistema de votação eletrônica e um possível sistema de votação tradicional, sendo que estes podem ser um pouco diferentes do apresentado em alguma etapa. Por exemplo, na votação eletrônica a etapa de alistamento pode ser como na votação tradicional, na votação tradicional a etapa de apuração pode ser com o auxílio de um leitor do voto, sendo a totalização automática.

2.4 Requisitos Gerais de Segurança

Primeiramente, de uma forma mais genérica, para que um sistema possa garantir a segurança, deve prover os serviços de **Confidencialidade, Integridade, Au-**

Tabela 2.1: Comparação entre Votação Eletrônica e Tradicional

Etapa	Votação Eletrônica	Votação Tradicional
alistamento	A identidade digital (em meio digital, por exemplo, smartcard ou certificado digital) é o título de eleitor.	O eleitor vai pessoalmente a um Cartório Eleitoral, preenche um formulário. O Cartório cadastra o eleitor e emite o título de eleitor.
Configuração	Desenvolvimento dos sistemas e máquinas a utilizar, sistema de totalização.	Preparação das cédulas em papel, urnas convencionais, sistema para totalização.
Votação	O voto é registrado em uma máquina (ex. UE) ou em um computador.	O voto é registrado em uma cédula em papel e depositado na urna.
Apuração	A própria máquina que recebe os votos faz a apuração.	Apuração manual.
Totalização	Um sistema totaliza os votos de cada máquina.	Os dados de cada urna são digitados em um sistema para a totalização.

tenticação e Não-Repúdio, de acordo com o modelo de segurança de [STA 98]. Estes requisitos serão descritos a seguir:

2.4.1 Confidencialidade ou Sigilo

Segundo o dicionário [FER 99], confidencialidade é:

“1. Dito ou escrito em confidência; secreto. 2. Comunicação ou ordem sob sigilo.”

Para assegurar a confidencialidade, deve haver a garantia de que somente as pessoas ou organizações envolvidas na comunicação possam ler e utilizar as informações transmitidas de forma eletrônica pela rede.

2.4.2 Integridade

De acordo com o dicionário [FER 99], integridade é:

“ 1. Qualidade de íntegro; inteireza. 2. Retidão, imparcialidade. 3. Inocência, pureza, castidade.”

Para assegurar a integridade, deve haver a garantia de que o conteúdo de uma mensagem ou resultado de uma consulta não será alterado durante seu tráfego.

2.4.3 Autenticação

Segundo o dicionário [FER 99], autenticação é:

“ 1. Tornar autêntico; reconhecer como verdadeiro. 2. Autorizar ou certificar segundo as fórmulas legais; legalizar.”

Na autenticação deve-se garantir a identificação das pessoas ou organizações envolvidas na comunicação.

2.4.4 Não-Repúdio

De acordo com o dicionário [FER 99], repudiar é:

*“ 1. Não aceitar (coisa oferecida); rejeitar. 2. Não se prestar, **opor-se**, **a**; **negar-se a**. 3. Não aceitar; não admitir. 4. Não permitir; não conceder; negar. 5. Declarar-se incompetente. 6. Não obedecer; desobedecer.”*

Para assegurar o não-repúdio, deve-se ter a garantia de que o emissor de uma mensagem, ou a pessoa que executou determinada transação de forma eletrônica, não poderá, posteriormente, negar sua autoria.

2.5 Requisitos de Segurança em um Sistema de Votação Eletrônica

Um sistema de votação eletrônica deve atender a alguns requisitos específicos de segurança e de implementação para que sejam garantidas a transparência e a honestidade no processo de votação.

Os requisitos de segurança, de acordo com Cranor [CRA 97], Riera [RIE 99] e Samarone [ARA 02, p. 31] foram classificados em quatro grupos: **Exatidão, Unicidade, Privacidade e Verificabilidade** e serão descritos abaixo. Estes requisitos podem tornar-se críticos, pois se um deles sofrer alteração, a votação pode ser comprometida ou questionada.

2.5.1 Exatidão

Segundo o dicionário [FER 99], exatidão é:

*“1. **Qualidade de exato.** 2. **Observância ou cumprimento rigoroso.** 3. **Precisão, rigor.** 4. **Perfeição, esmero.**”*

Um sistema de votação eletrônica atende este requisito se:

- A cédula não puder ser alterada, ou seja, ninguém puder alterar uma cédula sem ser descoberto;
- Toda cédula válida for contada na apuração;
- Nenhuma cédula inválida for contada na apuração, e ninguém puder duplicar um voto.

2.5.2 Unicidade

De acordo com o dicionário [FER 99], unicidade é:

*“1. **Qualidade ou estado de único.**”*

Desta forma, um sistema de votação atende a este requisito se:

- Apenas votantes autorizados participarem da votação;
- Cada votante efetuar somente um voto.

2.5.3 Privacidade

Segundo o dicionário [FER 99], privacidade é:

*“1. **Vida privada; vida íntima; intimidade.**”*

Um sistema de votação eletrônica possui privacidade se:

- Não for possível associar a cédula ao eleitor que a depositou (**anonimato**);
- Nenhum votante puder provar qual foi seu voto (**não-coação**¹);
- Todos os votos permanecerem em segredo até o fim da votação (**imparcialidade**).

¹coação é quando o eleitor é forçado a votar em determinado candidato.

2.5.4 Verificabilidade

De acordo com o dicionário [FER 99], verificabilidade é:

*“1. Provar a verdade de; 2. Investigar a verdade de; 3. **Comprovar a exatidão de; confirmar, corroborar;** 4. Realizar-se, efetuar-se, cumprir-se.”*

Um sistema de votação é verificável, se permitir a recontagem dos votos. A verificabilidade pode ser de duas formas:

- **Universal:** Qualquer entidade pode, independentemente, verificar se todas as cédulas foram contadas corretamente, todos podem saber quem votou e quem não votou. Temos aqui a questão da privacidade, mas de qualquer forma se esta for questionada, prevalece o interesse público.
- **Individual:** Cada votante pode verificar se a sua cédula depositada foi contada corretamente.

2.6 Requisitos de Implementação

Além dos requisitos de segurança, temos os requisitos de implementação que devem ser levados em consideração para a implementação de um protocolo de votação eletrônica seguro. De acordo com Cranor [CRA 97] e Riera [RIE 99], os requisitos de implementação são: **Conveniência, Flexibilidade, Mobilidade e Escalabilidade** e [KAR 99] acrescenta o requisito **Eficiência**. Estes requisitos serão descritos a seguir.

2.6.1 Conveniência

A conveniência implica na emissão dos votos a serem efetuados de forma rápida e em uma única sessão, com equipamento mínimo e sem a necessidade de habilidades especiais. Isso quer dizer que, para o votante, o ato de votar deve ser o mais simples possível.

2.6.2 Flexibilidade

A flexibilidade diz respeito a um sistema de votação que permita diversos tipos de opções, incluindo perguntas abertas, ou seja, não somente perguntas do tipo “sim” ou “não”. Flexibilidade no tipo de pleito, número e nome de candidatos.

2.6.3 Mobilidade

A mobilidade faz referência ao local de votação. Uma implementação que possua esta característica deve permitir ao votante emitir seu voto sem restrições de localização.

2.6.4 Escalabilidade

Quanto à escalabilidade, uma implementação deve permitir que um número indefinido de votantes participe de uma votação, sem interferir drasticamente no desempenho.

2.6.5 Eficiência

Segundo o dicionário [FER 99] Eficiência é:

*“1. Ação, força, virtude de produzir um efeito; **eficácia**. 2. Medida da significação da estimativa dum parâmetro, obtida com base em uma amostra, e que é igual ao quociente de variância da estimativa pela variância de um estimador de eficiência máxima.”*

Segundo Karro [KAR 99], um outro fator importante é a eficiência. A votação deve ser conduzida em tempo aceitável, isto é, toda a computação deve ser realizada em tempo aceitável e os votantes não devem ser solicitados a esperar que outros votantes completem o processo.

2.7 Conclusão

Neste capítulo foram apresentados alguns fundamentos e definições de uma votação eletrônica. Tais definições são necessárias para um melhor entendimento do assunto. Foram descritas as etapas do processo de votação, assim como os requisitos de segurança e de implementação que devem ser atendidos para que o processo seja seguro e confiável.

Capítulo 3

Justiça Eleitoral no Brasil

3.1 Introdução

Visto que neste trabalho será analisada a segurança do Sistema Eleitoral Brasileiro, é necessário o conhecimento das leis relacionadas a este sistema. Neste capítulo é apresentado o atual Código Eleitoral brasileiro, com destaque para o “Sistema Eletrônico de Votação e da Totalização dos Votos” e “Fiscalização das Eleições” que fazem parte da Lei das Eleições e são mais importantes para o contexto. Como curiosidade também é apresentado um histórico da Justiça Eleitoral brasileira.

Neste capítulo será mostrado na seção 3.2 um pouco da história da Justiça Eleitoral brasileira, desde o Brasil Colônia, Império e República, à primeira e segunda fases da Justiça Eleitoral. Posteriormente, na seção 3.3, será apresentado o atual Código Eleitoral brasileiro, com ênfase no que se refere ao “Sistema Eletrônico de Votação e da Totalização dos Votos” e “Fiscalização das Eleições”, da Lei das Eleições. Na seção 3.4 é apresentada a conclusão deste capítulo.

3.2 Histórico da Justiça Eleitoral

O Brasil tem merecido da comunidade internacional o reconhecimento pelo esforço em transformar as eleições em um processo transparente e que expressa a

vontade do eleitor. Para contar a história da evolução do sistema eleitoral, o Tribunal Superior Eleitoral, por meio da Secretaria de Documentação e Informação, montou a exposição “Eleições 500 anos”, que apresenta momentos de nossa história [TSE 02a], descritos a seguir.

3.2.1 Colônia(1500 a 1822)

Segundo o TSE [TSE 02a]:

“Contar a história das eleições no Brasil é falar da construção da cidadania, da cristalização da democracia brasileira. É realizar uma viagem no tempo, retroagir até 1532, quando se elegeu o Conselho Municipal de São Vicente. Essa e todas as eleições para os governos obedeceram, até 1828, as determinações do rei, adotadas em todas as regiões sob domínio português.

As primeiras eleições gerais no Brasil, destinadas a eleger os deputados às cortes de Lisboa, ocorreram em quatro graus: os cidadãos de cada freguesia nomeavam os compromissários, que escolhiam os eleitores da paróquia. Estes designavam os eleitores da comarca, que, finalmente, elegiam os deputados. As formalidades eram tantas que essas eleições duravam vários meses e algumas províncias sequer conseguiam eleger seus representantes. Esse complexo processo eletivo só evoluiu para eleições diretas em 1881, com a lei Saraiva.”

3.2.2 Império(1822 a 1889)

De acordo com o TSE [TSE 02a]:

“A Independência do Brasil obrigou o país a aperfeiçoar sua legislação eleitoral, que passou a ser influenciada pelo modelo francês.

Durante o Império, as eleições eram controladas pelo imperador, por meio da Secretaria do Estado dos Negócios do Brasil, dos presidentes das províncias e da oligarquia rural. Para garantir maioria no governo, as alterações na legislação eram feitas às vésperas das eleições. Todo o processo eleitoral tinha vícios e propiciava um sem-número de fraudes.”

3.2.3 República(a partir de 1889)

Segundo o TSE [TSE 02a]:

“Com a proclamação da República, o modelo passou a ser o norte-americano. Na República Velha, prevaleceu a “política dos governadores”, em que o presidente da República apoiava os candidatos indicados pelos governadores e estes davam suporte ao indicado pelo presidente nas eleições presidenciais. Esse sistema dependia da ação dos coronéis, que controlavam o eleitorado regional, faziam a propaganda dos candidatos oficiais e fiscalizavam o voto não secreto dos eleitores e a apuração. O resultado, quase sempre previsível, ainda poderia ser alterado pela Comissão de Verificação de Poderes do Congresso, que costumava excluir alguns dos eleitos. Eram as chamadas “degolas”.

O embrião da Justiça Eleitoral é identificado por muitos por ocasião da entrega do alistamento do eleitorado ao Judiciário (1916).”

3.2.4 Primeira Fase da Justiça Eleitoral

De acordo com o TSE [TSE 02a]:

“A normatização e moralização do processo eleitoral só aconteceu em 1932, quando Getúlio Vargas criou o Tribunal Superior de Justiça Eleitoral, órgão responsável por todos os trabalhos eleitorais. Surge o primeiro Código Eleitoral, com novidades como o voto secreto, o voto feminino e a previsão do uso da máquina de votar.

Pela primeira vez, a legislação fez referência a partidos políticos, mas, ainda assim, permitiram-se candidaturas avulsas. Em 1935, mudanças no Código não alteraram as conquistas de então, mas, em 1937, com o Estado Novo, Vargas extingue a Justiça Eleitoral.”

3.2.5 Segunda Fase da Justiça Eleitoral

Ainda segundo o TSE [TSE 02a]:

“Em 1945, na esteira da redemocratização, Vargas restabeleceu a Justiça Eleitoral por intermédio de decreto-lei que trouxe como inovação a exclusividade dos partidos políticos na apresentação dos candidatos. Vigorou, com poucas alterações, até o advento do Código Eleitoral de 1950.

Em 1965, instituiu-se novo Código Eleitoral, que, com algumas alterações, está atualmente em vigor.”

Em 1982, a realização de eleições diretas para governadores, senadores, deputados federais e estaduais, prefeitos e vereadores marca o início de um novo período

político.

A Constituição promulgada em 1988, além de restabelecer eleições diretas para Presidente da República, apresentou inovações no sistema eleitoral, como a instituição de dois turnos de votação para os cargos de Presidente da República, governador e prefeito nos municípios com eleitorado superior a 200 mil, além do voto facultativo para os analfabetos e maiores de dezesseis anos.

Apesar dos períodos de suspensão ou redução das liberdades democráticas, a história do processo eleitoral no Brasil registra significativos avanços. Assim, instituiu-se a cédula única, a folha de votação ¹, admitiu-se o acesso de candidatos ao rádio e televisão, realizou-se o recadastramento geral dos eleitores com a unificação dos cadastros, ampliou-se a participação da população no processo eleitoral e introduziu-se o uso da informática como ferramenta de apoio às atividades eleitorais [CAM 97].

3.3 Código Eleitoral

A edição do Código Eleitoral foi organizada pelo Tribunal Superior Eleitoral, correspondendo à Lei nº 4.737/65 [lei a] e seus modificadores, principalmente a Lei nº 9.504/97 [lei b], que constitui norma especial para as eleições. No Código Eleitoral e Legislação Complementar encontra-se:

- Lei de Inelegibilidade;
- Lei dos Partidos Políticos;
- **Lei das Eleições;**
- Leis Correlatas;
- Súmulas do TSE.

A seguir será descrita a Lei das Eleições [lei b].

¹“Listagem fornecida pelo TSE, que contém informações dos eleitores que votam em uma determinada seção. Esta listagem é usada para confirmação do nome do eleitor na seção e possui uma parte destacável que é entregue ao eleitor como comprovante de comparecimento à votação.” [CAM 97, p. 108].

3.3.1 Lei das Eleições

A Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997 [lei b] estabelece normas para as eleições brasileiras. Nesta Lei são tratados:

- Disposições Gerais (arts. 1º ao 5º)
- Das Coligações (art. 6º)
- Das Convenções para a Escolha de Candidatos (arts. 7º ao 9º)
- Do Registro de Candidatos (arts. 10 ao 16)
- Da Arrecadação e da Aplicação de Recursos nas Campanhas Eleitorais (arts. 17 ao 27)
- Da Prestação de Contas (arts. 28 ao 32)
- Das Pesquisas e Testes Pré-Eleitorais (arts. 33 ao 35)
- Da Propaganda Eleitoral em Geral (arts. 36 ao 41-A)
- Da Propaganda Eleitoral mediante Outdoors (art. 42)
- Da Propaganda Eleitoral na Imprensa (art. 43)
- Da Propaganda Eleitoral no Rádio e na Televisão (arts. 44 ao 57)
- Do Direito de Resposta (art. 58)
- **Do Sistema Eletrônico de Votação e da Totalização dos Votos** (arts. 59 ao 62)
- Das Mesas Receptoras (arts. 63 ao 64)
- **Da Fiscalização das Eleições** (arts. 65 ao 72)
- Das Condutas Vedadas aos Agentes Públicos em Campanhas Eleitorais (arts. 73 ao 78)
- Disposições Transitórias (arts. 79 ao 89)

- Disposições Finais (arts. 90 ao 107)

A seguir será transcrita a seção “Do Sistema Eletrônico de Votação e da Totalização dos Votos” (arts. 59 ao 62) e alguns artigos “Da Fiscalização das Eleições”.

Do Sistema Eletrônico de Votação e da Totalização dos Votos (arts. 59 ao 62)

Segundo a Lei 9.504 [lei b]:

“Art. 59. A votação e a totalização dos votos serão feitas por sistema eletrônico, podendo o Tribunal Superior Eleitoral autorizar, em caráter excepcional, a aplicação das regras fixadas nos arts. 83 a 89.

§1º A votação eletrônica será feita no número do candidato ou da legenda partidária, devendo o nome e fotografia do candidato e o nome do partido ou a legenda partidária aparecer no painel da urna eletrônica, com a expressão designadora do cargo disputado no masculino ou feminino, conforme o caso.

§2º Na votação para as eleições proporcionais, serão computados para a legenda partidária, os votos em que não seja possível a identificação do candidato, desde que o número identificador do partido seja digitado de forma correta.

§3º A urna eletrônica exibirá para o eleitor, primeiramente, os painéis referentes às eleições proporcionais e, em seguida, os referentes às eleições majoritárias.

§4º A urna eletrônica disporá de mecanismo que permita a impressão do voto, sua conferência visual e depósito automático, sem contato manual, em local previamente lacrado, após conferência pelo eleitor.

§5º Se, ao conferir o voto impresso, o eleitor não concordar com os dados nele registrados, poderá cancelá-lo e repetir a votação pelo sistema eletrônico. Caso reiterar a discordância entre os dados da tela da urna eletrônica e o voto impresso, seu voto será colhido em separado e apurado na forma que for regulamentada pelo Tribunal Superior Eleitoral, observado, no que couber, o disposto no art. 82 desta Lei.

§6º Na véspera do dia da votação, o juiz eleitoral, em audiência pública, sorteará três por cento das urnas de cada zona eleitoral, respeitado o limite mínimo de três urnas por Município, que deverão ter seus votos impressos contados e conferidos com os resultados apresentados pelo respectivo boletim de urna ².

²“Documento emitido em cada seção após a conclusão da votação, com as seguintes informações: total de votos por partido, total de votos por candidato, total de votos em branco, total de comparecimento em voto e total de votos nulo, identificação da seção e zona eleitoral, hora do encerramento da eleição, código interno da urna eletrônica e sequência de caracteres para validação do boletim” [CAM 97, p. 108].

§7º *A diferença entre o resultado apresentado no boletim de urna e o da contagem dos votos impressos será resolvida pelo juiz eleitoral, que também decidirá sobre a conferência de outras urnas.*

§8º *O Tribunal Superior Eleitoral colocará à disposição dos eleitores urnas eletrônicas destinadas a treinamento.*”

Os parágrafos 4º ao 8º foram acrescentados pelo art. 1º da Lei nº 10.408, de 10/01/2002. Esta Lei terá a implantação progressiva, valerá para as eleições de 2004.

“Art. 60. No sistema eletrônico de votação considerar-se-á voto de legenda quando o eleitor assinalar o número do partido no momento de votar para determinado cargo e somente para este será computado.

Art. 61. A urna eletrônica contabilizará cada voto, assegurando-lhe o sigilo e inviolabilidade, garantida aos partidos políticos, coligações e candidatos ampla fiscalização.

Art. 61A. Os Tribunais Eleitorais somente proclamarão o resultado das eleições depois de procedida a conferência a que se referem os §6º e §7º do art. 59.”

Artigo acrescentado pelo art. 2º da Lei nº 10.408, de 10/01/2002. Esta Lei valerá para as eleições de 2004.

“Art. 62. Nas Seções em que for adotada a urna eletrônica, somente poderão votar eleitores cujos nomes estiverem nas respectivas folhas de votação, não se aplicando a ressalva a que se refere o art. 148, §1º, da Lei nº 4.737, de 15 de julho de 1965 – Código Eleitoral. Parágrafo único. O Tribunal Superior Eleitoral disciplinará a hipótese de falha na urna eletrônica que prejudique o regular processo de votação.

Da Fiscalização das Eleições (arts. 65 ao 72)

Segundo a Lei 9.504 [lei b]:

“Art. 66. Os partidos e coligações poderão fiscalizar todas as fases do processo de votação e apuração das eleições e o processamento eletrônico da totalização dos resultados.

§1º Todos os programas de computador de propriedade do Tribunal Superior Eleitoral, desenvolvidos por si ou sob encomenda, utilizados nas urnas eletrônicas para o processo de votação e apuração, serão apresentados para

análise dos partidos e coligações, na forma de programas-fonte e programas-executáveis, inclusive os sistemas aplicativo e de segurança e as bibliotecas especiais, sendo que as chaves eletrônicas privadas e senhas eletrônicas de acesso se manterão no sigilo da Justiça Eleitoral.

§2º A compilação dos programas das urnas eletrônicas, referidos no §1º, será feita em sessão pública, com prévia convocação dos fiscais dos partidos e coligações, após o que serão lacradas cópias dos programas-fonte e dos programas compilados.

§3º No prazo de cinco dias, a contar da sessão referida no §2º, o partido ou coligação poderá apresentar impugnação fundamentada à Justiça Eleitoral.

§4º Havendo necessidade de modificação dos programas, a sessão referida no §3º realizar-se-á, novamente, para este efeito.

§5º A carga ou preparação das urnas eletrônicas será feita em sessão pública, com prévia convocação dos fiscais dos partidos e coligações para a assistirem e procederem aos atos de fiscalização, inclusive para verificarem se os programas carregados nas urnas são idênticos aos que foram lacrados na sessão referida no §2º deste artigo, após o que as urnas serão lacradas.

§6º No dia da eleição, será realizada, por amostragem, auditoria de verificação do funcionamento das urnas eletrônicas, através de votação paralela, na presença dos fiscais dos partidos e coligações, nos moldes fixados em resolução do Tribunal Superior Eleitoral.

§7º Os partidos concorrentes ao pleito poderão constituir sistema próprio de fiscalização, apuração e totalização dos resultados contratando, inclusive, empresas de auditoria de sistemas, que, credenciadas junto à Justiça Eleitoral, receberão, previamente, os programas de computador e os mesmos dados alimentadores do sistema oficial de apuração e totalização.”

Caput e parágrafos com a redação dada pelo art. 3º da Lei nº 10.408, de 10.1.2002.

“Art. 67. Os órgãos encarregados do processamento eletrônico de dados são obrigados a fornecer aos partidos ou coligações, no momento da entrega ao Juiz encarregado, cópias dos dados do processamento parcial de cada dia, contidos em meio magnético.

Art. 72. Constituem crimes, puníveis com reclusão, de cinco a dez anos:

I – obter acesso a sistema de tratamento automático de dados usado pelo serviço eleitoral, a fim de alterar a apuração ou a contagem de votos;

II – desenvolver ou introduzir comando, instrução, ou programa de computador capaz de destruir, apagar, eliminar, alterar, gravar ou transmitir

dado, instrução ou programa ou provocar qualquer outro resultado diverso do esperado em sistema de tratamento automático de dados usados pelo serviço eleitoral;

III – causar, propositadamente, dano físico ao equipamento usado na votação ou na totalização de votos ou a suas partes.”

3.4 Conclusão

A criação da Justiça Eleitoral é resultado da evolução do processo eleitoral brasileiro. Neste capítulo foi apresentado um histórico da Justiça Eleitoral brasileira, o “Sistema Eletrônico de Votação e da Totalização dos Votos” e alguns artigos “Da Fiscalização das Eleições” da Lei das Eleições do Código Eleitoral brasileiro.

Capítulo 4

Sistema Informatizado de Eleições Brasileiro

4.1 Introdução

De acordo com a metodologia descrita em 1.4, inicialmente, devem ser definidos os requisitos de segurança e os requisitos de implementação desejáveis em um sistema de votação eletrônica, estes foram definidos no capítulo 2. A seguir deve ser descrito o Sistema Informatizado de Eleições brasileiro, como ocorre cada etapa, ou seja, deve ser especificado o protocolo. Esta especificação informal será feita neste capítulo.

Será apresentado na seção 4.2 o histórico com as ações de informatização do processo eleitoral brasileiro. Na seção 4.3 é apresentada uma visão geral do processo eleitoral e da votação na seção eleitoral. Na seção 4.4 é mostrado como ocorrem as etapas citadas na seção 2.3 da eleição brasileira. Na seção 4.5 é descrito o Sistema Informatizado de eleições (SIE), descrevendo a urna eletrônica, os sistemas computacionais, a utilização da urna eletrônica, o Fluxo do *Software* e Dados no Sistema Informatizado de Eleições e a segurança do processo. Na seção 4.6 é apresentado o uso de técnicas criptográficas no processo de votação, na seção 4.7 são apresentadas algumas vantagens e desvantagens do uso do SIE e finalmente a seção 4.8 apresenta a conclusão do capítulo.

4.2 Histórico

A partir da primeira iniciativa de automatização do processo eleitoral (apresentação de uma máquina de votar pelo Tribunal Regional Eleitoral de Minas Gerais em 1978), as ações de informatização na Justiça Eleitoral aconteceram de forma organizada no tempo, considerando que a maioria delas surgiu no âmbito dos Tribunais Regionais Eleitorais [CAM 97, p. 43].

Em 1983, houve uma experiência piloto de automação do cadastro no Rio Grande do Sul. Em 1986, ocorreu o Recadastramento Eleitoral, com cadastros estaduais e consolidação nacional, sendo em 1988 desenvolvido o primeiro sistema de cadastro pela Justiça Eleitoral, no Distrito Federal.

Em 1989, em Brusque, SC, houve a primeira eleição eletrônica. Neste mesmo ano, ocorreu a totalização dos resultados das eleições por meios informatizados nos Estados do Acre, Alagoas, Mato Grosso, Paraíba, Piauí, Rondônia e Santa Catarina. Em 1990, também o Estado de Sergipe. Em 1992, a totalização informatizada aconteceu em aproximadamente 1.800 municípios.

Em 1993, aconteceu o Plebiscito Nacional da Forma de Governo, e a totalização da apuração do plebiscito em todos os municípios brasileiros.

Em 1994, a totalização foi completamente informatizada. Nesse ano foram adotadas duas cédulas: Majoritária e Proporcional.

Em 1996, a informatização do voto atinge 33 milhões de eleitores. 57 municípios com mais de 200 mil eleitores e Brusque com aproximadamente 40 mil eleitores, utilizaram-se da urna eletrônica. Em 1998, houve o crescimento da abrangência da informatização do voto, com 75 milhões de eleitores, alcançando todos os municípios com mais de 40.500 eleitores, 537 municípios. A totalidade de eleitores foi alcançada em 2000, 5.527 municípios.

Em 2002, foram realizados testes com impressão do registro de voto em 23.000 seções eleitorais, em 2 estados inteiros, Sergipe e Distrito Federal e 2 municípios em cada estado. O voto eletrônico também foi levado a 35 localidades no exterior (Américas, Europa e Ásia).

4.3 Visão Geral do Processo Eleitoral Brasileiro atual

Na figura 4.1 é mostrada uma visão geral do processo eleitoral brasileiro, em Eleições de amplitude Estadual e Nacional. É possível observar os seguintes passos:

1. É realizada a votação na seção eleitoral ¹ (esse passo será descrito a seguir) utilizando a urna eletrônica;
2. Encerrada a votação, é emitido o boletim de urna, BU, que é o documento com o resultado da votação. O BU contém as seguintes informações: total de votos por partido, total de votos por candidato, total de votos em branco, total de comparecimento em voto e total de votos nulos, identificação da seção e zona eleitoral, hora do encerramento da eleição, código interno da urna eletrônica e seqüência de caracteres para validação do boletim;
3. Logo em seguida, o resultado da seção é divulgado (BU), é retirado o disquete com o resultado da votação e é encaminhado à Junta Eleitoral, juntamente com cópia do BU e demais documentos;
4. Os dados da votação são transmitidos pela Junta Eleitoral através de uma rede de comunicação de dados;
5. TRE recebe os dados e os processa;
6. TSE recebe os dados e os processa;
7. Dados regionais são divulgados (Deputados Federais e Estaduais, Governador, Senador);
8. Divulgação dos resultados nacionais (presidente);
9. Divulgação dos resultados gerais pela Internet.

¹Local onde os eleitores votam.



Figura 4.1: Voto Eletrônico - fonte TSE

A figura 4.2 mostra como é realizada a votação na seção eleitoral. Ocorrem os passos:

1. O eleitor traz seu título de eleitor ou carteira de identidade, identifica-se ao mesário, assina a folha de votação e é habilitado pelo mesário a votar;
2. O eleitor dirige-se à cabina de votação ² e realiza o seu voto. É recomendado que o eleitor leve uma “cola” (números dos candidatos anotados num papel) para facilitar a memorização dos números dos candidatos.
3. O eleitor retorna ao mesário e recebe seu título e o comprovante de votação.

Os mesários são dispostos, na seção eleitoral, de forma a terem uma visão de todo o local de votação, evitando, por exemplo, a coação (que o eleitor seja

²Local onde é colocada a urna eletrônica, tem a finalidade de não permitir que o voto seja visto pelos mesários ou outros eleitores, garantindo o sigilo do voto.



Figura 4.2: Seção Eleitoral

forçado a votar em determinado candidato) e outras irregularidades, como a votação pelos mesários.

A figura 4.3 ilustra os mesários em uma seção eleitoral. Estes têm as seguintes atribuições, segundo o TRE/SC [TRE 02b]:

- “ 1 - **Presidente:** É a figura principal da mesa, responsável pela condução dos trabalhos;
- 2 - **Primeiro Secretário:** Dita o número do título do eleitor ao Presidente e registra em ata as ocorrências;
- 3 e 4 - **Primeiro e Segundo Mesário:** Identificam o eleitor nos cadernos de votação;
- 5 - **Segundo Secretário:** Controla a entrada e saída dos eleitores na seção;

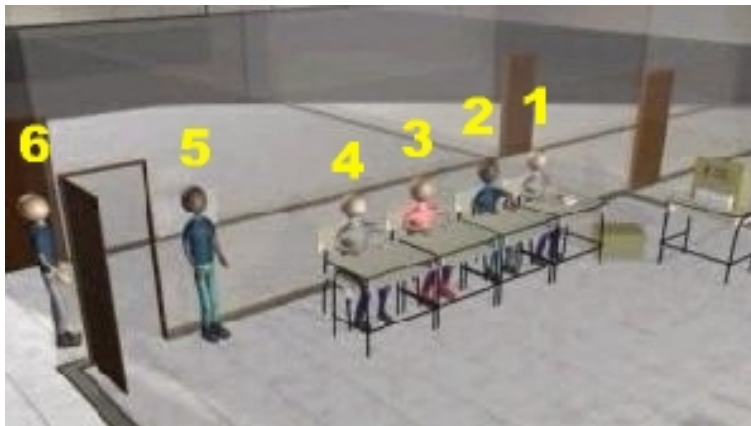


Figura 4.3: Mesários na seção eleitoral - fonte TRE/SC

- 6 - *Suplente*: *Orienta para que o eleitor tenha o “lembrete” e organiza a fila.*”

A seguir são apresentadas as atribuições de cada mesário, com mais detalhes, segundo o TRE/SC [TRE 02b]:

- “*Presidente (1)*
 - *Observa se a urna eletrônica e os cadernos de folha de votação correspondem à zona eleitoral e à seção;*
 - *Confere a data e o horário registrados na urna;*
 - *Verifica as credenciais dos fiscais e delegados de partido ou coligação e a condição de candidato registrado;*
 - *Adota os procedimentos para a emissão da zerésima, que é o documento que indica que não existe voto registrado para qualquer candidato;*
 - *Dá início à votação;*
 - *Digita o número do título do eleitor no microterminal* ³
 - *Autoriza os eleitores a votar;*
 - *Mantém a ordem com o auxílio da força pública, quando se fizer necessário;*
 - *Comunica imediatamente as ocorrências que caibam ao juiz eleitoral decidir;*

³“Terminal de comando utilizado pelo presidente da mesa para comandar o andamento da eleição, utilizando-o para habilitar a votação após a digitação do número do título de eleitor e validação do mesmo pelo *software* do equipamento. Adicionalmente, o presidente da mesa utiliza o microterminal para outras operações como abertura e encerramento da votação na seção, comandando a impressão dos documentos previstos nesta fase” [CAM 97, p. 108].

- *Recebe as impugnações;*
 - *Encerra a votação e emite cinco vias do boletim de urna e uma do boletim de justificativa eleitoral, documento com as informações relativas às justificativas eleitorais realizadas na seção;*
 - *Providencia a entrega à junta eleitoral do disquete, da zerésima, de três cópias do boletim de urna, de uma cópia do boletim de justificativa eleitoral, da ata da eleição, dos requerimentos de justificativa eleitoral e do caderno de folhas de votação.*
- *Primeiro Mesário (3)*
 - *Substitui o presidente quando necessário;*
 - *Localiza o nome do eleitor no caderno de folhas de votação;*
 - *Colhe a assinatura do eleitor ou a impressão digital dos analfabetos na folha de votação respectiva;*
 - *Destaca o comprovante de comparecimento do eleitor e o entrega com o documento de identificação ao primeiro secretário;*
 - *Verifica o correto preenchimento do requerimento de justificativa eleitoral.*
- *Segundo Mesário (4):*
 - *Substitui o presidente e o primeiro mesário;*
 - *Anota a ausência do eleitor na respectiva folha de votação e registra, no lugar da assinatura ou impressão digital do polegar direito, a observação “não compareceu” ou “NC”.*
- *Primeiro Secretário (2)*
 - *Devolve aos mesários os documentos apresentados pelo eleitor;*
 - *Recebe dos mesários os requerimentos de justificativa eleitoral e informa ao presidente o número do título eleitoral para digitação;*
 - *Registra o “recebido” no comprovante do eleitor e o devolve em seguida;*
 - *Preenche a ata da eleição.*
- *Segundo Secretário (5)*
 - *Controla o movimento dos eleitores na seção.*
- *Suplente (6)*
 - *Confere se o eleitor pertence à seção;*

- *Verifica se o formulário de justificativa está preenchido;*
- *Por solicitação do segundo secretário, distribui, às cinco horas da tarde, as senhas aos eleitores presentes.”*

4.4 Etapas da Eleição Brasileira

A seguir serão descritas como acontecem as etapas (alistamento de eleitores, configuração, votação e apuração e divulgação dos resultados) das eleições brasileiras.

4.4.1 Alistamento de Eleitores

De acordo com a constituição da República Federativa do Brasil o alistamento eleitoral e o voto são:

- Obrigatório para os maiores de dezoito anos;
- Facultativo para:
 - Os analfabetos;
 - Os maiores de setenta anos;
 - Os maiores de dezesseis e menores de dezoito anos;
- Não podem alistar-se como eleitores os estrangeiros e, durante o período de serviço militar obrigatório, os conscritos.

A obtenção do título de eleitor é realizada através das Zonas Eleitorais. Para a emissão do título de eleitor é necessária identificação com algum documento reconhecido pelo governo brasileiro como prova de identidade, como carteira de identidade, certificado de quitação militar ou certidão emitida pelo registro civil [DEV 01, p. 6].

Em 1983, o Tribunal Regional Eleitoral do Rio Grande do Sul desenvolveu um projeto piloto para informatização do cadastro de eleitores do Estado. Essa

experiência isolada, aliada à disponibilidade e já ampla utilização de recursos computacionais à época, fez com que o Tribunal Superior Eleitoral atentasse para a necessidade de informatizar o cadastro de eleitores de todo o país, por meio de amplo recadastramento [CAM 97, p. 42].

Em 1985, o TSE programou o recadastramento geral do eleitorado para o ano de 1986, introduzindo como novidade a criação do número único nacional (seqüencial em todo o país) e a substituição dos títulos de eleitor. O novo título mantinha praticamente todas as informações do anterior, **eliminando porém a fotografia do eleitor**.

A informatização do cadastro facilitou as ações para a automação das etapas seguintes, totalização e divulgação dos resultados, até a introdução do voto informatizado em 1996.

Informações do atual título de eleitor:

- Nome do eleitor;
- Data de nascimento;
- Número de inscrição;
- Zona Eleitoral;
- Seção Eleitoral;
- Município, Estado;
- Data de Emissão;
- Juiz Eleitoral (Nome e assinatura);
- Assinatura ou impressão digital do eleitor.

4.4.2 Configuração da Eleição

As atividades preparatórias às eleições são realizadas em três níveis, Tribunal Superior Eleitoral (TSE), Tribunal Regional Eleitoral (TRE) e Zonas Eleitorais

(ZE). Exemplo de algumas atividades realizadas nesta fase: Produção das urnas eletrônicas (responsável TSE), Desenvolvimento dos sistemas informatizados (TSE), Geração dos dados alimentadores (TRE ou ZE), Preparação das urnas eletrônicas (TRE ou ZE) [CAM 01, p. 3].

4.4.3 Votação

A votação seguirá o seguinte procedimento [CAM 97, p. 72]:

- *“Identificação obrigatória do eleitor: exigir-se-à a identificação do eleitor, por documento hábil, a fim de evitar fraude, tal como duplicidade de votação;*
- *Em cada seção haverá a relação dos votantes;*
- *O exercício do direito de voto ficará registrado na Seção Eleitoral, devendo ser fornecido ao eleitor documento comprobatório.”*

A votação ocorre da seguinte forma:

1. O eleitor se identifica ao mesário apresentando o título de eleitor ou a cédula de identidade;
2. O eleitor assina a folha de votação;
3. O mesário habilita o eleitor a votar;
4. O eleitor vota para os cargos da eleição (municipal ou geral);
5. O eleitor volta ao mesário e recebe seu título de eleitor e o comprovante de votação.

Caso ocorra algum problema com a urna eletrônica, esta pode ser trocada por uma urna de contingência (reserva). Se não for possível a troca, a votação continua utilizando-se cédulas em papel.

No sistema de votação, o eleitor deve votar na seção eleitoral específica que consta em seu título de eleitor, onde o título estará registrado. Caso o eleitor não possa comparecer na sua seção, é necessário justificar o voto. Esta justificativa pode ser realizada em qualquer seção eleitoral, desde 2000.

Terminada a votação, é emitido o boletim de urna (são impressas 5 vias, podendo-se imprimir outras vias, de acordo com o necessidade), contendo o resultado da respectiva seção eleitoral, no qual serão mostrados: a data da eleição, a identificação do município, da zona eleitoral e da seção eleitoral, o horário de encerramento da votação, o código de identificação da urna eletrônica, o número de eleitores cadastrados, o número de eleitores que votaram, os votos nominais para os cargos daquela eleição, os votos de legenda, os brancos e os nulos e a soma geral dos votos. Uma via do boletim será afixada pelo presidente da mesa receptora à entrada do recinto da mesa, três serão enviadas, juntamente com o disquete e demais documentos do ato eleitoral, à junta eleitoral e as demais serão entregues aos fiscais dos partidos políticos e coligações presentes [TRE 02d].

Outros resultados são armazenados em arquivos e remetidos juntamente com o boletim de urna para o centro totalizador. Entre estes arquivos estão o registro de eleitores ausentes, o registro de justificativas eleitorais e o arquivo de *log* (registro de todos os eventos associados à urna eletrônica, desde o momento de sua inseminação até o encerramento da votação) [TOZ 02].

4.4.4 Apuração e Divulgação dos Resultados

Nas Eleições Estaduais e Nacionais, os disquetes, com os resultados das seções, serão lidos nos locais de apuração ⁴, seus dados transmitidos para o computador central do TRE, que totalizará os boletins de urna do Estado. Os dados nacionais dos boletins de urna são transmitidos para o TSE, que os totaliza [TRE 02d].

Apuração Manual

A apuração das urnas das seções eleitorais que passarem à votação por cédulas poderá ser iniciada a partir das 17 horas do dia das eleições ou imediatamente após o recebimento da primeira urna e concluída no prazo máximo de 5 dias, no primeiro turno, e de 10 dias, no segundo turno. Iniciada a apuração, os trabalhos não serão interrompidos,

⁴“É o processo de contagem dos votos de cada urna. Com a urna eletrônica a apuração é feita na própria seção eleitoral onde se deu a votação” [BRU 00].

inclusive aos sábados, domingos e feriados, devendo a Junta Eleitoral funcionar das 8 às 18 horas, pelo menos.

Voto Cantado

Atualmente, caso ocorra a votação por cédulas, a urna com as cédulas será encaminhada à Junta Apuradora onde os votos serão lidos um a um e registrados na urna, através do programa Voto Cantado. Ao final será expedido o Boletim de Urna apresentando o resultado da votação naquela seção.

Publicação dos Resultados

Após e durante a totalização⁵ dos resultados, estes são divulgados através da imprensa, tanto os resultados dos municípios quanto dos estados e do país. No caso de eleições nacionais, os resultados parciais só são divulgados após o término da eleição em todo o país, respeitando as diferenças de fuso-horário.

4.5 Descrição do Sistema Informatizado de Eleições - SIE

A seguir, será descrito o Sistema Informatizado de eleições utilizado no Brasil, começando com a urna eletrônica e logo em seguida, os sistemas computacionais utilizados. Será descrita também a utilização da urna eletrônica e a segurança do processo.

4.5.1 Urna Eletrônica

A utilização das urnas eletrônicas no processo eleitoral brasileiro tem o objetivo de aumentar tanto a segurança, como a flexibilidade e rapidez do processo.

Há quatro versões de *hardware* para a urna eletrônica, os modelos UE 96, UE 98, UE 2000 e UE 2002, que foram adquiridos nos anos de 1996, 1998, 2000

⁵“É o processo de contagem dos votos de todas as urnas de todas as seções eleitorais. É feita por programas contidos na Rede de Totalização do TSE, a qual tem terminais de acesso em todos os TRE estaduais e nas sedes das Zonas Eleitorais municipais” [BRU 00].

e 2002, respectivamente. Todos os modelos apresentam a mesma arquitetura básica, embora diferenças, decorrentes da evolução tecnológica, possam ser observadas no seu *hardware* [TOZ 02, p. 14].

Hardware

A urna eletrônica é um microcomputador constituindo-se pelo microterminal (onde o eleitor é identificado e autorizado a votar) e pelo Terminal do Eleitor (onde o voto é registrado numericamente). Funciona ligada à rede de energia elétrica (110 ou 220 Volts sem necessidade de ajuste) e, na falta desta, possui uma bateria interna (são todas seladas, de chumbo-ácido) com as seguintes características, de acordo com o modelo da urna:

- UE 96 - bateria interna 7 A/H - Autonomia 1h 30 minutos;
- UE 98 - bateria interna 7 A/H - Autonomia 4h 30 minutos;
- UE 2000 - bateria interna 9 A/H - Autonomia 12 horas;
- UE 2002 - bateria interna 9 A/H - Autonomia 12 horas.

Se a carga da bateria interna não for suficiente para o tempo desejado, pode ser ligada a uma bateria de automóvel, podendo funcionar durante todo o dia de votação [TRE 02d].

Microterminal:

O microterminal é posicionado na Seção Eleitoral próximo ao presidente da mesa, sendo constituído por um teclado numérico de 0 a 9, teclas “CONFIRMA” e “CORRIGE”, visor de cristal líquido e os “leds”⁶ de sinalização que indicam:

- Vermelho – a urna eletrônica está sendo alimentada através de bateria interna ou externa.
- Amarelo – a urna eletrônica está sendo utilizada por um eleitor (deve aguardar).

⁶Indicadores que ficam do lado direito do teclado, com a descrição: bateria interna, aguarde e liberado.

- Verde – a urna está liberada para a identificação e votação do próximo eleitor.

É no microterminal que o presidente da mesa digitará o número do título de eleitor e, confirmada a sua identidade, autorizá-lo-á a votar. É nele também, que digitará a senha de encerramento da votação. Na figura 4.4 é mostrado um modelo de microterminal.



Figura 4.4: Microterminal

Terminal do Eleitor:

Na parte frontal encontram-se a tela de cristal líquido, onde são visualizadas as instruções para o eleitor, bem como, durante a votação, o nome, número, partido e foto do candidato escolhido e ainda, o teclado numérico com teclas de 0 a 9, “BRANCO”(cor branca), “CORRIGE”(cor laranja) e “CONFIRMA”(cor verde). Todas as teclas têm gravado o código braile correspondente e no número 5 há um ponto de referência para orientação do eleitor deficiente visual que não lê braile.

Além dos dispositivos de entrada e saída visíveis para o eleitor, teclado e monitor de vídeo, a urna inclui também [TOZ 02, p. 14]:

- *“uma impressora, usada para impressão dos boletins de urna e dos relatórios de testes e de carga de software;*
- *um acionador de disquete de 3,5 polegadas;*
- *dois slots para inserção de cartões de memória do tipo flash, que são denominados flash interna e flash externa (acessível);*
- *um conector para teclado padrão PS2 convencional, usado em procedimentos de teste e de manutenção da urna;*
- *dois conectores USB;*
- *um conector para fone de ouvido, para uso de eleitores com deficiência visual;*
- *um conector para conexão com outros terminais de eleitor (no microterminal);*
- *um conector para impressora (no microterminal).”*

A figura 4.5 mostra um Terminal do eleitor.



Figura 4.5: Terminal do eleitor

Software

A urna eletrônica até o modelo 2000 utiliza o sistema operacional VirtuOS, um sistema operacional *multithreaded* que possibilita o compartilhamento do processador por diferentes processos que são executados simultaneamente. A urna modelo 2002 utiliza o sistema operacional Windows CE. A aplicação em si é formada por um conjunto de programas destinados a teste da urna, simulações, treinamento e votação. Os programas da aplicação utilizados em uma eleição são idênticos para todas as urnas eletrônicas, independentemente do local da votação. A adequação da urna para uma seção específica é feita no processo de instalação do *software* (inseminação da urna) pelo carregamento dos dados relativos aos eleitores e candidatos aptos a votar e receber votos, respectivamente, naquela seção [TOZ 02, p. 16].

4.5.2 Sistemas de Apoio

Vários sistemas de apoio são utilizados, como os sistemas auxiliares de preparação, sistemas aplicativos da urna e sistemas de totalização, que rodam em plataforma IBM/PC compatível, com Microsoft windows NT. Estes sistemas são divididos da seguinte forma:

- Sistemas para preparação da urna:
 - Subsistema de Instalação e Segurança (SIS).
 - Montador de Dados;
 - Gerador de Mídias;
- Sistemas aplicativos da urna:
 - Sistema de Votação;
 - Sistema de Voto Cantado;
 - Sistema de Justificativa Eleitoral, entre outros.
- Sistemas de Totalização:
 - Sistema de Gerenciamento da Zona Eleitoral;

- Sistema de Gerenciamento do TRE.
- Sistema de conferência e verificação da UE.

Subsistema de Instalação e Segurança (SIS)

Segundo o relatório da UNICAMP [TOZ 02, p. 19]:

“O Subsistema de Instalação e Segurança (SIS), é uma das ferramentas básicas de segurança do SIE e é empregado nos computadores do TSE, dos TREs e dos pólos de inseminação de UEs com o objetivo de controlar o acesso e as operações feitas pelos usuários desses computadores.

O SIS é uma camada de software que interage com o sistema operacional Windows NT. O SIS assiste os usuários na instalação e no uso dos vários softwares do SIE e controla o acesso aos recursos do sistema, pelo cruzamento de informações sobre o sistema instalado e das permissões e dos perfis de utilização previamente cadastrados.

Além do controle de acesso, o SIS possui outras funções importantes de segurança, como a verificação de contra-senhas e o registro de informações detalhadas sobre as operações realizadas pelos usuários, que são utilizadas para eventuais auditorias, através dos registros de log.

Por suas características, o SIS permite a criação de um ambiente de trabalho homogêneo e disciplinado em todos os computadores onde é instalado (TREs, pólos de inseminação), o que possibilita a uniformização dos procedimentos de geração dos flash cards de carga e o controle do processo de inseminação das urnas eletrônicas.”

Montador de Dados

Segundo o TSE [TSE 02b], o Sistema Montador de Dados - MODA, é responsável pela montagem de dados, ou seja, validação dos arquivos recebidos do Sistema de Preparação e Cadastro Eleitoral para serem encaminhados ao Sistema Gerador de Mídias.

De acordo com o TSE [TSE 02b]:

“O processo de montagem de dados realiza a conferência dos códigos resumo⁷ e assinaturas digitais dos dados de entrada e validações, verificando se estão no formato esperado. Caso não seja encontrado erro, são feitos testes de consistência desses dados. Se não houver inconsistências, é feita a geração dos arquivos para o Gerador de Mídias, que é o único sistema capaz de passar os dados para as urnas eletrônicas por meio de mídias removíveis geradas de acordo com a definição dos formatos esperados por esse sistema.

A montagem de dados é separada em dois grupos de dados: candidatos e eleitores. Os dados de candidatos compreendem os arquivos de candidatos, partidos, coligações e fotos de candidatos. Os dados de eleitores compreendem os arquivos de eleitores, seções, mesas receptoras de justificativas, municípios, zonas eleitorais e fusos horários.”

Gerador de Mídias

Segundo o TSE [TSE 02b]:

“O Sistema Gerador de Mídias - GM é o sistema responsável por gerar os dados nas mídias utilizadas para preparar a urna eletrônica. As mídias removíveis utilizadas neste processo são: o flash de carga, o flash de votação e disquetes.

O flash de carga é uma mídia removível com capacidade de 15 Mb ou 30 Mb (mostrado na figura 4.6) e é gerada no GM a partir dos arquivos migrados do Sistema Montador de Dados.”

“O flash de votação é uma mídia removível com capacidade de 15 Mb e é gerada no GM a partir dos arquivos migrados do Sistema Montador de Dados. É responsável pelo armazenamento das fotos dos candidatos e pelo backup de todos os dados que são armazenados no flash interna da urna eletrônica, durante a votação.”

De acordo com o TSE [TSE 02b], o processo de carga da urna é feito da seguinte maneira:

- A urna eletrônica é carregada por meio de um *flash* de carga. Ao final da carga, o *flash* é enviado para o GM contendo uma tabela de correspondência, com os dados

⁷É uma função, que dado uma mensagem de entrada de tamanho variável, produz uma saída de tamanho fixo, que identifica a entrada (é uma função resumo ou hash).



Figura 4.6: *Flash de carga*

da seção, zona, município, número da urna e código da carga. É utilizada para validação dos dados do boletim de urna para a totalização.

- O *flash* de votação é inserida na urna para carregar todos os dados de candidatos e fazer o *backup* do *flash* interna.

Verificada a validade e consistência dos dados de entrada e do recebimento do *flash* de carga contendo a tabela de correspondência, o Sistema Gerador de Mídias envia a uma máquina que fica no TRE a tabela de correspondência para a conferência após o encerramento das eleições [TSE 02b].

Sistema de Votação

O Sistema de Votação é responsável pelas seguintes funções [CAM 97, p. 123]:

- Geração de zerésima. “É o Documento emitido em cada seção eleitoral indicando que não existe voto registrado. Este documento é emitido após o procedimento de inicialização da urna, servindo para atestar que não há registro de voto para nenhum dos candidatos” [CAM 97, p. 108].;
- Aquisição dos votos;
- Geração de boletim de urna (BU);

- Ativação da aplicação de segurança para gravação, de forma cifrada, do BU e *log* das operações na mídia;
- Permissão de impressão do BU, o disquete pode ser retirado somente após a emissão do primeiro BU, os BUs subsequentes poderão ser impressos após a retirada do disquete;

Este aplicativo está preparado para operar na data preestabelecida da eleição.

Sistema de Voto Cantado

Quando ocorre algum problema com a urna e a votação é realizada com cédulas, os votos serão lidos um a um e registrados em outra urna, através do Voto Cantado.

Se a votação foi totalmente com cédulas, todos os votos serão lidos, mas, se a votação foi parcialmente com cédulas, deve-se recuperar o BU parcial da urna com problema e registrar os votos em cédulas em outra urna. Ao final será expedido o Boletim de Urna apresentando o resultado da votação naquela seção.

Os objetivos do Voto Cantado são:

- Automatizar o processo de apuração de cédulas, utilizando a urna eletrônica;
- Receber BU parcial;
- Permitir entrada de dados de um BU impresso pela UE;
- Agilizar o processo de apuração.

Sistema de Justificativa Eleitoral

Desde 2002, o eleitor pode efetuar a Justificativa Eleitoral em todas as Seções. Quando um título é válido, mas não pertence à seção, é permitido fazer a justificativa. Em alguns locais existem as Mesas Receptoras de Justificativa, que são

seções destinadas apenas à justificativa. Em ambos os casos são utilizadas urnas eletrônicas para justificar o voto, ao realizar a justificativa, o sistema informa o código de autenticação que deve ser anotado no comprovante do eleitor e na via da Justiça Eleitoral.

O objetivo do Sistema de Justificativa Eleitoral é agilizar o processo de justificativa.

Sistema de Gerenciamento da Zona Eleitoral

De acordo com o TSE [TSE 02c]:

“O Sistema de Gerenciamento da Zona Eleitoral é responsável pela transmissão de Boletins de Urna e outros aplicativos de urna eletrônica, bem como o acompanhamento do recebimento do BU pelo TRE.”

São objetivos do Sistema de Gerenciamento da Zona Eleitoral:

- Ler arquivos do disquete que contém os arquivos gerados pelas urnas eletrônicas, provenientes das seções eleitorais;
- Copiar os arquivos que estão nos disquetes, entre eles o BU;
- Armazenar os arquivos extraídos dos disquetes;
- Transmitir BU para o TRE e receber os arquivos de configuração;
- Exibir o acompanhamento dos BUs;

Segundo o relatório da UNICAMP [TOZ 02]:

*“O software do **transportador** é instalado em plataforma Windows NT, em máquinas que ficam normalmente no próprio local de apuração. A transmissão dos arquivos para o totalizador é feita em lotes, isto é, vários disquetes são lidos, seus conteúdos armazenados localmente e, posteriormente, transmitidos ao totalizador em um único bloco. A transferência de dados entre o transportador e o totalizador é feita através de uma rede de computadores. A rede utilizada é privada e não tem conexão direta com redes públicas. A integridade física da rede é garantida pelo isolamento do local de apuração e pela restrição do acesso aos computadores de rede, permitido somente a pessoas autorizadas.”*

Sistema de Gerenciamento do TRE

O Sistema de Gerenciamento do TRE é responsável por receber os BUs (RECBU) durante o período da eleição, garantindo a segurança e integridade dos dados que serão utilizados posteriormente pelos sistemas de totalização [TSE 02c].

De acordo com o TSE [TSE 02c], são objetivos do RECBU:

- *“Receber os BUs enviados pelas zonas eleitorais;*
- *Verificar se os arquivos apresentam suas estruturas sintática e semântica corretas;*
- *Rejeitar arquivos com falhas na integridade;*
- *Inserir as informações contidas nos BUs no banco de dados do Sistema de Totalização para que possa ocorrer a totalização dos votos e a emissão de relatórios da eleição;*
- *Gerar pendências em situações específicas, para que estas possam ser verificadas e tratadas posteriormente.”*

Segundo relatório da UNICAMP [TOZ 02]:

*“O **totalizador** é formado por um conjunto de aplicativos instalados em um computador com plataforma Unix (HP/UX) ou Windows NT, instalados nos TREs ou em zonas-mãe eleitorais. Sua função é processar os arquivos enviados pelo transportador e fazer a totalização dos resultados. Compõem o totalizador:*

- *rotinas criptográficas para o deciframento dos BUs;*
- *aplicativos para verificação de consistência e autenticidade dos BUs;*
- *aplicativos para leitura dos dados e acumulação dos votos;*
- *sistema gerenciador de banco de dados Oracle;*
- *aplicativos para divulgação dos resultados nos municípios.*

Em caso de eleições municipais a totalização é feita nas zonas-mãe. Nas outras eleições a totalização é feita nos TREs.

No caso de eleições presidenciais são feitas totalizações parciais nos TREs. Estes dados parciais são regularmente transmitidos ao TSE, que computa o resultado nacional a partir das totalizações estaduais. O transporte dos dados dos TREs para o TSE é feito por uma rede privada de computadores. A atualização dos resultados é feita por transações em banco de dados.

A instalação e a operação do software do totalizador são feitas de forma controlada, com usuários cadastrados e a utilização de senhas e contrasenhos. A ativação dos programas é feita de forma oficial, com a presença do Juiz Eleitoral, que deve fornecer no ato a sua senha pessoal.”

Procedimento de Conferência e Verificação da UE

De acordo com o TSE [TSE]:

“Por meio do programa Verificação Pré-Pós Eleição é possível demonstrar a autenticidade e a integridade de sistemas informatizados e os dados alimentadores da urna eletrônica.

De posse dos dados-resumo, que podem ser conferidos no site do TSE na Internet, o interessado poderá comprovar que os programas que comandam a urna eletrônica são os mesmos apresentados aos partidos políticos em audiência pública. De igual modo, os partidos poderão conferir a integridade dos dados alimentadores (tabelas de eleitores, candidatos), calculando os dados-resumo (hash) dos arquivos.

Conferência pré-eleição, com as seguintes opções:

- *Procedimentos de Impressão: emissão de relatórios de Diretórios do flash card Interna e Diretórios do flash card Externa; verificar no site do TSE a página na qual constam os dados-resumo (hash) dos programas, que foram lacrados em audiência pública com os partidos políticos e conferir com os relatórios emitidos pela UE;*
- *Procedimento de Geração de Base de Dados: geração de disquetes contendo a Base de Dados da UE e chaves da urna;*
- *Verificação dos dados dos candidatos: opções de busca de candidatos por partido, por cargo ou buscar candidato específico;*
- *Forçar início da votação: Neste caso a urna não poderá mais ser utilizada no processo de votação, devendo ser dada nova carga na urna para a seção. Da mesma forma, se for rompido o lacre, a reconfiguração da urna deve ocorrer em audiência pública.*

Conferência pós-eleição, com as seguintes opções:

- *Procedimentos de Impressão;*
- *Procedimento de Geração de Base de Dados;*
- *Verificação dos dados dos candidatos;*
- *Imprimir BU.*

Conferência dos dados-resumos: A conferência dos dados-resumo (hash) da base de dados gerada pelo programa de verificação Pré-Pós é feita por meio do programa Verificador de Autenticação de Programas, o qual integra as aplicações seguras de eleições. Por meio deste programa são recalculados os dados-resumo dos arquivos da base de dados, permitindo a conferência com o que consta do relatório emitido pela urna eletrônica. São relacionados os arquivos do disquete gerado, efetua-se o cálculo dos resumos, então confere-se os dados-resumo da coluna Hash de identificação (radix64) com o constante no relatório emitido pela UE.”

4.5.3 Fluxo do Software e Dados no Sistema Informatizado de Eleições

As figuras 4.7, 4.8 e 4.9 mostram os principais eventos do Sistema Informatizado de Eleições, bem como o fluxo de informações dentro do sistema, diretamente associados à urna eletrônica e à totalização.

A figura 4.7 mostra as etapas do desenvolvimento do *software* da urna. Como se pode verificar, a urna é fabricada de acordo com o edital com a especificação da urna. Após fabricadas, as urnas seguem para os locais de armazenamento, juntando-se às demais urnas. Os códigos-fonte do Aplicativo da urna são desenvolvidos no TSE, é feita a preparação do programa aplicativo utilizando as chaves e rotinas criptográficas e em seguida é gerado um pacote que é armazenado em CD. Esse pacote é transmitido aos TREs via rede ou é enviado o CD. Também é gerado e enviado aos TREs um CD com o cadastro nacional de eleitores.

A figura 4.8 mostra as etapas de geração de mídia e inseminação da urna. O TRE recebe do TSE o pacote com o aplicativo da urna e o cadastro dos eleitores. Com este pacote, os dados dos eleitores e os dados locais (regionais - dados das seções eleitorais) são geradas as mídias (disquetes, *flash cards*) para a inseminação das urnas. As urnas são inseminadas, utilizando o *flash card* com os programas, o *flash card* de votação e os disquetes. Após a inseminação, as urnas são lacradas manualmente e estão prontas. É gerada uma tabela de correspondência que guarda os dados da seção, zona, município, número da urna e código da carga. A inseminação pode ser feita no TRE, nos Pólos ou

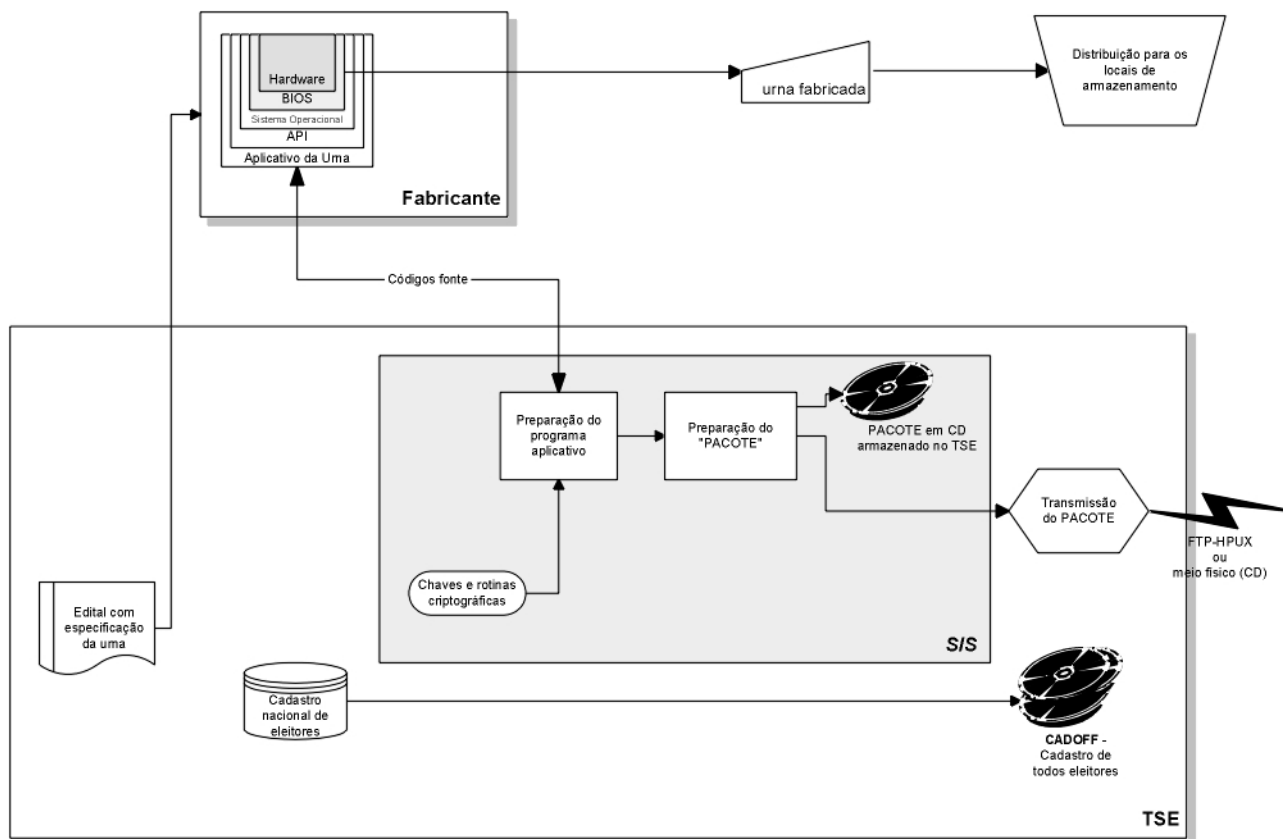


Figura 4.7: Etapas do desenvolvimento do *hardware* e *software* da urna - Fonte UNICAMP

em cartórios (zonas eleitorais).

A figura 4.9 mostra as etapas de votação, a geração do boletim de urna, o transporte e a totalização. Na seção eleitoral, a urna eletrônica é recebida, contendo o *flash* interno, o *flash* de votação e o disquete. É realizada a votação na urna e, após o término da votação é impresso o boletim de urna e é retirado o disquete com o resultado da seção. Com o disquete e a tabela de correspondência (para validação dos dados - dados da seção, número da urna e código da carga) é feita a totalização de eleições municipais na zona eleitoral, a totalização de eleições no TRE e TSE e o acompanhamento da totalização no TSE.

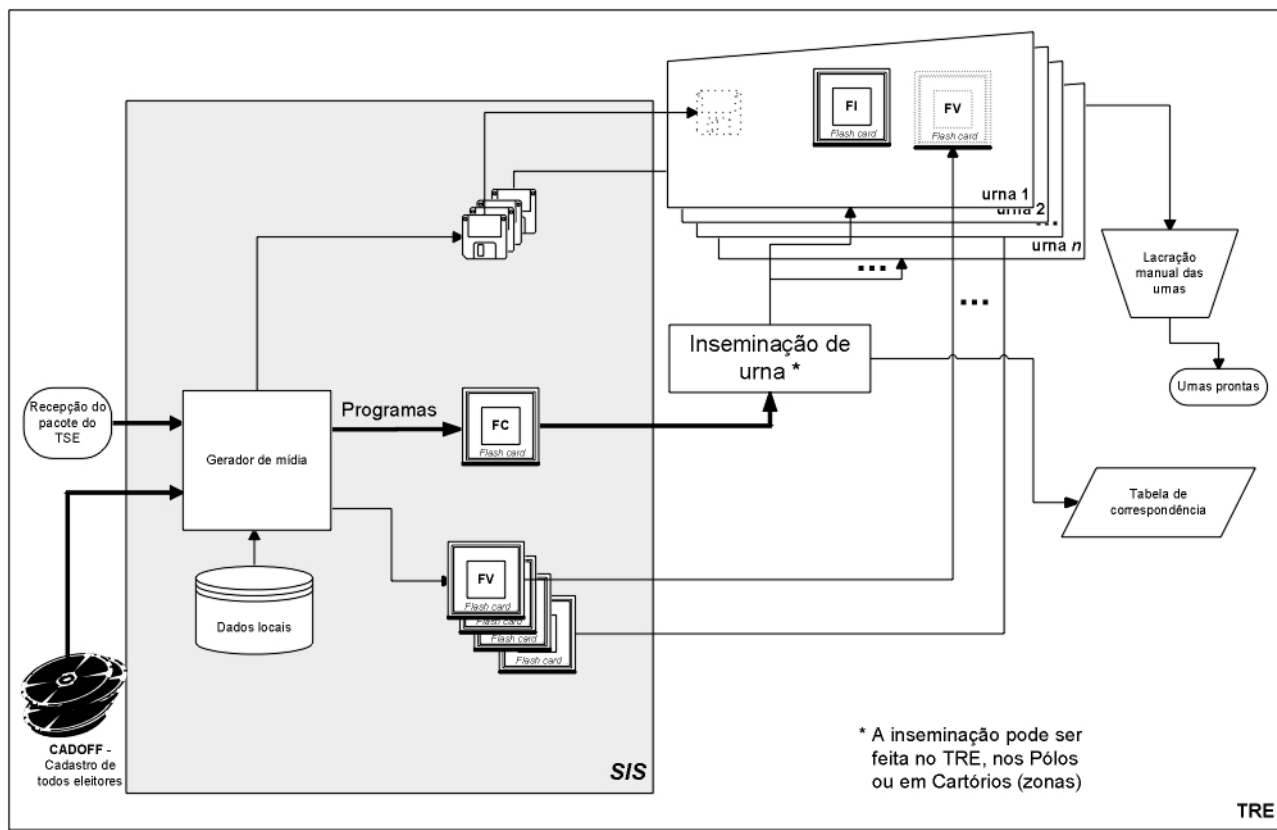


Figura 4.8: Etapas de geração de mídia e inseminação - Fonte UNICAMP

4.5.4 Utilização da Urna Eletrônica

As urnas eletrônicas, após recebidas da fábrica e testadas nos Tribunais Regionais Eleitorais, são armazenadas, juntamente com as demais, aguardando o momento de preparo para uso nas eleições. A utilização da urna será dividida em três ciclos, descritos a seguir [CAM 97, p. 165]:

Ciclo de Preparo

O preparo da urna eletrônica para a votação é executado pelos Tribunais Regionais Eleitorais ou pelas Zonas Eleitorais, dias antes da eleição e consiste em:

- Carga da bateria interna;

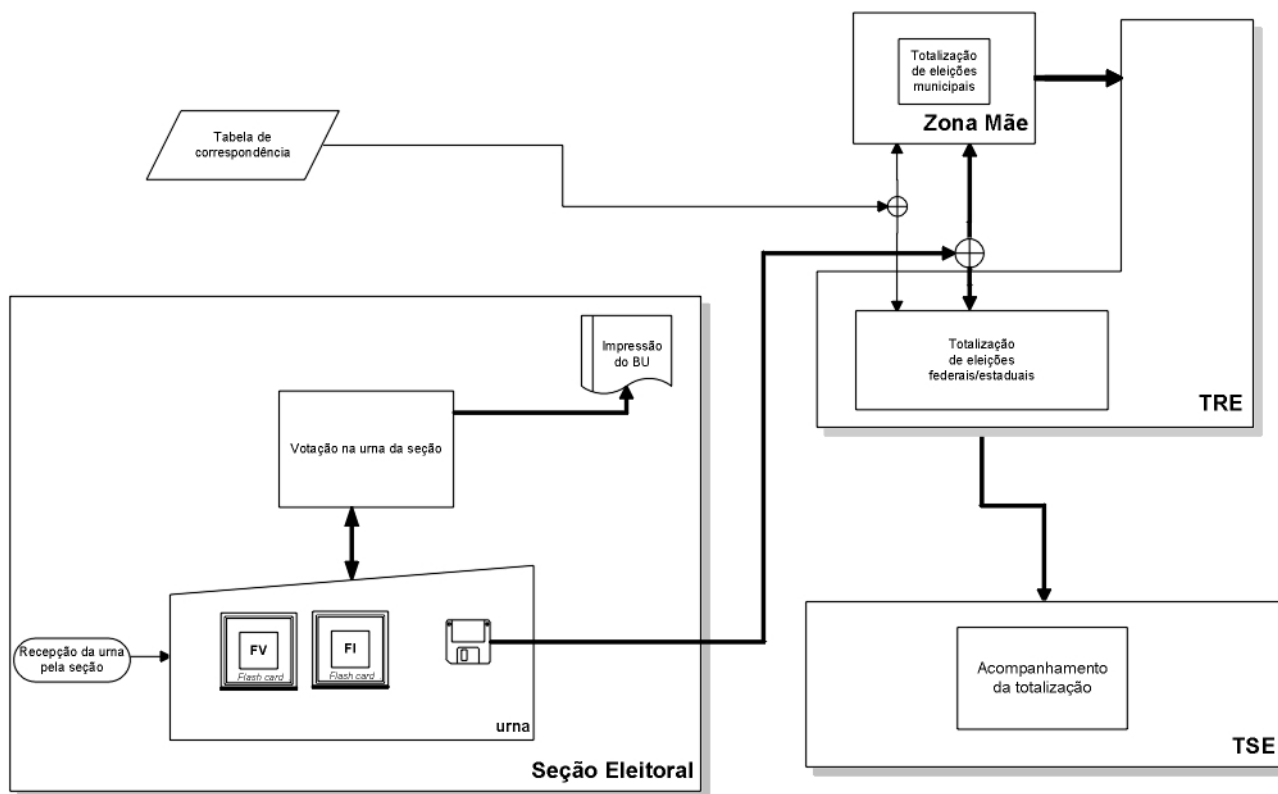


Figura 4.9: Etapas de votação, geração de BU, transporte e totalização - Fonte UNICAMP

- Carga dos programas e tabelas de candidatos e eleitores (inseminação da urna);
- Lacração da urna eletrônica, identificando-as interna e externamente na embalagem.

Nesta fase, representantes de partidos podem confirmar o processo de carga, analisando dados de 3% das urnas [CAM 02].

Ciclo de Abertura da Seção Eleitoral

Instalação da urna eletrônica para a votação:

Após as 7:00 horas do dia da eleição é realizada a montagem da seção eleitoral com urna eletrônica:

- Retirar a urna da embalagem;
- Verificar a identificação da urna com a zona e seção eleitoral e os lacres;

- Posicionar o terminal do eleitor na mesa de votação, armar a cabine de papelão, de forma a resguardar o sigilo, e instalar o terminal do eleitor e o microterminal;
- Ligar a urna;
- Verificar se estão corretos os dados da seção e a data e hora apresentadas na tela do terminal do eleitor;
- Conferir e distribuir a folha de votação e demais materiais da seção eleitoral.

Após 7:30 horas do dia da eleição é realizada a **Emissão da zerésima** (relatório contendo toda a identificação da urna e provando que todos os candidatos têm zero votos):

- Pressionar a tecla “CONFIRMA” na urna para emissão da zerésima;
- Retirar o relatório (zerésima) e colher assinaturas dos mesários, fiscais e delegados de partido ou coligação presentes;
- Guardar a zerésima com o material a ser enviado à junta eleitoral após o encerramento da votação.

Após 8:00 horas do dia da eleição é iniciada a **Votação**, inicialmente ocorre a **Autorização para o Voto**, para habilitar o eleitor a votar:

- Receber do eleitor o título eleitoral ou um documento público de identificação, localizar o nome dele no caderno de folhas de votação e colher a assinatura ou impressão digital;
- Digitar o número do título no teclado do microterminal e autorizar o eleitor a votar.

Registrando o voto:

- O eleitor dirige-se à cabine e encontra a tela para registro do voto;
- Digitar o número do candidato, com um número válido, aparecerá na tela o nome, partido e fotografia do candidato;

- Se a informação corresponde à escolha do eleitor, este deve apertar a tecla “CONFIRMA” para registrar o voto;
- Caso o eleitor se engane ao digitar o número do seu candidato, deverá pressionar a tecla “CORRIGE” e recomeçar o voto;
- Para votar em branco, o eleitor aperta a tecla “BRANCO”. Depois confirma apertando a tecla “CONFIRMA”;
- Na votação para cargos proporcionais (Vereador, Deputado Federal ou Estadual), caso o eleitor queira votar na legenda, tecla somente o número do partido (dois algarismos). Depois, confirma apertando a tecla “CONFIRMA”;
- O voto será anulado se o eleitor digitar e confirmar um número inexistente de candidato ou, no caso de Vereador, Deputado Federal ou Estadual, confirmar um número inexistente de partido;
- Os votos totais são armazenados no *flash* interno e no *flash* de votação, garantindo a segurança e recuperação dos votos registrados;
- Os mesários devolvem ao eleitor o título ou o documento apresentado e entregam o comprovante de votação.

Para facilitar o voto, o eleitor deve levar os números dos candidatos anotados num papel, o que é chamado de “cola”.

Se o eleitor se retirar sem votar ou votar parcialmente sem finalizar a votação, o mesário utiliza uma senha para encerrar a votação e desbloquear a urna. Pode ocorrer o seguinte:

- Se o eleitor não votou: o voto não foi registrado, não recebendo o comprovante, ele poderá retornar e votar novamente;
- Se o eleitor votou parcialmente:
 - Normalmente seu voto parcial será registrado, recebendo o comprovante, não poderá retornar para votar.

- Nas urnas com impressora, o voto é cancelado (só é registrado após a finalização e confirmação com o que foi impresso) e o eleitor poderá retornar para votar.

A figura 4.10 mostra um diagrama de estados da urna eletrônica brasileira. Como podemos ver, a urna permanece no estado “Liberado”, ou seja, esperando pela autorização de um eleitor, até que o mesário autorize um eleitor a votar. Neste momento, na urna aparece a tela para registro de voto e ela passa para o estado “Bloqueado” e continua neste estado, enquanto o eleitor vota. Quando o eleitor finaliza seu voto, a urna retorna ao estado “Liberado”, permitindo que outro eleitor seja habilitado a votar. Após o *time-out* (quando o eleitor permanecer algum tempo sem apertar uma tecla), a urna passa para o estado “Liberado - central” e aparecerá uma mensagem no microterminal informando a demora do eleitor. Se o eleitor estiver votando, o mesário autoriza o eleitor a continuar na cabina para votar e a urna retorna ao estado “Bloqueado”. Se o eleitor tiver saído da cabina, o mesário pode digitar uma senha que finalizará o voto, fazendo com que a urna passe para o estado “Liberado”.

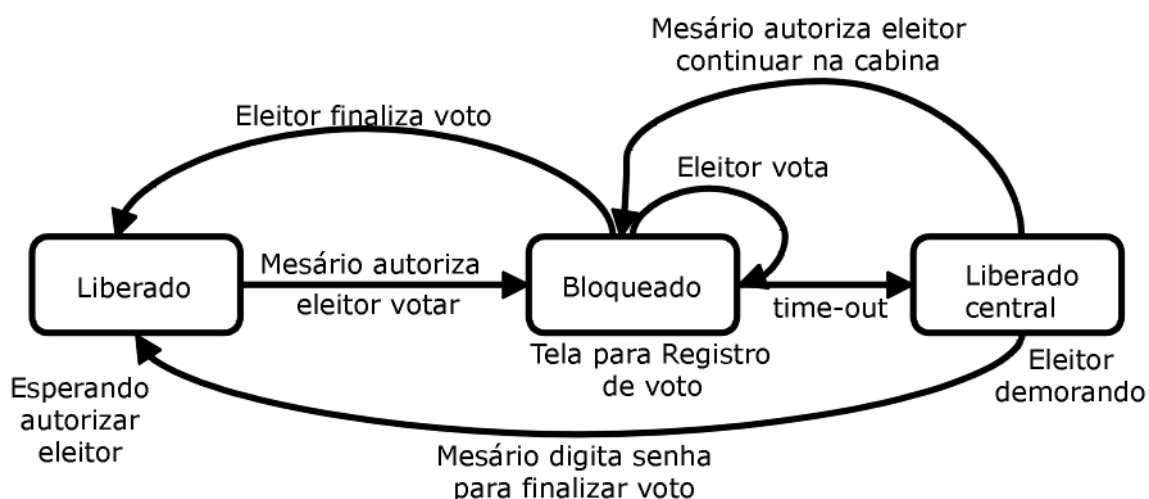


Figura 4.10: Diagrama de Estados da Urna Eletrônica

Ciclo de Encerramento da Votação na Seção Eleitoral

Após as 17:00 horas do dia da eleição - encerramento:

- Após o último eleitor da fila votar, digitar no microterminal a senha para encerrar a votação;
- Emitir as 5 vias do boletim de urna (contém a data da eleição, a identificação do município, da zona eleitoral e da seção eleitoral, o horário de encerramento da votação, o código de identificação da urna eletrônica, o número de eleitores aptos, o número de votantes, os votos nominais para os cargos daquela eleição, os votos de legenda, os brancos e os nulos e a soma geral dos votos), caso a impressão da primeira via esteja completa e legível, imprimir as demais;
- Na seqüência é impressa a via do boletim de justificativa eleitoral;
- As vias do BU e do boletim de justificativa devem ser rubricadas pelos mesários e fiscais;
- Distribuir as vias do boletim de urna, uma via do boletim será afixada pelo presidente da mesa receptora à entrada do recinto da mesa, três serão enviadas à junta eleitoral (juntamente com o boletim de justificativa eleitoral) e a última será entregue aos fiscais dos partidos políticos e coligações presentes e, se necessário, outras cópias adicionais poderão ser impressas.
- Romper o lacre e retirar o disquete com os resultados da seção eleitoral, lacrar novamente o local do disquete;
- Desligar a urna;
- Preencher os documentos (não comparecimento de eleitores na folha de votação, ata, assinaturas);
- Organizar todo o material da seção para encaminhar à junta eleitoral (ata da eleição, três vias do BU, boletim de justificativas, disquete, zerésima, requerimentos de justificativas, folhas de votação).

Casos Especiais (Urna)

Segundo o TRE/SC [TRE 02b], em casos especiais com a urna eletrônica, os mesários devem agir da seguinte forma:

“Falta de energia elétrica durante a votação: Se o microterminal indicar operação com bateria (luz vermelha piscando), verificar se a falta de energia é somente naquela seção, neste caso, trocar de tomada; se persistir o problema avisar o cartório eleitoral.

A votação prossegue normalmente. Caso a energia elétrica não retorne e a bateria externa não esteja disponível, o presidente da mesa receptora desliga a urna eletrônica.

A urna também pode desligar durante uma votação e deixar de registrar esse voto. O eleitor, nesse caso, tem o direito de recomençar o processo.

Defeito na urna eletrônica: O presidente da mesa, diante dos fiscais, desliga e liga novamente a urna (isso pode resolver o problema). Se não resolver solicitar a troca da urna à equipe.

Se o defeito ocorrer antes do segundo eleitor terminar a votação e for inviável a substituição, o que votou primeiro deve fazê-lo novamente por meio de cédula e o voto conferido na urna fica sem efeito.

Caso o problema ocorra quando faltar apenas o voto do último eleitor da seção, a votação é encerrada e o comprovante de quitação com a Justiça Eleitoral entregue ao eleitor, que fica sem votar.

Esgotadas todas as possibilidades de se usar o voto eletrônico, o presidente da mesa, sob orientação da equipe técnica, passa à votação por cédulas.”

4.5.5 Votação por Cédula

No caso de impossibilidade de usar o voto eletrônico, a votação ocorre com cédulas.

De acordo com o TRE/SC [TRE 02b], os mesários devem atender às orientações descritas a seguir:

“O presidente da mesa recebe a urna vedada e lacrada, as cédulas oficiais (brancas e amarelas), o selo Mesa Receptora de Votos - para lacrar a fenda da urna depois da votação - e a cabina do eleitor. Todo o material deve ser conferido e a seção organizada.”

A votação ocorre da seguinte forma, segundo o TRE/SC [TRE 02b]:

- O mesário recebe o título de eleitor ou documento de identificação e localiza o nome do eleitor na folha de votação;
- Anota o quantitativo de eleitores que votam por cédulas;
- Colhe a assinatura ou impressão digital do eleitor na folha de votação;
- Entrega ao eleitor a(s) cédula(s) de votação devidamente vincadas, numeradas e rubricadas;
- Orientar o eleitor para ir à cabina, preencher a cédula e depositar na urna com a parte rubricada voltada para os mesários;
- Fiscalizar a colocação das cédulas na urna;
- Se a cédula é depositada de forma correta, entregar ao eleitor o título ou documento de identificação e o comprovante de votação.

Ainda de acordo com o TRE/SC [TRE 02b]:

“Se o eleitor verificar qualquer dano ou adulteração da cédula - ou ele próprio inutilizar por acaso - pode pedir outra ao presidente da mesa. A primeira é devolvida e logo inutilizada em definitivo diante de todos, sem quebra do sigilo de voto. Depois é guardada num envelope.

No encerramento da votação, os procedimentos com relação ao caderno de folhas de votação e à ata são os mesmos da votação eletrônica. A urna deve ser lacrada, as cédulas restantes invalidadas (a fim de evitar uma possível utilização) e guardadas em envelope. Todo o material é devolvido à junta eleitoral.”

4.5.6 Segurança

A segurança do processo é garantida da seguinte forma [TRE 02d]:

Preparação da Urna Eletrônica antes do dia da Votação:

- *“As urnas eletrônicas são preparadas com antecedência;*

- *Nesta ocasião, todas as informações constantes no meio de armazenamento interno são apagadas e são carregadas as seguintes informações: uma cópia do sistema operacional, versão para a eleição, os aplicativos das eleições, tabelas de candidatos, municípios, zonas e dados dos eleitores de cada seção.*
- *Todas as informações carregadas na urna são identificadas pelas respectivas assinaturas digitais, garantindo a integridade e a inviolabilidade. O conjunto formado por todas as informações gravadas recebe também uma assinatura digital ⁸ para assegurar a integridade deste conjunto. É inicializado o registro de todas as ocorrências na urna (físico e lógico);*
- *Após o encerramento da carga, a urna recebe um lacre físico que evidencia a sua autenticidade e proteção contra violação;*
- *A urna assim preparada só realizará todas as operações no dia e hora pré-determinados. Caso seja ligada antes do dia da eleição, será apresentada uma tela solicitando aguardar o dia e hora do início da eleição.”*

No dia da Eleição:

- *“As urnas são ligadas às 7:30 h do dia da eleição.*
- *Durante a inicialização serão executados todos os testes dos componentes básicos (CPU, memória, dispositivos de armazenamento interno e externo, drive de disquete, vídeo, teclado, comunicação com o microterminal, impressora) e a verificação da consistência de todas as informações contidas na mesma. A tela indicando a possibilidade de se iniciar a eleição será apresentada somente quando todos os testes indicarem o seu perfeito funcionamento e as verificações confirmarem a integridade das informações.*
- *Após as 7:30 h, o Presidente da Mesa comanda a emissão da zerésima, que se destina a comprovar que a urna não contém qualquer voto;*
- *Após as 8:00 h a urna fica apta a receber os votos dos eleitores.”*

Durante a Eleição:

- *“A urna é habilitada por meio da identificação do eleitor;*
- *A cada voto confirmado pelo eleitor, a informação é processada pelo gerenciador de resultado de votação, gerando o resultado parcial até o momento;*

⁸É uma assinatura realizada em um documento digital que permite ao verificador saber quem realizou a assinatura (autor, data e hora) e autenticar o conteúdo original (verificar se o documento não foi alterado).

- *O resultado parcial é gravado no meio de armazenamento interno.”*

No término da eleição:

- Após as 17:00 h, a urna fica preparada para aceitar a instrução de encerramento da coleta de votos;
- Após o encerramento da coleta de votos a urna grava internamente o Boletim de Urna (BU), emite as vias impressas e grava, de forma cifrada e em texto original (aberto), uma cópia do BU em um disquete;
- Em cada seção eleitoral o Boletim de Urna impresso é assinado pelos mesários e fiscais, tornando-o público a toda a comunidade. Uma via impressa é entregue aos fiscais.

Transmissão dos Boletins de Urna:

- O disquete, que contém o BU cifrado, é levado à Zona Eleitoral e o BU é transmitido para a central de totalização.

Totalização dos Boletins de Urna:

- *“A central de totalização realiza a leitura dos BU e os decifra, verificando se o BU pertence a uma seção eleitoral válida e se não há duplicidade.”*

Conferência:

- *“Os partidos políticos poderão realizar o teste de autenticidade comparando os dados do Boletim de Urna de cada seção de forma impressa e em meio magnético (arquivo após a totalização).”*

Cuidado com os Hackers:

- *“As urnas eletrônicas estão absolutamente seguras contra hackers, uma vez que não são conectadas em linha telefônica nem em rede de computadores;*
- *Durante a transmissão dos Boletins de Urna, os microcomputadores de transmissão são de propriedade exclusiva da Justiça Eleitoral e somente o Juiz tem a senha de acesso;*
- *Acessos externos à rede da Justiça Eleitoral são barradas por meio de Firewall;*

- *Todas as informações contidas na urna e utilizadas nas eleições estão assinadas digitalmente para garantir a integridade e inviolabilidade.”*

A conferência sobre a autenticidade dos Boletins de Urna pode ser feita através da comparação das informações contidas no boletim impresso pelas urnas e no arquivo fornecido pela Justiça Eleitoral correspondendo aos Boletins de Urna utilizados na totalização dos votos. Para uma melhor conferência, poderia ser realizada uma nova totalização.

4.6 Uso de Técnicas Criptográficas

Primeiramente serão definidos alguns conceitos utilizados nesta seção, como criptografia, criptografia simétrica e assimétrica, assinatura digital e resumos criptográficos (*hash*).

A Segurança em Informática consiste na certeza de que as informações de uso restrito devem ser acessadas, copiadas ou codificadas por pessoas com permissão específica.

Uma forma de se evitar o acesso indevido a informações confidenciais é através da codificação ou cifragem da informação, conhecida como criptografia, fazendo com que apenas as pessoas às quais estas informações são destinadas consigam compreendê-las. A criptografia fornece técnicas para codificar e decodificar dados, de modo que os mesmos possam ser armazenados, transmitidos e recuperados sem sua alteração ou exposição. Técnicas criptográficas podem ser usadas como um meio efetivo de proteção de informações suscetíveis a ataques, estejam elas armazenadas em um computador ou sendo transmitidas pela rede. Seu principal objetivo é prover uma comunicação segura, garantindo serviços básicos de autenticação, privacidade e integridade dos dados [CUS 00].

De acordo com Stallings [STA 98] e Stinson [STI 95], Criptografia é o estudo de técnicas matemáticas relacionadas a aspectos da segurança da informação, tais

como confidencialidade ou sigilo ⁹, integridade dos dados ¹⁰, autenticação ¹¹ das partes envolvidas (identificação) e autenticação da origem dos dados.

A criptografia pode ser classificada em duas categorias, de acordo com o tipo de chave utilizada: sistema de chave simétrica (chave secreta) e sistema de chave assimétrica (chave pública).

Na criptografia simétrica, uma mesma chave é utilizada para cifrar e decifrar uma mensagem, esta deve ser de conhecimento do emissor e do receptor da mensagem. Na maioria dos cifradores simétricos, o algoritmo de cifragem e decifragem é o mesmo, mudando apenas a forma como são utilizadas as chaves.

Na criptografia assimétrica, é utilizado um par de chaves, uma é utilizada na cifragem e outra na decifragem. Uma chave é pública, sendo amplamente divulgada e a segunda é mantida em segredo (chave privada).

A assinatura digital é uma assinatura realizada em um documento digital que permite ao verificador saber quem realizou a assinatura (autor, data e hora - autenticação) e verificar se o conteúdo original não foi alterado (integridade). Permitindo assim que se prove quem é o autor de um determinado documento e se este não foi alterado ou forjado por terceiros.

As funções de resumo criptográfico ou *hash* podem ser aplicadas a mensagens de qualquer tamanho, produzindo uma saída de tamanho fixo e pequeno (resumo), que identifica a entrada. Com esta função pode-se garantir que o conteúdo de uma mensagem não foi alterado, ou seja, que ela está íntegra.

De acordo com o relatório da UNICAMP [TOZ 02]:

“Técnicas criptográficas são usadas em várias fases do processo, desde a instalação de software nos TREs e a inseminação das urnas até a execução dos programas e emissão do BU.

O maior uso destas técnicas está ligado ao cálculo dos resumos criptográficos (hash) para verificação de integridade e autenticidade dos arquivos

⁹Garantia de que somente as pessoas ou organizações envolvidas na comunicação possam ler e utilizar as informações transmitidas de forma eletrônica pela rede.

¹⁰Garantia de que o conteúdo de uma mensagem ou resultado de uma consulta não será alterado durante seu tráfego.

¹¹Garantia de identificação das pessoas ou organizações envolvidas na comunicação.

da urna.

O protocolo utilizado no ciframento do BU é padrão. O processo de cifragem com os algoritmos de criptografia só é usado ao final da eleição, momentos antes de se imprimir o BU.

Antes de ser impresso, o BU em claro e cifrado é gravado nos cartões Flash interno e Flash de votação e no disquete, juntamente com outros arquivos de interesse tais como os de eleitores faltosos e de justificativas. Em seguida o aplicativo envia para a impressora o arquivo com o BU em claro e várias cópias do mesmo são impressas.

Grande parte da polêmica em torno do uso de algoritmos de criptografia para cifrar o BU se deve ao fato de não se ter certeza de que tais algoritmos não modificariam os resultados antes dos mesmos serem divulgados. A desconfiança com relação à manipulação do BU pelo algoritmo de criptografia poderia ser minimizada com a simples inversão na ordem dos procedimentos finais, fazendo com que a impressão (divulgação) do BU ocorresse antes da chamada às rotinas de criptografia.

Foi sugerido a criação de um mecanismo de assinatura digital (com código verificável) para a proteção da integridade do BU e para a garantia da autenticidade de sua origem, uma vez que cada UE possui uma identificação única (em EEPROM) da qual poderiam ser derivadas chaves públicas e privadas.”

Em 2000, houve uma polêmica devido ao sigilo dos algoritmos de criptografia utilizados pelo CEPESC. Em 2002, após a publicação do relatório da UNICAMP, foram feitas algumas alterações sugeridas.

Foi incluída assinatura digital para aumentar a segurança, ou seja, garantir a integridade e autenticidade do *software* utilizado. Os códigos-fonte foram abertos, incluindo bibliotecas de criptografia, aos partidos políticos e representantes da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Anteriormente, os programas eram apresentados, exceto as bibliotecas criptográficas e sistema operacional.

Desta forma os procedimentos que utilizam técnicas criptográficas são, resumidamente:

- Após a análise dos fontes, estes são compilados, empacotados e assinados digitalmente, são gravados em CD e lacrados;
- No TRE é feita a verificação da consistência das informações e dos sistemas recebidos e instalados (*software* nos TREs e inseminação das urnas), através da assinatura

digital;

- Após a votação, os BUs são cifrados;
- Decifragem e verificação dos BUs para a totalização.

Nestes procedimentos citados, é utilizada criptografia simétrica na cifragem e decifragem dos BUs e criptografia assimétrica na assinatura digital dos fontes e para cifrar e decifrar a chave secreta utilizada na cifragem dos BUs.

Os algoritmos utilizados na criptografia assimétrica são El Gamal baseado em curvas elípticas [MEN 96]. Na criptografia simétrica, é utilizado um algoritmo criado pelo CEPESC (proprietário) que prefere não divulgá-lo de forma pública (foi apresentado aos especialistas da UNICAMP e SBC), já que técnicas semelhantes são utilizadas em outros sistemas, ex. militares. Este algoritmo poderia ser substituído por um algoritmo público padrão, como por exemplo o AES (Advanced Encryption Standard) [AES 03].

Os resumos são calculados com o algoritmo SHA-1 [STA 98]. É utilizada a biblioteca MIRACL (Multiprecision Integer and Rational Arithmetic C/C++ Library) (criptografia assimétrica) e a linguagem é C e C++, [TOZ 02, p. 26].

O boletim de urna é cifrado com uma chave secreta, que é gerada a partir de algumas informações da urna, com criptografia simétrica. Esta chave é cifrada com a chave pública, através de criptografia assimétrica. Na decifragem, é utilizada a chave privada para decifrar a chave secreta, com criptografia assimétrica e então com a chave secreta é decifrado o texto (BU), através de criptografia simétrica.

4.7 Vantagens e Desvantagens

A seguir serão citadas algumas vantagens do SIE em relação ao sistema de votação convencional (com cédulas em papel):

- Eliminação do mapismo: O mapismo, que consistia na alteração de dados no momento do preenchimento dos boletins de urna durante a apuração manual, não

ocorre mais, uma vez que essa etapa é eliminada do processo com a utilização da urna eletrônica [TRE 02d];

- Eliminação da Queda de Linha: O lançamento de dados na linha inferior ou superior ao campo destinado ao candidato no boletim de urna, muito comum nas apurações manuais, devido ao cansaço dos apuradores [TRE 02d] ou intencionalmente;
- Vários tipos de fraudes que podiam acontecer na apuração foram eliminadas, como a troca de votos dentro da urna, o preenchimento ou adulteração de votos pelos escrutinadores ou a adulteração dos BUs antes da sua publicação;
- Bloqueio do número do título: O sistema eletrônico impede que o eleitor vote mais de uma vez, pois a UE mantém um registro dos eleitores que já votaram;
- Uniformidade de Interpretação: Com o voto eletrônico, acaba a subjetividade para identificar a vontade do eleitor. No processo manual, as juntas apuradoras interpretam votos que não estão claros [TRE 02d];
- Rapidez na divulgação dos resultados: Ao encerrar-se a votação, cada urna emite o seu BU com todos os votos já apurados, ou seja, o resultado da eleição naquela urna é publicado imediatamente após o encerramento da votação;
- Fotos dos candidatos: O eleitor pode visualizar a foto do candidato em que vota.

Como desvantagens, é possível citar:

- A possibilidade de comprometer o sigilo do voto do eleitor, pela relação entre o número do título de eleitor e o voto registrado;
- Não permite a recontagem dos votos;
- Exige do eleitor a manipulação de dispositivos eletrônicos, tal como usar um teclado e visualizar as informações em uma tela de computador, [CAM 97, p.75];
- A complexidade do sistema de votação (relativa ao tamanho do sistema) impede a transparência necessária;

- A possibilidade de se criar clones gera receio por parte de TSE em tornar público os programas e o *hardware* utilizados;
- Dificuldade de técnicos verificar a corretude dos *softwares* devido à sua complexidade;
- Falta de procedimentos de auditoria em vários momentos do processo eleitoral.

4.8 Conclusão

Neste capítulo foram apresentadas algumas informações sobre o Sistema Eleitoral Brasileiro, como histórico, visão geral do processo, as etapas da eleição no Brasil, uma descrição detalhada do Sistema Informatizado de eleições, as técnicas criptográficas utilizadas e algumas vantagens e desvantagens do uso do SIE no Brasil.

Capítulo 5

Suspeitas de Fraudes

5.1 Introdução

Neste capítulo são descritas algumas suspeitas de fraudes em eleições realizadas no Brasil, encontradas na literatura.

Estas suspeitas de fraudes, no mínimo, geram desconfiança e desconforto por parte do eleitor e dos partidos políticos. Sendo ou não verdade, pode ser aproveitado indevidamente, por isso tudo deve ser apurado com rigor e apresentado relatório para a sociedade, servindo para justificar o aprimoramento da tecnologia e investir em pesquisa e desenvolvimento.

A seção 5.2 descreve o caso Araçoiaba da Serra - SP, onde não havia nas urnas as informações de alguns candidatos a vereador. A seção 5.3 apresenta o caso São Domingos - GO, onde um candidato apresentou, alegando suspeita de fraude na eleição, pedido de perícia. Mas esta foi considerada inadequada. Na seção 5.4 é descrito o caso Itaberaba - BA, onde foram constatadas irregularidades em todo o processo eleitoral. A seção 5.5 descreve o caso Diadema - SP, onde algumas irregularidades foram constatadas através da análise dos arquivos de *log* das urnas eletrônicas. A seção 5.6 apresenta o caso Camaçari - BA, onde foram encontradas evidências de fraude no cadastramento eleitoral. Na seção 5.7 é descrito o caso Santo Estevão - BA, onde foi realizada uma perícia e algumas irregularidades foram encontradas com a análise dos arquivos de *log* das urnas

eletrônicas. Finalmente na seção 5.8 é apresentada a conclusão do capítulo.

5.2 Caso Araçoiaba da Serra - SP

Nas eleições de 2000, em Araçoiaba da Serra, perto de Sorocaba, os encarregados pelo Cartório Eleitoral local não incluíram na urna eletrônica o nome e foto de sete candidatos a vereador do PT do B. O problema não foi notado pelo juiz, pelos técnicos responsáveis pela carga das urnas e nem pelos fiscais partidários, que teriam oportunidade de entrar com recurso, assim, o erro passou adiante.

No dia da eleição, quando os eleitores digitavam o número de um dos sete candidatos, aparecia a informação de que o voto seria anulado no lugar do nome e da foto do candidato. O juiz eleitoral foi convocado e constatou o problema, mas muitos eleitores já haviam registrado seus votos. A solução encontrada pelo juiz foi orientar os mesários para que perguntassem ao eleitor, antes, em quem votariam. Com esta atitude, houve a quebra de sigilo do voto. Os eleitores que quisessem votar em um dos candidatos do PT do B, deveriam voltar para votar após as 16 horas, quando se imaginava que o problema já estivesse resolvido [MAN 01].

De acordo com Maneschy [MAN 01]:

“Quando alguns eleitores voltaram depois das 16 horas dispostos a votar no PT do B, foram orientados para que votassem nulo para vereador na urna eletrônica, votassem para prefeito e, depois, votassem de novo para vereador, desta vez em uma cédula de papel. Quando chegou a hora de apurar os votos, constatou-se que havia mais votos para vereador do que eleitores na cidade, pois alguns votaram duas vezes para vereador, a primeira vez nulo e a segunda no candidato do PT do B em cédula de papel.

O juiz de Araçoiaba da Serra decidiu anular os votos de papel e considerar, para efeitos de apuração, apenas os votos registrados na urna eletrônica, embora os eleitores do PT do B tenham sido induzidos a anularem o seu voto. Ao final da apuração, os sete candidatos do PT do B apresentaram zero voto.

Estes acontecimentos provocaram o protesto dos prejudicados, bem como gerou recursos legais por parte dos candidatos, do partido PT do B e do Ministério Público. O juiz eleitoral local, autoridade máxima, indeferiu todas as petições.

Os candidatos prejudicados recorreram à instância superior, ao Tribunal Regional Eleitoral de São Paulo, onde quatro recursos procedentes de Araçoiaba da Serra deram entrada. Dois foram imediatamente rejeitados enquanto outros dois, do Ministério Público Estadual tiveram suas questões de mérito analisadas.

O acórdão 138.441 do TRE de São Paulo, datado de 26 de outubro de 2000, por unanimidade de seus juízes, negou provimento ao pedido de anulação da eleição de vereadores de Araçoiaba da Serra por violação de voto e desigualdade no tratamento para os candidatos - já que os do PT do B não puderam ser votados.

Os integrantes do TRE-SP reconheceram que o juiz de Araçoiaba da Serra errou ao não incluir na urna o nome dos sete candidatos do PT do B, mas assinalaram que a obrigação de conferir e fiscalizar a carga das urnas é dos partidos políticos. Concluíram que não houve tratamento desigual para os candidatos (embora os sete não pudessem ser votados), já que os fiscais não perceberam o erro no momento de carga das urnas eletrônicas.

O texto do acórdão 138.441 fala por si: “A simples ocorrência da novidade (voto eletrônico), ensejava a previsibilidade quanto a falhas, de molde a exigir dos partidos e candidatos mais e maior empenho nos trabalhos de fiscalização (...) O princípio constitucional da igualdade, que não há de ser entendido em sentido absoluto, não restou violado quando, para inviabilizar a efetiva participação de determinados candidatos no pleito, concorreu a omissão do partido Político”.

Em outubro de 2001, o Tribunal Superior Eleitoral, ao julgar Recurso Especial Eleitoral 19.463, anulou as eleições para vereadores na cidade Araçoiaba da Serra (SP), determinando a realização de novo sufrágio.

O TSE entendeu que houve violação do sigilo do voto nas eleições. Segundo o relator do processo no TSE, ministro Fernando Neves, um juiz eleitoral colocou na urna eletrônica o programa no qual não constavam todos os candidatos a vereador que disputavam as eleições.

Depois que foi detectado o problema, o juiz teria dito que quem quisesse escolher outro candidato fora da lista deveria votar mais tarde pelo método manual. O TSE afirmou que o posicionamento do juiz foi equivocado.”

O problema citado ocorreu devido a um erro da carga da urna pelos técnicos do TSE e/ou TRE. Os fiscais do partido têm a obrigação de fiscalizar a carga e conferir se todos os seus candidatos estão incluídos corretamente, para que na existência de algum erro, este possa ser corrigido a tempo.

A atitude de perguntar ao eleitor em quem votaria, foi incorreta, pois vi-

ola o sigilo do voto. Da mesma forma, orientar os eleitores a anular o voto para vereador na urna e depois votar em cédula em papel, sendo este voto desconsiderado posteriormente, também não foi correto.

A eleição para vereador foi anulada, houve nova eleição na cidade, mas a anulação demorou mais de 2 anos, ou seja, metade do mandato para acontecer.

5.3 Caso São Domingos - GO

O candidato a prefeito pelo PMDB em São Domingos, nas eleições de 2000, tinha certeza de sua vitória e as pesquisas de opinião garantiam que voltaria a governar a cidade goiana de 10 mil habitantes, 7 mil eleitores, onde em outubro de 2000 foram usadas urnas eletrônicas pela primeira vez, num total de 23 seções eleitorais. No dia da eleição, o candidato do PMDB foi derrotado, urnas instaladas em redutos eleitorais seus apresentaram um número inesperado de votos nulos e brancos [MAN 01].

Segundo Oliveira e Rêgo [OLI 01]:

“Alegando suspeita de fraude na eleição, o candidato apresentou pedidos de perícia nas urnas eletrônicas junto ao Cartório Eleitoral da cidade e ao TRE de Goiás, tendo seus pedidos indeferidos.

Com o apoio de políticos, levou seu pedido diretamente ao Presidente do TSE e conseguiu o que afirmava ser “. . . o primeiro processo de auditoria nas urnas realizado no país. . .”. Ainda segundo o candidato, entre 4 ou 5 urnas, das 23 utilizadas na votação do dia 1º de outubro de 2000, naquele município goiano, seriam auditadas com critérios tecnicamente e juridicamente aceitos em 8 de janeiro de 2001.”

De acordo com Maneschy [MAN 01]:

“Para assessorá-lo na auditoria, o candidato convidou dois técnicos em informática independentes. O candidato ficou decepcionado com a reunião promovida pelo TSE em sua cidade embora lá estivessem pessoalmente, além do juiz eleitoral de São Domingos, o próprio secretário de informática do TSE, pai da urna eletrônica brasileira, e o técnico do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), um dos responsáveis pelo desenvolvimento do equipamento, o diretor de informática do TRE-GO e vários especialistas do próprio TSE.

O juiz de São Domingos, logo na abertura, leu um ofício destacando que a reunião tinha “caráter estritamente administrativo e finalidade eminentemente pedagógica”, que não era uma sessão para auditoria ou perícia das urnas eletrônicas.”

Os técnicos do TSE apenas permitiam procedimentos externos de testes padrão, como uma possível recuperação do disquete do boletim de urna, procedimentos de limpeza do equipamento e uma simulação de nova votação, mesmo assim operado exclusivamente por eles, com os programas inseridos pelo TSE, sendo que a maioria deles não foi fiscalizado e auditados [OLI 01].

Ainda segundo Maneschy [MAN 01]:

“O que o Ministro Néri da Silveira chama de “auditoria”, segundo o perito judicial, “não tem credibilidade legal, visto ser feita exclusivamente por funcionários do próprio órgão auditado”.

Segundo relatórios do TSE das 24 urnas destinadas à eleição de São Domingos foram ligadas várias vezes entre o momento da lacração e o dia anterior a eleição, com os técnicos do TSE e do TRE-GO apresentando alegações como “ligadas para teste” ou “ligadas para treinamento”, sendo que no dia da eleição, 19 urnas foram ligadas antes do horário em que deveriam ser oficialmente acionadas para emitir a zérésima.”

O caso do município de São Domingos mostra que talvez o inesperado número de votos brancos e nulos tenha influenciado o resultado da eleição. Possivelmente, uma melhor orientação no uso da urna eletrônica resolveria este problema.

Outro fator a ser questionado, é a maneira de se fazer uma auditoria na urna; no caso de se ter o voto impresso, uma recontagem resolveria este problema.

5.4 Caso Itaberaba - BA

As informações desta seção foram retiradas do livro “O Pré-feito” [NEV 01] que contém fatos e dados de antes, durante e após as eleições 2000 em Itaberaba, Bahia.

Para que fosse feita uma análise acurada de supostas irregularidades que ocorreram em todo o processo eleitoral, os fatos acontecidos serão divididos em etapas.

Antes do Registro:

- *“O ainda pretendo candidato da “Caravana da Cidadania”, lançou um calendário premiado e os distribuiu em todas as residências do município, anotando os nomes e endereços onde foram entregues. Mensalmente, através de contrato com a Rádio Baiana de Itaberaba, sorteava móveis e eletrodomésticos e contemplava os ganhadores (previamente selecionados).*
- *Construiu uma casa para o funcionamento da Associação dos Moradores do Jardim das Palmeiras, fundada pelo seu próprio grupo, em terreno de duvidosa propriedade da sua família, também onde fez outras duas casas e as sorteou entre os moradores do local. Tudo através de um dos seus testas-de-ferro.*
- *Adquiriu uma área de terra no Povoado de Guaribas e fez doação para o Clube dos Vaqueiros, por seu grupo também fundado, onde, com trator de sua propriedade, construiu uma pista de corrida de cavalos.*
- *Adquiriu um ônibus e montou nele toda uma estrutura para atendimento médico-oftalmológico-odontológico, manicure e cabelereiro, que percorria os bairros periféricos da cidade e zona rural, prestando serviços gratuitamente.”*

Após o Registro:

- *“Continuou a utilizar o ônibus para atendimentos diários na zona urbana, rural e estabelecimentos de ensino público. Adquiriu um outro veículo, que ficou sob a responsabilidade de uma das suas candidatas a vereadora, para transportar pacientes para hospitais em Salvador, onde mantinha uma casa de sua propriedade e uma de um dos seus irmãos, para hospedagem dos mesmos.*
- *Incentivou mais ainda o Curso de Informática, aumentando o número de turmas, que funcionou no Shopping de sua propriedade.*
- *Montou uma farmácia numa das salas do seu Shopping e lá fornecia medicações gratuitamente, após atendimento médico feito na sua unidade móvel ou por profissionais ligados ao seu grupo, assim como aquelas receitas encaminhadas pelos seus cabos eleitorais ou candidatos a vereador.*
- *Construiu uma casa no Jardim das Umburanas, onde incentivou a invasão, em terrenos da Prefeitura Municipal de Itaberaba, para o funcionamento de uma Associação, orientada pelo seu grupo, onde forneceu farto material de construção para os “contemplados” com mais ou menos 700 (setecentos) lotes.*

- *Distribuiu bebidas alcoólicas aos jovens para participarem das suas movimentações e, de uma só vez, adquiriu quatro mil (4000) latas de cerveja e cinquenta (50) caixas de aguardente 51.*
- *Patrocinou a empresa que prestou serviço ao TRE, neste município, doando coletes, com marcas das empresas da sua família.*
- *Membros da sua coordenação tiveram acesso ao Polo de Informática do TRE.*
- *O PT e o PFL, PL, PT do B e PSC deram entradas em várias ações, antes e após o registro das candidaturas.”*

Dia anterior as Eleições:

- *“O referido candidato adquiriu seis mil (6000) cestas básicas, num fornecedor local e as distribuiu utilizando moto-boys, veículos da família, de cabos eleitorais e candidatos a vereador.*
- *Foram feitas várias denúncias e quando o Promotor se deslocava para flagrar, já não mais encontrava os “doadores”. Foi denunciado à PM que alguém do seu próprio quadro, segurança do candidato, estaria entrando no canal 4 (canal da PM) e passando as informações aos contraventores.*
- *Ajudaram a transportar, na noite anterior, as urnas eletrônicas para algumas seções da zona urbana e rural, pondo seus próprios seguranças para as devidas garantias.”*

Dia da Eleição:

- *“Vários eleitores afirmaram que já tinham assinado a lista de votação por eles; daí, foram impedidos de votar.*
- *Terminada a votação, os disquetes e urnas foram recolhidos por elementos impróprios, a exemplo de moto-boys e seguranças particulares.*
- *Sumiram urnas e disquetes de duas escolas, que só apareceram no dia seguinte, após apreensão feita pela Delegada local.*
- *A Juíza, apesar da afirmativa do Ministério Público sobre a existência de fraude, acusando o técnico do TRE, nada fez. Conseguiu, entretanto, a Totalização dos votos, mesmo com a falta das urnas e disquetes sumidos, que só apareceram no dia seguinte, como ela própria relata no termo de Audiência de recontagem dos votos.”*

Análise dos Fatos:

- *“Por que a Juíza Eleitoral não tomou nenhuma providência contra o abuso do poder econômico, durante toda a campanha, se este foi amplamente denunciado?”*
- *Por que a Juíza não apreciou nem julgou as ações que foram impretadas contra a Coligação Caravana da Renovação, com a celeridade necessária a um pleito eleitoral?”*
- *Por que apareceram entre os Espelhos dos Boletins de Urna, gerados na Totalização dos votos, onze (11) seções agregadas que não constavam na relação do TRE?”*
- *Por que as urnas eletrônicas foram guardadas num depósito, vizinho a empresa do coordenador da campanha do suspeito candidato, longe da segurança do Fórum, se era de obrigação mantê-las na unidade da Justiça Eleitoral, evitando assim a possibilidade do assédio de pessoas estranhas às mesmas?”*

Conclusões:

- *“A impunidade incentivou a prática do crime eleitoral. A Justiça Eleitoral, através da representação local, quase sempre ausente da Comarca, contrariando o Art.94, Lei 9504/97, do Código Eleitoral, foi conivente com as irregularidades durante todo o processo.*
- *Indivíduos estranhos tiveram acesso ao Polo de Informática do TRE, assim como estranhos foram aqueles que conduziram os disquetes das seções eleitorais para o Fórum.*
- *Algumas urnas eletrônicas e/ou disquetes podem ter sido adulterados, com a inserção de programas viciados, evidenciados pelas coincidências numéricas, adequação de fórmulas equacionais com resultados iguais e reforçados pelo aparecimento de seções extras, agregadas, em alguns Espelhos dos Boletins de Urna.*
- *O TSE não admite dar acesso ao programa das urnas eletrônicas para que se promova uma perícia na urna ou nos respectivos disquetes. Asseguram a inviolabilidade do sistema.*
- *Numa eleição em que, além dos abusos e desmandos, tivemos sumiços de urnas e disquetes, seções fantasmas, denúncia de fraude pelo Ministério Público durante a Totalização dos votos e parcialidade dos representantes da Justiça Eleitoral local, torna-se injustificável a omissão dos Poderes Superiores constituídos, que até então nada fizeram, em tempo hábil e obrigatório, para investigar, esclarecer e dar tranqüilidade ao município de Itaberaba.”*

Neste caso as supostas irregularidades ocorridas no processo eleitoral estão relacionadas às “doações” realizadas por determinado partido ou candidato em troca de votos, o que não é permitido.

Se realmente ocorreram as irregularidades citadas como: sumiço de urnas ou disquetes, aparecimento de seções extras (agregadas), ou qualquer adulteração no sistema, a Justiça Eleitoral deveria ter tomado as devidas providências para esclarecimento.

5.5 Caso Diadema - SP

As informações deste caso foram retiradas de [BRU 01a]. É o resultado da análise dos arquivos de *log* das urnas eletrônicas utilizadas durante o primeiro turno das eleições de Diadema no ano de 2000.

Segundo Brunazo [BRU 01a]:

“Como principal constatação válida para todas as urnas eletrônicas utilizadas nessa eleição em apreço, esta análise revelou que nenhuma das urnas eletrônicas passou por um procedimento de carga, teste e lacração regular com mandam a Lei 9.504/97 e a Resolução 20.563/00 do TSE.

A conclusão que decorre deste fato inequívoco é que não há garantia de que tais urnas não tenham tido seus programas adulterados, pois houve inúmeros atos praticados fora da vigilância dos fiscais dos partidos políticos e longos foram os momentos em que todas as urnas estiveram vulneráveis à troca de dados e programas.

Outras irregularidades e ilegalidades foram constatadas com algumas urnas localizadas:

- *Carga de oito urnas no dia da eleição;*
- *Uma seção eleitoral onde não foi emitida a zerésima;*
- *Três urnas não substituídas com funcionamento errático durante todo o dia eleitoral chegando inclusive a serem desligadas enquanto eleitores votavam;*
- *Uma seção eleitoral que não constava da relação de locais de votação original, na qual foi usada apuração manual (Voto Cantado) e onde o número de votos computados supera em 97 a quantidade de eleitores habilitados;*

- *Onze urnas foram substituídas em dez seções eleitorais e em nove destas seções as substituições apresentam irregularidades legais e técnicas.*

Todos estes acontecimentos reforçam a necessidade de que uma perícia mais profunda fosse feita nos programas efetivamente utilizados pelas urnas, pela análise do conteúdos dos Flash Internas das urnas usadas durante aquela eleição e também dos Flash de Carga utilizadas na inseminação das urnas, para tentar se identificar possíveis traços de adulteração de seus programas originais.

Também são sugeridos que uma série de documentos oficiais, atas e Boletins de Urnas, fossem analisados para fornecerem informações e subsídios complementares aos obtidos pela simples análise dos arquivos de log, inclusive a verificação do porquê da ausência dos arquivos de log de algumas seções.”

Boa parte das possíveis irregularidades citadas poderiam ser evitadas com a fiscalização dos partidos, por exemplo: fiscalização no procedimento de carga, teste e lacração das urnas, no dia da votação (emissão da zerésima em todas as seções), na apuração por Voto Cantado, nas substituições das urnas. Caso irregularidades fossem constatadas pelos fiscais, providências poderiam ser tomadas, a fim de esclarecer os fatos.

Deve-se lembrar que os partidos têm direito de fiscalização e a Justiça Eleitoral deve garantir que esta fiscalização possa ocorrer, convocando os partidos para as sessões públicas. Também devem ser analisados os pedidos de perícia, realizando-as quando necessário para esclarecimento.

5.6 Caso Camaçari - BA

Denúncias de ocorrência de fraudes eleitorais por meio de votação de eleitores fantasmas nas eleições no município de Camaçari, na Bahia, vêm sendo apresentadas pelo Diretório Municipal do PPS desde as eleições de 1996 [CHA 02].

Segundo Chadel e Brunazo [CHA 02]:

“De acordo com provas que o Cadastro Eleitoral do município estava “inflado”, foi determinado o Recadastramento Eleitoral. O primeiro recadastramento ocorreu em 1998, com os eleitores tendo que apresentar mais

documentos, além do Título de Eleitor, no momento de votar. Mas este recadastramento também fora fraudado e, apenas três meses após as eleições de 2000, um novo recadastramento foi marcado para o ano de 2001.

No segundo recadastramento ocorrido entre setembro e novembro de 2001 o TRE-BA decidiu utilizar as urnas eletrônicas para nelas recolher os dados dos eleitores cadastrados. As urnas eletrônicas foram preparadas com um sistema de revisão de cadastro.”

O PPS de Camaçari, diante de evidências de fraudes, pediu à Corregedoria do TSE, e obteve, que se apreendessem e se periciassem os equipamentos.

Esta perícia foi realizada nos dias 21 e 22 de março de 2002, nas dependências da Corregedoria do TSE.

No dia 22 de março a Assessoria de Imprensa do TSE divulgou nota afirmando “*O Tribunal Superior Eleitoral não detectou qualquer irregularidade no programa das 20 urnas eletrônicas utilizadas no processo de revisão eleitoral realizado ano passado no município de Camaçari-BA*”.

No dia 25 de março o Perito e Autor dos programas apresentou seu Laudo Pericial concluindo que “*Não foi detectada violação da integridade do programa computadorizado utilizado no referido processo revisional e os programas instalados nas urnas periciadas são idênticos aos disponibilizados*”.

Os Assistentes Técnicos do PPS, que assistiram à perícia, discordando das conclusões do perito, apresentaram o Parecer sobre o Laudo Pericial. As conclusões dos Assistentes Técnicos do PPS foram [CHA 02]:

1. *“O Perito Judicial omitiu em suas conclusões o fato de ter encontrado prova irrefutável de quebra da integridade dos dados contidos nas urnas periciadas.*
2. *O Perito Judicial optou por não analisar o conteúdo de boa parte da memória permanente (flash card e disquete) das urnas de forma que não poderia concluir pela integridade das urnas apenas baseado nos dados que analisou.*
3. *O sistema de recadastramento usando as urnas eletrônicas tinha tantas vulnerabilidades que era mais fácil fraudar usando o próprio programa original do que adulterá-lo.”*

É mostrada uma série de evidências da fraude no cadastramento eleitoral que foram retiradas dos relatórios levantados pelo perito [CHA 02].

- “Vários eleitores cadastrados num minuto;
- Eleitores revisados em seqüência, com a mesma inicial no nome;
- Mesmo operador em duas urnas simultaneamente;
- Mesmo eleitor cadastrado várias vezes;
- Operadores autorizados, sem nome ou com duplo registro.”

Segundo Brunazo, reconheceu-se que houve problema no recadastramento, sendo realizado um novo recadastramento eleitoral em 2003 e continua em andamento o processo de perícia nas urnas utilizadas nas eleições de 2000.

5.7 Caso Santo Estevão - BA

Em 03 de setembro de 2000, a Coligação Unidos Pela Paz (PPB-PFL), que disputou as eleições municipais na cidade de Santo Estevão na Bahia, deu entrada em um processo de impugnação do resultado eleitoral para que fossem realizadas perícias nas urnas eletrônicas utilizadas naquela eleição [RÊG 02].

De acordo com Rêgo e Brunazo [RÊG 02]:

“Nove meses depois o pedido de perícia foi aprovado pelo Juiz Eleitoral do município. A perícia foi instalada oficialmente no dia 06 de julho de 2001.

Durante a perícia, o perito foi impedido de ter acesso às memórias das urnas eletrônicas, foi permitido apenas que vistoriasse as urnas externamente e as fotografasse. O perito analisou os arquivos de log, fornecidos pelo TRE, os quais contém algumas informações sobre horários de utilização de cada urna eletrônica.

Após a análise, o perito detectou que uma urna foi lacrada no dia 23 de setembro de 2001, mas foi carregada com os programas dois dias depois, dia 25.”

A seguir são mostrados exemplos de possíveis irregularidades nas urnas de Santo Estevão, extraídos dos anexos do Laudo Pericial [RÊG 02].

- “Log de uma urna revelando ter sido carregada no dia 25 de setembro, apesar do lacre, ainda intacto, ter sido colocado no dia 23 de setembro.

- *Log de uma urna revelando que a urna funcionou no dia 29 de setembro, sem que tivesse sido ligada.*
- *Log de uma urna revelando que a urna funcionou uma hora antes de se iniciar a eleição sem que tivesse sido ligada.*
- *Log de uma urna revelando que a chave foi desligada durante a votação de um eleitor, sendo que o voto a vereador foi computado com a chave ainda desligada. A chave voltou a ser ligada antes do eleitor votar para prefeito.”*

Novamente neste caso, uma auditoria detalhada esclareceria o problema.

5.8 Conclusão

Este capítulo apresentou algumas suspeitas de fraudes ocorridas em eleições.

No caso Araçoiaba da Serra, houve o erro com a carga da urna que poderia ter sido resolvido com a fiscalização adequada do partido, como constatou-se quebra de sigilo, providências deveriam ter sido tomadas o mais rápido possível.

Já em São Domingos, o número de votos brancos e nulos influenciou no resultado da eleição, o que leva a concluir que deveria ser dada mais atenção na orientação do uso da urna eletrônica, e uma boa auditoria esclareceria o problema.

No caso Itaberaba pode ter ocorrido má condução por parte do Cartório Eleitoral, que deveria ter esclarecido os possíveis acontecimentos.

Em Diadema, a fiscalização dos partidos, que deve ser garantida, resolveria a maior parte das supostas irregularidades, além de problemas técnicos com a urna, que estão sujeitos a acontecer. Lembrando que perícias servem para esclarecer possíveis problemas.

No caso Camaçari, o cadastramento foi feito, se ocorreram problemas, os responsáveis deveriam ter sido punidos.

Em Santo Estevão, novamente uma auditoria detalhada resolveria o problema.

Há vários processos formalizados na Justiça Eleitoral e relatórios apresentados que estão no TRE/TSE.

Conclui-se que as suspeitas de fraudes citadas (encontradas na literatura) estão relacionadas com a manipulação humana, operação do equipamento, fiscalização inadequada e falta de satisfação com a auditoria realizada atualmente.

Estas suspeitas trazem um certo desconforto para o eleitor, para os partidos políticos e para o TSE. Todos estes casos e outros devem ser verificados e os possíveis problemas encontrados devem ser sanados.

Uma proposta é a confecção de um manual para os partidos políticos e para a sociedade, que facilitasse o acompanhamento da auditoria.

Capítulo 6

Críticas sobre a Urna Eletrônica

6.1 Introdução

Este capítulo tem o objetivo de sistematizar as diversas correntes de opiniões de críticos sobre a urna eletrônica, trazendo algumas opiniões, propostas de mudanças, avaliações do SIE, a Lei do Voto Impresso e novos projetos de Lei. Também são mostrados o que já foi atendido ou não pelo TSE.

Na seção 6.2 são apresentadas algumas opiniões de críticos, na seção 6.3 são descritas algumas propostas de mudanças: propostas de críticos, o resultado da avaliação do Sistema Informatizado de Eleições pela UNICAMP e a Lei do Voto Impresso. Na seção 6.4 é apresentado o relatório do TSE das eleições de 2002, na seção 6.5 são apresentados novos projetos de Lei que visam estabelecer a implantação do registro digital do voto e o Título Eleitoral Eletrônico. E finalmente a seção 6.6 apresenta a conclusão do capítulo.

6.2 Opiniões dos Críticos

Nesta seção serão apresentadas opiniões de alguns críticos, de acordo com artigos publicados em eventos como: Simpósio sobre Segurança na Informática (SSI), Workshop em Segurança de Sistemas Computacionais (Wseg) e Seminário do Voto

Eletrônico (SVE), entre outros artigos encontrados na literatura.

Amílcar Brunazo Filho, no Simpósio sobre Segurança na Informática (SSI 1999), apresentou o artigo “A segurança do voto na urna eletrônica brasileira” [BRU 99], a seguir são listadas algumas afirmações do artigo:

- *“O voto eletrônico exige que a segurança contra agentes internos desonestos seja redobrada, subestimar a possibilidade da fraude ser cometida por um grupo de projetistas e programadores mancomunados, constitui falha grave na política de segurança adotada.*
- *Questões polêmicas do projeto, como a decisão de não se mostrar o voto impresso ao eleitor, que elimina a possibilidade de recontagem dos votos, e a decisão de se fazer a identificação do eleitor e a coleta do seu voto numa mesma máquina, que torna a inviolabilidade do voto dependente da honestidade dos programadores, deveriam ser debatidas dentro de universidades brasileiras.*
- *A solução escolhida pelo TSE para o funcionamento da urna eletrônica não permite a conferência da apuração via recontagem dos votos impressos, os quais teriam que ser vistos e aprovados pelo eleitor para que a conferência tivesse algum sentido lógico.*
- *Sem a conferência da apuração, a única forma que resta para dar garantia ao eleitor de que seu voto será dado ao candidato escolhido seria garantir que os programas contidos nas urnas são honestos e não desviam votos. Para tanto, não basta que os fiscais dos partidos tenham conhecimento apenas do programa-fonte do software aplicativo de apuração. Eles têm, adicionalmente, que validar os programas compilados por meio de análise e testes exaustivos e têm que se certificar que os programas carregados nas urnas foram gerados pela compilação dos mesmos programas-fonte que foram validados.”*

Listam-se a seguir as principais falhas de segurança no projeto e implantação da urna eletrônica brasileira, ainda segundo Brunazo [BRU 99]:

1. *“O conhecimento apenas dos programas-fonte pelos técnicos dos partidos não valida o software real carregado na urna.*
2. *A ausência de fiscalização externa ao TSE na compilação e carga dos programas.*
3. *É impossível se proceder à fiscalização ou recontagem da apuração de uma urna.*
4. *O eleitor não tem como conferir se o seu voto foi dado ao candidato escolhido.*

5. *O conteúdo do voto e a identificação do eleitor estão disponíveis simultaneamente na mesma memória de computador.*
6. *O TSE não permitiu que fossem feitos nem auditoria nem testes com o programa real da urna em funcionamento normal.”*

Em 2002, o TSE testou um módulo com impressora, que imprime o voto para que o eleitor possa conferi-lo. Por lei (10.408), nas eleições de 2004 toda urna deve imprimir os votos, de acordo com a disponibilidade orçamentária (artigo 4).

Os fiscais dos partidos já podem analisar todos os fontes, acompanhar a compilação dos fontes e a carga das urnas e conferir se os programas carregados nas urnas são os mesmos analisados, comparando os resumos em audiência pública.

Amílcar Brunazo Filho, no Simpósio sobre Segurança na Informática (SSI 2000), com o artigo “Avaliação da Segurança da Urna Eletrônica Brasileira” [BRU 00] apresenta algumas justificativas para a Impressão do voto, citadas a seguir:

- *“O Potencial de Danos da troca de votos impressos na urna eletrônica é muito menor e a fraude associada é ineficaz. Ainda que seja correto afirmar que a impressão do voto abre oportunidade de um ataque, este ataque é destrutivo ¹ e é incorreto dizer este tipo de ataque nos leva de volta à mesma situação do passado, quando os ataques eram construtivos e dirigidos ².”*
- *O aumento de custo da urna é compensado pela maior segurança e transparência dada ao sistema. A confiabilidade do processo democrático justifica o maior custo.*
- *O aumento de casos de mau funcionamento deve ser resolvido pela melhoria das especificações técnicas e acertos nos planos de contingências que permita a substituição da unidade de impressão defeituosa. Afinal a urna eletrônica deve funcionar apenas 8 horas a cada dois anos. Não é argumento que justifique o impedimento de se conferir a apuração.*
- *O uso de documento impresso como forma de permitir a conferência e auditoria é largamente adotado em inúmeros processos informatizados modernos, como a impressão obrigatória de notas fiscais em caixas comerciais eletrônicas, recibos de transações bancárias e com cartão de crédito e, até mesmo no próprio sistema*

¹“Um ataque cujo objetivo é paralisar ou atrasar o funcionamento regular do sistema-alvo, visando reduzir sua disponibilidade para uso (availability) sem, no entanto, construir algum resultado falso.”

²“Um ataque que visa construir um resultado falso durante o funcionamento do sistema atacado, tentando fazer o resultado falso ser aceito como verdadeiro”.

de voto informatizado brasileiro, com o uso dos Boletins de Urna impressos, os quais viabilizam a conferência da Totalização dos Votos pelos Partidos Políticos. O Boletim de Urna impresso, exigido por Lei, é a principal defesa do eleitor contra fraudes informatizadas na Totalização dos Votos.

- *As fraudes antigas com o voto de papel (como o “voto-de-cabresto”) só são possíveis se o voto impresso for entregue nas mãos do eleitor. Se a urna mostrar o voto impresso ao eleitor através de um visor de forma que o eleitor possa conferir mas não manusear o voto, tais fraudes não serão possíveis.*
- *Sobre o ataque destrutivo por quem queira bloquear a votação, com o eleitor repetidas vezes alegando que o voto impresso não corresponde ao votado, não é vulnerabilidade exclusiva da urna eletrônica que imprime o voto. Ele pode ocorrer também com a urna eletrônica atual (sem impressão do voto) e até com o sistema tradicional de voto. É um ataque raro e pouco eficaz que sempre foi resolvido pelos mesários durante a votação. Não há motivo para acreditar que será diferente.*
- *A proposta do PLS 194/99 (descrito na seção 6.3.3, página 105) cria o voto impresso como um documento confiável e válido para a auditoria e estabelece as condições legais em que as urnas poderão e serão recontadas.”*

O voto impresso foi aprovado pela lei 10.408/02 comentada na seção 6.3.3, sendo mostrado o voto ao eleitor por um visor, podendo o eleitor conferir o voto sem manuseá-lo.

Jeroen van de Graaf e Wilton Speziali Caldas, no Simpósio sobre Segurança na Informática (SSI 2001), com o artigo “Melhorando a segurança e a transparência da urna eletrônica” [GRA 01] fazem algumas críticas sobre o processo eleitoral e a urna eletrônica, que serão descritos a seguir:

- *“Quando se começa a estudar a urna eletrônica, se torna evidente que a segurança é precária. Um dos problemas é que a urna emite um bip quando qualquer tecla é pressionada. Conseqüentemente, um voto branco (uma tecla) pode ser distinguido de um voto dado a um candidato (várias teclas), revelando informação a quem esteja por perto.”*

O bip emitido pela urna tem o objetivo de melhorar a usabilidade, ao confirmar um voto branco, por exemplo, são emitidos alguns bips para “imitar” um voto válido, tendo estes um intervalo de tempo variável (aleatório) e pequeno.

- *“Para ativar a urna eletrônica para um novo voto, o presidente da mesa digita o número de identificação do eleitor em um terminal conectado à urna. Por meio de*

uma modificação de software simples, torna-se fácil manter um registro de quem votou em quem, assim violando o sigilo do voto.”

- *“Se todos os mesários conspirarem, a criação de votos adicionais é facilitada, usando-se o programa de voto cantado ³.”*

Vale lembrar da importância da fiscalização dos partidos, não permitindo este tipo de ocorrência.

- *“Outra preocupação é a troca de urnas. Ataques em que os fraudadores preparam uma urna diferente alguns dias antes da eleição, com resultados falsos e após a realização das eleições, eles trocam a urna verdadeira pela falsa.”*

O Boletim de Urna é emitido e publicado após a votação, para posterior conferência com os boletins que foram totalizados (publicados pelo TSE).

- *“Ataques semelhantes podem ocorrer com a troca dos cartões flash, utilizados para tornar a carga e instalação do software rápida e conveniente. Entretanto, esta conveniência é um fator de risco para a segurança pois facilita aos atacantes a substituição do software.”*

Na totalização é feita a validação do BU, através da tabela de correspondência, que contém dados sobre a carga correta da urna.

- *“Os procedimentos da eleição parecem se basear sobremaneira no fato de que os mesários e o representante da justiça eleitoral são honestos, se isso não for verdade, vários tipos de fraude se tornam possíveis. Confiar na honestidade não é um bom ponto de partida para um sistema de segurança.”*

Evandro Luiz de Oliveira e Cláudio Andrade Rêgo, no Workshop em Segurança de Sistemas Computacionais (Wseg 2001) , com o artigo “Auditoria de Sistemas Eleitorais: o Caso São Domingos” [OLI 01] faz algumas críticas descritas a seguir:

- *“Os problemas com a Urna Eletrônica começam na sua origem, em se tratando da coisa pública e que deveria atender aos mais diversos interesses políticos, técnicos e administrativos, seria necessário uma ampla discussão entre os segmentos da sociedade envolvidos, para que fossem delineadas as especificações técnicas necessárias e que se implantasse um sistema informatizado do porte das eleições brasileiras, o qual não poderia ter sido instituído sem debate, testes e normalização mínima necessária.*

³Esse programa é utilizado quando uma urna pára de funcionar e o processo é continuado com cédulas em papel. Pode-se somar os votos das cédulas em papel ao total da urna, através do “voto cantado”, um mesário lê em voz alta o voto enquanto outro mesário digita.

- *A realização de uma auditoria posterior à eleição, caso fosse integralmente realizada, poderia dar legitimidade mínima aos processos e tecnologias utilizadas. A não realização de procedimentos internacionalmente aceitos invalida a possibilidade de que o sistema seja totalmente confiável e seguro.*
- *Acrescenta-se a complexidade devido ao porte deste sistema, com mais de 350 mil urnas a serem certificadas, e o fato de que não existe somente o software de votação, são muitos os programas (sistema operacional, candidatos, totalizadores, de criptografia, identificadores de eleitores) presentes na urna e no processo de totalização dos votos, e todos eles, sem exceção, deveriam estar submetidos aos mesmos procedimentos de garantia da confiabilidade desde a criação, implementação, funcionamento e auditoria.”*

As resoluções 20.997 e 21.127 tratam de processos de auditoria.

Amílcar Brunazo Filho, no Workshop em Segurança de Sistemas Computacionais (Wseg 2001), com o artigo “Critérios para Avaliação da Segurança do Voto Eletrônico” [BRU 01b] faz uma avaliação da segurança da urna eletrônica submetendo-a aos critérios propostos por diversos autores, como é descrito a seguir:

- **Integridade do Sistema**⁴ - *“Reprovado - Conforme entrevistas concedidas ao Jornal do Brasil em 30/08/2000 e à Folha de São Paulo em 15/10/2000, pelo Eng. Oswaldo Catsumi Inamura, da Aeronáutica e do TSE, os programas das UE foram modificados depois de terem sido apresentados aos auditores externos e não foram reapresentados para análise depois disso.”*

Atualmente, após a sessão pública para análise dos fontes e compilação dos programas, caso sejam feitas alterações, nova sessão é realizada.

- **Integridade e Confiabilidade dos dados**⁵ - *“Inconclusivo - são permitidos testes apenas em máquinas previamente preparadas para o teste e não em máquinas prontas para votar.”*

A escolha das máquinas para teste é feita pelos partidos e é aleatória. Existe também a votação paralela para garantir a confiabilidade dos dados.

- **Anonimato do Eleitor**⁶ - *“Sem garantias - A associação entre o voto e a identidade do eleitor é uma hipótese não afastada, visto que o número do eleitor é fornecido à Urna Eletrônica no mesmo momento em que ele digita seu voto e não se permite análise completa dos programas.”*

⁴O sistema de computador deve ser à prova de modificação depois de validado e certificado por auditores externos.

⁵Os votos devem ser gravados corretamente e devem ser à prova de modificações.

⁶A associação entre o voto e a identidade do eleitor deve ser impossível.

- **Autenticação do Operador** ⁷ - *“Reprovado - Em todos os terminais da rede do TSE, inclusive os que contem os códigos-fonte dos aplicativos e das bibliotecas padrão dos compiladores, está instalado um programa de manutenção remota, o PCAnyWhere, que possui “portas-do-fundo” para acesso remoto. O Sistema SiS, de controle de acesso, também possui portas para manutenção de emergência.”*
 - **Auditabilidade do Sistema** ⁸ - *“Inconclusivo - Fiscais de partidos de Boa Vista, RO, relataram testes de dupla carga dos programas nas UE da 1ª Zona Eleitoral. Os arquivos de log destas urnas não revelam o fato, levando a crer que a carga dos programas na UE apaga o log existente anteriormente, perdendo registros úteis para auditoria que poderiam revelar uma fraude. Considera-se este tópico inconclusivo, pois não se obteve uma confirmação formal do teste feito na presença do juiz e do promotor público.”*
 - **Transparência do Sistema** ⁹ - *“Reprovado - O TSE afirma que os códigos-fonte do sistema operacional e da biblioteca de criptografia não podem ser apresentados para análise por motivos de segurança e de direitos autorais, já que não é sua a propriedade intelectual. O TSE também afirma que não pode permitir aos fiscais dos partidos conferirem se o código-objeto carregado nas UE corresponde ao mostrado aos fiscais, alegando motivo de segurança.”*
- Atualmente, os fiscais dos partidos podem analisar todos os fontes, incluindo biblioteca de criptografia e sistema operacional e conferir se os programas carregados nas urnas são os mesmos analisados.
- **Disponibilidade do Sistema** ¹⁰ - *“Não analisado - o TSE, no entanto, afirma ter criado defesas contra ataques DoS na sua rede durante o período da totalização dos resultados.”*
 - **Confiabilidade do Sistema** ¹¹ - *“Apresenta fragilidades - nas UE os votos de cada candidato são constantemente mantidos em memória temporária, RAM, sem dígito de verificação. A cada voto novo, o acumulado é regravado em memória permanente, Flash Card, sem verificação de integridade (novo valor = valor anterior + 1). Assim, uma eventual troca indevida em um bit na RAM, se propaga.”*

⁷As pessoas autorizadas devem ter mecanismos de controle de acesso não triviais. Senhas fixas e “portas-do-fundo” para manutenção, por exemplo, não são recomendadas.

⁸Todas as operações internas do sistema devem ser monitoradas mas sem violar a confidencialidade dos votos. Toda alteração de programas e de dados de controle deve ser registrada. Deve ser impossível evitar este monitoramento ou modificar seus relatórios.

⁹Todos os programas, documentação, equipamentos, microcódigos e circuitos especiais devem ser abertos para inspeção a qualquer momento, a despeito de qualquer alegação de segredo dos fornecedores.

¹⁰Deve haver proteção contra ataques por saturação, também chamados de ataques DoS, e o sistema deve estar sempre disponível durante o período eleitoral.

¹¹O projeto deve minimizar os efeitos de erros e de códigos maliciosos.

- **Facilidade de Uso**¹² - *“Aprovado com restrições - para um eleitor acostumado a teclados e computadores a UE é fácil de usar, para outros nem tanto. Muitas reclamações de “foto de candidato errado”, que surgiram em quase todos os municípios, foram devidas a dificuldades de uso da UE. O TSE não divulgou nenhuma estatística sobre a frequência deste problema, que não foi pequena.”*
- **Documentação e segurança**¹³ - *“Inconclusivo - os fiscais dos partidos não tiveram acesso à toda documentação, inclusive não foram apresentadas as alterações no código-fonte nem as justificativas destas alterações feitas depois destes códigos terem sido apresentados aos fiscais.”*
- **Integridade do Pessoal**¹⁴ - *“Não avaliado - é difícil avaliar a “incorruptibilidade” de pessoas. Relata-se que houve muitas denúncias de falhas da segurança na guarda física das UE, com desvios e roubos.”*

Benjamin Soares Azevedo Neto, no Seminário do Voto Eletrônico 2002, com o artigo “Urnas eletrônicas: Corrigindo os desvios” [AZE 02] apresenta os três principais problemas de segurança e confiabilidade do projeto atual da Urna Eletrônica (Inauditabilidade, Ameaça ao sigilo e Falta de transparência da programação) e sugere as soluções técnicas necessárias:

- **Inauditabilidade:**

“Sistemas deste tipo podem conter desde erros involuntários, até fraudes criadas pelo pessoal interno (com ou sem conhecimento superior) ou mesmo serem alvo de fraudes por invasão de agentes externos.

As alterações impostas pela Lei 10.408 obrigam a impressão do voto, mas por atraso no trâmite e aprovação desta lei, isto somente será obrigatório em 2004. Nas eleições de 2002 o TSE fez apenas pequeno teste da impressão, em cerca de 5% das urnas.

É indispensável a impressão do voto em todas as seções eleitorais, a ser visualizada pelo eleitor antes de apertar o botão “Confirma”, sendo o comprovante colhido em recipiente lacrado.

Cria-se assim uma contraprova válida a ser utilizada para recontagem em caso de dúvida, e que serve também como inibidor de qualquer

¹²O uso do sistema deve ser ameno para eleitores e operadores. A interface com o usuário deve ser à prova de falhas e deve prever o mau uso acidental ou proposital.

¹³Todo o projeto e implementação, inclusive a relativa a testes e segurança deve estar documentada consistentemente e sem ambigüidades.

¹⁴O pessoal envolvido deve ser incorruptível e de integridade inquestionável, inclusive os envolvidos com a distribuição e guarda de dados e equipamentos.

tentativa de fraude eletrônica dos resultados de uma seção, já que a fraude fica passível de detecção. A nova lei prevê que 3% das urnas devam ser obrigatoriamente recontadas, exatamente como mecanismo de controle. Ocorre neste ponto porém outro problema. Emenda de última hora determinou que o sorteio das urnas que serão auditadas (3%) seja feito de véspera, tirando toda a força de auditoria da verificação. As urnas a serem recontadas por amostragem deveriam ser sorteadas após o encerramento da votação e emissão dos boletins de urna, e não antes.”

Segundo o livro Burla Eletrônica [BRU 02d] é sugerido que cada boletim de urna seja individualmente disponibilizado no site do TSE. Se todos estiverem lá, a fiscalização da totalização ficará muito fácil. Assim como a cédula impressa permitirá fechar o circuito com o voto que o eleitor viu, o boletim impresso poderá ser conferido com o que está no site. Bastará um simples programa para pegar esses boletins já conferidos, e somar o total. De uma maneira muito simples será fechado o controle desde o início do voto até o total final. Sem isto, os partidos terão que ter todos os boletins, copiá-los, digitá-los, conferi-los, e estarão sujeitos a erros. Se na hora de somar estiver faltando um, não se poderá impugnar, porque não se tem a conta toda. Por isso a publicação individual dos boletins durante a apuração seria um mecanismo indispensável.

Embora os boletins de urna não sejam disponibilizados na Internet, são entregues aos partidos. Existe a possibilidade do partido totalizar os votos do seu candidato, tornando o processo mais simples.

- **Ameaça ao Sigilo:** Segundo Azevedo [AZE 02]:

“O sigilo não pode depender da programação interna da Urna, ou ficar disponível para eventual rastreamento dos registros de votação. Por qualquer destes caminhos, é passível de quebra o sigilo do voto, garantido pela Constituição.

Para maior segurança, não deve ser feita qualquer digitação ou anotação que registre a identificação ou sequer a seqüência de votação dos eleitores na seção, mesmo que em outros equipamentos.

A digitação do título deve ser substituída por simples botão, vinculado ou não a uma senha, que seria acionado pelo mesário após a conferência da documentação do eleitor, com o que se liberaria a Urna

Eletrônica para receber o voto de um único eleitor. Esta provisão foi eliminada na votação final da Lei 10.408, e com isto mantida grave ameaça ao sigilo do voto individual.”

Esta sugestão do uso de um botão para liberar o voto do eleitor abre a possibilidade de fraude dos mesários, liberando votos extras.

- **Falta de Transparência da Programação:** De acordo com Azevedo [AZE 02]:

“Como medida acessória, surge a questão do amplo acesso dos partidos à programação das Urnas. Não pode haver segredos nesta área, devendo ser garantido aos partidos total acesso aos fontes, compiladores, bibliotecas de rotina, sistema operacional, além da efetiva possibilidade de verificarem se os programas carregados nas Urnas no dia da eleição correspondem exatamente aos que foram examinados previamente pelos partidos, depois de compilados da mesma forma.

Este requisito de transparência da programação e acesso para verificação dos programas carregados, deve ser visto assim como medida acessória de controle. Ele não substitui ou diminui, de forma alguma, a necessidade dos demais controles, em especial a auditabilidade do processo pelo comprovante impresso do voto. Do mesmo modo, a inviolabilidade do sigilo do voto estará melhor guardada pela eliminação da digitação do número do título de eleitor, do que apenas pelo exame minucioso dos fontes tentando garantir que não seja vinculado o voto ao eleitor.”

Conforme citado anteriormente, os partidos já têm total acesso aos fontes e possibilidade de conferir os programas carregados nas urnas. Embora, devido a complexidade do sistema, seja praticamente impossível garantir a sua correção através da análise dos fontes.

Pedro Antonio Dourado de Rezende, no Seminário do Voto Eletrônico 2002, com o artigo “A Lanterna de Diógenes, sobre a segurança da urna eletrônica no Brasil” [REZ 02] faz algumas críticas descritas a seguir.

- “Os cenários atualmente possíveis para burlar o software da urna são:
 1. *O produtor da biblioteca poderia se valer de falhas conceituais ou vulnerabilidade no sistema operacional, e a possibilidade de fraude estaria sendo explorada por ele apenas.*

2. *A biblioteca criptográfica poderia explorar passagem alternativa no sistema operacional que exista para isso, e a possibilidade de fraude estaria sendo explorada pelos seus produtores, contra o eleitor e o TSE.*
 3. *O grampo de teclado poderia ser implantado no próprio programa aplicativo, após a auditoria dos partidos no TSE e antes da inseminação deste programa nas urnas. Esta é a forma mais direta e simples de embuste. Qualquer um que ganhe acesso, em momento adequado, à compilação desse programa na rede do TSE, poderia implantá-lo.*
- *A especificação da biblioteca fala em uso da criptografia para proteção da comunicação entre a urna e a rede de apuração. Implementa-se a cifração, que protege sigilo, ao invés da autenticação, que protege integridade.*
 - *Este sigilo não é necessário. Este sigilo só seria necessário se, no transporte, o voto pudesse ser associado ao eleitor que o digitou.*
 - *A confusão entre o sigilo do voto - que está na lei - e o sigilo no transporte do boletim de urna - que está no sistema - representa um grande risco no referencial do eleitor, principalmente se for proposital.*
 - *O que importa no transporte do boletim de urna é a preservação da sua integridade, e não do seu sigilo. E para isso a autenticação, e não a cifração, é a proteção criptográfica indicada, contra adulterações no transporte de dados. Para autenticá-lo neste contexto, bastaria assiná-lo digitalmente na urna e verificar esta assinatura na rede de apuração. A assinatura digital automatiza a detecção de burlas no transporte.*
 - *No saldo geral, a auditabilidade externa é que tem a oferecer à urna, como nos parece, o melhor nível de proteção possível, em qualquer referencial de risco. Mas desde que venha a ser parte bem planejada do seu processo da segurança, a começar pelas especificações do sistema.”*

Ainda no Seminário do Voto Eletrônico 2002 segundo [BRU 02d], Re-
zende afirmou:

- *“A questão crucial é a de como saber se os programas que entram na urna e nas máquinas de totalização são ou não são os mesmos examinados durante a cerimônia de apresentação do TSE, noventa dias antes.”*

É feita a verificação da assinatura digital dos programas (utilizados na urna e na totalização) para garantir a integridade, podem também ser conferidos os resumos criptográficos dos programas inseminados nas urnas, embora isto seja feito com um programa do TSE.

- *“O partido precisa estar equipado com programas que fazem a totalização paralela. Entretanto, antes da totalização paralela os fiscais do partido precisam saber se a versão impressa do boletim de urna coincide com a versão eletrônica que foi totalizada.”*
- *“A urna não está ligada à Internet, a urna não é programável por teclado. Só quem pode burlar o programa é quem tem acesso para manipulá-lo, e não quem tem acesso para conhecê-lo.”*

Márcio Coelho Teixeira em [TEI 00] faz algumas afirmações com relação ao voto impresso, citadas a seguir:

- *“A existência de um voto impresso, como contraprova de seu voto, é facilmente compreendida por um eleitor comum. Seria uma forma de transformar, o eleitor, no fiscal de seu próprio voto.*
- *Não vejo retrocesso na impressão do voto, e sim um avanço na garantia deste voto. Todas as evoluções, que a urna eletrônica trouxe contra as fraudes permaneceriam. E as possíveis novas fraudes eletrônicas poderiam ser fiscalizadas através do voto impresso.*
- *Somente em um pequeno número de urnas seria feita a conferência dos votos impressos e caso houvesse alguma diferença seria feito uma auditoria, por especialistas para verificar se foi um problema causado pelo sistema eletrônico ou houve alguma tentativa de violação na urna com os votos impressos.*
- *Uma das maiores preocupações, contra a impressão do voto, é o medo da volta de antigas fraudes. Como um técnico, não acredito nesta possibilidade:*
 1. *Não vai haver manipulação do voto impresso, o eleitor somente lerá e confirmará ou não seu voto.*
 2. *Seria inútil tentar violar a urna que contem os votos impressos, pois pouquíssimas urnas seriam verificadas após as eleições e a escolha das urnas, seria por sorteio.*
 3. *O único objetivo do voto impresso seria certificar, para os partidos e eleitores, que não houve fraude eletrônica.*
 4. *A própria Justiça Eleitoral teria uma forma simples e fácil de ser entendida por qualquer leigo, de provar que não houve fraudes nas eleições.*
 5. *Nas eleições de 1996, os votos foram impressos e não houve nenhum retrocesso em termos de fraudes com o papel.*

6. *O fato de se estar imprimindo o voto, inibe tentativas de fraudes eletrônicas. E o fato de se estar totalizando eletronicamente os votos e o reduzido número de urnas que serão fiscalizadas, inibe a tentativa de fraude no papel.”*

No escrutínio (contagem dos votos para a conferência) haverá a manipulação dos votos, por esse motivo, deve ser bem fiscalizado, evitando tentativas de fraudes neste processo de recontagem.

6.3 Propostas de Mudanças

6.3.1 Propostas dos Críticos

Proposta de Brunazo no 1º Simpósio sobre Segurança na Informática

Segundo Brunazo [BRU 99]:

“Primeiro, a identificação do eleitor deveria ser feita da maneira isolada, poderia ser feita com o auxílio de máquinas eletrônicas desde que estas não permitam a gravação da ordem de chegada dos eleitores em memória permanente e, obviamente, não tenham conexão elétrica ou eletrônica com as máquinas que forem receber os votos ou pode ser feita a conferência dos documentos contra a listagem dos eleitores, como sempre era feita.

Uma vez identificado e liberado para votar, o eleitor recebe uma cédula vazia que poderia servir como senha liberadora da urna para receber um novo voto. O voto, depois de confirmado pelo eleitor, seria impresso nesta cédula.

As cédulas preenchidas com o voto devem primeiro ser mostradas para conferência pelo eleitor para depois serem depositadas automaticamente numa urna convencional sem que o eleitor a manipule (para evitar o voto-de-cabresto). Estas urnas convencionais serão apuradas na sua totalidade ou apenas em parte, dentro de uma programação de auditoria do software real da urna.

Desta forma se unem as vantagens do voto tradicional (impossibilidade de violação do voto e possibilidade de auditoria da apuração) com as vantagens do voto eletrônico (rapidez na apuração, inibição do voto-de-cabresto e das fraudes na apuração). Também são eliminados alguns defeitos da urna eletrônica como a necessidade de preparação diferente para seções diferentes e a impossibilidade de múltiplas urnas por seção.

Com essa proposta, a Urna Eletrônica Segura, tem as seguintes características:

- *Inibe o voto-de-cabresto.*
- *Inibe as fraudes na apuração.*
- *Permite ao eleitor conferir para quem foi dado o seu voto.*
- *Elimina a possibilidade de violação do voto atenuando a vulnerabilidade do eleitor à pressão psicológica.*
- *Permite a recontagem e conferência da apuração quando necessário.*
- *Permite a auditoria de urnas durante o seu funcionamento.”*

Proposta de Jeroen no 3º Simpósio sobre Segurança na Informática

Em [GRA 01] é proposto um protocolo para melhorar a segurança da urna eletrônica de forma significativa. As melhorias sugeridas são:

- *“Uso de um número de identificação público para cada urna: O objetivo é tornar cada urna única, dificultando a troca de urnas ou a cópia dos resultados de uma urna para outra.”*

Já existe um número que identifica cada urna eletrônica.

- *“Chave privada para cada urna: Essa chave é mantida na memória da urna e é usada para assinar cada voto, após o eleitor apertar a tecla “Confirma”. Ela também é utilizada para assinar o resultado final da urna após o encerramento da eleição. A chave privada será compartilhada por três mesários e pelo hardware (cartões flash interno e externo e disquete).*
- *Votos são guardados individualmente: Todos os votos são guardados dentro da urna, da seguinte maneira: voto, número aleatório, número de identificação da urna e cada voto é assinado com a chave secreta da urna.*
- *Hash do resultado final: Após a apuração dos votos, todos os arquivos são compactados em um único e grande arquivo e então copiado para o disquete. Esse arquivo é assinado digitalmente e a assinatura passa por uma função resumo. Essa síntese será mostrada no display da urna para que todos o copiem e também é impresso no boletim final gerado pela urna. O objetivo deste resumo é selar os resultados da urna, para que seja impossível modificá-la sem ser detectado.*
- *Publicação dos resultados na Internet: Todas as informações relevantes devem ser publicadas, incluindo informações críticas de sistema cifradas, tornando possível*

a realização de auditorias de segurança, bem como detecção de irregularidades, sem a necessidade de acessar a urna fisicamente.

- *Chave privada e pública para todo o sistema: Uma chave pública comum é instalada em todas as urnas para cifrar informações essenciais da urna, como o momento em que as teclas são pressionadas e o momento da remoção de flash de carga e do disquete. Essas informações cifradas são decifradas somente para realizar auditoria na urna. A chave privada é compartilhada entre várias entidades.”*

Na tabela 6.1 é mostrado o protocolo proposto por [GRA 01].

Tabela 6.1: Protocolo de segurança da urna [GRA 01].

Inicialização da Urna
É feito o resumo dos valores de inicialização.
O par de chaves pública e privada é gerado.
É feito o resumo da chave pública ($h2$).
O identificador da urna (IDu) é formado por uma <i>substring</i> de $h2$.
Os valores IDu e $h2$ são impressos.
Os valores de inicialização são salvos.
A chave privada é salva para possível auditoria.
Uma chave simétrica K é gerada.
A chave privada é cifrada com K e salva.
K é compartilhada em seis partes.
Processo de votação
Cada voto individual é assinado.
Os votos são armazenados.
Cada evento que ocorre é cifrado e salvo.
Encerramento da Urna
Os dados de inicialização são decifrados.
O conjunto de resultados completo é criado.
É feito o resumo dos resultados ($h4$).
O $h4$ é assinado com a chave privada (S).
A chave privada é completamente apagada.
É calculado o resumo de S ($h5$).
$h5$ é convertido em um número de 50 dígitos decimais, R .
R é lido e impresso publicamente.
É gerado o disquete com os resultados e assinaturas.
O boletim de urna é impresso.
Os resultados são enviados para o TSE, que é responsável por publicá-los, inclusive na Internet.

Em [OLI 01] são apresentadas algumas diretrizes básicas, as quais poderiam contribuir com o projeto da urna eletrônica:

1. *“Adoção de mecanismos de impressão do voto, o qual pudesse ser observado pelo eleitor, sem qualquer contato manual, propiciando a possibilidade de recontagem ou auditoria do processo de votação;*
2. *Adoção de mecanismos de assinatura eletrônica que possam ser verificadas pelos representantes dos partidos, para que se garanta, numa possível auditoria, a origem e fidelidade dos programas e dados inseridos em cada uma das mais de 300 mil urnas do país;*
3. *Adoção, em caráter obrigatório, de programas de computador considerados como “software aberto” nos processos e etapas eleitorais, fazendo com que não exista a possibilidade de programas deixarem de ser verificados e auditados em função da argüição de direitos autorais.”*

Em [BRU 01b] recomenda-se evoluir as Urnas Eletrônicas brasileiras para uma nova geração, ou seja, dar às Urnas Eletrônicas a capacidade de recontagem dos votos e conferência da apuração por meio da impressão do voto, o qual seria mostrado ao eleitor antes de ser depositado em uma urna lacrada para posterior conferência quando e se requerido.

6.3.2 Avaliação do Sistema Informatizado de Eleições pela UNICAMP

A UNICAMP realizou uma avaliação do sistema utilizado nas eleições de 2000, divulgando em maio de 2002 o relatório da avaliação. A seguir serão apresentados os principais resultados e recomendações do trabalho da comissão de avaliação do Sistema Informatizado de Eleições, retirados do relatório [TOZ 02]:

- *“O sistema eletrônico de votação implantado no Brasil a partir de 1996 é um sistema robusto, seguro e confiável atendendo todos os requisitos do sistema eleitoral brasileiro:*
 - *Eleições simultâneas para diversos tipos e números de cargos majoritários e proporcionais;*
 - *Votação nominal e por partido, tanto para cargos majoritários como para cargos proporcionais;*

- *Elevado número de partidos e candidatos;*
 - *Cobertura de vasto território nacional com diferentes características regionais, de acesso, infra-estrutura básica e densidade populacional;*
 - *Elevado número de eleitores e com diferentes graus de formação.*
- *Estas características conferem ao sistema eleitoral brasileiro uma complexidade muito maior do que a usualmente encontrada em outros sistemas eletrônicos de votação.*
 - *A avaliação da urna eletrônica e dos procedimentos relacionados com sua preparação e utilização mostrou que:*
 - *O modelo de urna eletrônica adotado, construída com base em um micro-computador de arquitetura IBM-PC, possibilitou o atendimento dos requisitos acima relacionados e tem permitido sua adequação às modificações da legislação eleitoral;*
 - *A clara separação entre programas e dados confere grande flexibilidade à aplicação, permitindo a uniformização do aplicativo para todas as seções eleitorais do país e a manutenção de um núcleo estável e adaptável para todas as eleições;*
 - *A manutenção de cópias atualizadas das principais estruturas de dados da aplicação (matriz de partidos, matriz de candidatos, matriz de eleitores) armazenadas em memória não volátil (flash cards) permite, em caso de falhas, a retomada da aplicação do ponto de interrupção sem perda de informações. A utilização de arquivos em duplicata para essas estruturas, armazenados no flash card interno e no flash card de votação, garante a retomada da aplicação mesmo no caso de necessidade de substituição da urna eletrônica;*
 - *A contabilização dos votos introduzidos é feita corretamente. O alto grau de relacionamento existente entre as estruturas internas de dados e a redundância desses dados confere confiabilidade e consistência aos mesmos;*
 - *Não são armazenados em memória não volátil dados que vinculem o eleitor ao seu voto, impossibilitando eventual quebra de sigilo; na memória volátil estes dados são sobrepostos pelos dados do eleitor seguinte;*
 - *A utilização de sistemas padronizados de instalação e segurança permite a criação de ambientes de trabalho homogêneos em todos os pontos de inseminação de urnas, possibilitando a uniformização dos procedimentos de geração dos flash cards de carga e o controle do processo de inseminação das urnas eletrônicas;*

- *O uso de algoritmos públicos e proprietários de resumo criptográfico para verificação da integridade do software em todas as etapas de sua transferência (do desenvolvimento à inseminação) e durante sua execução na urna eletrônica permite a detecção de qualquer modificação dos programas executáveis.*
- *Como resultado da avaliação realizada conclui-se que o sistema eletrônico de votação analisado atende as exigências fundamentais do processo eleitoral, ou seja, o respeito à expressão do voto do eleitor e a garantia do seu sigilo. Conclui-se também que a segurança e a confiabilidade do sistema de votação eletrônico podem ainda ser aprimoradas pela adoção de procedimentos e modificações listados a seguir:*
 - *Desenvolvimento dos aplicativos de votação baseados em blocos estáveis e permanentes para todas as eleições;*
 - *Formalização do ciclo de desenvolvimento do software;*
 - *Avaliação do código-fonte do núcleo do aplicativo e seus componentes acessórios por especialistas em informática independentes do TSE;*
 - *Compilação e determinação de resumos criptográficos dos arquivos em sessão pública;*
 - *Verificação, por representantes partidários, dos resumos criptográficos dos arquivos instalados nas urnas inseminadas;*
 - *Revisão do procedimento de preparação da urna para o segundo turno;*
 - *Impressão do boletim de urna antes do ciframento dos resultados da votação;*
 - *Substituição do uso de ciframento por assinaturas digitais como forma de autenticação dos boletins de urna.”*

6.3.3 Lei do Voto Impresso

O Senador Roberto Requião, PMDB-PR, apresentou, em 31 de março de 1999, o Projeto de Lei do Senado - PLS 194/99, visando a ampliar a segurança e a fiscalização do voto eletrônico, propondo modificar a Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997 [lei b], a qual estabelece normas para as eleições. As alterações na Urna Eletrônica propostas são essencialmente [BRU 99] e [BRU 00]:

1. *“A desvinculação da identificação do eleitor da máquina de votação, para possibilitar a identificação do voto;*

2. *Conferência da apuração eletrônica em 3% das urnas eletrônicas, escolhidas a posteriori, por meio da recontagem dos votos impressos, os quais deverão ser conferidos pelo eleitor antes de serem depositados numa urna convencional. No caso de divergência entre a contagem eletrônica e a recontagem dos votos impressos, outras urnas seriam conferidas dentro de um processo judicial aberto para determinar a origem da diferença.”*

O PLS 194/99 foi aprovado pelo Senado em outubro de 1999 e foi à votação no plenário em maio de 2000. A votação foi adiada por três vezes seguidas. Segundo Brunazo [BRU 01c], houve uma conversa entre o ministro Nelson Jobim e o senador Roberto Requião no início de junho de 2000, que resultou no retorno do PLS 194/99 para serem feitas alterações.

O senador Romeu Tuma, apresentou um projeto de lei substitutivo em fevereiro de 2001 que incluía:

- Impressão do voto pelas urnas e depósito automático sem manipulação do eleitor;
- Sorteio de 3% das urnas, depois das eleições, para auditoria;
- Obrigatoriedade do TSE apresentar TODOS os programas aos partidos;
- Desvinculação física das máquinas de identificar e de votar;
- Urnas de treinamento nos locais de votação.

No dia 15 de agosto de 2000, em uma reunião no TSE entre o ministro Nelson Jobim com senadores e deputados, acertou-se introduzir algumas alterações no PLS 194/99. Estas alterações, sugeridas pelo ministro Jobim, criavam a figura do voto manual em separado e permitia ao TSE fazer uma implantação gradual do voto impresso em mais de uma eleição. Com estas alterações o PLS 194/99 foi a votação, no dia 29 de setembro de 2001, com um acordo de lideranças para votação em regime de urgência, tanto no Senado quanto na Câmara. No dia da votação foram apresentadas 19 emendas ao PLS 194/99.

Segundo Brunazo [BRU 01c], ao final da votação, os artigos originais do projeto de lei Requião/Tuma haviam sido substituídos por textos de origem do ministro Nelson Jobim do TSE.

Análise comparativa entre o Projeto de Lei PLS194/99 e a Lei 10.408/02

O Projeto de Lei PLS194/99, dos senadores Requião [REQ 00] e Tuma, teve todas as suas principais normas modificadas por emendas solicitadas pelo Ministro Nelson Jobim, presidente do TSE, aos senadores. Gerou-se, assim, a Lei 10,408/2 [BRU 02c].

Segue abaixo, uma comparação, artigo a artigo, entre os dois textos, salientando as diferenças e suas conseqüências na qualidade da lei resultante, de acordo com Brunazo [BRU 02c].

A tabela 6.2 apresenta a “Impressão do Voto”, a tabela 6.3 o “Voto Manual em Separado”, a tabela 6.4 “O Sorteio na Véspera”, a tabela 6.5 “E se der diferença?”, a tabela 6.6 “Sobre Urnas de Treinamento”, a tabela 6.7 a “Violação Sistemática do Voto”, a tabela 6.8 a “Transparência do Sistema”, a tabela 6.9 a “Abertura dos Programas de Computador”, a tabela 6.10 o “Teste de Votação Paralela”, a tabela 6.11 a “Implantação Progressiva” e a tabela 6.12 a “Validade da nova Lei”.

Tabela 6.2: Impressão do Voto [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
<p>“Art. 1º. São acrescentados quatro parágrafos ao artigo 59 da Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997, com a seguinte redação:</p> <p>Art. 59</p> <p>§4º - A urna eletrônica disporá de mecanismo que permita a impressão do voto, sua conferência visual e depósito automático, sem contato manual, em local previamente lacrado, após conferência pelo eleitor.”</p>	<p>“Art. 1º - O art. 59 da Lei no 9.504, de 30 de setembro de 1997, passa a vigorar acrescido dos §4º a 8º, com a seguinte redação:</p> <p>Art. 59</p> <p>§4º - A urna eletrônica disporá de mecanismo que permita a impressão do voto, sua conferência visual e depósito automático, sem contato manual, em local previamente lacrado, após conferência pelo eleitor.”</p>	<p>“A idéia é que o voto impresso e o voto virtual sirvam de mútuo controle anti-fraude.</p> <p>Um fraudador não teria sucesso se apenas adulterasse os programas da urna ou se trocasse os votos impressos.”</p>

6.4 Relatório das eleições 2002 - TSE

O relatório divulgado pelo TSE sobre as eleições de 2002 traz algumas conclusões sobre o cadastro de eleitores, a segurança, a avaliação da UNICAMP descrita

Tabela 6.3: Voto Manual em Separado [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
<p>“§5º - Se, ao conferir o seu voto impresso, o eleitor não concordar com os dados nele registrados, poderá cancelá-lo e repetir a votação pelo sistema eletrônico. Caso reitere a discordância entre os dados da tela da urna eletrônica e o voto impresso, a urna será submetida a teste por, pelo menos, dois fiscais de diferentes partidos ou coligações concorrentes, os quais, se verificarem a existência do problema, solicitarão ao Presidente da Mesa que comunique imediatamente ao juiz eleitoral da respectiva zona para tomar as medidas cabíveis à continuação da votação e providenciar a abertura de possível inquérito criminal para apurar o fato e punir os infratores.”</p>	<p>“§5º - Se, ao conferir o voto impresso, o eleitor não concordar com os dados nele registrados, poderá cancelá-lo e repetir a votação pelo sistema eletrônico. Caso reitere a discordância entre os dados da tela da urna eletrônica e o voto impresso, seu voto será colhido em separado e apurado na forma que for regulamentada pelo Tribunal Superior Eleitoral, observado, no que couber, o disposto no art. 82 desta Lei.”</p>	<p>“O voto manual em separado é muito diferente do voto impresso pela urna eletrônica. Este serve de contra-prova para controle mútuo com o voto eletrônico. Já o voto manual em separado não tem nada como contra-prova e trás de volta todas as fraudes possíveis com o antigo sistema de votação manual, como a troca de votos, apuração com vícios, mapismo (mesmo com o sistema de Voto Cantado), o voto-de-cabresto, o voto-carreirinha.”</p> <p>Alguns ajustes foram realizados para evitar problemas (não gerar caos).</p>

em um relatório, apresentação aos partidos, votação paralela, voto impresso e identificação do eleitor, citadas a seguir, de acordo com o TSE [JOB 03]:

6.4.1 Sobre o Cadastro de Eleitores

“Evidencia-se, a contar daí, a necessidade da permanente atualidade do Cadastro Nacional de Eleitores, depurando-se erros que nele se contenham e eliminando-se duplicidades e nomes, assim como dando-se baixa de eleitores já falecidos”.

6.4.2 Segurança

“A Justiça Eleitoral vem implantando, desde 1996, rigoroso sistema de segurança, paralelamente ao processo de informatização, que garante total inviolabilidade e transparência da votação eletrônica”.

Tabela 6.4: O Sorteio na Véspera [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
“§6º - <i>Após o fim da votação, o Juiz Eleitoral, em audiência pública, sorteará três por cento das urnas de cada município, respeitado o limite mínimo de três urnas por município, que deverão ter seus votos impressos contados e conferidos com os resultados apresentados pelo respectivo boletim de urna.</i> ”	“§6º - <i>Na véspera do dia da votação, o juiz eleitoral, em audiência pública, sorteará três por cento das urnas de cada zona eleitoral, respeitado o limite mínimo de três urnas por Município, que deverão ter seus votos impressos contados e conferidos com os resultados apresentados pelo respectivo boletim de urna.</i> ”	“Este parágrafo da Lei Jobim, praticamente estabelece que 97% das urnas previamente escolhidas não serão auditadas, abrindo oportunidade para uma fraude indetectável.” Teorias de Estatística garantem representatividade.

6.4.3 Avaliação da UNICAMP

“Antes da realização do pleito, quase todas as recomendações de aprimoramento apresentadas pelos auditores foram implementadas, restando apenas a relativa à substituição do uso de ciframento por assinaturas digitais como forma de autenticação dos boletins de urna, em vista de falta de tempo hábil, em 2002, mas que deverá ser adotada em pleitos futuros”.

6.4.4 Apresentação aos partidos

“Foi realizada apresentação aos partidos políticos de todos os programas de computação utilizados nas eleições. Apresentaram-se para análise dos representantes credenciados das agremiações partidárias, entre outros:

- *Os sistemas aplicativo e de segurança;*
- *As bibliotecas e os módulos criptográficos;*
- *A assinatura digital de todos os programas, com divulgação na Internet da chave pública respectiva;*
- *A lacração.”*

6.4.5 Votação Paralela

“A votação paralela, incorporou-se de forma definitiva no processo eleitoral, já que agrega grande valor aos procedimentos de segurança e transparência do voto, somando-se aos de análise e lacração dos programas de computador utilizados nas eleições, em cerimônia de que participaram os fiscais dos partidos políticos”.

Tabela 6.5: E se der diferença? [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
“§7º - A diferença entre o resultado apresentado no boletim de urna e o da contagem dos votos impressos será resolvida pelo Juiz Eleitoral, que, para cada urna em que for constatada discrepância, procederá a contagem dos votos impressos de outras dez urnas , observado o método de escolha das urnas do parágrafo anterior. Para cada urna em que for constatada discrepância o juiz eleitoral decidirá qual dos resultados divergentes, o eletrônico ou o manual, deverá ser considerado válido e qual será desconsiderado.”	“§7º - A diferença entre o resultado apresentado no boletim de urna e o da contagem dos votos impressos será resolvida pelo juiz eleitoral, que também decidirá sobre a conferência de outras urnas. ”	“A Lei Jobim não obriga ao juiz auditar novas urnas, podendo este parar a auditoria, desobrigando-o de determinar a extensão da fraude descoberta.”

Tabela 6.6: Sobre urnas de treinamento [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
“§8º - O Tribunal Superior Eleitoral colocará à disposição dos eleitores, nos locais de votação , urnas eletrônicas destinadas a treinamento.”	“§8º - O Tribunal Superior Eleitoral colocará à disposição dos eleitores urnas eletrônicas destinadas a treinamento.”	“O objetivo deste parágrafo era que o TSE disponibilizasse urnas para treinamento dos eleitores nos locais de votação, para permitir que eleitores com dificuldades pudessem aprender como votar.” Certamente, este procedimento exigiria um número bem maior de urnas.

6.4.6 Voto Impresso

“Foram utilizados módulos impressores externos em todo o Distrito Federal, no Estado de Sergipe e em algumas cidades próximas da capital de cada estado. O objetivo foi testar o sistema de voto impresso introduzido pela Lei nº 10.408/02, tornado obrigatório a partir das eleições municipais de 2004.

A experiência demonstrou vários inconvenientes na utilização do denominado módulo impressor externo. Sua introdução no processo de votação nada agregou em termos de segurança ou transparência. Por outro lado, criou problemas. Nas seções eleitorais com voto impresso foi:

- Maior o tamanho das filas;

Tabela 6.7: Violação Sistemática do Voto [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
<p>“Art. 2º. É acrescentado um parágrafo único ao artigo 61 da Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997, com a seguinte redação:</p> <p>Art. 61.</p> <p>Parágrafo único. A identificação do eleitor não poderá ser feita em equipamento que tenha qualquer tipo de comunicação de dados com a urna eletrônica, nem que permita a gravação da ordem de votação dos eleitores.”</p>	<p>“SUPRIMIDO”</p>	<p>“O objetivo deste artigo proposto era eliminar qualquer possibilidade técnica de violação sistemática do voto, evitando que a máquina de identificar e a de votar fossem interligadas.”</p> <p>Por outro lado, poderia aumentar a possibilidade de fraude (com liberação de votos extras).</p>

- *Maior o número de votos nulos e brancos;*
- *Maior o percentual de urnas com votação por cédula - com todo o risco decorrente desse procedimento;*
- *Maior o percentual de urnas que apresentaram defeito, além das falhas verificadas apenas no módulo impressor.*

Houve incidência de casos de enredamento de papel, possivelmente devido à umidade e dificuldades de manutenção do módulo impressor, seu armazenamento em espaços que já eram poucos para acomodar as urnas, quantidade adicional de lacres, que é grande, além de outras pertinentes ao custo do transporte.

No Rio de Janeiro, por exemplo, observou-se que cerca de 60% dos eleitores não examinaram o espelho do voto na impressora, o que sugere sua desnecessidade. Na Bahia, por problemas de imperícia, o eleitor não conseguia finalizar sua votação, sendo-lhe então facultado votar em cédula de papel, na urna de lona.

Na análise feita na reunião conjunta do Colégio de Presidentes e do Colégio de Corregedores da Justiça Eleitoral, realizada em Florianópolis - SC, em 28 e 29 de novembro de 2002, concluiu-se ser imperativa a eliminação do voto impresso no processo de votação.

Em seu lugar, com vantagens inquestionáveis sobre o modelo do voto impresso, dever-se-á introduzir o registro eletrônico do voto (cédula eletrônica), que espelha a composição do voto do eleitor, sem identificá-lo, e pode ser recuperado e impresso para atender a eventual pedido de verificação ou auditoria.

Tabela 6.8: Transparência do Sistema [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
<p>“Art. 4º. São acrescentados seis parágrafos ao artigo 66 da Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997, com a seguinte redação:</p> <p>Art. 66 (original da Lei 9.504/97). Os partidos e coligações poderão fiscalizar todas as fases do processo de votação e apuração das eleições, inclusive o preenchimento dos boletins de urna e o processamento eletrônico da totalização dos resultados, sendo-lhes garantido o conhecimento antecipado dos programas de computador a serem usados.”</p>	<p>“Art. 3º. - O art. 66 da Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:</p> <p>Art. 66. - Os partidos e coligações poderão fiscalizar todas as fases do processo de votação e apuração das eleições e o processamento eletrônico da totalização dos resultados.”</p>	<p>“Pode-se dizer que esta nova Lei Jobim diminui em muito a Transparência do Sistema Eleitoral e que reduziu os direitos de fiscalização dos Partidos Políticos.”</p>

Nas eleições do Distrito Federal, no primeiro turno, o índice de quebra de urna eletrônica foi de 5,30%, enquanto que a média nacional, mesmo majorada por essa elevada marca, foi de apenas 1,41%. O percentual de seções que, em decorrência dessas quebras, passaram para votação manual foi de mais de 1% no Distrito Federal e em Sergipe, enquanto a média nacional ficou em apenas 0,20%. Em números absolutos, isto equivale a dizer que das 299 seções eleitorais que passaram para votação manual, em todo o País, 66 delas estavam localizadas nessas duas Unidades da Federação.

Nas seções com voto impresso, 30,20% delas utilizaram o sistema de voto cantado, enquanto que nas seções que utilizaram urna eletrônica, sem voto impresso, o percentual foi de apenas 0,68%. O voto cantado fragiliza o processo de votação e apuração, na medida em que possibilita a interferência da ação humana, com todas as suas conseqüências.

Pelos inconvenientes e riscos demonstrados na utilização do denominado Módulo Impressor Externo e em vista de sua desnecessidade, a posição firmada na Reunião Conjunta do Colégio de Presidentes e do Colégio de Corregedores da Justiça Eleitoral, já referida, é no sentido da revogação da Lei nº 10.408/02”.

6.4.7 Identificação do Eleitor

“Constatou-se a necessidade de automatizar-se a identificação do eleitor, com vistas à eliminação de inúmeros problemas. Dever-se-á examinar os

Tabela 6.9: Abertura dos Programas de Computador [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
<p>“§3º - Todos os programas de computador usados nas Urnas Eletrônicas durante o processo de votação e apuração devem ser obrigatoriamente programas abertos, livres de restrição proprietária quanto a sua cessão, alteração e distribuição e deverão ser apresentados para análise dos partidos e coligações, na forma de programas-fonte, inclusive os programas do Sistema Básico, Sistema Operacional, Sistema Aplicativo, Bibliotecas Padrão e Especiais e Sistema de Segurança, sendo que as chaves eletrônicas privadas e senhas eletrônicas de acesso se manterão no sigilo da Justiça Eleitoral.”</p>	<p>“§1º - Todos os programas de computador de propriedade do Tribunal Superior Eleitoral, desenvolvidos por si ou sob encomenda, utilizados nas urnas eletrônicas para o processo de votação e apuração, serão apresentados para análise dos partidos e coligações, na forma de programas-fonte e programas-executáveis, inclusive os sistemas aplicativo e de segurança e as bibliotecas especiais, sendo que as chaves eletrônicas privadas e senhas eletrônicas de acesso se manterão no sigilo da Justiça Eleitoral.”</p>	<p>“A substituição da expressão “<i>todos os programas deverão ser livres de restrição proprietária</i>” por “<i>de propriedade do TSE</i>” e a supressão dos qualificativos “<i>Sistema Operacional e Bibliotecas Padrão</i>” revelam que o TSE pretende continuar a não apresentar a totalidade dos programas-fonte para conhecimento dos partidos.”</p>

diversos métodos conhecidos como:

- Identificação biométrica;
- Cartão com código de barra, tarja magnética e memória regravável;
- Cartão com foto do eleitor.

Deverão ser pensadas formas seguras de identificação do eleitor e maneiras de liberar automaticamente a urna eletrônica para votação, sem intervenção do mesário.

Outro ponto relevante é o fato de o título de eleitor ter utilização restrita: serve, tão somente, para votar e para a comprovação do exercício do voto, para obtenção de passaporte, participação em concurso, admissão no serviço público. Em face disso, dever-se-á buscar soluções para maior aproveitamento do título eleitoral”.

6.5 Novos Projetos de Lei

A partir das conclusões divulgadas pelo TSE, citadas na seção 6.4, página 107, novos projetos de Lei estão sendo criados para a substituição do voto im-

Tabela 6.10: Teste de Votação Paralela [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
“§7º - No dia da eleição, será realizada, por amostragem, auditoria de verificação do funcionamento das urnas eletrônicas, através de votação paralela, na presença dos fiscais dos partidos e coligações, nos moldes fixados em Resolução do Tribunal Superior Eleitoral. ”	“§6º - No dia da eleição, será realizada, por amostragem, auditoria de verificação do funcionamento das urnas eletrônicas, através de votação paralela, na presença dos fiscais dos partidos e coligações, nos moldes fixados em resolução do Tribunal Superior Eleitoral.”	“Esta auditoria por amostragem no dia da votação é um teste adicional. Devido a grandes dificuldades e custos de implementação deste teste, o TSE, que recebeu o poder de regulamentá-lo, decidiu restringí-lo a apenas 2 urnas por estado, uma da capital e outra do interior, testando uma amostra de aproximadamente 0,01% do universo das urnas.”

Tabela 6.11: Implantação Progressiva [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
“Art. 5º - O Tribunal Superior Eleitoral definirá as regras de implantação progressiva do sistema de impressão do voto, inclusive para as eleições de 2002, obedecidas suas possibilidades orçamentárias.”	“Art. 4º - O Tribunal Superior Eleitoral definirá as regras de implantação progressiva do sistema de impressão do voto, inclusive para as eleições de 2002, obedecidas suas possibilidades orçamentárias.”	“Este artigo dá poder ao presidente do TSE para decidir o cronograma de implantação do voto impresso como meio de conferência da apuração eletrônica, podendo estender este prazo por várias eleições.”

presso e melhoria da identificação do eleitor. A seguir serão apresentados o PLS 172-03 que trata da implantação do registro digital do voto e o PL 958-03 que propõe o Título Eleitoral Eletrônico.

6.5.1 Registro Digital do Voto

Nesta seção será apresentado o Projeto de Lei do Senado nº 172, de 2003 que estabelece a implantação do registro digital do voto, segundo o projeto de Lei 172 [pro a].

“Altera a Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997 e a Lei nº 10.408, de 10 de janeiro de 2002 para implantar o registro digital do voto.

O CONGRESSO NACIONAL decreta:

Art. 1º O art. 59 e §1º do art. 66 da Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997, com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.408, de 10 de janeiro de 2002, passam a vigorar com a seguinte redação:

Tabela 6.12: Validade da nova Lei [BRU 02c]

PLS194/99	Lei 10.408/02	Comentário
“Art. 6º - Esta Lei entra em vigor após sua publicação, observado o disposto no art. 16, da Constituição Federal, com a redação dada pela Emenda Constitucional nº 4, de 1993.”	“Art. 5º - Esta Lei entra vigor na data de sua publicação, observado o disposto no art. 16 da Constituição Federal, com a redação dada pela Emenda Constitucional no 4, de 1993.”	“O Art. 16 da Constituição diz que leis eleitorais só ganham efeito depois de um ano de decretadas. A Lei Jobim com a conferência da apuração eletrônica só valerá para a eleição do ano 2004.”

Art. 59

§4º A urna eletrônica disporá de mecanismo que, mediante assinatura digital, permita o registro digital de cada voto e a identificação da urna em que foi registrado, resguardado o anonimato do eleitor.

§5º Caberá à Justiça Eleitoral definir a chave de segurança e identificação da urna eletrônica, de que trata o parágrafo anterior.

§6º Ao final da eleição, a urna eletrônica procederá à assinatura digital do arquivo de votos, com aplicação do registro de horário e do arquivo do boletim de urna, de maneira a impedir a substituição de votos e o questionamento do período de votação.

§7º (Revogado)

Art. 61A (Revogado)

Art. 66

§1º Todos os programas de computador de propriedade do Tribunal Superior Eleitoral, desenvolvidos por ele ou sob sua encomenda, utilizados nas urnas eletrônicas para os processos de votação e apuração, nas suas fases de especificação e desenvolvimento, poderão ser acompanhados por técnicos indicados pelos partidos políticos, Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) e Ministério Público, até seis meses antes de cada eleição e, concluídos, serão apresentados para análise, aos representantes credenciados dos partidos e coligações, até 20 dias antes da eleição, nas dependências do Tribunal Superior Eleitoral, na forma de programas-fonte e programas executáveis, inclusive os sistemas aplicativo e de segurança e as bibliotecas especiais, sendo que as chaves eletrônicas privadas e senhas eletrônicas de acesso manter-se-ão no sigilo da Justiça Eleitoral.

§2º Ocorrendo a necessidade de qualquer alteração nos programas, após a fase de apresentação de que trata o parágrafo anterior, dar-se-á conhecimento aos representantes dos partidos políticos e ou coligações para que sejam novamente analisados e lacrados.

Art. 2º Fica revogado o Art.4º da Lei nº 10.408, de 10 de janeiro de 2002.

Art. 3º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação, observado

o disposto no art. 16 da Constituição Federal, com a redação dada pela Emenda Constitucional nº 4, de 1993.

JUSTIFICAÇÃO:

O Projeto de Lei ora apresentado visa, mediante alteração do art. 59, da Lei nº 9.504, de 1997, e em particular a Lei nº 10.408, de 2002, que determina a implantação gradativa da impressão do voto nas urnas eletrônicas, a implantação do registro digital do voto em substituição ao voto impresso.

O registro do voto em papel, o chamado voto impresso, apresentou pontos positivos como a possibilidade de recontagem de votos independente de problemas nas mídias magnéticas, óticas e eletrônicas; a possibilidade da apuração da votação diretamente na seção, em caso de falha nos procedimentos normais de contingência ou quando algum procedimento é posto em dúvida e contribuiu para aumentar a confiança na urna eletrônica, inclusive pela conferência realizada entre os boletins de urna impressos e a urna eletrônica.

Mas deve-se registrar que a impressão do voto é uma operação mecânica e, conseqüentemente, gera um índice de falhas maior que qualquer ação eletrônica, haja vista a experiência do auto-atendimento bancário que suprimiu progressivamente a impressão de comprovantes, a menos das operações onde o registro impresso ainda é requerido.

Algumas dificuldades encontradas no uso das urnas com voto impresso são relevantes quando se imagina a expansão para as demais 350.000 urnas que ainda não contém este dispositivo. Aqui relacionamos algumas delas:

- demora na votação maior que nas seções onde não havia voto impresso;
- número expressivo de pane nas impressoras, por atolamento do papel;
- procedimento mais demorado na carga dos programas;
- exigência de envio de material de votação manual para as seções;
- treinamento dos mesários mais complexo, contrariando a orientação geral de simplificação do processo eleitoral;
- o eleitor agiu como se não existisse o voto impresso, poucos se interessando pela conferência do mesmo e sendo muito significativo o número daqueles que saíram da cabine sem confirmar o voto impresso;
- ao corrigir duas vezes, muitos eleitores se negaram a votar por cédula, não retornando à seção eleitoral;
- a porta de conexão do módulo impressor, além de apresentar problemas de conexão, é uma porta aberta à intrusão e tentativa de fraude.

A substituição da impressão do voto de que trata o presente Projeto de Lei, pelo registro digital do voto em cada cargo disputado, com a identifi-

cação da urna eletrônica onde ocorreu o registro e a possibilidade de sua recuperação, seja para recontagem eletrônica, seja em futuras análises, resguardando o anonimato do eleitor, decerto irá acrescentar segurança e transparência ao processo eleitoral, tornando dispensável a impressão do voto para conferência por parte do eleitor.

Ademais, a assinatura digital de cada voto, obtida mediante a aplicação de sistema de criptografia baseada em tecnologia de chaves assimétricas, conhecido como Infra-estrutura de Chaves Públicas, garantirá a identidade ou autenticação da urna registradora, a integridade de cada registro digital e até o sigilo daquele registro, se assim for requerido pelo Tribunal Superior Eleitoral (TSE).

Trata-se de tecnologia já consagrada em todo o mundo, garantindo as transações eletrônicas na Internet, e no caso brasileiro, a transmissão segura das Declarações de Imposto de Renda, que neste ano atingiram o volume de quase 17 milhões de declarações. Ainda, em 22 de abril deste ano o Sistema de Pagamentos Brasileiro (SPB), outro usuário desta tecnologia, completou um ano de funcionamento seguro na transmissão em tempo real das Transferências Eletrônicas Disponíveis (TED), montando a mais de R\$1,5 trilhão de reais no período, sem o registro de uma só ocorrência de defeito, transformando cada transação em documento digital com presunção legal, conforme a legislação da ICP-Brasil. Outro exemplo é a assinatura pelo Exmo Sr. Presidente da República dos atos a ele pertinentes em documentos digitais, a partir de dezembro de 2002, acompanhados da publicação integral do Diário Oficial da União (DOU) pela Internet, na forma de documento digital, só sendo impresso em pequenos volumes ou mediante solicitação.

A assinatura digital irá oferecer garantia adicional ao crescer ao registro do voto a identificação da urna em que ele foi registrado, sem, no entanto, haver a possibilidade de identificação do eleitor, uma vez que os votos, à medida que forem sendo registrados, serão depositados aleatoriamente na urna eletrônica, impedindo qualquer vinculação entre o voto e o eleitor.

Não passa despercebida a vantagem, inédita talvez no mundo, que é a possibilidade de análise, seja pelos estudiosos do processo eleitoral, seja pelos partidos políticos, seja pelos próprios candidatos e seus apoiadores, de cada registro de voto, avaliando por exemplo o resultado das coligações partidárias, a fidelidade do eleitor a um partido ou mesmo a concentração de votos em combinação de candidaturas ao pleito majoritário e ao proporcional. Naturalmente estes estudos levarão ao aperfeiçoamento do processo eleitoral brasileiro com subsídios importantes para a reforma política que ainda está por se discutir, por serem resultado de apurações reais, provavelmente melhores que as melhores pesquisas estatísticas de opinião.

Resta ainda mais uma vantagem, a econômica, sempre relevante quando se trata da administração de dinheiro público. É que os 350.000 módulos impressores a serem instalados nas urnas eletrônicas remanescentes significarão a despesa de aproximadamente R\$ 250 milhões de reais, incluindo a aquisição dos mesmos e os serviços necessários para a modificação dos equipamentos. Mais, substituído o voto impresso pelo registro digital, não haverá necessidade de campanha de divulgação nem de novo esforço de treinamento, que representa também uma outra despesa da ordem de R\$ 100 milhões de reais.

Por sua vez, na modificação do art. 66, o que se pretende é garantir aos partidos e coligações um maior acompanhamento desde a especificação dos sistemas até a sua conclusão.

Com isso, a partir dos primeiros meses do ano eleitoral, os representantes dos partidos políticos e coligações, desde que devidamente credenciados junto ao TSE, poderão acompanhar as especificações e o desenvolvimento dos programas a serem utilizados naquele pleito, tomando conhecimento de todo o procedimento de definição e desenvolvimento, de cunho operacional ou legal, dos programas envolvidos nas eleições. Ao final, assim que todos os programas estiverem concluídos, serão apresentados para análise e manifestação dos partidos políticos e coligações, o que poderá ocorrer até 20 dias antes das eleições, visto que já terão acompanhado a especificação e o desenvolvimento, apenas conferindo a sua adequação e se manifestando quando os mesmos estiverem operacionais para as eleições.

Registre-se que, em que pese a boa intenção das partes, em todas as eleições que foram processadas eletronicamente, usando urnas eletrônicas ou simplesmente apuradas e totalizadas, a apresentação dos programas em prazo exíguo para um mínimo de análise pelos partidos políticos e coligações, sempre foi motivo de desgaste entre os técnicos das partes, do TSE e dos partidos políticos, impedindo que o objetivo de entendimento e transparência sobre o funcionamento dos programas e sistemas fosse atingido.

Senador EDUARDO AZEREDO.”

Com o Registro Digital do Voto, a corretude do resultado continua dependendo da honestidade dos programas, neste caso o acompanhamento do processo pelos partidos políticos fica ainda mais importante. A impressão do voto torna possível a conferência e recontagem do voto, embora tenha problemas (ver página 144).

6.5.2 Título Eleitoral Eletrônico

Nesta seção será apresentado o Projeto de Lei nº958 (Da Comissão de Legislação Participativa), de 2003 que institui o Título Eleitoral Eletrônico, segundo o projeto de Lei 958 [pro b].

“SUG nº 48/2002

Dispõe sobre o Título Eleitoral Eletrônico.

O CONGRESSO NACIONAL decreta:

Art. 1º Esta Lei institui o Título Eleitoral Eletrônico.

Art. 2º Os Tribunais Regionais Eleitorais, nos Estados em que o Tribunal Superior Eleitoral autorizar, poderão adotar o Título Eleitoral Eletrônico, na forma prevista nesta Lei.

Parágrafo único. A autorização do Tribunal Superior Eleitoral poderá referir-se a todo o Estado ou ao Distrito Federal, a determinadas Zonas Eleitorais ou a parte destas.

Art. 3º O Tribunal Superior Eleitoral aprovará o modelo do Título Eleitoral Eletrônico e definirá o procedimento a ser seguido pela Justiça Eleitoral para sua expedição.

§1º Do Título Eleitoral Eletrônico constará a impressão do polegar direito do eleitor.

§2º Da urna eletrônica de cada Seção Eleitoral em que for autorizada a adoção do Título Eleitoral Eletrônico, constará a impressão dos polegares direitos dos eleitores nesta inscritos, somente podendo ser liberada a urna para a recepção dos votos de cada eleitor, se a impressão do polegar dela constante coincidir com a do votante, aferida mediante pressão em dispositivo pré-determinado.

Art. 4º O Tribunal Superior Eleitoral baixará as instruções necessárias à execução desta Lei, podendo determinar a prévia revisão do eleitorado das Seções em que deva ser adotado o modelo de título de que trata o art. 3º e a adaptação das respectivas urnas eletrônicas.

Art. 5º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

JUSTIFICAÇÃO:

Este projeto, oriundo de sugestão da Associação Comunitária do Chonin de Cima - ACOCCI, visa a facilitar e agilizar o processo eleitoral, mediante a instituição do Título Eleitoral Eletrônico.

A adoção da medida proposta contribuirá para diminuir as fraudes nas eleições, evitando que outra pessoa vote em lugar do eleitor, uma vez que a urna eletrônica somente será liberada se a impressão do polegar direito do votante coincidir com a gravada eletronicamente na urna.

Cremos que o mecanismo ora sugerido aperfeiçoará a nossa legislação, sendo um meio para se chegar à verdade eleitoral, meta da Democracia que desejamos ver implantada no País.

Sala da Comissão, em 24 de abril de 2003.

Deputado HENRIQUE EDUARDO ALVES”

Este projeto de Lei é muito interessante, visto que a identificação do eleitor é muito frágil (ver página 130). Desta forma estaria incluindo uma medida biométrica, neste caso a impressão digital, para aumentar a segurança na autenticação do eleitor.

6.6 Conclusão

Neste capítulo foram apresentadas opiniões de críticos sobre a urna eletrônica, bem como algumas propostas de críticos para mudanças, o resultado da avaliação feita pela UNICAMP, as alterações sofridas pelo projeto de lei PLS 194/99 até a sua aprovação. Também são apresentados o relatório do TSE das eleições de 2002 e novos projetos de Lei que visam substituir o voto impresso e melhorar a identificação do eleitor.

Verificou-se que muitas das críticas já foram atendidas pelo TSE, as mais comuns ainda não atendidas, estão resumidas a seguir.

Permanência do voto impresso em todas as urnas, permitindo desta forma a conferência do voto e recontagem. Identificação do eleitor e coleta do voto em máquinas diferentes, impossibilitando a quebra do sigilo. Sorteio das urnas a serem auditadas após a votação (não na véspera). Implementação da autenticação (com assinatura digital) do BU garantindo a integridade e não cifragem que garante o sigilo e utilização de *softwares* abertos.

Capítulo 7

Análise da Ergonomia do Sistema Eleitoral Brasileiro

7.1 Introdução

A utilização da urna eletrônica no processo eleitoral brasileiro exige do eleitor a manipulação de dispositivos eletrônicos, como um teclado e a visualização das informações em uma tela de computador. Muitas pessoas sentiram dificuldade em utilizá-la corretamente, não conseguindo expressar sua intenção de voto. Isso se deve à grande dificuldade de se projetar uma interface garantindo facilidade de uso para uma população tão heterogênea cultural e socialmente como é o caso da população brasileira.

Clientes bancários, apesar de constituírem uma categoria com maior nível de escolaridade e familiaridade com os terminais eletrônicos de auto-atendimento, apresentam dificuldades de utilização e navegação no sistema. Estudos da análise da relação entre clientes bancários e terminais eletrônicos de auto-atendimento demonstram tal afirmação. Logo pressupõe-se que o mesmo poderá ocorrer com os usuários do terminal de urna eletrônica que possuem um perfil bem mais heterogêneo, principalmente se considerarmos o perfil sócio-educacional dos brasileiros e a distribuição geográfica das populações alfabetizadas.

Neste capítulo será feita uma análise da ergonomia do sistema eleitoral

brasileiro, ou seja, da facilidade de uso da urna eletrônica pela população. Além do sistema ser seguro e confiável, é importante que a população tenha condições de expressar seu voto na tecnologia adotada. É necessário que o requisito **conveniência** seja atendido, o ato de votar deve ser o mais simples possível e sem necessidade de habilidades especiais pelo votante.

Na seção 7.2 é apresentado um estudo ergonômico realizado em 1996 e também é verificado se as sugestões de melhoria do estudo foram atendidas no modelo da urna de 2002. Na seção 7.3 foram apresentadas algumas sugestões de melhoria sobre o modelo atual da urna eletrônica e, finalmente, na seção 7.4 são apresentadas algumas conclusões.

7.2 Estudo Ergonômico

A seguir será apresentada uma avaliação da urna eletrônica segundo Cybis [CYB 98], desenvolvida pelo Tribunal Superior Eleitoral do Brasil para as eleições municipais brasileiras de 1996. Esta atividade foi realizada pelo LabUtil, Laboratório de Utilizabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina e esteve organizada em três etapas principais: inspeção ergonômica, ensaios de interação e análise estatística dos resultados das eleições de 1996 comparados aos de 1992.

Testes de usabilidade foram realizados com cegos e idosos.

De acordo com [CYB 98]:

“Deve-se notar que, em relação ao voto manual no Brasil, o voto eletrônico apresenta diferenças estruturais, tais como:

- *O eleitor não pode mais escrever o nome ou apelido do candidato, ou mesmo desenhar na cédula eleitoral em papel. No caso de analfabetos, o desenho de uma vassoura poderia ser considerado válido para representar um candidato propondo em sua campanha, a vassoura como símbolo da proposta de limpar a administração pública.*
- *O eleitor não pode mais escolher a ordem das votações (por exemplo, votar primeiro para vereador e depois para prefeito).”*

7.2.1 Inspeção Ergonômica

Esta avaliação se refere aos aspectos cognitivos das telas, seqüência e informações nelas apresentadas (interface do *software*). Algumas informações sobre as alterações ou permanência dos aspectos no ano de 2002 foram acrescentados.

De acordo com Cybis [CYB 98]:

“A condução do dispositivo era insuficiente na medida em que o eleitor poderia ter dificuldades em saber onde ele se encontrava no processo de voto e o que ele deveria fazer neste momento.”

Em 2002, por exemplo, esse problema é ainda mais acentuado, devido ao grande número de candidatos a serem votados.

“A falta de feedback era outro problema do dispositivo, que não previa, ao final do processo de voto, o fornecimento de um resumo informativo dos votos realizados pelo eleitor.”

Em 2002, a impressora acoplada à urna forneceu esse resumo do voto (somente em algumas seções para teste).

“A proteção contra os erros dos usuários era particularmente fraca no módulo de voto para a câmara municipal. Se, por exemplo, em vez de digitar o código 97601, o eleitor digitasse 9760 e pressionasse a tecla “CONFIRMAR”, seu voto seria considerado para a legenda correspondente ao número 97. De fato, se ele tivesse esta intenção, bastaria digitar o número 97. O sistema informatizado poderia detectar que não era esta a intenção do eleitor e oferecer-lhe uma segunda chance. Este seria o comportamento esperado de um sistema adequadamente informatizado.”

Em 2002 não teve alteração nesse sentido.

“Existiam também problemas com o significado dos códigos e denominações empregadas nas instruções sobre as teclas e em certas mensagens na tela. Assim, imagina-se que “CORRIGIR” e “CONFIRMAR” tenham um sentido bastante preciso para os profissionais de informática e para os inúmeros usuários habituados às novas tecnologias. Entretanto, elas podem ser fonte de confusão para a população tecnologicamente sensível.”

7.2.2 Ensaios de Interação

No estudo [CYB 98] foram realizados ensaios com os seguintes grupos:

- Grupos de cegos com conhecimentos do dispositivo;
- Grupo de cegos sem conhecimento do dispositivo;
- Grupo de pessoas idosas.

7.2.3 Análise dos Resultados e Recomendações

A análise do estudo [CYB 98] foi a seguinte:

- *“Para os cegos: Em termos de ergonomia física, o posicionamento das inscrições em braille entre as teclas é inadequado, deveria ser colocada diretamente sobre elas”; desde 1998 as inscrições já estão sobre as teclas, como recomendado. “Pode-se concluir que o sistema de urna eletrônica só permite aos treinados em braille e na urna, a realização do voto sem erros. Para todos os outros, o número de erros cometidos é excessivo e o tempo médio é muito elevado (3 minutos) em relação à tarefa a realizar.”*
- *“Para os idosos: A utilização de um sistema tela-teclado não lhes parece natural, a chance de sucesso para o idoso analfabeto era evidentemente nula. Aqui, a tecla “CONFIRMAR” se coloca como um obstáculo real para a maior parte dos idosos.”*

7.2.4 Análise Estatística

O estudo foi realizado em sete cidades do Estado de Santa Catarina, escolhidas de modo que as populações de eleitores informatizados e manuais se equivassem em número (entre 35.000 e 210.000 habitantes). Assim, foi possível apreciar as distribuições dos votos em 1992 e medir sua evolução para 1996. Resultados da análise estatística, de acordo com Cybis [CYB 98]:

- *“Nas cidades com urna eletrônica houve um forte aumento de votos nas legendas (65,73%), enquanto que houve uma forte diminuição neste tipo de voto nas cidades não informatizadas (-55,45%).*
- *Nas cidades com urna eletrônica houve uma forte diminuição dos votos em branco (-41,72%), enquanto que houve um aumento significativo (33,42%) neste mesmo tipo de voto nas cidades com voto manual.”*

7.2.5 Propostas de Soluções

Novamente são apresentadas as propostas de acordo com [CYB 98] e algumas informações sobre as alterações da urna de 2002 foram acrescentados.

“Para os cegos, a falta de visão deve ser compensada por outras modalidades sensoriais, baseada na audição e no toque, pois menos de 15% dos cegos praticam o braille. Uma síntese vocal, conduzindo e fornecendo feedback para a interação através de um fone de ouvido.”

Em 2002, foi acrescentado o sistema de áudio com fone de ouvido.

“O teclado da urna poderia prever, por exemplo, o botão da esquerda, de anulação, de forma quadrada, o do centro, para o voto em branco, redondo e o da direita, para confirmar, triangular.

Deveria-se inverter o contraste “caractere x fundo”, prevendo fontes maiores e elas sim, brilhantes. Ainda, se deveria pensar em um sistema mecânico ou informatizado de ampliação da tela (lupa).”

Aqui pode-se enfatizar que a ergonomia do visor de cristal líquido não é muito boa, muitas pessoas têm dificuldade em visualizar as informações.

“As pessoas idosas, mostram que os principais problemas encontrados se referem à memorização, à velocidade de execução e à falta de compreensão para com a necessidade de validação de entradas.

As eleições de 1998, foram bem mais complexas, assim como a de 2002, onde foram realizadas votações para presidente, governador, senador, deputado federal e deputado estadual encadeadas em uma mesma sessão de voto, uma barreira adicional é colocada pela forma pouco lógica da seqüência das votações. Mesmo assim, foi diminuído o número de sessões eleitorais, aumentando em conseqüência, o número de eleitores por urna eletrônica. Verificou-se a ocorrência de filas imensas e o prolongamento da jornada eleitoral bem além das 17 horas, outro fator adverso esteve presente na interação com a urna eletrônica, a pressão temporal.”

7.3 Sugestões

Uma sugestão seria inverter a ordem de votação, que atualmente é: deputado estadual, deputado federal, primeiro senador, segundo senador, governador e presidente. Sugere-se que a ordem seja: presidente, governador, primeiro senador, segundo

senador, deputado federal e deputado estadual. Desta forma, pretende-se diminuir a carga cognitiva do eleitor, iniciando com tarefas mais simples (menos números necessários para representar o candidato) para as tarefas mais complexas. Para isso, seria necessária a alteração da lei 9.504.

Uma segunda recomendação é destacar a informação que aparece na tela quando o eleitor digita os dois primeiros números do partido, pois se o eleitor confirmar o voto, o mesmo será para a legenda. No entanto, existe a possibilidade de o eleitor desejar votar nulo, e acabar votando na legenda do partido. Para evitar este problema, deveria ser mais divulgada a informação de que um voto só é considerado nulo se ambos número do partido e número do candidato forem inválidos.

Uma outra sugestão é acrescentar um cursor para indicar ao usuário em que passo do processo ele se encontra. Este recurso melhoraria a característica de condução, pois proporcionaria um *feedback* imediato ao eleitor, e desta forma, ele poderia ter um indicador de progresso do processo de votação.

Com relação ao teclado estar localizado no lado direito, é um fato que beneficia os destros, mas prejudica os canhotos, que já são boa parte da população. Para uma evolução, usar-se-ia um sensor na própria tela da urna (como alguns terminais de caixa eletrônico), onde, dependendo do cargo e do número de candidatos, o eleitor pudesse clicar na foto do candidato através da tela.

7.4 Conclusão

A urna eletrônica é um dispositivo que tem um grupo de usuários muito grande e um contexto de uso muito heterogêneo. Por isso, é difícil imaginar que se consiga atender a todas as necessidades de todos os tipos de usuários. Em sistemas computacionais em geral, os programas geralmente possuem um grupo de usuários muito mais definido e muito mais homogêneo, o que facilita o projeto da interface, e, além disso, em geral, os usuários têm uma certa familiaridade com a tecnologia.

Nota-se que, nos últimos anos, o TSE se preocupou com a usabilidade da urna eletrônica, pois algumas recomendações sugeridas pelo estudo de usabilidade

da urna foram adotadas. No entanto, a baixa escolaridade e a pouca ou nenhuma familiaridade com tecnologia de grande parte da população, ainda causam dificuldades na expressão da intenção de voto.

Pesquisa do Ibope revela que 38% dos brasileiros podem ser considerados analfabetos funcionais (alguém capaz de balbuciar frases, mas não compreendê-las), apenas 25% dos cidadãos acima de 15 anos têm domínio pleno da leitura e da escrita [INA 03].

No entanto, é indiscutível o número de vantagens que a urna eletrônica trouxe ao processo eleitoral brasileiro (ver página 71).

Como neste trabalho não temos o foco na ergonomia, sugere-se que trabalhos devam ser desenvolvidos na área de ergonomia da urna eletrônica, para melhorar cada vez mais a facilidade de uso da mesma por toda a população.

Capítulo 8

Análise da Segurança do Sistema Eleitoral Brasileiro

8.1 Introdução

Após serem definidos os requisitos de segurança e os requisitos de implementação desejáveis em um sistema de votação eletrônica, e descrever o SIE brasileiro, neste capítulo será feita a análise da segurança para a obtenção de possíveis vulnerabilidades, seguindo a metodologia definida. A partir deste capítulo são descritas as contribuições deste trabalho.

Neste capítulo será apresentada, de forma sistemática, uma análise da segurança do Sistema Informatizado de Eleições do Brasil. Baseado nos requisitos de segurança e de implementação desejáveis, foi realizada uma análise em cada etapa do Sistema Eleitoral Brasileiro, mostrando de forma sistematizada, seus pontos fortes e fracos.

Na seção 8.2 são analisados os requisitos de segurança (exatidão, unicidade, privacidade e verificabilidade), na seção 8.3 são analisados os requisitos de implementação (conveniência, flexibilidade, mobilidade, escalabilidade e eficiência). Na seção 8.4 são apresentados alguns problemas possíveis nas diversas etapas do Sistema Eleitoral Brasileiro e, finalmente, na seção 8.5 é apresentada a conclusão do capítulo.

8.2 Análise dos Requisitos de Segurança

Nesta seção será analisado se o Sistema Eleitoral Brasileiro atende aos Requisitos de Segurança, citados na página 19, necessários para que um sistema de votação eletrônica seja confiável.

8.2.1 Exatidão

Atender ao requisito **exatidão**, significa respeitar a vontade do eleitor, e isto consiste em crer na honestidade do SIEB em todas as etapas do processo eleitoral e em particular da urna eletrônica durante a etapa de votação.

Para mostrar que a urna é honesta, o *software* e *hardware* são colocados à disposição dos partidos políticos, com certa antecedência, em sessões públicas de verificabilidade. Técnicos dos partidos políticos tentam averiguar se o sistema é e vai se comportar de forma honesta durante as eleições. Ao final da sessão pública, o *software* fonte e o correspondente executável são lacrados para impossibilitar alterações futuras. O laque é feito através do cálculo do resumo criptográfico de todos os arquivos. Os resumos são assinados de forma digital e publicados. Cópias dos *softwares* executáveis são utilizadas para o procedimento de carga em todas as urnas. As urnas são então fisicamente lacradas e guardadas em local seguro para serem utilizadas no dia da eleição.

Para garantir que o *software* da urna eletrônica seja o mesmo mostrado aos partidos políticos, podem-se recalculer os resumos criptográficos dos programas existentes na urna e comparar com aqueles publicados. Se forem os mesmos, o *software* não foi alterado. Contudo, é impraticável verificar todas as urnas eletrônicas, fazendo-se necessário realizar esta verificação por amostragem, o que é válido.

Além de garantir o requisito exatidão na etapa de votação, é necessário garanti-lo nas outras etapas. Neste sentido, é necessário publicarem-se todas as informações relevantes após cada etapa do processo, desta forma serão fixados pontos de confiança, garantindo a confiabilidade até cada um destes pontos. No capítulo 10 são descritos com mais detalhes os pontos de confiança.

É importante a identificação de todos os atores participantes do processo

de votação. Esta identificação permitirá a autenticação dos dados e dos sistemas em uso.

8.2.2 Unicidade

Para atender ao requisito **unicidade** do voto, deve-se identificar corretamente o eleitor, impedindo que o mesmo vote mais de uma vez e que o eleitor seja válido.

O sistema atual de identificação é muito frágil, pode-se dizer que não existe autenticação do eleitor. É realizada somente a autenticação do título de eleitor, onde o mesário verifica visualmente sua validade, digita o número do título no microterminal, para que seja validado e verificado se o mesmo pertence à seção corrente. Após esta validação, é verificado se o nome do eleitor que consta no título já votou ou não. Este controle é feito de duas formas: a primeira consiste em verificar se o eleitor já assinou a lista de eleitores (uma lista de eleitores em papel); a segunda é através de uma tabela contida numa base de dados interna da urna, que indica quais eleitores já votaram. Se o eleitor ainda não votou, deverá assinar a lista e será autorizado a votar.

A assinatura na folha de votação deve ser analisada pelos mesários com a assinatura contida no título de eleitor, sendo que, talvez esta verificação não seja muito rígida.

Podemos verificar que neste procedimento não houve qualquer autenticação do eleitor, qualquer pessoa com um título válido, possivelmente poderia votar no lugar do eleitor. Além disso, o mesário pode digitar o número do título errado (o próximo ou anterior na lista de votação, por exemplo), o eleitor vota por outro, depois o outro não poderá mais votar.

É necessário frisar que não existe uma verificação, no momento da eleição, se o possuidor do título de eleitor é realmente o eleitor que consta no título. Isso se deve, em parte, pela inexistência de dados que possam identificar o eleitor, tal como uma foto recente do eleitor, ou outra medida biométrica qualquer, somente a assinatura é insuficiente (mesários não têm conhecimento como pessoas que trabalham em cartório, por exemplo, reconhecendo firma).

Após as eleições, esta identificação poderia ser feita através de uma comparação entre a assinatura que o eleitor realizou de próprio punho na lista de eleitores com aquela contida no cadastro eleitoral. Esta comparação, todavia, só é praticável em pequena escala e mesmo assim está sujeita a falhas. Além disso, parte-se do pressuposto que os membros da mesa são infalíveis e honestos. Se houver uma falha na identificação, maliciosa ou não, isso poderia gerar problemas de unicidade.

Se a autenticação fosse realizada pelo mesário, teríamos uma forma de autenticação indireta com a urna eletrônica. Visto que, mesmo autenticando de forma correta o eleitor, o sistema não sabe se quem está votando é alguém que realmente poderia votar, precisa-se garantir que é o eleitor autenticado que está votando. Também não pode ser possível realizar a ligação entre o voto e o votante.

Além disso, o código eleitoral brasileiro estabelece que o voto é obrigatório. Na impossibilidade de um eleitor comparecer na sua seção eleitoral no dia da eleição, o mesmo deve justificar seu voto. É possível que eleitores que justifiquem seu voto também votem. Contudo, não há como saber a origem da fraude. Esta poderia ser realizada pelo próprio eleitor; por alguém que votou no lugar do verdadeiro eleitor; ou por algum membro da mesa no dia da eleição.

Em termos dos requisitos gerais, todos os sistemas devem autenticar todos os atores envolvidos no processo de votação. Durante a etapa de votação, por exemplo, os mesários, a urna eletrônica, o microterminal e outros elementos devem ser autenticados. O microterminal, por exemplo, é deixado de lado em todas as análises de segurança realizadas. Seria um grande problema se o microterminal agisse de forma desonesta.

O problema de unicidade constatado também existe no método tradicional (cédulas em papel). Já está no congresso o Projeto de Lei nº958 sobre o Título Eleitoral Eletrônico, que melhora a identificação do eleitor (ver página 119).

8.2.3 Privacidade

A existência de uma tabela com a lista dos eleitores que votaram no banco de dados do *software* da urna eletrônica é polêmica, pois poderia ser utilizada para associar o voto ao eleitor, não garantindo o requisito de **privacidade**.

Contudo, até o momento, não foi constatada a existência desta associação durante sessões públicas de verificação do sistema de eleições, mas o sistema é tão grande que seria muito trabalhoso ter esta certeza. Acredita-se que inexistente esta associação, mas a simples existência desta tabela é desconfortável. Por um lado, garante-se que um título de eleitor efetue somente um voto (unicidade), mas por outro, deixa o anonimato em dúvida.

Os pontos fortes deste requisito são a impossibilidade do eleitor provar o seu voto e a manutenção em segredo do voto até o fim da eleição, uma vez que a urna é fisicamente isolada, não havendo qualquer possibilidade de saber-se o resultado de forma parcial.

Em todas as outras etapas do processo de votação, as informações não devem ser sigilosas. Isso agregaria âncoras de confiança nas mais diversas etapas.

Como já foi citado, o som emitido pela urna eletrônica, embora tenha o objetivo de melhorar a usabilidade, pode revelar informações sobre o voto do eleitor.

8.2.4 Verificabilidade

O sistema eleitoral brasileiro não prevê mecanismos diretos de **verificabilidade individual**¹ dos votos, isto é, os eleitores não têm como comprovar se seus votos foram contados corretamente. A **verificabilidade universal**² é atendida parcialmente. Por um lado, qualquer pessoa ou partido político pode saber quem compareceu a uma seção eleitoral e votou, mas deve-se confiar na urna eletrônica para acreditar que todos os votos foram computados corretamente.

¹Cada votante pode verificar se a sua cédula depositada foi contada corretamente.

²Qualquer entidade pode independentemente verificar se todas as cédulas foram contadas corretamente, todos podem saber quem votou e quem não votou.

O protocolo de votação adotado na urna eletrônica não registra os votos de forma individual. Existe um vetor cujo tamanho é igual ao número de candidatos, contendo um contador de votos. Assim, não faz sentido, neste sistema, a recontagem de votos.

Alguns pesquisadores e críticos deste ponto frágil do sistema eleitoral, propõem impressão do voto. A existência do voto impresso possibilitaria, numa primeira análise, o atendimento deste requisito de segurança, além de viabilizar a recontagem dos votos. O aparente conforto de segurança que o voto impresso poderia dar ao eleitor e aos partidos políticos tem alguns problemas, como: o aumento da complexidade, aumento do custo e a diminuição da robustez da urna como um todo, aumentando a possibilidade de falhas no equipamento.

Pela sua lógica, a recontagem destes votos não seria necessária, uma vez que o resultado sairia igual, mas, em caso de dúvidas sobre o total dos votos eletrônicos, as cédulas impressas poderiam ser recontadas manualmente, ou com o auxílio de leitoras óticas apropriadas [STA 00].

8.3 Análise dos Requisitos de Implementação

Nesta seção será analisado se o Sistema Eleitoral Brasileiro atende aos Requisitos de Implementação, citados na página 21 que devem ser levados em consideração para a implementação de um protocolo de votação eletrônica seguro.

8.3.1 Conveniência

Tem sido enorme o esforço no sentido de tornar a urna **conveniente**. Contudo, por razões principalmente de caráter sócio-cultural, associada a eleições com muitos cargos, ainda é considerado complexo o ato de votar. Isso se deve à grande dificuldade de se projetar uma interface garantindo facilidade de uso para uma população tão heterogênea cultural e social como é o caso da população brasileira. Mais detalhes sobre este aspecto podem ser encontrados no capítulo 7.

8.3.2 Flexibilidade

O sistema é relativamente **flexível**, pois foi construído para ser utilizado especificamente em eleições municipais, estaduais e nacionais, sendo que o sistema geralmente é melhorado e configurado para cada eleição, atendendo bem ao propósito.

8.3.3 Mobilidade

O sistema eleitoral brasileiro não atende ao requisito de **mobilidade**, visto que o voto deve ser realizado na seção específica do eleitor. Caso este não possa comparecer à seção, terá que justificar o seu voto.

8.3.4 Escalabilidade

O sistema eleitoral brasileiro está preparado para que um número específico de eleitores participe das eleições (todos os títulos de eleitores, divididos em seções eleitorais), não teria porque esperar um número indefinido. Logo, o requisito **escalabilidade** não se aplica.

8.3.5 Eficiência

O sistema eleitoral brasileiro é **eficiente**, embora ele esteja relacionado ao requisito conveniência, onde quem tem dificuldade em utilizar a urna eletrônica, demore mais tempo na votação.

Talvez o que tenha que ser cuidado é o número de votantes por seção eleitoral, para não causar filas nos locais de votação.

8.4 Possíveis Problemas

Nesta seção serão apresentados alguns possíveis problemas nas diversas fases do Sistema Eleitoral Brasileiro.

8.4.1 Alistamento de Eleitores

Alguns problemas podem ocorrer na etapa de alistamento. Podemos citar alguns fatos que, se ocorressem, seriam problemáticos nesta fase do processo, como: o cadastro de mais de um título por pessoa, falsificação de documentos e de registros eleitorais, o eleitor votar apenas mostrando um título de eleitor (seu ou não, verdadeiro ou não).

8.4.2 Configuração da Eleição

Na etapa de configuração da eleição, podemos citar problemas como: falha no sincronismo dos relógios das urnas eletrônicas e a possibilidade de ser utilizado um disquete para atualizar a data e hora do sistema, talvez possibilitando a alteração do estado interno e/ou comportamento da urna eletrônica.

Na inseminação das urnas, a data/hora é acertada antes da carga, manualmente. Até a véspera da eleição é feita uma verificação da data/hora e da bateria para resolver eventuais problemas. Caso o horário seja corrigido, será registrado em *log*.

8.4.3 Votação

A seguir serão apresentados possíveis problemas na etapa de votação, que não devem ocorrer:

- A zérésima pode imprimir zero votos para cada candidato, embora o estado interno da máquina possa ser diferente;
- Eleitor votar e justificar o voto: a justificativa não gera efeito sobre a eleição, tem apenas finalidade individual, mas está aberta a possibilidade de outra pessoa votar no lugar de quem justificou (ex. mesários);
- Indução do voto pelos mesários;
- Mesários votar por eleitores faltosos;

- Possível relação entre eleitor e voto;
- Votos de eleitores fantasmas, o eleitor finge que seu voto não deu certo, repetindo várias vezes para o mesário liberar, a cada nova tentativa, o voto de um outro eleitor, que ambos sabem ser fantasma.
- Mesário digita o número do título errado (o próximo ou anterior na lista de votação), o eleitor vota por outro, depois o outro não poderá mais votar.

A seguir serão mostrados dois exemplos de fraudes com a urna eletrônica, que podem parecer muito improváveis, mas será realmente impossível?

Exemplo de fraude 1:

- É criado um clone da urna A (urna B), não mudaria os dados da carga da urna na tabela de correspondência;
- É realizada a votação na urna A e uma votação escolhida na urna clonada B;
- Na totalização são somados os votos da urna B, no lugar da urna A (original), não sendo detectado (pois os dados da tabela de correspondência são iguais).

Neste caso, a dúvida seria se é possível a criação de um clone de uma urna eletrônica e como ele seria inserido no contexto. Mas, com uma boa fiscalização seria detectada a diferença entre o BU publicado na seção eleitoral e o BU totalizado.

Exemplo de fraude 2:

- Adianta-se o horário da urna para o horário de votação;
- É realizada a votação escolhida na urna A;
- Nova carga na urna para votação (B);
- Na totalização são somados os votos escolhidos A, no lugar de B.

Neste segundo exemplo, seria detectada a fraude na verificação dos dados com a tabela de correspondência, pois os dados da carga seriam mudados.

8.4.4 Apuração e Divulgação dos Resultados

Na etapa de apuração e divulgação dos resultados, os possíveis problemas seriam: a não totalização de todas as seções ou a totalização de seções repetidas vezes, intencional ou por algum erro.

Os resultados são entregues aos partidos que podem fazer a verificação da validade dos resultados (por amostragem ou total).

8.5 Conclusão

Foi apresentada neste capítulo uma análise da segurança do Sistema Eleitoral Brasileiro, através da análise dos requisitos de segurança e de implementação e apresentação de alguns problemas que podem estar presentes nas etapas da eleição. Estes requisitos de segurança e implementação analisados são desejáveis para que um sistema possa ser considerado ideal.

Capítulo 9

Sugestões de melhorias no Sistema Eleitoral Brasileiro

9.1 Introdução

Com a realização da análise da segurança do SIE do Brasil, de acordo com os requisitos de segurança e de implementação, são apontadas algumas vulnerabilidades. Seguindo a metodologia definida, neste capítulo serão descritas algumas sugestões para melhorar a segurança do processo eleitoral.

Na seção 9.2 são apresentadas algumas sugestões, na seção 9.3 é apresentada uma visão de um modelo de votação futuro e, finalmente, na seção 9.4 é apresentada a conclusão do capítulo.

9.2 Sugestões

Esta seção encontra-se dividida de acordo com as etapas do processo eleitoral brasileiro: alistamento, configuração, votação e apuração e divulgação dos resultados, apresentando algumas sugestões de melhorias para cada etapa.

9.2.1 Alistamento de Eleitores

Nesta etapa verificou-se a necessidade de manter o cadastro de eleitores atualizado, retirando os eleitores falecidos, repetições e não permitindo registros falsos. Desta forma, garante-se que somente eleitores autorizados poderão ser autenticados para a votação.

Para permitir a fiscalização desta etapa do processo eleitoral, deve haver um ponto de confiança após o término da etapa de alistamento. Ver detalhes na página 157.

9.2.2 Configuração da Eleição

Nesta etapa percebeu-se a necessidade da realização da sincronização dos relógios.

Se o relógio da urna estiver atrasado (mais do que o período de tolerância), não será permitido o início da votação, que só é autorizado a partir das 8 horas do dia da eleição (horário da urna). Em outra situação, se o relógio de determinada urna estiver muito adiantado, chegando a alterar a data, por exemplo, também não será permitido o início da votação.

A sincronização dos relógios das urnas não deveria ser manual e deveria utilizar uma fonte segura de tempo. Isto acabaria com os problemas causados por horário incorreto nas urnas, como citado anteriormente. Como também acabaria com a utilização de disquete para atualizar a data e hora do sistema, possibilitando a alteração do estado interno e/ou comportamento da urna eletrônica.

Segundo informações do TRE, a margem de erros neste caso não causa danos ao processo.

É importante nesta etapa que continuem sendo realizadas sessões públicas para análise dos fontes e a fiscalização no processo de carga, teste e lacração das urnas pelos fiscais de partidos deve ocorrer em todas as regiões.

Após a etapa de configuração deve ser publicado um ponto de confiança, com o objetivo de garantir a confiabilidade desta fase do processo de votação. Ver detalhes

na página 158.

9.2.3 Votação

Para a etapa de votação, são sugeridas melhorias em alguns pontos como: anonimato, autenticação, título de eleitor, mobilidade, voto impresso, auditoria com SELA (Sistema Eletrônico para Auditoria) [GUI 01] e votação paralela, que são descritos a seguir.

A fiscalização deve ser intensa nesta etapa, verificando emissão de zéresima, acompanhando as substituições de urnas e demais atividades, após o término da eleição obter o BU da seção.

Após a etapa de votação, também deve ser publicado um ponto de confiança com as informações relativas à etapa de votação. Mais detalhes na página 158.

Anonimato

Existem várias formas de se obter o anonimato (exigido pelo requisito privacidade). Uma delas é através de Redes de Misturadores (*software* ou *hardware*), ferramenta útil sempre que, em determinada comunicação, se deseja a não ligação entre o emissor e o receptor de uma mensagem [COO 95]. Logo, seria útil para garantir o sigilo do voto, pois não seria possível identificar qual voto pertence a determinado eleitor.

Outras ferramentas que podem ser utilizadas para ser obtido o anonimato são: roteamento de cebolas, web mixes ou crowds, de acordo com [DIA 03].

Autenticação

É preciso uma boa forma de autenticação do eleitor, por exemplo com o uso de identificação biométrica.

Além disso, deve ser garantido que o conteúdo do voto não será associado ao eleitor. Atualmente não existe esta garantia, visto que o número do título de eleitor é digitado no microterminal que está conectado à urna para liberar um novo voto.

Segundo Ribas [RIB 00], tal procedimento é adotado justamente para

preservar a segurança do processo eleitoral, evitando que eleitor não cadastrado na urna eletrônica possa votar, estando vedada, portanto, a votação em duplicidade. O terminal onde se faz a digitação do título do votante nada tem a ver com o voto, simplesmente libera o sistema da urna para receber os dados relativos à sua manifestação de vontade e só para este efeito está a ela conectada.

Uma proposta seria a utilização de dois sistemas separados, onde o primeiro, autentica o eleitor e entrega a cédula em branco para o eleitor que acaba de ser autenticado. O segundo sistema preenche o voto do eleitor de forma anônima (desta forma não haveria ligação entre a autenticação e o voto). Outras formas para garantir o anonimato foram citadas na página 140.

Título de Eleitor

No sistema eleitoral brasileiro, a identificação do eleitor usando o Título de Eleitor atual não é satisfatória. É possível que um eleitor vote com o título de outro, mesários poderiam votar no lugar dos eleitores faltosos.

São propostas algumas mudanças para o título de eleitor atual:

- Primeiramente deve-se incluir a foto do eleitor para dificultar que eleitores votem no lugar de outra pessoa;
- Uma outra sugestão é o uso de cartões de memória, inteligentes ou não, que conterão os dados da eleição.

Como citado anteriormente, poderia haver dois sistemas: um para autenticar o eleitor e outro para preencher o voto.

O primeiro sistema faria a autenticação do eleitor com o novo título (que possui a identificação do eleitor) e deveria também utilizar uma medida biométrica (exemplo, digital ou íris), garantindo que o eleitor é o dono do título.

Após a autenticação, o cartão de memória (vazio) seria carregado com os dados da eleição. Estes dados seriam correspondentes ao município em que o eleitor vota (esta informação, estaria disponível no sistema de autenticação), independente de

onde ele estivesse se autenticando. Esta autenticação e carga do cartão só poderia ocorrer uma vez por eleição, garantindo o voto único pelo eleitor (o cartão poderia ser bloqueado para carga ou sistema de autenticação em rede).

No dia da eleição, nos locais de votação, o sistema para autenticação e carga dos cartões estaria disponível para os eleitores.

Para a votação, o cartão (um dispositivo somente de leitura que contenha os dados específicos da eleição) seria lido por qualquer urna eletrônica, inserindo o cartão em um leitor ou até mesmo uma leitura sem contato. O eleitor efetua seu voto, este é gerado (impresso em papel, cartão ou digital), para ser contabilizado. A urna carrega apenas os dados da eleição, não tendo informações sobre o eleitor, sendo impossível a relação do eleitor com o voto.

Com o uso de cartões de memória, estes seriam utilizados para carregar os dados específicos de uma eleição e controlar o número de vezes que o eleitor vota. Isso possibilitaria inclusive uma flexibilização no requisito mobilidade.

Custos:

Caso o custo fosse muito alto com os cartões, poderia ser criada uma forma de “empréstimo”, onde o eleitor deveria ser autenticado (sistema em rede), após a autenticação, com o cartão carregado com as informações da eleição, o eleitor vota e devolve o cartão, que poderia ser utilizado por vários eleitores.

Com o uso de cartões, seriam necessárias auditorias para confirmar se as informações passadas para os cartões estão corretas e completas. Também seria mais difícil fraudar votos, pois seria necessário uma autenticação e um cartão com os dados da eleição para conseguir realizar o voto. No sistema atual, basta a digitação de um título válido da seção (faltosos, por exemplo).

A figura 9.1 mostra uma sugestão para o novo título de eleitor, utilizando *smartcard*.

Mobilidade

O ideal seria que o sistema eleitoral permitisse a votação em qualquer

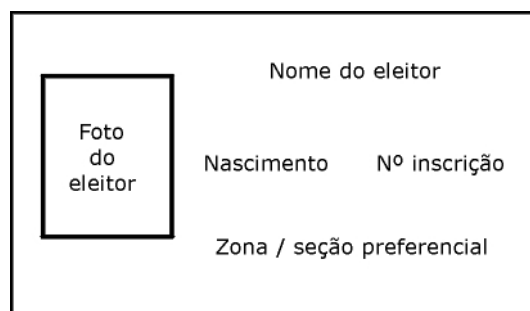


Figura 9.1: Sugestão para o novo título de eleitor

seção eleitoral. No sistema atual, temos algumas dificuldades para que isto ocorra, por exemplo:

- Poderia haver seções com muita gente para votar, pois a distribuição geográfica não é perfeita;
- A urna tem uma capacidade de memória limitada;
- Há um limite de número de votantes por dia (número de horas de votação - 9 horas, dividido pelo tempo para votar, que pode variar bastante dependendo da seção);
- Não há um mecanismo para identificar quem pode votar, impedindo que o eleitor vote mais de uma vez, se fosse votar em qualquer seção;
- Para isso seria necessário sistemas ligados em rede, o que se teria que garantir a segurança, ou uma outra forma de identificar se o eleitor já votou;
- Uma outra alternativa, seria o voto em um possível conjunto de seções (ou multi-seção), similar ao atendimento de caixas bancários, com uma fila única, talvez. Para isso, apenas este conjunto de seções estaria interligado internamente, seria menos crítico do que conectar todas as seções.

Para permitir a votação em qualquer seção eleitoral, poderia ser utilizado o título de eleitor com o cartão de memória, a carga com os dados da eleição poderia

ser realizada em locais definidos, desta forma, o eleitor poderia votar em qualquer urna eletrônica, ou seja, em qualquer seção eleitoral.

A urna não precisaria mais conter os dados da eleição (dados dos candidatos e foto), pois estes dados estariam no cartão; também não precisaria dos dados dos eleitores, o cartão já seria a permissão de voto único.

Todas as urnas passariam a ter uma carga única, ou seja, o *software* da urna eletrônica seria universal e não precisaria ser configurado a cada eleição ou mesmo entre regiões, não precisaria ser específica por seção e os eleitores poderiam votar em qualquer seção, dispensando a justificativa de voto.

Dentro de seu município o eleitor votaria em qualquer seção, fora do município, poderiam ter seções especiais do tipo de justificativa, para contabilizar votos de vários municípios ou estados, evitando a identificação do voto.

No cartão poderia existir uma seção de preferência do eleitor, onde os inscritos nesta seção teriam preferência na votação, para evitar muitas filas, assim os eleitores que já escolheram determinada seção teriam preferência em relação aos que estão votando em outra seção que não seja a de sua escolha inicial.

Inicialmente, o sistema poderia ser utilizado para a votação ser disponível em um conjunto de seções, evitando filas em determinadas seções. Futuramente, poderia ser aberto para a votação em qualquer seção.

Voto Impresso

A máquina de votar introduzida em 1996 imprimia o voto de cada eleitor, o qual era automaticamente depositado numa urna convencional, sem que o eleitor visse a impressão, para que, em caso de problemas com a urna ou com a contagem dos votos, o mesmo ainda fosse aproveitado e o processo informatizado pudesse ser auditado através da recontagem de votos. Em 1998, a impressão do voto foi suprimida, sob o argumento de que os mecanismos de impressão apresentavam defeitos excessivos, sendo desconsiderada a premissa de que a impressão atendia ao objetivo de retirar dúvidas, permitindo assim uma recontagem. Nas versões mais recentes da máquina de votar, a

recontagem e auditoria da votação efetuada tornam-se tecnicamente impossíveis pois não existe contraprova material para auditoria e recontagem [OLI 01].

No sistema adotado pelo TSE, o voto materializado deixou de existir e passou a ser “virtual”. Este voto virtual é imediatamente apurado e descartado, de forma que não há possibilidade de conferência da apuração pois não sobram os votos para recontar [BRU 02a]. Por esse motivo, é importante termos a impressão de todos os votos, permitindo uma auditoria pela recontagem dos votos.

Em caso de resultados apertados, que são comuns em eleições, e como democracia é isso, leva quem tem mais votos, nem que a diferença seja de apenas um. O que preocupa, entretanto, é que essa diferença, obtida nas urnas, não possa ser conferida [CHA 00].

Segundo Casagrande [CAS 99], o sistema com impressão tem vantagens:

- *“Maior confiança do eleitor em relação ao sistema eletrônico de votação;*
- *Certeza do voto.”*

Como também tem suas desvantagens:

- *“Maior possibilidade de quebra de urnas, devido a falha no sistema mecânico de impressão ou picote do voto para deposição deste na urna plástica;*
- *Alteração de todas as urnas já existentes para adaptação desse novo sistema com um substancial aumento de gastos;*
- *Possibilidade de erro do eleitor na hora de operar a urna, e com isso gerar desconfiança em relação à lisura do processo.”*

O projeto do senador Requião previa que fossem recontadas manualmente os votos de 3% das urnas, escolhidos ao acaso, para validar os totais eletrônicos. As demais urnas “manuais” teriam a função da caixa preta nos aviões, apenas acionadas em evento de um desastre. Este procedimento deveria reforçar a confiança de que as novas urnas não estivessem sendo usadas para subverter a democracia [STA 00]. A lei [lei b] prevê que este procedimento seja realizado, para isso todas as urnas deveriam ter impressora a partir das eleições de 2004.

A figura 9.2 mostra a urna eletrônica de 2002 com o módulo impressor externo.



Figura 9.2: Urna Eletrônica 2002 com impressora

O processo eleitoral com voto impresso, utilizado como teste nas eleições de 2002, funciona da seguinte forma:

- O eleitor registra seu voto normalmente;
- Após o eleitor votar, aparece uma mensagem na tela pedindo para o eleitor conferir seu voto na impressora;
- O módulo de impressão exibe o voto, como mostra a figura 9.3;
- Se o eleitor concordar com o voto, deve apertar a tecla “CONFIRMA”, será impresso no voto como “VÁLIDO” e o voto estará finalizado;
- Se o eleitor não concordar com o voto ou mudar de idéia, o eleitor aperta a tecla “CORRIGE”, será impresso no voto como “CANCELADO” e o eleitor recomeça seu voto;

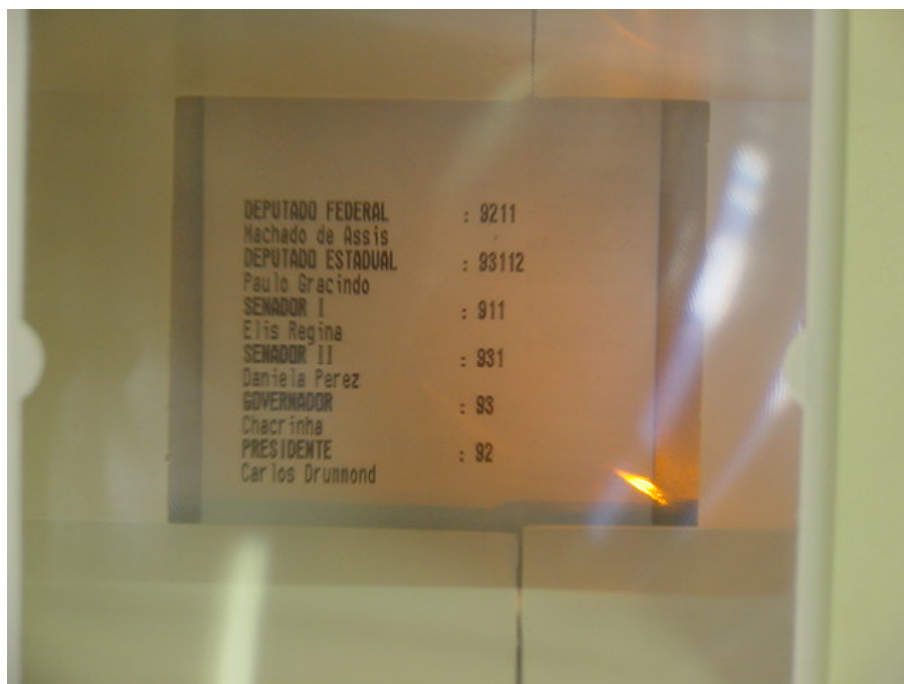


Figura 9.3: Voto exibido pelo módulo de impressão

Observação: A votação pode ser realizada duas vezes (para correção), caso o eleitor aperte a tecla “CORRIGE” ao fim da votação pela segunda vez, terá que votar com cédula em papel, o sistema permite no máximo duas impressões por eleitor.

Os dois tipos possíveis de votos são mostrados na figura 9.4, voto válido e voto cancelado.

A principal questão é que sem impressão de voto, não se pode auditar a urna, não há como recontar os votos. Um sistema que tenha um objeto físico que possa ser tocado e recontado, como a impressão, é uma forma de dar mais credibilidade ao voto eletrônico, porque tem o controle na urna de que o sistema vai respeitar a vontade do eleitor.

Atualmente, é forte a opinião dos críticos com relação à impressão dos votos, para garantir a recontagem. Talvez esta seja uma alternativa necessária, mas para o futuro esta forma de recontagem deve ser repensada, pois pode-se ter problemas com papel, volume, a própria ergonomia (tamanho da letra). Futuramente pode-se encontrar

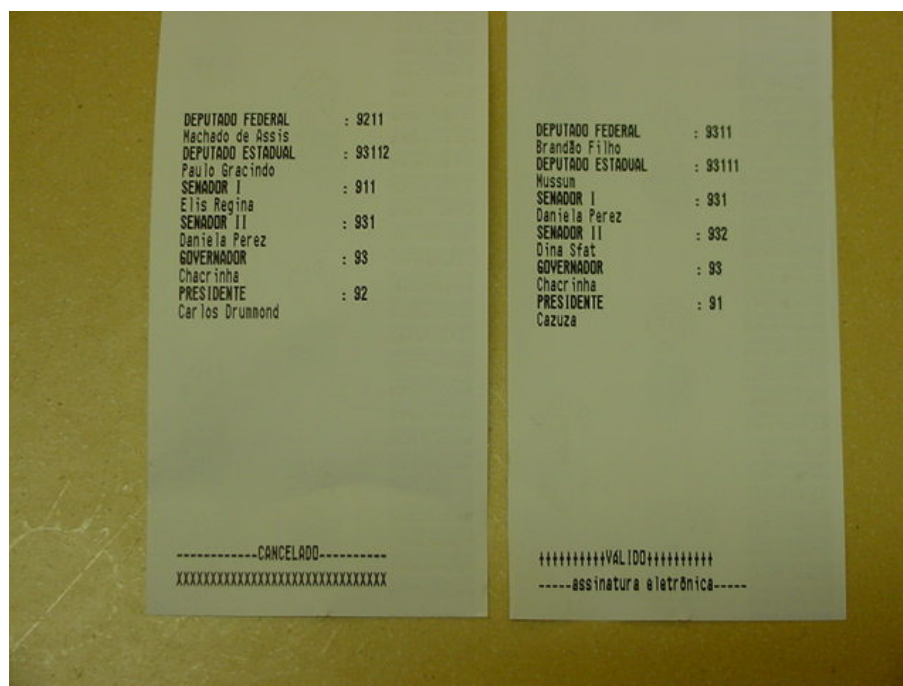


Figura 9.4: Tipos de Voto: Cancelado e Válido

uma forma que garanta a recontagem dos votos e não seja preciso o uso do papel. A seguir, será descrita uma forma de auditoria na urna, sem a utilização da impressão do voto, o SELA (Sistema Eletrônico para Auditoria).

Auditoria com SELA

Todo cidadão tem o direito de verificar se o seu voto será contabilizado de forma correta. Com esse objetivo foi desenvolvido o SELA - Sistema Eletrônico para Auditoria - pela Fundação CERTI (UFSC) com cooperação do LabSEC- UFSC, que aplicado à Urna Eletrônica resulta num sistema que atenda um maior número de requisitos de segurança. O desenvolvimento do SELA deu atenção especial aos aspectos relativos à transparência do processo eleitoral. O sistema utiliza o *hardware* existente, muda o mínimo do *software* e evita os problemas do papel [GUI 01].

A utilização do SELA seria uma alternativa para permitir a auditoria do processo. Seguem algumas informações sobre o SELA, os requisitos empregados, seu

funcionamento, as etapas de utilização no dia de votação e uma comparação entre o uso do voto impresso e do SELA. Estas informações sobre o SELA estão baseadas em [GUI 01].

O SELA garante a auditoria externa ao sistema no dia da votação e permite a visualização do voto pelo eleitor. É um dispositivo eletrônico que tem características similares à de uma urna plástica descartável. Foram empregados neste dispositivo conceitos de segurança como: função resumo e arquitetura aberta; conceitos de projeto robusto como: poucas peças, sem partes móveis, uso de tecnologias dominadas e foco nas interfaces.

A tabela 9.1 apresenta os requisitos empregados no desenvolvimento do SELA, segundo Guimarães [GUI 01].

Tabela 9.1: Requisitos do SELA.

<i>Arquitetura Aberta</i>	<i>“Projeto de Hardware e Software aberto ao conhecimento público.”</i>
<i>Uso de Primitivas Criptográficas</i>	<i>“Segurança baseada em algoritmos criptográficos de conhecimento público e padrões de segurança internacionais.”</i>
Auditável	<i>“Projetado de forma a ser facilmente auditado por parte dos partidos, Tribunal Superior Eleitoral - TSE e sociedade a qualquer momento.”</i>
<i>Independente de eleição e de urna</i>	<i>“Não necessita de qualquer programação antes da eleição ou após a eleição.”</i>
<i>Mínimo de modificações no sistema atual da urna</i>	<i>“Permitir o uso na maioria das urnas já fabricadas de forma a preservar o patrimônio público.”</i>
<i>Logística simples</i>	<i>“Minimizar as alterações necessárias aos processos de logística usados atualmente.”</i>
<i>Uso em 100% e/ou por amostragem</i>	<i>“Auditoria em amostragem ou 100% conforme grau de segurança desejado.”</i>
<i>Baixo custo</i>	<i>“Dispositivo de baixo custo (cerca de 10% do custo da Urna Eletrônica).”</i>
<i>Visualização do Voto</i>	<i>“Permitir que o eleitor veja ergonomicamente o voto digitado comparando-o com o mostrado na UE.”</i>

O SELA é composto por uma placa eletrônica e um visor acomodados num gabinete de plástico e conectado a UE por uma interface. Seu “design” deve ser ergonômico de modo que o eleitor possa visualizar e comparar claramente os números mostrados no visor.

O funcionamento do SELA é descrito a seguir, de acordo com [GUI 01]:

- *“Inicialização: a UE envia comando de início para o SELA, toda a memória é limpa e as variáveis inicializadas;*

- *Zerésima: a UE envia comando para cálculo da função resumo do software do SELA. A função resumo é calculada pelo SELA e mostrada no visor para ser anotada pelos mesários;*
- *Votação: A UE envia comando de abertura de eleitor marcando início de um voto. A UE envia comando de votação com a identificação do pleito e número do candidato a ser mostrado no visor;*
- *Número do candidato é armazenado em memória e pode: ser CORRIGIDO, apaga o número do visor e da memória ou CONFIRMADO, armazena número na memória e incrementa quantidade de votos para o candidato;*
- *A UE envia comando para fechar o voto do eleitor;*
- *Finalização: A UE envia comando para término da eleição. O SELA calcula a função resumo dos votos contidos na memória e mostra esse valor no visor para anotação por parte dos mesários. O SELA entra em modo de Auditoria;*
- *Auditoria: O SELA apenas permite a leitura dos votos (pleito, número do candidato e número de votos) contidos na memória. Os dados são gravados na memória. O valor da função resumo calculado é comparado ao valor anotado pelos mesários no fechamento da votação e garante a legitimidade do SELA.”*

A tabela 9.2 mostra as etapas de utilização do SELA no dia da votação em uma seção eleitoral, segundo Guimarães [GUI 01].

A Tabela 9.3 apresenta uma comparação entre o uso do voto impresso e o SELA como mecanismos de auditoria e conferência da votação, de acordo com [GUI 01].

Auditoria através de Votação Paralela

Uma inovação implantada pelo TSE é a realização de votações fictícias que ocorrem paralelamente à votação. Duas urnas em cada Estado são sorteadas (uma da capital e outra do interior), no dia anterior à votação, para serem transportadas para as sedes dos tribunais regionais eleitorais (TREs) e estas urnas que já estavam prontas para a eleição serão substituídas.

É realizada uma votação paralela (no dia da eleição) com estas urnas sorteadas, onde a equipe de informática digitará a votação de 500 cédulas já preenchidas

Tabela 9.2: Uso do SELA na seção eleitoral.

Processo	Quem	Urna	SELA
<i>Instalação</i>	<i>Mesários</i>	<i>“Conectar a energia elétrica; Autoteste; Verificação dos lacres.”</i>	<i>“Conectar com a Urna e lacre da interface; Autoteste; “Zeragem” da memória de dados.”</i>
<i>Zerésima</i>	<i>Mesários</i>	<i>“Impressão do relatório informando que todos os candidatos tem ZERO votos.”</i>	<i>“Mesários devem anotar na ATA da Eleição o resultado do cálculo da Função Resumo do código de programa mais a memória de dados. Este número será o mesmo para todo Brasil.”</i>
<i>Início de votação</i>	<i>Automático às 8 horas</i>	<i>“Envia para o SELA as informações da seção; Disponibiliza a entrada do número do título de eleitor no micro-terminal.”</i>	<i>“Grava as informações da Seção; Aguarda comando da urna informando início de votação do eleitor.”</i>
<i>Votação</i>	<i>Mesário</i>	<i>“Habilita a votação de um novo eleitor.”</i>	<i>“Recebe comando da Urna informando início do processo de votação de novo eleitor.”</i>
	<i>Eleitor</i>	<i>“Tecla o número do candidato escolhido para o pleito.”</i>	<i>“Recebe da urna os números teclados pelo eleitor para cada pleito; O eleitor confere se o número que aparece na urna é o mesmo que aparece no visor do SELA podendo confirmar ou corrigir seu voto. O SELA grava em sua memória de dados o último número mostrado no visor (voto).”</i>
<i>Finalização do pleito</i>	<i>Mesário</i>	<i>“Emite o Boletim de Urna com os resultados da seção; Informa ao SELA o final de eleição; Grava disquete com o resultado.”</i>	<i>“Finaliza o processo com o cálculo da função resumo dos dados da memória; Mesário anota na ATA da eleição o resultado da função resumo calculada; Convoca fiscais para verificarem o resultado da função resumo e assinam ATA da eleição.”</i>
<i>Transporte disquete e embalagem</i>	<i>Mesário</i>	<i>“Levar disquete para local de apuração.”</i>	<i>“Desconecta SELA, embala e entrega junto com o disquete.”</i>

anteriormente e autenticadas pelos partidos. Haverá um computador para apurar os votos de cada urna, e os resultados serão confrontados na presença dos fiscais partidários com o Boletim de Urna. Todo o processo é filmado para futuras conferências.

De acordo com o TRE/SC [TRE 02c] o processo de votação paralela consiste dos seguintes passos:

1. O conferente retira a cédula (com o voto) da urna de lona, cola uma etiqueta com o número de ordem correspondente, mostra aos fiscais e a entrega ao digitador;
2. O digitador digita o voto no sistema de votação paralela e imprime 3 vias do espelho do voto contendo o número de ordem da cédula, número e nome dos candidatos e

Tabela 9.3: Análise Comparativa Voto Impresso X SELA.

Requisito	Impressão do Voto no Papel	SELA
Credibilidade e segurança	<p>“Possibilidade de ataque aos votos depositados durante recontagem;</p> <p>Possibilidade de adulteração dos votos no transporte.”</p>	<p>“Hardware e Software abertos com segurança garantida por algoritmos matemáticos consagrados;</p> <p>Sigilo do eleitor garantido por uso de acumuladores.”</p>
Desempenho	<p>“Aumento no tempo de votação devido ao tempo de impressão e verificação;</p> <p>Correção de voto exige cancelamento de voto impresso ou uso de outra impressão.”</p>	<p>“Baixa modificação da urna sem alteração de desempenho e tempo de votação;</p> <p>Fácil correção do voto.”</p>
Robustez	<p>“Mecanismo sensível com possível enrosco de papel;</p> <p>Alto consumo de energia da bateria da urna em locais sem energia;</p> <p>Uso de papel térmico que é sensível às condições de umidade.”</p>	<p>“Sistema compacto e sem partes móveis;</p> <p>Baixíssimo consumo de energia, inferior a 5% do consumo de uma impressora térmica com corte de papel no mesmo ciclo de trabalho;</p> <p>Dados na forma de bits.”</p>
Facilidade de uso e operação	<p>“Baixa ergonomia para leitura do voto (impressão com letras pequenas comparado ao SELA);</p> <p>Logística e instalação de mais uma impressora e rolo de papel;</p> <p>Processo trabalhoso de auditoria.”</p>	<p>“Ótima ergonomia de conferência pelo eleitor;</p> <p>Fácil instalação;</p> <p>Processo muito simples de auditoria.”</p>
Custo	<p>“Custo de logística dos consumíveis;</p> <p>Custo de impressora e consumível” (papel, tinta).</p>	<p>“Custo compatível com impressora sem consumível.”</p>

horário da impressão;

3. O conferente retira as vias do espelho, confere em voz alta o conteúdo do espelho com a cédula de voto, mostrando à fiscalização, grampeia a cédula com uma via do espelho;
4. As duas outras vias são entregues aos votadores;
5. Os digitadores escolhem um título aleatório da listagem e digitam nas urnas habilitando-as para o voto;
6. Cada votador coloca o espelho do voto na frente da urna para que a imagem do voto fique na fita. Com a habilitação do voto, falam em voz alta o conteúdo do voto,

registrando-o na urna de forma pausada para permitir o acompanhamento;

7. O conferente reinicia o ciclo para outro voto;
8. São feitas algumas justificativas eleitorais aleatórias na urna;
9. Às 17 horas os trabalhos são encerrados, é emitido o BU em pelo menos 5 vias e o boletim de justificativas (para cada urna);
10. É feita a impressão dos relatórios de totalização do sistema de votação paralela (SVP) e a planilha de votação (documento com cada voto);
11. São entregues cópias do BU e dos relatórios do SVP com os resultados;
12. Havendo a coincidência dos resultados, é lavrada a ata;
13. Não havendo a coincidência dos resultados deve-se:
 - Identificar onde ocorreu a divergência (resultado de candidato, branco, nulo ou legendas);
 - Localizar as cédulas com os votos (conforme os casos identificados), verificando o horário;
 - Rastrear a gravação dos votos nas fitas de vídeo, utilizando o horário para identificar o momento em que o voto foi digitado;
 - Registrar em cada ata a existência da divergência e a cédula onde foi constatado o erro;
 - Se não for identificado o erro, o trabalho deve ser suspenso constando em ata, reiniciando no dia seguinte com a conferência de todos os votos até identificar a incoerência.

Este processo foi adotado para dar mais credibilidade à urna eletrônica, visto que são sorteadas as urnas, prontas para a eleição do dia seguinte, em seção pública e todos os procedimentos são acompanhados pelos fiscais. Assim, pode ser confirmada a honestidade das urnas eletrônicas.

A votação paralela deve continuar sendo realizada a cada eleição para aumentar a confiança no processo eleitoral.

9.2.4 Apuração e Divulgação dos Resultados

A etapa de apuração e divulgação dos resultados deve ter o menor tempo possível, pois quanto menor o tempo entre o fim da votação e a publicação dos resultados menores são os riscos de fraudes na totalização.

É importante que os fiscais adquiram uma cópia do BU da seção fiscalizada, o voto cantado deve ser acompanhado pelos fiscais.

Seria interessante um sistema que pudesse fazer uma totalização paralela ao TRE e TSE, que serviria como fiscalização aos trabalhos realizados (verificação da autenticidade dos dados). Alguns partidos realizam uma totalização paralela por amostragem.

Para a realização de uma totalização paralela, os Boletins de Urna já totalizados pelo TRE devem estar disponíveis para conferência (com o BU de cada seção fiscalizada) e totalização pelos partidos. Este seria um ponto de confiança da etapa de apuração e divulgação dos resultados. Na página 159 este ponto de confiança está mais detalhado.

9.3 Modelo de Votação Futuro

A seguir será apresentada uma visão para um modelo de votação futuro (ou de sistema político). Serão colocados alguns pontos que poderão ser modificados em relação ao modelo atual, de acordo com o avanço da tecnologia e/ou disponibilidade de recursos.

- Local de votação não necessariamente em um lugar único, mas garantindo a não-coação;
- A data de votação, não seria em um dia específico, poderia ter um período disponível para a votação;

- O eleitor poderia retirar ou alterar seu voto a qualquer momento;
- O período entre as eleições não precisaria ser fixo, atualmente existe um certo problema operacional e com recursos para a realização das eleições. Foi estipulado um prazo para os mandatos, que é uma relação entre um tempo para o político poder fazer algo e os custos (operacional, tecnologia) de uma eleição;
- Se determinado político não está agindo de acordo com o que se estava esperando, ou seja, não está atendendo às expectativas, o eleitor poderia mudar seu voto;
- Para determinada votação que interessa ao eleitor, caso seu representante tenha opinião diferente, o eleitor poderia votar no lugar de seu representante (um eleitor teria um peso menor do que os representantes por eles escolhidos);
- Outra alternativa seria trocar de representante para determinada votação;
- O voto dos representantes eleitos poderia ter peso diferente, dependendo do número de votos que o mesmo obteve na eleição;
- Seriam necessários mecanismos para identificação dos participantes da votação, garantindo o sigilo;
- As votações poderiam ser algumas secretas outras não, dependendo do tema.

9.4 Conclusão

Neste capítulo foram apresentadas algumas sugestões para melhorar a segurança do Sistema Eleitoral Brasileiro em todas as etapas do processo, além de uma visão para um modelo de votação futuro.

Capítulo 10

Pontos de Confiança

10.1 Introdução

Para aumentar a confiabilidade no processo de votação, é necessária a publicação dos resultados ao término de cada etapa do processo de votação. Estes pontos são denominados pontos de confiança, uma vez que, após publicados, não poderão mais ser contestados.

A publicação dos pontos de confiança deve ser o mais rápido possível, ou seja, no menor tempo possível entre a finalização da etapa do processo de votação e a disponibilização da informação, com o objetivo de evitar fraudes no processo. Neste capítulo “publicar” significa colocar em ATA, na Internet assinado digitalmente (não pode mais ser alterado, sem ser detectado) ou no Diário Oficial da União.

Na seção 10.2 são apresentados os pontos de confiança em cada uma das etapas de uma eleição, a seção 10.3 apresenta a importância da publicação do BU o mais rápido possível para possibilitar uma totalização paralela e com isso uma fiscalização na etapa de totalização dos resultados. Na seção 10.4 é apresentada uma maneira de recuperar o BU através de seu resumo criptográfico e na seção 10.5 a recuperação do BU utilizando o telefone. Finalmente, na seção 10.6 é apresentada a conclusão do capítulo.

10.2 Pontos de Confiança no SIEB

Em um processo eleitoral, ao final de cada etapa devem ser publicados pontos de confiança, ou seja, informações relevantes para o processo, que possam ser utilizadas para fiscalização, aumentando a confiabilidade. A figura 10.1 ilustra os pontos de confiança na fase de alistamento, configuração, votação, apuração e divulgação dos resultados. Estes pontos de confiança são descritos a seguir.

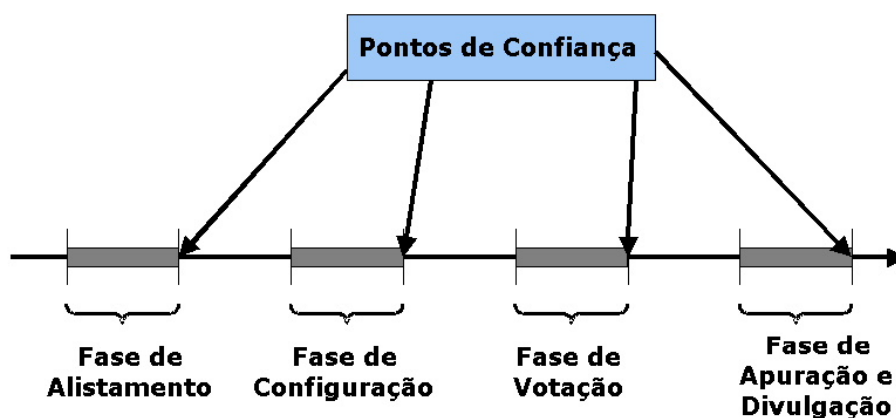


Figura 10.1: Pontos de Confiança

Os pontos de confiança de cada etapa do processo de votação devem ser publicados na Internet com assinatura digital, desta forma é possível validar com dados, verificando a assinatura.

10.2.1 Alistamento

Sugere-se que continue sendo publicada a lista de todos os candidatos e eleitores, por região, após o término da etapa de alistamento. Permitindo assim, a fiscalização desta etapa do processo eleitoral.

O TRE publica:

- Movimentação de eleitores (inscrição, transferência): publicado em cartório com uma lista disponível aos partidos;

- Movimentação extraordinária de cadastro: depurações (cancelamento do eleitor que não votou 3 vezes, por exemplo), rescisões (denúncias sobre transferência irregular), exclusões (casos de denúncias), tudo é publicado na Internet por região;
- Partidos Políticos: filiações partidárias, publicadas 4 vezes por ano;
- Eleitorado: CD com a lista dos eleitores aptos a votar é entregue aos partidos. Por razões de privacidade os eleitores são classificados por regiões;
- Candidatos: publicado no Diário de Justiça e na Internet desde 1998, com número, nome, foto e data de nascimento. Esses dados são de interesse dos candidatos e para conhecimento de terceiros;
- Mesários e escrutinadores: são publicados para conhecimento de terceiros e as pessoas são notificadas. Para evitar que sejam pessoas filiadas a partidos, é feita a verificação com os filiados.

10.2.2 Configuração

Após a etapa de configuração, os dados de todas as urnas (resumos criptográficos dos programas e dados) devem ser publicados. Isso impede, por exemplo, o uso de urnas fantasmas, ou mesmo a troca de urnas após o término da etapa de votação.

O TSE publica os resumos criptográficos dos arquivos da urna (programas). Estes podem ser verificados na audiência de verificação pré-eleição, assim como os dados da urna (é diferente para cada urna), são ainda publicadas as tabelas alimentadoras das eleições e assinaturas.

10.2.3 Votação

Após a etapa de votação, devem ser publicados: BU, eleitores que votaram, eleitores que justificaram, listas de seções eleitorais que realizaram votação, relatórios de erros, etc.

Atualmente, é entregue uma cópia do BU para os fiscais (em papel). Uma possibilidade de publicação seria disponibilizar os boletins de urna na Internet à medida em que vão sendo recebidos, disponibilizados em CD, ou os fiscais de cada seção poderiam entrar com os dados de suas seções, em um sistema na Internet ou através de telefone, e as totalizações poderiam ser realizadas, independente da totalização oficial.

10.2.4 Apuração e Divulgação dos resultados

Após a apuração e totalização, os boletins de urna totalizados pelo TRE devem ser publicados, para que os fiscais possam comparar com os boletins de cada seção fiscalizada, para garantir a exatidão na etapa de apuração e divulgação dos resultados.

Finalmente é publicado o resultado oficial das eleições, que consiste em: votação por seção, por candidato, por zona eleitoral, por município, no estado, banco de dados de totalização e dados sobre as candidaturas para todos os cargos, incluindo as fotos dos candidatos, informações de comparecimento e abstenção no estado. Nas tabelas de correspondências encontram-se o código da carga (referente à data/hora da inseminação da urna), os resumos criptográficos sobre os dados da carga.

10.3 Publicação dos BUs

A etapa de apuração e divulgação dos resultados pode ser verificada através de uma apuração paralela à oficial. Isso pode ser feito a partir dos BUs publicados no final da etapa de votação.

No sistema atual, os fiscais ficam com uma cópia em papel do BU. Para a conferência na totalização, os dados do BU teriam que ser digitados, o que poderia causar muitos erros. Uma outra alternativa seria a digitalização do BU, mas o TSE defende que a qualidade do papel não é boa. Além disso, seriam necessários equipamentos para a digitalização em vários locais para agilizar o processo.

Na Zona Eleitoral, os fiscais podem adquirir uma cópia do BU em disquete. Neste caso os fiscais teriam que reunir disquetes de todas as urnas, o que não

é muito confiável (os disquetes poderiam ser perdidos, roubados ou mesmo apresentar problemas na leitura).

Uma primeira alternativa na publicação dos BUs é na Internet onde seriam conferidos e totalizados. Mas segundo o TRE, isso não é realizado devido ao congestionamento que seria causado no sítio do TRE ou TSE.

Em [CUS 03] é sugerida a publicação na Internet, citada a seguir:

“A idéia, descrita em [GRA 01], tem dois aspectos chaves:

- *O programa que gera o BU, também calcula um resumo criptográfico da urna. O formato exato pode ser discutido, mas é importante que ele permita que o resumo seja anotado e comunicado por pessoas. Por exemplo um número de 10 algarismos, incluindo um dígito verificador.*
- *Assim que possível, o BU é publicado na internet.*

O fiscal do partido precisa apenas anotar 10 algarismos por urna, e comunica-os (por exemplo por telefone ou por email) a um lugar central. Assim que for publicado o BU daquela urna, o partido recalcula o resumo criptográfico, e compara-o com o valor comunicado pelo fiscal.

O procedimento proposto em [GRA 01] é ainda mais rigoroso. Lá propõe-se que o presidente da mesa comunique o resumo ao TRE, que publica-o imediatamente na Internet. Pode-se até imaginar que isto aconteça automaticamente: o presidente telefona para um certo número, digita um número que identifica sua seção, digita uma senha para autenticar-se, e digita o resumo.

A publicação dos Boletins da Urna na Internet tem uma outra grande vantagem: qualquer organização com recursos computacionais razoáveis, como os partidos políticos, universidades, a SBC, pode fazer um programa ou um conjunto de scripts para ler todos os boletins de urna e fazer sua própria totalização, assim verificando os resultados publicados pelos TREs. Alternativamente, podemos imaginar que a SBC, em cooperação com o TSE e TRE, desenvolva um tal programa, que será completamente aberto. E se os TREs também publicam resultados parciais (por zona eleitoral, por município, por região) o trabalho de verificação pode ser distribuído facilmente.”

Uma segunda alternativa é a utilização do resumo criptográfico do BU para possibilitar a sua publicação o mais rápido possível. O objetivo desta alternativa é com o mínimo possível de informação anotada pelo fiscal, recuperar os dados do BU.

Uma terceira alternativa é passar por telefone todos os dados do BU ou parte do mesmo e recuperar o restante baseado na utilização do resumo criptográfico.

10.4 Utilização do resumo criptográfico do BU

A idéia principal é o uso do resumo criptográfico do BU para a posterior divulgação, facilitando a realização de uma totalização paralela.

Através desse resumo criptográfico e talvez outras informações, seria possível obter os dados do BU. Assim, com o resumo criptográfico obtido ao final da votação, os fiscais teriam todos os dados do BU e estes poderiam ser utilizados, o mais rápido possível, para uma totalização não oficial (independente do TSE).

Para isso, é necessário um algoritmo que gere o resumo criptográfico do BU e uma maneira de, com este resumo, conseguir todos os dados do BU novamente.

O resumo criptográfico ou *hash* é um número relativamente pequeno (normalmente de tamanho fixo) que deve representar de forma única uma mensagem de qualquer tamanho.

Seja uma mensagem (M), uma função de resumo criptográfico (H) deve ter as seguintes propriedades, segundo Stallings [STA 98]:

1. H pode ser aplicada em um bloco de dados de qualquer tamanho;
2. H produz uma saída de tamanho fixo;
3. $H(M)$ é relativamente fácil de computar para qualquer M ;
4. Dado um resumo h , é computacionalmente impraticável encontrar x tal que $H(x)=h$.
Esta propriedade é chamada na literatura como “caminho único”.
5. Dada uma mensagem x , é computacionalmente impraticável encontrar $y \neq x$ com $H(y)=H(x)$.
6. É computacionalmente impraticável encontrar um par (x,y) tal que $H(x)=H(y)$.

Pela propriedade de caminho único, não deve ser possível (computacionalmente) através do resumo criptográfico (H) obter a mensagem (M). O número de mensagens (M) é muito grande, tornando inviável a busca exaustiva de um M' com o

mesmo resumo. O *hash* (H) é não linear e a única forma de ataque possível é a busca exaustiva (força bruta).

O que se propõe é enfraquecer esta propriedade no sentido de diminuir o espaço de busca, ou seja, o número de mensagens M possíveis, de tal forma que, com busca exaustiva, seja possível, a partir de (h) obter (M) em um tempo aceitável. Para isso, propõe-se o uso de um *template* para preenchimento com os dados do BU.

A seguir, é mostrado o tempo para cálculo do resumo criptográfico de um boletim de urna, o uso de *templates*, como deve ser a procura pelo número de votos do BU e o tempo necessário para essa busca.

10.4.1 Cálculo do resumo

O tempo para cálculo do resumo de um boletim de urna está descrito a seguir. Foi utilizado um computador AMD XP 1.7 GHZ com 256 MB de memória nestas estimativas. Na tabela 10.1 estão os valores de tempo de execução encontrados para o cálculo do resumo de um BU do segundo turno. Os cálculos foram refeitos para um BU do primeiro turno do estado de Santa Catarina e os resultados foram praticamente os mesmos.

Tabela 10.1: Tempo para cálculo do resumo

Algoritmo de resumo	Tempo em segundos
<i>Message Digest</i> 5 - MD5	0,0006
<i>Secure Hash Algorithm</i> 1 - SHA1	0,0007
<i>Ripe Message Digest</i> 160 - RIPEMD 160	0,0007

Será considerado para os cálculos o tempo de 0,0007 segundos para encontrar o resumo criptográfico de um boletim de urna qualquer.

10.4.2 Uso de um *Template*

Um boletim de urna possui várias informações repetidas entre uma urna e outra. Por isso, será utilizado um *template* com estas informações.

Será dividido em dois tipos de *template*. O primeiro tipo com as informações do cabeçalho do BU, como: Município, Zona Eleitoral, Seção Eleitoral, Eleitores Aptos, Comparecimento, Eleitores Faltosos, Código de identificação da UE, Data de abertura e fechamento, Horário de abertura e fechamento. O segundo tipo com as informações do cargo eleitoral do BU, como: Nome do cargo, Nome, Número e Quantidade de votos dos candidatos, Total de votos Nominais, Brancos, Nulos e Total Apurado.

Na figura 10.2 é ilustrado o *template* para o cabeçalho do BU.

```

                Justiça Eleitoral
          Tribunal Regional Eleitoral [UF]

                Boletim de Urna

                Eleições de DD/MM/AAAA
Município      : XXXXX
XXXXXXXXXXXXX

Zona Eleitoral : XXXX
Seção Eleitoral : XXXX

Eleitores Aptos : XXXXX
Comparecimento  : ?????
Eleitores Faltosos : CCCCC

Código identificação UE : XXXXXXXX
Data de abertura da UE  : DD/MM/AAAA
Horário de abertura    : 08:??
Data de fechamento    : DD/MM/AAAA
Horário de fechamento : 17:??

=====

```

Figura 10.2: *Template* para o cabeçalho do BU

Neste *template* os dados que estão circulados são os que precisam ser preenchidos. Destes, são acessíveis: o estado (UF), a data das eleições (DD/MM/AAAA), mesma data de abertura da UE e fechamento; informações que se encontram no banco de dados fornecido pelo TRE: código e nome do município, Zona Eleitoral, Seção Eleitoral, Eleitores Aptos (desta seção), Código identificação UE.

Os dados relativos ao Comparecimento, Horário de abertura e Horário

de fechamento poderiam ser concatenados ao resumo do BU para que possa ser preenchido o *template* sem a necessidade de várias tentativas de cálculo do resumo.

O número de Eleitores Faltosos pode ser calculado (Eleitores Aptos - Comparecimento). Desta forma, o cabeçalho do BU estará completo.

Na figura 10.3 é ilustrado o *template* para um cargo do Boletim de Urna.

```

=====
CARGO 1
Nome do candidato      Nro cand  Uotos
CANDIDATO 1           01      XXXX
CANDIDATO 2           02      XXXX
-----
Total de votos Nominais : CCCC
Branco                   : XXXX
Nulos                    : XXXX
Total Apurado            : CCCC
=====

```

Figura 10.3: *Template* para determinado cargo do BU

Neste *template* é preenchido primeiramente o nome do cargo, em seguida nome e número dos candidatos. O número de votos de cada candidato deverá ser encontrado. O total de votos nominais será a soma dos votos dos candidatos, o total apurado será o número de comparecimento (total de votos nominais + brancos + nulos) e o número de votos brancos e nulos também deverão ser encontrados.

10.4.3 Procura pelo Número de Votos do BU

Como mostrado anteriormente, é preciso encontrar o número de votos de cada candidato e o número de votos brancos e nulos para completar as informações do boletim de urna.

A proposta é, para cada tentativa de valores, calcula-se o resumo crip-

tográfico e compara-se com o resumo fornecido ao fiscal, após a emissão do BU. Quando for encontrado o mesmo valor de resumo, os números dos votos foram encontrados e o BU pode ser totalizado.

É preciso saber qual o tempo necessário para essa busca, para se concluir sobre a viabilidade desse método. Considerando que a distribuição do conjunto de busca é plana, ou seja, igual para todos os candidatos, o que seria viável?

O número médio de urnas nos estados brasileiros é de 12 mil urnas. Caso se queira recuperar os BUs no tempo de 5 horas, utilizando 10 computadores, o tempo para recuperar um BU seria 15 segundos.

A seguir serão mostrados os resultados de vários cálculos realizados.

Todas as informações do cabeçalho do BU já foram obtidas, e para o cargo faltam os votos de cada candidato, brancos e nulos. Será considerada uma média de 300 eleitores por seção, o tempo de 0,0007 segundos para calcular o resumo criptográfico de um BU qualquer e a soma de votos brancos e nulos até 10%, ou seja, 30 votos.

Para que a soma de votos brancos e nulos seja até 30 votos, é necessário testar 496 possibilidades. Dependendo do número de candidatos, obter-se-á um número de possibilidades a testar (multiplicados por 496 e pelo tempo 0,0007). Estes valores estão mostrados na tabela 10.2, juntamente com o tempo necessário para obter o BU.

Tabela 10.2: Relação Candidato X Tempo

Candidatos	Possibilidades	Tempo
2	286 * 496	1,65 minutos
3	41.041 * 496	3,96 horas
4	3.939.936 * 496	379,98 horas - 15,8 dias

Desta forma, o tempo ainda não é razoável, considerando que o **total de votos nominais** é passado com o resumo ou anotado pelo fiscal. Saber-se-á a soma de votos brancos e nulos, que será o total apurado (comparecimento) - total de votos nominais, reduzindo as 496 possibilidades para 16, obtendo-se os seguintes tempos demonstrados na tabela 10.3:

Para melhorar o tempo, considerar-se-á, além do **total de votos nominais**, o **número de votos brancos e nulos**. Assim, não seria necessário passar o número

Tabela 10.3: Relação Candidato X Tempo

Candidatos	Possibilidades	Tempo
2	286 * 16	3,2 segundos
3	41.041 * 16	7,66 minutos
4	3.939.936 * 16	12,26 horas

de comparecimento do cabeçalho (soma de votos nominais, brancos e nulos). Os valores obtidos estão na tabela 10.4:

Tabela 10.4: Relação Candidato X Tempo

Candidatos	Possibilidades	Tempo
2	286	0,2 segundos
3	41.041	28,73 segundos
4	3.939.936	45,96 minutos
5	284.660.376	55,35 horas - 2,3 dias
6	16.510.301.808	3.210,34 horas - 133,7 dias

Conclui-se que seria viável a utilização desse método com o poder computacional atual para apenas 2 ou 3 candidatos (entre 0,2 e 28 segundos), pois em alguns estados o número de urna é bem menor e em outros poderiam ser utilizados mais computadores.

Nesses cálculos, considera-se apenas um cargo. Com vários cargos, as possibilidades aumentam muito e, conseqüentemente, o tempo de busca. Seria viável apenas para um segundo turno de dois cargos, com dois candidatos cada, a partir daí o tempo não seria razoável.

Para tentar melhorar o tempo do método, mais informações poderiam ser utilizadas para diminuir o espaço de busca ainda mais, tais como: média de votos dos candidatos, candidatos mais votados, candidatos menos votados, lei de distribuição de votos, etc.

10.5 Utilização do telefone

Uma outra tentativa de obter as informações dos BUs, tornando possível uma totalização paralela, é através da utilização do telefone para digitar os dados do BU.

Como mostrado anteriormente, muitas informações em um BU são redundantes, seria suficiente informar a zona e seção eleitoral e o número de votos de cada candidato. Informações como estado, data, código e nome do município, eleitores aptos, código da UE, comparecimento (total de votos), faltosos (aptos menos comparecimento) estariam disponíveis a partir da seção eleitoral.

O fiscal telefonaria para uma central do município da seção eleitoral, para se autenticar digitaria o número da zona e seção eleitoral e uma senha (entregue com antecedência) para autorizar a entrada de dados.

Em seguida, seria digitado o número de cada candidato e a quantidade de votos do mesmo na seção. Ao final seria digitado também o número de votos brancos e nulos para o cargo em questão. Este procedimento seria repetido para cada cargo de um BU.

Ao final seria digitado o resumo do BU, o sistema receptor dos dados recupera o BU com as informações digitadas, calcula o resumo criptográfico e confere com o resumo digitado pelo fiscal. Caso o resultado não coincida, deve ser feita alguma ação de recuperação de erro.

Para analisar se é viável a utilização deste método, é preciso saber quantas teclas seria necessário digitar para um BU (em média). Isto dependerá do número de cargos de uma eleição e do tipo de cargo, por exemplo: presidente, governador, senador e prefeito são cargos com um número não muito grande de candidatos, perfeitamente viável. Já os cargos de vereador, deputados federal e estadual há muitos candidatos.

No estado de SC, nas eleições de 2002, houve em torno de 120 candidatos a deputado federal e 300 a deputado estadual. No BU estão apenas os candidatos que obtiveram algum voto na seção. Será considerado que, em média 10% dos candidatos obtiveram voto na seção, geralmente no interior há um número bem menor do que na capital.

Levando em consideração uma eleição mais complexa como a de 2002, com os cargos de presidente, governador, senador e deputados, a tabela 10.5 mostra o número aproximado de teclas a digitar para um BU. Para o cargo de presidente, considera-se que 5 candidatos foram votados, para cada candidato é necessário 2 teclas para o número e 2 para a quantidade de votos, haveria um total de 20 teclas, e assim por diante para os demais cargos.

Tabela 10.5: Teclas a digitar para um BU

Cargo	Candidatos votados	Teclas
Presidente	5	$(2 + 2) * 5 = 20$
Governador	5	$(2 + 2) * 5 = 20$
Senador	10	$(3 + 2) * 10 = 50$
Deputado Federal	15	$(4 + 2) * 15 = 90$
Deputado Estadual	30	$(5 + 2) * 30 = 210$
Total de teclas		390

Considerando que o fiscal digite uma tecla por segundo, para 390 teclas seriam necessários 6,5 minutos, mais o tempo de autenticação e digitação do resumo.

Em eleições com menos cargos e candidatos seria necessário um tempo bem menor, por exemplo, em um segundo turno de dois cargos, seria necessário menos de um minuto para autenticação, digitação dos votos e resumo.

10.6 Conclusão

Neste capítulo, foi mostrada a importância da existência de pontos de confiança em um processo de votação, aumentando a confiabilidade no mesmo. A necessidade da publicação do BU o mais rápido possível também foi notada, visto que possibilitaria uma totalização paralela ao TSE, ou seja, uma fiscalização nesta etapa. Foram apresentadas propostas para esta publicação utilizando o resumo criptográfico do BU e o telefone.

Em locais de fácil acesso à Internet, o procedimento descrito com a utilização do telefone poderia estar disponível via Internet, onde o fiscal se autentica e em

um *template* digita os números e votos de candidatos e o resumo criptográfico do BU, já fazendo a verificação e correção (se necessário).

Futuramente o TRE poderia disponibilizar todos os BUs na Internet, assim bastaria confirmar o resumo e totalizar os BUs rapidamente para conferência.

Capítulo 11

Considerações Finais

Neste trabalho foi realizada a análise, de forma sistemática, da segurança do Sistema Informatizado de Eleições utilizado no Brasil.

De acordo com os objetivos específicos apresentados no capítulo 1, são feitos alguns comentários, citados a seguir.

A preparação de um material que reúne informações sobre a Urna Eletrônica e o Sistema Eleitoral Brasileiro é de grande importância, pois as publicações existentes são normalmente incompletas, dispersas e de difícil acesso.

A segurança do sistema de votação eletrônica foi analisada a partir da definição de uma metodologia adequada. Na metodologia os seguintes passos para a análise foram descritos:

- Definição dos requisitos de segurança e de implementação desejáveis no sistema de votação eletrônica;
- Descrição do Sistema Informatizado de Eleições Brasileiro;
- Com base nos requisitos, foi realizada uma análise em cada etapa do processo de votação do SIEB, para a obtenção de possíveis vulnerabilidades;
- Após a análise, foram listadas as sugestões para melhorar a segurança do sistema.

A definição dos requisitos de segurança e de implementação, necessários para que o Sistema Informatizado de Eleições Brasileiro seja considerado seguro, foi

o primeiro passo da metodologia utilizada. Foram definidos os seguintes requisitos de segurança: exatidão, unicidade, privacidade e verificabilidade, descritos em 2.5. Os requisitos de implementação listados foram: conveniência, flexibilidade, mobilidade, escalabilidade e eficiência, descritos em 2.6.

O Sistema Informatizado de Eleições Brasileiro foi descrito no capítulo 4, seguindo a metodologia definida. Foi descrito o histórico com as ações de informatização, uma visão geral do processo eleitoral e da votação na seção eleitoral, as etapas da eleição brasileira e o SIE, com descrição da urna eletrônica, os sistemas computacionais utilizados, técnicas criptográficas entre outros.

A sistematização das diversas correntes de opiniões de alguns críticos do SIEB foi importante para mostrar o que já foi atendido e as críticas ainda não atendidas, citadas a seguir:

- Voto impresso em todas as urnas, permitindo a conferência do voto e recontagem;
- Identificação do eleitor e coleta do voto em máquinas diferentes, impossibilitando a quebra do sigilo;
- Sorteio das urnas a serem auditadas após a votação (não na véspera);
- Implementação da autenticação (com assinatura digital) do BU garantindo a integridade, sem a necessidade de cifrar, como é feito hoje;
- Utilização de *softwares* abertos.

A Análise da segurança do SIEB, como um todo, e em particular a Urna Eletrônica, de acordo com a metodologia, permitiu a obtenção de possíveis vulnerabilidades no processo eleitoral brasileiro, como: sistema de identificação frágil, dúvida sobre a privacidade do voto, não prevê verificabilidade individual, verificabilidade universal parcialmente atendida, não permite a recontagem dos votos, não atende o requisito de mobilidade.

A partir das vulnerabilidades encontradas pode-se então sugerir melhorias para o sistema eleitoral brasileiro, de forma a torná-lo mais seguro. As melhorias sugeridas são:

- Melhorar a autenticação do eleitor, utilizando por exemplo uma identificação biométrica;
- Utilizar dois sistemas, onde o primeiro autentica o eleitor e o segundo preenche o voto de forma anônima com um cartão magnético;
- Mudar o título de eleitor, incluindo foto e o uso de cartões de memória, estes seriam carregados com os dados da eleição, possibilitando o voto em qualquer seção eleitoral;
- O uso de cartões também possibilitaria uma carga única nas urnas, não precisando ser configurado para cada eleição;
- Publicar pontos de confiança, com o objetivo de aumentar a credibilidade do processo eleitoral;
- Publicar o BU o mais rápido possível, possibilitando uma totalização paralela ao TSE. Foram apresentadas propostas para esta publicação utilizando o resumo criptográfico do BU, o telefone ou a Internet.

11.1 Contribuições

São contribuições deste trabalho:

- O estabelecimento de uma metodologia para a análise sistemática do Sistema Informatizado de Eleições do Brasil;
- A análise do sistema como um todo, na forma de um protocolo;
- A identificação dos problemas relatados na literatura;
- A detecção de novas vulnerabilidades a partir da análise realizada;
- A proposta de soluções para algumas destas vulnerabilidades;

- O uso de pontos de confiança, que se daria pela publicação dos dados em cada uma das etapas.

Recomendações gerais:

- Deve haver o maior número possível de pontos de confiança ao final de cada etapa do processo eleitoral;
- Devem ser continuados os esforços de auditoria, como:
 1. Votação Paralela;
 2. Impressão do voto, permitindo a recontagem;
 3. Verificação dos resumos criptográficos;
 4. Mais reuniões de verificabilidade do sistema informatizado, talvez permanente.

11.2 Impressão do Voto

O voto impresso viabiliza a recontagem dos votos que não é possível no sistema atual. Não se pode afirmar que a urna eletrônica seja 100% confiável, por isso a importância da possibilidade de uma recontagem de votos.

Nesse caso, o voto impresso será depositado em uma urna. Em uma recontagem a urna será aberta para a apuração dos votos, havendo manipulação física das cédulas. Este procedimento estará sujeito a fraudes e/ou falhas (problemas tradicionais do papel).

O que acontecerá se o resultado do voto impresso for diferente do resultado da urna eletrônica? Possivelmente será adotado o resultado impresso, mas não existe a garantia de que a apuração tenha sido honesta, uma vez que uma pessoa mal intencionada poderia incluir ou retirar um voto da urna, sem que os demais percebessem. Isto diminuiria a credibilidade da UE.

No entanto, estas dificuldades podem ser minimizadas através de treinamento, fiscalização e auditoria.

Recomenda-se que o SIEB permita a recontagem do voto, seja por voto impresso ou por outro mecanismo, como por exemplo, o sugerido pelo projeto de Lei 172 [pro a] que estabelece a implantação do registro digital do voto.

11.3 Trabalhos Futuros

No futuro, é possível pensar num sistema que gere o voto físico (como um desenho ou imagem), que o eleitor possa vê-lo. O voto é lido pela urna eletrônica que o contabiliza. Este voto não teria relação com o eleitor e poderia ser recontado, se preciso, sem a manipulação do voto.

Como trabalho futuro, sugere-se a descrição formal do protocolo (funcionamento do Sistema Informatizado de Eleições), usando uma linguagem de especificação de protocolos e uma ferramenta de análise.

Também poderia ser um trabalho futuro, o desenvolvimento de um sistema para transferência de informações via telefone, que poderia ser utilizado para passar os dados de um BU para uma central de totalização. O mesmo sistema também poderia ser feito para Internet.

Outra sugestão seria a criação de um mecanismo de busca, automatizado, para a verificação dos programas utilizados no SIEB para auditoria.

Referências Bibliográficas

- [AES 03] **AES - Advanced Encryption Standard**. Disponível em <<http://csrc.nist.gov/CryptoToolkit/aes/>>. Acesso em: 23/05/2003.
- [AND 00] ANDRADE, P. G. S. A fraude da urna eletrônica. In: JUS NAVIGANDI, 2000. [s.n.], 2000. Number47. Disponível em <http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1549>.
- [ARA 02] ARAÚJO, R. S. S. **Protocolos Criptográficos para Votação Digital**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Dissertação de Mestrado.
- [AZE 02] AZEVEDO, B. S. N. Urnas eletrônicas: Corrigindo os desvios. In: SEMINÁRIO DO VOTO ELETRÔNICO, 2002. [s.n.], 2002.
- [BRU 99] BRUNAZO, A. F. A segurança do voto na urna eletrônica brasileira. In: 1 SIMPÓSIO SOBRE SEGURANCA EM INFORMÁTICA (SSI), 1999. [s.n.], 1999.
- [BRU 00] BRUNAZO, A. F. Avaliação da segurança da urna eletrônica brasileira. In: 2 SIMPÓSIO SOBRE SEGURANCA EM INFORMÁTICA (SSI), 2000. [s.n.], 2000.
- [BRU 01a] BRUNAZO, A. F. Análise dos arquivos de log das urnas eletrônicas utilizadas nas eleições do 1º turno em diadema no ano de 2000. www.votoseguro.org, maio, 2001. Relatório técnico.
- [BRU 01b] BRUNAZO, A. F. Critérios para avaliação da segurança do voto eletrônico. In: WORKSHOP EM SEGURANCA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS (WSEG), 2001. [s.n.], 2001.
- [BRU 01c] BRUNAZO, A. F. Lei do voto eletrônico. In: CONSULTOR JURÍDICO, 2001. [s.n.], 2001.
- [BRU 01d] BRUNAZO, A. F. Relatório do debate sobre voto eletrônico no scf. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTACÃO TOLERANTE A FALHAS (SCTF), 2001. [s.n.], 2001.
- [BRU 02a] BRUNAZO, A. F. **Honesta por Decreto!** Disponível em <<http://www.votoseguro.org>>. Acesso em: 15/08/2002.
- [BRU 02b] BRUNAZO, A. F. **O Mito do Obscurantismo no Voto Eletrônico**. Disponível em <<http://www.votoseguro.org>>. Acesso em: 15/08/2002.

- [BRU 02c] BRUNAZO, A. F. **Projeto de Lei Requião X Lei Jobim (10.408/02) - Análise Comparativa**. Disponível em <<http://www.brunazo.eng.br/voto-e/textos/req-job.htm>>. Acesso em: 25/10/2002.
- [BRU 02d] BRUNAZO, A. F. et al. **Burla Eletrônica**. FUNDAÇÃO ALBERTO PASQUALINI - FAP, 2002.
- [CAL 02] CALTECH-MIT Voting Technology Project. **Voting – What is, What could be**. Disponível em <<http://www.vote.caltech.edu>>. Acesso em: 15/08/2002.
- [CAM 97] CAMARÃO, P. C. B. **O Voto Informatizado: Legitimidade Democrática**. Empresa das Artes, 1997.
- [CAM 01] CAMARGO, C. R. Fiscalização de eleições informatizadas. TRE, Maio, 2001. Relatório técnico.
- [CAM 02] CAMARÃO, P. C. B. Electronic voting in brazil. TSE, Outubro, 2002. Relatório técnico.
- [CAS 99] CASAGRANDE, M. A segurança da urna eletrônica: verdade ou fantasia? In: JUS NAVIGANDI, 1999. [s.n.], 1999. Number31. Disponível em <http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1544>.
- [CHA 00] CHADEL, R. A recontagem de votos e a urna eletrônica. In: JUS NAVIGANDI, 2000. [s.n.], 2000. Number45. Disponível em <http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1550>.
- [CHA 02] CHADEL, R. D.; BRUNAZO, A. F. Resumo do parecer sobre o laudo pericial das urnas eletrônicas utilizadas no recadastramento eleitoral de 2001 em camaçari, bahia. www.votoseguro.org, Abril, 2002. Relatório técnico.
- [COO 95] COOPER, D.; BIRMAN, K. Preserving privacy in a network of mobile computers. In: IEEE SYMPOSIUM ON SECURITY AND PRIVACY, 1995. [s.n.], 1995.
- [CRA 97] CRANOR, L. F.; CYTRON, R. K. Sensus: A security-conscious electronic polling system for the internet. In: PROCEEDINGS OF THE HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 1997. [s.n.], 1997.
- [CUS 00] CUSTÓDIO, R. F. Segurança em computação. UFSC, 2000. Relatório técnico.
- [CUS 03] CUSTÓDIO, R. F.; GRAAF, J. V. Tecnologia eleitoral e a urna eletrônica. 2003. Relatório técnico.
- [CYB 98] CYBIS, W. A. A interferência das novas tecnologias e os perigos de sua generalização: uma avaliação ergonômica do voto eletrônico no brasil. LabIUtil, Laboratório de Utilizabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Relatório técnico.

- [DEV 01] DEVEGILI, A. J. **Farnel: Uma Proposta de Protocolo Criptográfico para Votação Digital**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Dissertação de Mestrado.
- [DIA 03] DIAS, J. S.; CUSTÓDIO, R. F.; DEMÉTRIO, D. B. Sincronização segura de relógio para documentos eletrônicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES, 2003. [s.n.], 2003.
- [dig 03] **Digital Government program**. Disponível em <<http://www.diggov.org>>. Acesso em: 22/09/2003.
- [FEC 03] **Federal Election Commission**. Disponível em <<http://www.fec.gov>>. Acesso em: 22/09/2003.
- [FER 99] FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio Eletrônico Século XXI**. Editora Nova Fronteira, 1999.
- [GRA 01] GRAAF, J. V.; CALDAS, W. S. Melhorando a segurança e a transparência da urna eletrônica. In: 3 SIMPÓSIO SOBRE SEGURANÇA EM INFORMÁTICA (SSI), 2001. [s.n.], 2001.
- [GUI 01] GUIMARÃES, M. F. et al. Proposta de um sistema eletrônico de auditoria aplicado à urna eletrônica brasileira. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Relatório técnico.
- [HOL 03] HOLT, R. **Rep. Rush Holt Introduces Legislation to Require All Voting Machines To Produce A Voter-Verified Paper Trail**. Disponível em <<http://holt.house.gov/issues2.cfm?id=5996>>. Acesso em: 27/05/2003.
- [INA 03] **Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional**. Disponível em <<http://www.ipm.org.br>>. Acesso em: 12/09/2003.
- [JOB 03] JOBIM, N. Relatório das eleições de 2002. TSE, 2003. Relatório técnico.
- [KAR 99] KARRO, J.; WANG, J. Towards a practical, secure and very large scale online election. 1999.
- [lei a] BRASIL. Lei n. 4.737, de 15 de julho de 1965. Institui o Código Eleitoral.
- [lei b] BRASIL. Lei n. 9.504, de 30 setembro de 1997. Estabelece normas para as eleições.
- [MAN 01] MANESCHY, O. Palm beach versus araçoiaba da serra. In: JUS NAVIGANDI, 2001. [s.n.], 2001. Number49. Disponível em <http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1553>.
- [MEN 96] MENEZES, A.; VAN OORSCHOT, P.; VANSTONE, S. **Handbook of Applied Cryptography**. CRC Press, 1996.
- [MER 01] MERCURI, R. **Electronic vote tabulation checks and balances**. University of Pennsylvania, 2001. Tese de Doutorado.

- [MIR 03] MIRANDA, U. A. **Presidente do TSE acompanhará eleições no Paraguai**. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/agestado/noticias/2003/abr/23/28.htm>>. Acesso em: 24/04/2003.
- [NEV 01] NEVES, W. **O Pré-feito: Análise de uma farsa**. 2001.
- [OLI 01] OLIVEIRA, E. L.; RÊGO, C. A. Auditoria de sistemas eleitorais: o caso são domingos. In: WORKSHOP EM SEGURANCA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS (WSEG), 2001. [s.n.], 2001.
- [pro a] BRASIL. Projeto de Lei n. 172, de 2003. Estabelece a implantação do registro digital do voto.
- [pro b] BRASIL. Projeto de Lei n. 958, de 2003. Institui o Título Eleitoral Eletrônico.
- [RÊG 02] RÊGO, C. A.; BRUNAZO, A. F. Auditoria de sistemas eleitorais: o caso santo estevão. www.votoseguro.org, Julho, 2002. Relatório técnico.
- [REQ 00] REQUIÃO, R. A urna eletrônica e a legítima vontade popular. In: JUS NAVIGANDI, 2000. [s.n.], 2000. Number44. Disponível em <http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1542>.
- [res 03] **Tribunal Superior Eleitoral**. Disponível em <<http://www.tse.gov.br>>. Acesso em: 22/09/2003.
- [REZ 02] REZENDE, P. A. D. A lanterna de diógenes, sobre a segurança da urna eletrônica no brasil. In: SEMINÁRIO DO VOTO ELETRÔNICO, 2002. [s.n.], 2002.
- [RIB 00] RIBAS, T. F. A segurança do voto eletrônico: um contraponto. In: JUS NAVIGANDI, 2000. [s.n.], 2000. Number47. Disponível em <http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1554>.
- [RIE 99] RIERA, A. **Design of Implementable Solutions for Large Scale Electronic Voting Schemes**. Autonomous University of Barcelona, Dezembro, 1999. Tese de Doutorado.
- [SIL 02] SILVA, M. C. **Voto Eletrônico: É mais seguro votar assim?** Insular, 2002.
- [STA 98] STALLINGS, W. **Cryptography and Network Security: Principles and Practice**. 2. ed. Prentice-Hall, Inc, 1998.
- [STA 00] STANTON, M. A. A importância da recontagem de votos. In: JUS NAVIGANDI, 2000. [s.n.], 2000. Number47. Disponível em <http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1551>.
- [STI 95] STINSON, D. R. **Cryptography: Theory and Practice**. CRC Press, 1995.
- [sui] **Suíça faz primeira eleição pela Internet**. Disponível em <<http://www.swissinfo.ch/sen/swissinfo.html?siteSect=105>>.
- [TEI 00] TEIXEIRA, M. C. Votação eletrônica e impressão do voto. In: JUS NAVIGANDI, 2000. [s.n.], 2000. Number44. Disponível em <http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1546>.

- [TOZ 02] TOZZI, C. L. et al. Avaliação do sistema informatizado de eleições - urna eletrônica. Unicamp, Maio, 2002. Relatório técnico.
- [TRÊ 02a] TRÊS, C. A. A soberania do povo na fiscalização do exercício de sua soberania. In: SEMINÁRIO DO VOTO ELETRÔNICO, 2002. [s.n.], 2002.
- [TRE 02b] TRE/SC. Manual de instruções para mesários. 2002. Relatório técnico.
- [TRE 02c] TRE/SC. **Procedimentos da Votação Paralela**, 2002. cópia VHS.
- [TRE 02d] TRE/SP. **A votação através da Urna Eletrônica**. Disponível em <<http://www.tre-sp.gov.br/urna/urna.htm>>. Acesso em: 05/06/2002.
- [TRE 03] TRE/SC. **Eleições 2002 - Informes Eleitorais**. Disponível em <<http://www.tre-sc.gov.br/eleicoes/igerais.htm>>. Acesso em: 22/09/2003.
- [TSE] TSE. Procedimento de conferência e verificação da u.e. (v-pré / v-pós). Relatório técnico.
- [TSE 02a] TSE. Evolução do sistema eleitoral brasileiro. 2002. Relatório técnico.
- [TSE 02b] TSE. Sistemas da urna eletrônica. 2002. Relatório técnico.
- [TSE 02c] TSE. Sistemas de totalização. 2002. Relatório técnico.

Apêndice A

Glossário

- **Apuração dos Votos:** É o processo de contagem dos votos de cada urna. Com a urna eletrônica a apuração é feita na própria seção eleitoral onde se deu a votação.
- **Assinatura Digital:** É uma assinatura realizada em um documento digital que permite ao verificador saber quem realizou a assinatura (autor, data e hora) e autenticar o conteúdo original (verificar se o documento não foi alterado).
- **Ataque Destrutivo:** Um ataque cujo objetivo é paralisar ou atrasar o funcionamento regular do sistema-alvo, visando reduzir sua disponibilidade para uso (*availability*) sem, no entanto, construir algum resultado falso [BRU 00].
- **Ataque Dirigido ou Construtivo:** Um ataque que visa construir um resultado falso durante o funcionamento do sistema atacado, tentando fazer o resultado falso ser aceito como verdadeiro [BRU 00].
- **Autenticação:** Garantia de identificação das pessoas ou organizações envolvidas na comunicação.
- **Boletim de Justificativa Eleitoral:** Documento emitido em cada seção eleitoral após a votação, com as informações relativas às justificativas eleitorais realizadas na seção.
- **Boletim de Urna:** Documento emitido em cada seção eleitoral após a conclusão da votação, com as seguintes informações: total de votos por partido, total de votos por candidato,

total de votos em branco, total de comparecimento em voto e total de votos nulo, identificação da seção e zona eleitoral, hora do encerramento da eleição, código interno da urna eletrônica e seqüência de caracteres para validação do boletim [CAM 97, p. 108].

- **Cabina de votação:** Local onde é colocado a urna eletrônica, tem a finalidade de não permitir que o voto seja visto pelos mesários ou outros eleitores, garantindo o sigilo do voto.
- **Canal de Comunicação:** É formado pelo meio onde são trocadas as mensagens entre duas partes, tais como o voto e o recibo de votação, entre o votante e o sistema de votação.
- **Cédula:** Documento onde constam as opções de voto e que o eleitor utiliza para fazer sua escolha [ARA 02].
- **Cédula em papel:** Papel que conterà as opções de voto, onde o eleitor marcará com um X ou escreverá o nome e/ou número de seu candidato.
- **Coação:** Quando o eleitor é forçado a votar em determinado candidato.
- **Confidencialidade ou sigilo:** Garantia de que somente as pessoas ou organizações envolvidas na comunicação possam ler e utilizar as informações transmitidas de forma eletrônica pela rede.
- **Criptografia:** Criptografia é o estudo de técnicas matemáticas relacionadas a aspectos da segurança da informação, tais como confidencialidade, integridade dos dados, autenticação das partes envolvidas (identificação) e autenticação da origem dos dados [STA 98], [STI 95].
- **Criptografia Assimétrica:** É utilizado um par de chaves, uma é utilizada na cifragem e outra na decifragem. Uma chave é pública e a segunda é mantida em segredo.
- **Criptografia Simétrica:** Uma mesma chave é utilizada para cifrar e decifrar uma mensagem, esta deve ser de conhecimento do emissor e do receptor da mensagem.
- **Disquete:** Disco de material plástico flexível, revestido com material magnético e acondicionado em capa plástica quadrada, usado para armazenamento de dados e programas de computador; disco flexível [FER 99].

- **Eleição:** É a escolha ou opção, por meio de votos, de determinada pessoa para desempenhar certas funções ou ocupar um cargo.
- **Enquete:** É como uma pesquisa baseada em opiniões sobre determinado assunto.
- **Flash:** São mídias removíveis utilizadas na urna eletrônica. A *flash* de carga ou *flash* interna é responsável pelo funcionamento da urna eletrônica, pois carrega o Sistema Operacional e todos os aplicativos necessários para deixá-la apta para a realização da votação. A *flash* de votação é responsável pelo armazenamento das fotos dos candidatos e pelo *backup* de todos os dados que são armazenados na *flash* interna da urna eletrônica, durante a votação.
- **Folha de Votação:** “*Listagem fornecida pelo TSE, que contém informações dos eleitores que votam em uma determinada seção. Esta listagem é usada para confirmação do nome do eleitor na seção e possui uma parte destacável que é entregue ao eleitor como comprovante de comparecimento à votação.*” [CAM 97, p. 108].
- **Hash ou Resumo criptográfico:** É uma função, que dado uma mensagem de entrada de tamanho variável, produz uma saída de tamanho fixo, que identifica a entrada (é uma função resumo).
- **Integridade:** Garantia de que o conteúdo de uma mensagem ou resultado de uma consulta não será alterado durante seu tráfego.
- **Mesário:** Aquele que faz parte da mesa de seção eleitoral. São as pessoas responsáveis por cuidar de uma seção eleitoral.
- **Microterminal:** “*Terminal de comando utilizado pelo presidente da mesa para comandar o andamento da eleição, utilizando-o para habilitar a votação após a digitação do número do título de eleitor e validação do mesmo pelo software do equipamento. Adicionalmente, o presidente da mesa utiliza o microterminal para outras operações como abertura e encerramento da votação na seção, comandando a impressão dos documentos previstos nesta fase*” [CAM 97, p. 108].
- **Pesquisa de Opinião:** Levantamento de dados sobre as opiniões do público, ou de certo grupo, acerca de determinado assunto [FER 99].
- **Picote do voto:** Quando o voto é recortado ou destacado para ser depositado na urna.

- **Presidente de mesa:** É o responsável pela seção eleitoral, distribuirá as funções entre os mesários.
- **Recibo de Votação:** É um documento que permite ao votante provar que votou em uma determinada votação.
- **Seção Eleitoral:** “*É o lugar onde os eleitores exercem o direito de voto. Nela funciona a mesa receptora composta por seis mesários nomeados pelo juiz eleitoral. A recepção dos votos é feita por meio da urna eletrônica*” [TRE 02b].
- **Sistema Majoritário:** Neste sistema será eleito o candidato que obtiver maior número de votos. A opinião da comunidade deve ser expressa simplesmente pela maioria apurada [TRE 03].
- **Sistema Proporcional:** Neste sistema se aplica o cálculo dos quocientes eleitorais, obtidos pela divisão do número de “votos válidos” pelo de “vagas a serem preenchidas” [TRE 03].
- **Sistema de Votação:** É o conjunto de programas de computadores que oferecem a estrutura necessária para a realização de uma votação.
- **Tomada de Decisão:** Manifestação de opiniões sobre um determinado assunto por uma comunidade específica de indivíduos, e o conseqüente estabelecimento de uma decisão com base nestas opiniões [DEV 01].
- **Totalização dos Votos:** É o processo de contagem dos votos de todas as urnas de todas as seções eleitorais. É feita por programas contidos na Rede de Totalização do TSE, a qual tem terminais de acesso em todos os TREs e nas sedes das Zonas Eleitorais municipais [BRU 00].
- **Urnas Eletrônicas:** “*Equipamento de processamento de dados que, junto com seu software, permite a coleta de votos em uma eleição*” [CAM 97, p. 107].
- **Votação:** O conceito de votação aplica-se a tudo que envolva a reunião de pessoas para a escolha ou opção por alguma coisa [ARA 02].
- **Votante:** É o indivíduo que expressa sua vontade ou opinião. É o ator que efetua o voto.
- **Voto:** É a maneira de expressar a vontade ou opinião.

- **Voto eletrônico:** É o voto realizado em uma votação eletrônica, por exemplo, na urna eletrônica.
- **Voto Impresso:** É um voto que após confirmado é impresso, por exemplo, pela urna eletrônica. É o registro do voto em papel.
- **Voto-de-cabresto:** Voto que é induzido por outra pessoa com interesses.
- **Zerésima:** *“Documento emitido em cada seção eleitoral indicando que não existe voto registrado. Este documento é emitido após o procedimento de inicialização da urna, servindo para atestar que não há registro de voto para nenhum dos candidatos”* [CAM 97, p. 108].

Índice Remissivo

- alistamento, 16–18, 26, 40, 135, 138, 139, 157
- Brunazo Filho
- Amílcar, 89, 90, 93, 100
 - Amílcar, 3, 7, 89, 100, 105
- BU, xvi, 35, 51–55, 59, 63, 67, 69–72, 92, 120, 153, 154, 159–165, 171
- cédula, 2, 5, 11, 12, 14, 18, 20, 21, 27, 34, 43, 44, 52, 64, 65, 75, 100, 111, 116, 132, 133, 150–153, 182
- branco, 141
- eletrônica, 111
- falsa, 4
- identidade, 12, 42
- impressão, 6, 96
- papel, 4, 5, 14, 18, 42, 71, 75, 77, 92, 111, 122, 131, 147
- vazia, 100
- democracia, 120, 145
- brasileira, 25
 - moderna, 3
 - subverter, 145
- democrático, 1
- disquete, 35, 39, 43, 47, 50, 52, 53, 55–57, 63, 66, 67, 70, 78, 80–82, 84, 101, 102, 135, 139, 151, 159
- Graaf
- Jeroen van de, 7, 91, 101, 102, 160
- Jobim
- Lei, 109, 110, 112, 115
 - Nelson, 106, 107
- microterminal, 38, 45–47, 60, 62–64, 66, 130, 131, 140, 151, 183
- PMDB, 77
- Paraná, 105
 - São Domingos, 77
- PPS, 83, 84
- requisitos de implementação, 21, 133
- requisitos de implementação, 9–11, 21, 23, 128, 137
- requisitos de segurança, 17, 19, 129
- requisitos de segurança, 3, 7, 9–11, 19, 21, 23, 128, 137, 148
- Requião
- Roberto, 105–107, 145
- SELA, 140, 148–152
- funcionamento, 149
 - requisitos, 149
- TRE, xvi, 2, 35, 41–44, 49, 51, 53, 54, 56, 57, 69, 70, 80, 81, 85, 139, 150, 154, 157, 159, 160, 163, 184
- Bahia, 84
- Goiás, 77, 78

- Santa Catarina, 38
- São Paulo, 76
- TSE, xvi, 10, 26, 35, 36, 41–43, 49, 54–57, 73, 76–78, 81, 82, 88–90, 92–95, 98, 102, 105–107, 110, 113, 114, 117, 118, 120, 126, 145, 149, 150, 154, 158, 160, 161, 183, 184
- assessoria de imprensa, 84
- corregedoria, 84
- corregerodia, 84
- eleitores, 27
- Recadastramento, 41
- rede de totalização, 2
- rede de totalização, 44
- relatório 2002, 107, 120
- sítio, 96
- Súmulas, 27
- totalização, 57
- UE, xvi, 2, 18, 33, 44, 49, 52, 55, 56, 70, 72, 93–95, 149, 150, 163
- 1996, 44, 45
- 1998, 44, 45
- 2000, 44, 45
- 2002, 44, 45
- urna, 1, 2
- urna eletrônica, 94
- urna eletrônica, xvi, xvii, 2–5, 7, 8, 10, 18, 29, 30, 33–35, 38, 42–45, 48–50, 52, 53, 55–59, 62–64, 70, 72, 75, 77, 78, 85, 86, 89–91, 93–95, 97, 99–101, 103–105, 107, 108, 111–113, 115–117, 119–122, 124–127, 129, 131–136, 139, 141, 142, 144, 146, 149, 150, 163, 181–183
- votação
- direta, 13, 14
- indireta, 13, 14
- votação
- direta, 1, 13
- indireta, 1, 13
- voto, 1, 2, 4, 12–16, 18, 20–22, 29, 30, 34–36, 38, 40, 43, 44, 48, 51, 52, 60–64, 66, 67, 72, 75, 77, 82, 86, 89, 91–94, 96–102, 104, 105, 109, 111, 113, 117, 119–121, 123–127, 130–132, 134–136, 140–153, 155, 158, 162, 164, 165, 181–185
- acumulação, 54
- adulteração, 72, 152
- anular, 75, 77
- apuração, 181
- apuração, 75, 101
- assinatura, 117
- assinatura digital, 115
- ataque, 152
- aumento, 124
- branco, 4, 29, 35, 63, 77, 86, 91, 111, 125, 164, 165, 182
- cabresto, 6, 91, 100, 101, 108
- cancelado, 148
- cantado, 44, 48, 52, 82, 83, 92, 108, 112
- carreirinha, 108
- coleta de, 2
- conferência, 6, 120
- contador de, 133
- contagem, 2, 13, 31, 43, 44, 100, 104, 132, 144, 181, 184
- conteúdo, 90
- correção, 152
- cédula, 52
- debate, 7
- desvio de, 89
- diminuição, 124

- direito, 3, 42
direito ao, 16
duplicar, 20
eleitor, 4
eletrônico, 5–7, 34, 36, 64, 72, 76, 89, 93, 100,
105, 107, 108, 111, 122, 133, 147
facultativo, 27
feminino, 26
fraude, 111, 142
identificação, 105
impresso, 10, 29, 30, 89–91, 95, 97, 99, 100,
103, 105–114, 116, 117, 120, 133, 140,
144–147, 149, 150, 152
impressão, 29, 95, 145, 147
indução, 6
informatização, 34
informatizado, 41
justificar, 42, 53, 131, 135, 144
legenda, 30, 63
lei, 105
leitor, 17
manipulação, 100
manual, 106–108, 122, 124
materialização do, 145
nominais, 43, 63
nominal, 165, 166
nulo, 29, 61, 63, 77, 86, 111, 164, 165, 182
não secreto, 26
obrigatoriedade, 131
opções de, 2
opção, 4, 12
opções, 182
papel, 5, 91, 116
parcial, 61
processo, 123
provar, 20
recontagem, 5, 14, 21, 72, 80, 89, 103, 106,
116, 120, 133, 144, 145, 147, 148
registro, 18, 45, 51, 60–62, 88, 114, 115, 117,
133
registro digital, 116
secreto, 26
segurança, 7, 89
seminário, xvi, 7, 95, 97, 98
seminário do, 88
sigilo, 7, 36, 65, 72, 75–77, 92, 94, 96–98, 132,
140, 182
substituição, 113, 115, 116, 118, 120
totalização, 28, 29, 184
totalização, 9, 14, 18, 24, 29, 32, 35, 43, 54, 68,
80, 81, 91, 93, 181
tradicional, 100
troca, 72, 82, 90, 108
unicidade, 130, 132
violação, 111
violação, 76, 100, 101, 107, 111
virtual, 107
virtualização do, 145
visualização, 149
visualização, 149
válido, 91, 148