



# **Estudos Técnico Preliminar**

**Processo SEI nº 2020.00.000007979-5**

**URNAS ELETRÔNICAS**

**MODELO 2022**

**UE2022**



## Histórico de Revisões

Data	Versão	Descrição	Autor(es)
07/10/2020	0.1	Versão inicial para revisão	Rafael Azevedo, Luís Augusto Consularo, Daniel Eloj, Celio Castro, Érika Cardoso, Ivanildo Soares, Adilson Santos, Rodrigo Coimbra
09/10/2020	0.2	Revisão	Daniel Rios
09/10/2020	0.3	Revisão	Rodrigo Matos
29/10/2020	0.4	Revisão	Marcelo Trindade, Diogo do Ybiti Lopes Silveira e Rodrigo Matos
30/10/2020	1.0	Revisão final	Rafael Azevedo



## Siglas e Definições

ARP	Ata de Registro de Preços
CERFLOR	Programa Brasileiro de Certificação Florestal
CT	Contrato
FIT	Flextronics Instituto de Tecnologia
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
ICP-Brasil	Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> , é uma organização internacional de padronização de tecnologias elétricas, eletrônicas e relacionadas, sendo que alguns dos seus padrões são desenvolvidos juntamente com a Organização Internacional para Padronização (ISO)
IN01-2019	Instrução Normativa nº 1, de 4 de abril de 2019 (IN01/2019), da Secretaria de Governo Digital do Ministério da Economia <sup>1</sup>
MA	Mídia de Aplicação
MR	Mídia de Resultado
ME	Modelo de Engenharia
MQ	Modelo de Qualificação
MP	Modelo de Produção
MSD	Main Security Device – dispositivo criptográfico de segurança na placa-mãe
MSE	Módulo de Segurança Embarcado, dispositivo criptográfico de segurança na placa-mãe, nomenclatura utilizada a partir do modelo 2020
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SNH	Simulado Nacional de Hardware
STI	Secretaria de Tecnologia da Informação
TE	Terminal do Eleitor da urna eletrônica
TM	Terminal do Mesário da urna eletrônica
TRNG	<i>True Random Number Generator</i>
UE96 a UE2020	Indica o ano de fabricação/aquisição da urna.

<sup>1</sup> Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70267659/do1-2019-04-05-instrucao-normativa-n-1-de-4-de-abril-de-2019-70267535](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70267659/do1-2019-04-05-instrucao-normativa-n-1-de-4-de-abril-de-2019-70267535)



## Sumário

A. Introdução .....	7
B. Descrição da Demanda (art. 11, inciso I, IN01-2019) .....	7
B.1. Necessidades de negócio .....	7
B.1.1. Necessidade de substituição contínua do parque de urnas eletrônicas .....	7
B.1.2. Envelhecimento do parque de urnas e taxa de falhas .....	9
B.2. Requisitos necessários e suficientes à escolha da solução .....	10
B.2.1. Requisitos de arquitetura tecnológica.....	10
B.2.2. Requisitos e ergonomia e utilização .....	15
B.2.3. Requisitos de segurança .....	18
B.2.4. Requisitos de proteção, contingência e compatibilidade com o meio .....	22
B.2.5. Requisitos de Compatibilidade Eletromagnética .....	23
B.2.6. Requisitos de durabilidade .....	25
B.2.7. Requisitos de capacitação e transferência de conhecimentos .....	25
B.2.8. Requisitos de padronização e compatibilidade.....	27
B.2.9. Requisitos sociais, ambientais e culturais .....	27
B.2.10. Vedação do uso de FPGA.....	29
B.2.11. Vedação do uso de dispositivos de rede .....	32
B.3. Estimativa de volume de bens e serviços.....	32
B.3.2. Quantidade de Mesas Receptoras de Votos .....	33
B.3.3. Quantidade de Urnas de Contingência.....	34
B.3.4. Quantidade de Mesas Receptoras de Justificativa .....	36
B.3.5. Quantidade de urnas para substituição do parque .....	37
B.3.6. Quantidade de urnas para reserva técnica nacional .....	37
B.3.7. Outras necessidades.....	38
B.3.8. Estimativa máxima da necessidade de urnas .....	39
B.3.9. Estimativa mínima da necessidade de urnas 2022.....	41
B.3.10. Quantitativos dos objetos em aquisição .....	41
C. Análise comparativa de soluções (art. 11, inciso II, IN01-2019) .....	41
C.1. Introdução .....	41
C.1.2. Paradigma A – Aquisição de desenvolvimento de projeto e fabricação conforme especificações .....	41
C.1.3. Paradigma B - Aquisição de Projeto para posterior licitação por meio de pregão .....	42



C.1.4. Paradigma C - Mudança no paradigma de votação e da urna eletrônica .....	44
C.1.5. Avaliação geral dos três paradigmas .....	44
C.1.6. Avaliação de propriedade dos moldes de injeção plástica.....	45
C.2. Paradigma A - Aspectos definidos na IN01-2019 .....	46
D. Análise comparativa de custos (art. 11, inciso III, IN01-2019) .....	48
D.2. Histórico de aquisições .....	50
D.3. Diferenças de especificação das urnas adquiridas.....	51
D.4. Possibilidades de investimento para diminuição do custo total de propriedade .....	52
D.4.2. Volume da urna eletrônica.....	52
D.4.3. Transporte .....	53
D.4.4. Manutenção corretiva.....	53
D.4.5. Preparação das urnas.....	53
D.5. Estimativa do custo total da contratação .....	54
E. Características de Sustentabilidade da solução de TI .....	54
E.1. Fundamento legal.....	54
E.2. RHOS - Restriction of Hazardous Substances Directive.....	54
E.3. DfD – Design for disassembly.....	55
E.4. Maior vida útil e menor custo de manutenção do bem (Inciso V).....	55
E.5. Origem sustentável dos recursos naturais utilizados nos bens, nos serviços e nas obras (Inciso VII).....	56
E.6. Utilização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros originários de manejo florestal sustentável ou de reflorestamento (Inciso V).....	57
F. Estratégias de seleção do fornecedor .....	58
F.1. Natureza do objeto.....	58
F.2. Justificativa para o parcelamento ou não da solução .....	58
F.3. Modalidade e tipo de licitação .....	60
F.4. Consórcio .....	68
F.5. Subcontratação.....	68
F.6. Critérios de habilitação técnica .....	68
F.6.1. Atestado de <i>coordenação e responsabilidade de projeto técnico</i> .....	68
F.6.2. Atestado para <i>serviço técnico de manutenção corretiva</i> .....	69
F.7. Critérios de pontuação técnica.....	69
F.7.1. Eficiência de consumo de energia utilizando a bateria interna (EC) .....	69
F.7.2. Capacidade de processamento da urna eletrônica (PROC) .....	70
F.7.3. Intervalo de tempo para recarga da bateria (REC_BAT).....	70



F.7.4. Padronização do Módulo de Segurança do Leitor Biométrico (MSLB) e área de aquisição da imagem da impressão digital (LB).....	71
F.7.5. A pontuação para o fator Modelo de Engenharia da UE2022 (ME) .....	71
F.8. Critérios de exigência de garantia técnica.....	71
F.9. Critérios de exigência de garantia contratual.....	72
F.10. Publicidade, contribuições do mercado e Audiência Pública.....	72
F.11. Estratégia de gerenciamento de riscos .....	72
G. Sustenção do Contrato .....	74
G.1. Recursos materiais e humanos necessários .....	74
G.2. Continuidade do fornecimento da Solução de TIC em eventual interrupção contratual.....	74
G.3. Atividades de transição contratual e de encerramento do contrato .....	74
G.4. Estratégia de independência do órgão com relação à empresa contratada .....	75
H. Classificação orçamentária e fonte de recurso .....	75
I. Declaração de viabilidade da contratação .....	75
I.1. Justificativa da solução escolhida.....	75
I.2. Declaração de viabilidade da Contratação .....	76
J. ANEXO I – Quantitativos dos objetos .....	77



## A. Introdução

1. O Estudo Técnico Preliminar tem por objetivo identificar e analisar os cenários para o atendimento da demanda que consta no Documento de Oficialização da Demanda, bem como demonstrar a viabilidade técnica e econômica das soluções identificadas, fornecendo as informações necessárias para subsidiar o respectivo processo de contratação.
2. Como referência para este Estudo Técnico Preliminar, será utilizada a Instrução Normativa nº 1, de 4 de abril de 2019 (IN01/2019), da Secretaria de Governo Digital do Ministério da Economia. A referida instrução revogou a antiga IN nº 4/2014, da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, do então Ministério do Planejamento. Embora tais instruções normativas não sejam obrigatórias nas aquisições de TIC no Poder Judiciário, entende-se que a atual IN-01/2019 reflete as melhores práticas para aquisições de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação. Nesse contexto, dada a importância e vultuosidade da aquisição em tela, este documento será baseado nas definições da IN01/2019 e complementado com informações relevantes sobre a estratégia de seleção do fornecedor e características de sustentabilidade.
3. Referência: Art. 11 da IN01-2019.

## B. Descrição da Demanda (art. 11, inciso I, IN01-2019)

### B.1. Necessidades de negócio

#### B.1.1. Necessidade de substituição contínua do parque de urnas eletrônicas

1. As urnas eletrônicas são utilizadas, em geral, por dez anos ou seis eleições. Os principais motivos que levam à substituição das urnas são obsolescência tecnológica, evolução da segurança e taxa de falhas. Ou seja, a definição da descontinuação é baseada em fatos e dados concretos e técnicos, não havendo margem para critérios aleatórios.
2. Devido aos motivos já expostos anteriormente, é previsto que as urnas modelo 2009 (194.665 unidades) e 2010 (117.817 unidades) sejam utilizadas pela última vez nas eleições de 2020 e 2022, respectivamente.
3. Está sedimentada, também, no Tribunal a decisão de não utilizar mais as urnas modelo 2006 (25.101 unidades) e 2008 (58.000 unidades) desde as eleições 2018, devido às vulnerabilidades de segurança identificadas.
4. Por ocasião do Acórdão TCU nº. 2564/2017 – Plenário –, foram realizados estudos que culminaram no Plano de Ação (SEI 0645688), onde é descrito o planejamento de descontinuação das urnas eletrônicas utilizadas à época.
5. No documento, que contou com aprovação, no TSE, do Secretário de Tecnologia da Informação, do Secretário de Planejamento, Orçamento, Finanças e Contabilidade, do Assessor de Gestão Eleitoral, do Diretor-Geral e da Presidência do TSE, era previsto que as urnas modelo 2009 (194.665 unidades) e 2010 (117.817 unidades) seriam utilizadas pela última vez nas eleições de 2020 e 2022, respectivamente. Além disso, em 2022, também seria a última utilização da urna modelo 2011.
6. Contudo, não foi possível adquirir as urnas modelo 2020 a tempo das Eleições 2020. Abaixo, segue o panorama geral de aquisições até o momento e o planejado até as Eleições 2034.

Tabela 1 – Cronograma de utilização de cada modelo de urna

Modelo	Quantidade Adquirida	1996 (Municipal)	1998 (Geral)	2000 (Municipal)	2002 (Geral)	2004 (Municipal)	2006 (Geral)	2008 (Municipal)	2010 (Geral)	2012 (Municipal)	2014 (Geral)	2016 (Municipal)	2018 (Geral)	2020 (Municipal)	2022 (Geral)	2024 (Municipal)	2026 (Geral)	2028 (Municipal)	2030 (Geral)	2032 (Municipal)	2034 (Geral)
UE1996	77.969	•	•	•	•																
UE1998	88.627		•	•	•	•	•	•													
UE2000	191.676			•	•	•	•	•	•												
UE2002	51.559				•	•	•	•													
UE2004	75.222					•	•	•	•	•	•										
UE2006	25.538						•	•	•	•	•	•	•								
UE2008	58.000							•	•	•	•	•	•								
UE2009	194.665								•	•	•	•	•	•							
UE2010	117.835									•	•	•	•	•	•						
UE2011	35.000									•	•	•	•	•	•						
UE2013	30.142										•	•	•	•	•	•					
UE2015	95.885											•	•	•	•	•	•				
UE2020	83.538													x	•	•	•	•	•	•	○
UE2022	194.665														•	•	•	•	•	•	•
UE2024	152.835															•	•	•	•	•	•
UE2026	30.142																•	•	•	•	•
UE2028	95.885																	•	•	•	•

Legenda

- Urna utilizada na eleição.
- Utilização excepcional da UE2006 em função da não aquisição das urnas modelo 2018 decorrente não entrega do projeto pelo Flextronics Instituto de Tecnologia (FIT).
- x Não utilização da UE2020 nas Eleições 2020 em decorrência do atraso na licitação para o projeto, contratação e produção a tempo do pleito municipal.
- Projeção da última eleição da UE2020 para as Eleições 2032, considerando a vida útil estimada de 10 anos ou 6 (seis) pleitos eleitorais.
- ♦ Urnas futuras

7. Por conta da não aquisição de urnas modelo 2020, restou uma demanda reprimida de aquisição de 103.598<sup>2</sup> unidades, correspondentes à descontinuidade de utilização das urnas modelos 2006 e 2008, adicionada de 20.060 urnas de crescimento vegetativo do eleitorado, o que levou a Justiça Eleitoral a adotar um procedimento contingencial denominado Transferência Temporária de Eleitores de Ofício, que reorganiza os eleitores em um local de votação para diminuir o total de urnas necessárias, aumentando o risco de filas e outras intercorrências.

8. Tendo em vista os números acima citados, além da previsão de substituição de 194.665 urnas modelo 2009 que tem sua última utilização prevista para 2020, haveria uma necessidade de repor 298.263 urnas eletrônicas até 2022, apenas para se manter o parque no quantitativo atual de equipamentos e crescimento esperado para 2020, sendo necessária, ainda, acrescer a previsão de aumento no crescimento vegetativo das seções para 2022.

9. Diante de todo o exposto se evidencia a clara e urgente necessidade de processo licitatório para aquisição de urnas eletrônicas, visando a segurança e efetividade das Eleições 2022, mesmo considerando

<sup>2</sup> Conforme item F – Anexo I do Estudo Técnico Preliminar da UE2020 (SEI nº 1098379)

a Ata de Registro de Preços TSE nº 53/2020 (SEI nº 1412580), com possibilidade de aquisição de até 180.000 urnas.

### B.1.2. Envelhecimento do parque de urnas e taxa de falhas

1. Os Simulados Nacionais de Hardware – SNH, períodos de testes em que os regionais utilizam um percentual de seu parque de urnas a fim de simular um dia de eleição, cujo objetivo é prever o comportamento das urnas eletrônicas em uso, indicam que as urnas mais antigas apresentam os maiores índices de falha, situação atualmente vivida pelo modelo 2009.

2. As informações sobre os SNH realizados estão disponíveis no endereço <http://sticonhecimento.tse.jus.br/cotel/seue/eventos/simulados-nacionais-de-hardware>.

3. Abaixo são apresentados os links para *download* dos relatórios finais de todos os simulados de hardware realizados até hoje.

3.1. 1º SNH: [http://sticonhecimento.tse.jus.br/grupos/gt-teste/testes-em-campo-e-simulados/eleicoes-2015-2016/2015-08-17\\_20-1simuladonacionalurnaseletronicasfocohardware/rte\\_relatoriotecnicoaavaliacao1snh2015.pdf](http://sticonhecimento.tse.jus.br/grupos/gt-teste/testes-em-campo-e-simulados/eleicoes-2015-2016/2015-08-17_20-1simuladonacionalurnaseletronicasfocohardware/rte_relatoriotecnicoaavaliacao1snh2015.pdf)

3.2. 2º SNH: [http://sticonhecimento.tse.jus.br/grupos/gt-teste/testes-em-campo-e-simulados/eleicoes-2015-2016/2016-05-16-a-17-06-2o-snh/rte\\_relatorio-tecnico-de-avaliacao-do-2snh2016.pdf](http://sticonhecimento.tse.jus.br/grupos/gt-teste/testes-em-campo-e-simulados/eleicoes-2015-2016/2016-05-16-a-17-06-2o-snh/rte_relatorio-tecnico-de-avaliacao-do-2snh2016.pdf)

3.3. 3º SNH: <http://sticonhecimento.tse.jus.br/cotel/seue/eventos/rte-3snh.pdf>

3.4. 4º SNH: <http://sticonhecimento.tse.jus.br/cotel/seue/eventos/rte-4snh.pdf>

3.5. 5º SNH: [http://sticonhecimento.tse.jus.br/cotel/seue/eventos/rte\\_relatorio-tecnico-de-avaliacao-do-5snh.pdf](http://sticonhecimento.tse.jus.br/cotel/seue/eventos/rte_relatorio-tecnico-de-avaliacao-do-5snh.pdf)

3.6. 6º SNH: <http://sticonhecimento.tse.jus.br/cotel/seue/eventos/RTE6SNH.pdf>

3.7. 7º SNH: <http://sticonhecimento.tse.jus.br/cotel/seue/eventos/RTE7SNH.pdf>

3.8. 8º SNH: <http://sticonhecimento.tse.jus.br/cotel/seue/eventos/rte-8snh.pdf>

4. O *Gráfico 1* compara a taxa de falhas apresentadas por modelo de urna em todos os simulados de hardware realizados.

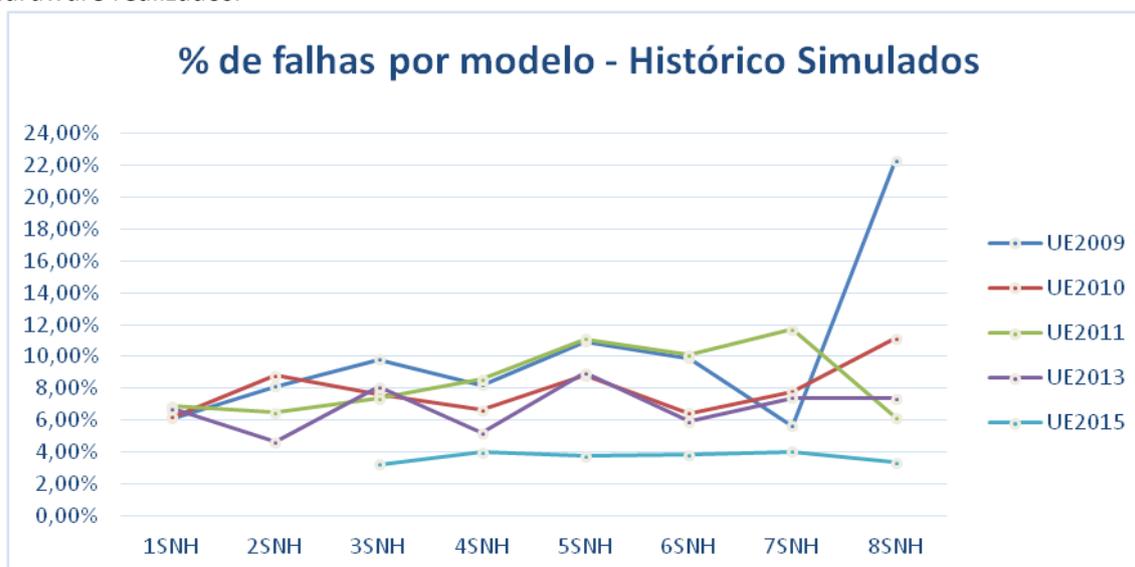


Gráfico 1 – Taxa de falhas percentual por modelo de urna em cada Simulado Nacional de Hardware

5. Quando se verifica a incidência de chamados técnicos de manutenção corretiva em relação ao total de cada modelo de urna, verifica-se que os modelos mais antigos (2009, 2010 e 2011) representam proporcionalmente a maior quantidade de chamados.



Gráfico 2 – Percentual de chamados em relação ao parque de urnas de cada modelo  
Fonte: Base de dados do Sistema Logus, período 12/11/2019 a 22/09/2020, coleta em 22/09/2020.

## B.2. Requisitos necessários e suficientes à escolha da solução

### B.2.1. Requisitos de arquitetura tecnológica

#### 1. Unidade de Processamento Central (CPU)

1.1. Uma maior capacidade de processamento na urna eletrônica propicia a utilização de algoritmos de criptografia de maior complexidade. Como resultado, a segurança é sensivelmente aumentada por meio da garantia da confidencialidade e integridade das informações.

1.2. Adicionalmente, o aumento da capacidade de processamento possibilitaria também a realização da comparação biométrica do eleitor sem que seja exigida previamente a digitação do título do eleitor ou mesmo solicitado um dedo específico. Esse tipo de comparação, onde a pessoa exata dentro de um cadastro é reconhecida apenas pela sua impressão digital, é denominada comparação "1 para n". A comparação poderia ser realizada com o eleitor apenas pousando um de seus dedos no leitor e a urna buscaria encontrar entre todos os dedos, de todos os eleitores, daquela seção eleitoral. Essa comparação é conhecida como "n para n". Esse método de comparação também poderia impactar positivamente na redução do tempo de identificação do eleitor, já que seria desnecessário o procedimento de digitação do título de eleitor.

1.3. Mesmo que seja constatado que a verificação biométrica não seja beneficiada, a maior velocidade de processamento possibilitará um aumento de velocidade nessa verificação e uma maior gama de possibilidades de novas funcionalidades na urna eletrônica.

1.4. Para aferir objetivamente a capacidade de processamento da urna, é utilizado um software gratuito e disponível na Internet denominado Coremark. Tal sistema foi desenvolvido pelo EMBC (Embedded Microprocessor Benchmark Consortium<sup>3</sup>).

1.5. O CoreMark foi desenvolvido por grupos de trabalho de que compartilham o interesse em desenvolver padrões claramente definidos para medir o desempenho e a eficiência energética de implementações de processadores embarcados.

1.6. A urna modelo 2015 atingiu na licitação 1.696,1 interações por segundo. O mesmo processador foi empregado nos modelos 2009, 2010, 2011 e 2013 (Intel® Atom™ Z510P). Na licitação da urna modelo 2020, o Modelo de Engenharia (ME) da licitante SMTT<sup>4</sup>, com processador Intel® Celeron™ N3350, atingiu 18.411,1 interações por segundo e o ME da licitante Positivo, com processador Intel® Atom™ x5-E3940, atingiu 28.987,5 interações por segundo.

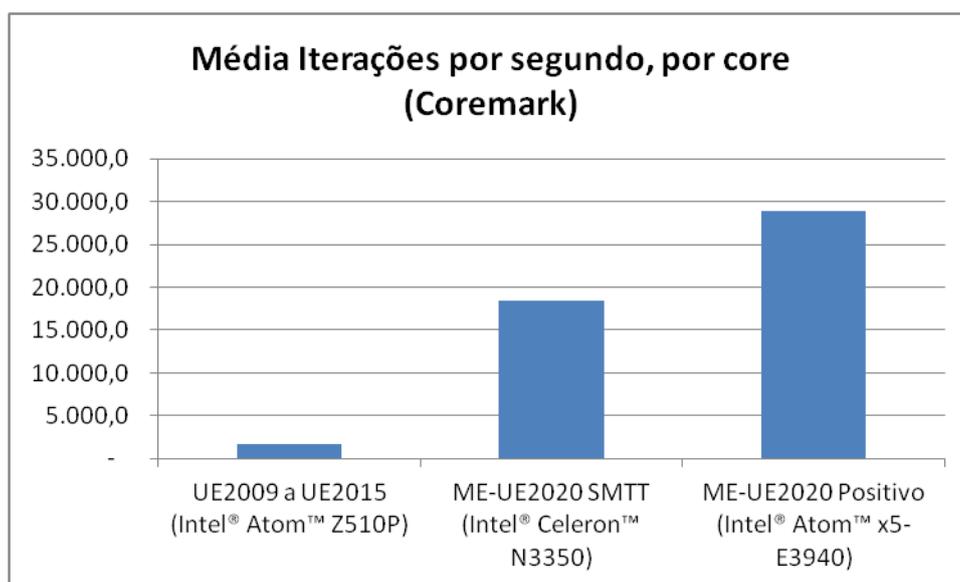


Gráfico 3 – iterações por segundo por tipo de equipamento/processador, por core

1.7. O Gráfico 3 demonstra que a capacidade de processamento exigida de 10mil interações por segundo, por core, foi amplamente superada pelas duas concorrentes que apresentaram proposta na Licitação TSE nº 43/2019.

1.8. Destaca-se, contudo, que as proporções são ainda maiores que a demonstrada no gráfico, pois o processador Intel® Atom™ Z510P possui apenas um núcleo, o processador Intel® Celeron™ N3350 possui 2 e o Intel® Atom™ x5-E3940 possui quatro núcleos. Embora a capacidade total de processamento não possa ser simplesmente duplicada ou quadruplicada, caso seja empregada programação no sistema que permita o multiprocessamento, a capacidade total de processamento do modelo 2020 (Positivo) será ainda maior que o indicado no Gráfico 3.

1.9. Essa maior capacidade de processamento refletirá em benefícios para otimizar as atividades de preparação de urnas e a própria votação.

1.10. No primeiro caso, a execução mais rápida da inicialização e da transferência de dados para as mídias (também promovida pelas memórias de estado sólido com maior velocidade) possibilitará que

<sup>3</sup> <https://www.eembc.org/>

<sup>4</sup> Consórcio composto por Smartmatic Brasil, Smartmatic Internacional e Diebold.

cada urna seja preparada mais rapidamente, economizando recursos humanos e tempo na preparação de urnas<sup>5</sup>.

1.11. No segundo caso, como já explicitado, a votação pode ser beneficiada com a maior rapidez na comparação biométrica, na possibilidade de implementação de mecanismos mais robustos e eficazes nessa comparação, tal como a busca 1 pra N (sem a necessidade de inserção prévia do número do título eleitoral), entre outras possibilidades. Se, no paradigma atual, por hipótese, forem economizados apenas 5 segundos por eleitor em um total de 350 eleitores, pode-se economizar 30 minutos no tempo total gasto em uma seção eleitoral. Considerando o tempo total médio de atendimento<sup>6</sup> das Eleições Municipais de 2016 de 56,53 segundos por eleitor, em seções com biometria, os 30 minutos a mais podem permitir que 31,8 eleitores sejam inseridos na seção, ou seja, um acréscimo de 9% de eleitores no cenário hipotético apresentado.

1.12. Assim, o requisito de, no mínimo 10mil iterações por core já utilizado no Edital TSE nº 43/2019 (UE2020) será mantido, sendo pontuada a maior capacidade de processamento, conforme descrito no item F.7.2.

## 2. Arquitetura x86 versus arquitetura ARM

2.1. Em relação à **plataforma de processamento**, todas as urnas eletrônicas adquiridas até hoje são da plataforma **x86**, ou seja, o nome genérico dado à arquitetura de processadores derivados do Intel 8086 do tipo CISC (Complex Instruction Set Computer).

2.2. Durante o projeto do FIT, foi levantada a possibilidade de troca da arquitetura do processador principal da urna para **ARM**, que tem arquitetura RISC (Reduced Instruction Set Computer), geralmente utilizados em *smartphones* e *tablets*.

2.3. Em relação ao custo direto do processador, o preço de tabela do processador da UE2020 ofertado pela Positivo é de USD\$ 34,00 (trinta e quatro) dólares<sup>7</sup>. Nesse sentido, mesmo que um processador ARM custe poucos dólares, o preço total da urna não seria tão impactado diante do preço final de USD\$983,51 dólares da UE2020, conforme Tabela 8.

2.4. Embora o custo dos processadores ARM seja em geral menor, a equipe de desenvolvimento de software da urna indicou a existência de grandes impactos e alguns riscos relacionados à implantação da plataforma ARM<sup>8</sup> e sua utilização em paralelo<sup>9</sup> com as urnas atuais, com plataforma x86.

2.5. Desenvolvimento de software não é atividade trivial, nem de baixo custo. Isso porque, num sistema informatizado, é no software que as principais decisões de negócio são realizadas. Em geral, os custos de desenvolvimento do software ultrapassam muito os custos de desenvolvimento de hardware<sup>10</sup>. Em se tratando do processo de votação informatizada, é no software que residem as garantias de unicidade, sigilo e integridade do voto, além do provimento de instrumentos de auditoria. Essas garantias fazem com que o Software de Votação seja muito mais do que um mero acumulador de teclas pressionadas.

<sup>5</sup> Nas Eleições 2020, a preparação das urnas está regulamentada na Resolução TSE nº 23.611, de 19 de dezembro de 2019, Capítulo VI, Seção II. Disponível em <<http://www.tse.jus.br/legislacao/compilada/res/2019/resolucao-no-23-611-de-19-de-dezembro-de-2019-1>>

<sup>6</sup> Fonte: *Business Intelligence* de Urnas Eletrônicas, consolidando informações dos logs das urnas de todo o país. O tempo total médio de atendimento de 56,53 segundos contempla o tempo médio de habilitação de 28,96 segundos e o tempo médio de votação de 27,57 segundos. A importância do tempo de identificação biométrica do eleitor é observada quando se compara a seções não biométricas, onde o tempo médio de habilitação foi de 10,28 segundos.

<sup>7</sup> *Recommended Customer Price*, disponível em: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/96485/intel-atom-x5-e3940-processor-2m-cache-up-to-1-80-ghz.html>

<sup>8</sup> Como processador principal, pois a urna já conta com processadores ARM para os dispositivos de segurança (MSE, MTSE, MLSB etc.)

<sup>9</sup> Considerando a vida útil das urnas atuais, uma nova arquitetura implicará, necessariamente, na coexistência de duas arquiteturas.

<sup>10</sup> Brooks, Frederick P. Jr. (1995). *The Mythical Man Month*. Addison-Wesley.

2.6. Conseqüentemente, os impactos no software decorrentes da escolha da plataforma de processador dos novos modelos de urna é fator que precisa ser considerado, além, obviamente, dos prazos envolvidos. Como comparação, o projeto da UE2009 teve início ao final do ano de 2008, com licitação em novembro de 2009 e últimas entregas de software pela Diebold em junho de 2010 (um total de dezenove meses). Naquela ocasião, a urna eletrônica deu o seu maior salto tecnológico com a incorporação do hardware de segurança, com grande impacto para o software e o hardware. Nesse caso, contudo, não houve mudança na plataforma de processamento.

2.7. A seguir são feitas observações mais específicas sobre os diversos aspectos de software impactados por uma mudança de plataforma de processador e a coexistência de duas plataformas por um longo período.

2.8. **Impactos no Software Básico** - Entende-se por software básico toda a base de software necessária para a execução dos aplicativos que sustentam os processos de votação e apuração. Nesse conjunto estão incluídos: *bootloader* (software responsável por iniciar o sistema operacional), *kernel* do Linux, *drivers* de dispositivos, bibliotecas de sistema e bibliotecas de abstração de hardware.

2.9. Na plataforma ARM o mecanismo de *bootloader* é diferente e mais simples do que na plataforma x86. Embora a mudança desse componente possa parecer uma simplificação, quando é necessário conviver com duas plataformas de processador, o software aplicativo que faz a geração das mídias para a carga das urnas<sup>11</sup> terá a sua complexidade aumentada, pois passará a incluir tratamentos diferenciados de acordo com a mídia a ser utilizada para carregar cada modelo de urna.

2.10. O *kernel* do Linux passará a ser compilado para duas plataformas. Para a plataforma ARM será necessário encontrar uma configuração otimizada, tal como já foi feito para x86, para que o *kernel* fique no menor tamanho possível e possua melhor desempenho. Em se adotando as tecnologias de segurança embutidas em processadores ARM, os mecanismos hoje presentes no *kernel* para a validação do hardware da urna precisarão ser modificados para a correta validação da urna como autêntica, em ambas as plataformas.

2.11. Os *drivers* de dispositivos são inevitavelmente pontos de mudança, qualquer que seja a plataforma de processador, na medida em que dependem sobretudo da escolha dos periféricos utilizados na urna (impressora, leitor biométrico etc.). No entanto, a alteração da atual solução do hardware de segurança<sup>12</sup> da urna, junto com novos *drivers*, terá impacto significativo sobre as bibliotecas de abstração de hardware.

2.12. As bibliotecas de sistema podem sofrer impactos de difícil previsão. Embora a maioria dessas bibliotecas já tenham sido adaptadas para funcionar em múltiplas plataformas, somente testes no ambiente real de execução do software poderão atestar a sua robustez e confiabilidade. É possível que haja bibliotecas que não tenham sido adaptadas para a plataforma ARM, o que ainda precisa ser verificado.

2.13. As bibliotecas de abstração de hardware dependem sobretudo dos *drivers* de dispositivos, não tendo, em geral, uma dependência direta da plataforma de processador. No entanto, a mudança drástica nos mecanismos que hoje proveem serviços criptográficos (a mudança do atual hardware de segurança por soluções embarcadas no processador ARM), resultarão na total reescrita de porções significativas dessas bibliotecas, com a criação e manutenção de versões para ambas as plataformas.

2.14. Essas alterações inevitavelmente têm impacto sobre as aplicações.

---

<sup>11</sup> Carga da urna é o processo de instalação do sistema operacional, aplicativos, chaves criptográficas e dados de eleitores e candidatos para uso numa eleição.

<sup>12</sup> Uma eventual alteração da arquitetura para ARM implica em reestudo da arquitetura de segurança da placa-mãe, devido à mudança de paradigma na inicialização do processador ARM.

2.15. **Impactos nas Aplicações** - A plataforma ARM tem diferenças quanto ao alinhamento de estruturas de dados em memória em relação à plataforma x86. Essas diferenças podem levar a erros de difícil depuração, tais como a gravação errada de votos ou do estado da urna, caso não haja uma previsão no código-fonte para tratamento dessas diferenças. Em muitas porções do código-fonte do software da urna já há previsão para esse tipo de diferença, mas não é possível afirmar que todas as estruturas estejam imunes a esse problema.

2.16. Outro ponto a ser observado diz respeito a problemas de concorrência no software. Por possuir um conjunto de instruções diferente, um software na plataforma ARM será escalonado no processador de forma diferente, sem a mesma garantia de atomicidade de operações existente para a funcionalidade equivalente na plataforma x86. Isso significa que porções de código que não precisavam de um controle de sincronismo poderão passar a necessitar desse mecanismo. Ocorre que a descoberta desses pontos de mudança não é trivial e só pode ser feita com a realização de testes exaustivos no cenário real de execução do software. Sem esses tratamentos, o software pode ficar “travado” ou até mesmo gravar dados de forma incorreta.

2.17. Em resumo, os impactos nas aplicações são de difícil previsão, mas de alto custo sobre os ambientes de desenvolvimento e teste. E esses são custos exclusivos do TSE, não havendo qualquer ônus da Contratada sobre essas áreas. Destaca-se que todas as adaptações e correções devem ser feitas em um tempo curto, onde as depurações e testes somente podem ser realizados com os protótipos de uma eventual urna ARM após uma licitação.

2.18. **Impactos na equipe** - Será necessária a contratação de profissionais com experiência da plataforma ARM ou a capacitação dos atuais técnicos. Vale lembrar que a contratação de novas pessoas não resulta em aumento imediato da produtividade, uma vez que os novos profissionais precisarão de tempo para se familiarizar com as particularidades de um sistema eleitoral.

2.19. Serão necessárias novas ferramentas de desenvolvimento para a plataforma ARM, tais como compilador, depurador e máquina virtual. Com isso, aumenta a complexidade do ambiente de desenvolvimento, que demandará um número maior de ferramentas e capacidades.

2.20. Hoje é possível testar a maior parte do software da urna nativamente na própria máquina utilizada para a edição e compilação do código-fonte. Com a adição do ARM, será necessário utilizar mecanismos de virtualização ou o próprio hardware para realizar os testes, o que inevitavelmente é mais demorado. Além disso, a adição de qualquer funcionalidade nova no software demandará testes em ambas as plataformas, o que praticamente dobra o esforço de desenvolvimento.

2.21. Toda essa complexidade precisará ser mantida até o ano de 2030, quando se encerra a vida útil da última urna contratada, a UE2020.

2.22. **Impactos nos testes** – Considerando duas plataformas computacionais, haverá no mínimo o dobro do esforço de teste atual com a adição da plataforma ARM. Embora a adição de um novo modelo na plataforma atual já resulte numa ampliação natural do esforço de teste, a mudança de plataforma muda completamente esse cenário.

2.23. Na mesma plataforma, o número de casos de teste pode ser reduzido, na medida em que a semelhança entre os diferentes modelos de urna é maior, permitindo a realização de testes focados nas características que são de fato diferentes entre modelos de urna. Com a manutenção de duas plataformas tão distintas, praticamente todos os cenários de teste precisam ser executados em ambas as plataformas.

2.24. Isso significa praticamente dobrar o esforço de teste atual da Justiça Eleitoral. As equipes de teste do TSE precisarão contar com mais profissionais. E os eventos de teste (simulados e testes em campo conduzidos nos Tribunais Regionais) demandarão mais pessoas e/ou um período de realização maior.

Os custos desses eventos hoje são grandes para a Justiça Eleitoral, e aumentarão, mas são fundamentais para a garantia da qualidade dos sistemas utilizados nas eleições.

2.25. Mais uma vez, todos esses custos precisarão ser mantidos até o ano de 2030, quando se encerra a vida útil da última urna contratada, a UE2020.

2.26. **Impacto na Cerimônia de Lacração dos Sistemas** - A manutenção de duas plataformas de processador implica num código-fonte maior e mais complexo. A tarefa de análise do código será mais difícil e certamente será alvo de críticas dos partidos políticos e demais entidades habilitadas a auditar o processo eleitoral.

2.27. A Cerimônia de Lacração e Assinatura Digital dos Sistemas Eleitorais também precisaria ser ampliada, de modo a contemplar o esforço necessário de compilação dos sistemas para mais uma plataforma de processador.

2.28. **Conclusão** – Mesmo considerando os custos menores dos processadores ARM em relação aos processadores com arquitetura x86, entende-se que os impactos e riscos relacionados à implantação de uma nova arquitetura são maiores que os eventuais benefícios. Assim, enquanto não forem concluídos os estudos para um eventual novo paradigma de votação, conforme abordado no item C.1.4, qualquer mudança drástica na arquitetura da urna eletrônica fatalmente terá um ônus maior que os possíveis benefícios. Portanto, entende-se necessária a manutenção da plataforma x86 como requisito para a UE2022.

### 3. Teclas do teclado do terminal do eleitor

3.1. Conforme Ofício nº 33/2018 INC/DITEC/PF (0939123), o Departamento de Polícia Federal - DPF apresentou sugestões para melhorias das urnas eletrônicas, com base em perícia realizada em urna oriunda do TRE/SP. Em resposta, Informação nº 2 COTEL/STI (0957572), foi comunicada alteração da especificação da tecla para evidenciar eventual curto-circuito. Assim, desde o Edital TSE nº 43/2019 (UE2020), é solicitado que as teclas sejam do tipo SPDT (*Single pole, double throw*), além de outras especificações de construção e de *firmware* para que não haja dúvidas por parte do sistema quanto à tecla digitada e, em caso de falha (mau contato ou curto-circuito intermitente) seja possível identificar a falha e o teclado não seja utilizado nas eleições.

#### B.2.2. Requisitos e ergonomia e utilização

##### 1. Design do Terminal do Eleitor

1.1. O design conceitual da face frontal do Terminal do Eleitor é uma evolução da ergonomia da UE2015. Com o posicionamento do teclado centralizado abaixo do display, o olhar do eleitor percorre menos espaço de visualização dos dados o que facilita a digitação e conseqüentemente pode diminuir o tempo de votação por eleitor. Ainda, esse menor percurso que o olhar do eleitor precisa percorrer se aplica também a eventuais equipamentos acoplados em ambas as laterais do terminal do eleitor.

1.2. Esse design já foi especificado no Edital TSE nº 43/2019, e foi oriundo do que fora apresentado à Presidência do TSE, conforme divulgado no site do TSE<sup>13</sup>. As conexões laterais são apresentadas na seção a seguir.

<sup>13</sup> <http://www.tse.jus.br/imprensa/noticias-tse/2017/Junho/justica-eleitoral-trabalha-para-desenvolver-nova-urna-eletronica-que-tera-o-voto-impreso>

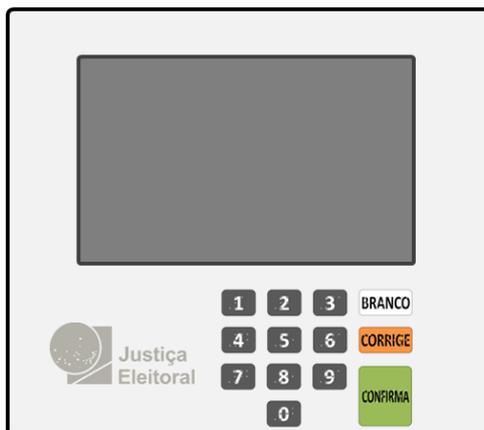


Figura 1 – Concepção do painel frontal do Terminal do Eleitor a partir da UE2020.

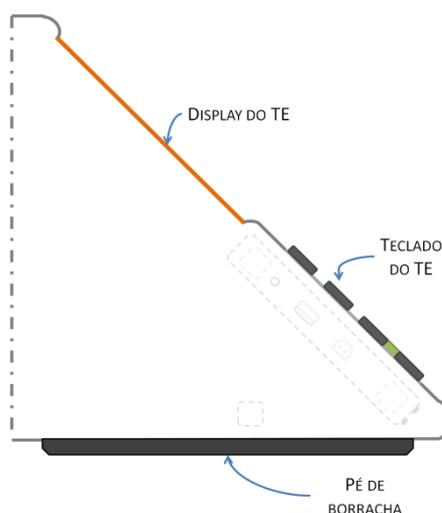


Figura 2 – Concepção do perfil do Terminal do Eleitor a partir da UE2020

## 2. Conexões laterais do Terminal do Eleitor

2.1. O design da urna possui exigências para duas conexões laterais. À esquerda, a possibilidade de acoplamento de um dispositivo de votação para tetraplégicos. À direita, a possibilidade de uma impressora de votos<sup>14</sup>. Nos dois casos, as conexões consistem em uma conexão de dados, uma de energia e um acoplamento mecânico. Portanto, a Justiça Eleitoral poderia acoplar quaisquer dispositivos que julgue necessário futuramente, desde que respeitadas as limitações das interfaces lógicas e elétricas.

2.2. A concepção de tais conexões é ilustrada na Figura 3.

<sup>14</sup> Embora o plenário do STF tenha decidido pela inconstitucionalidade do voto impresso, outro dispositivo futuro poderá ser acoplado no Terminal do Eleitor, para alguma funcionalidade de verificação ou outra que possa auxiliar na confiabilidade da votação.

EXEMPLO: UM  
DISPOSITIVO DE  
AUXÍLIO PARA  
VOTAÇÃO DE  
TETRAPLÉGICOS



EXEMPLO:  
IMPRESSORA DE  
VOTOS

Figura 3 – Concepção de módulos acoplados ao Terminal do Eleitor.

2.3. Em que pese a previsão para conexão com equipamentos externos, estes não farão parte do projeto técnico da UE2022.

2.4. Em relação ao dispositivo de auxílio para tetraplégicos, deve-se ressaltar que essa tecnologia foi demandada pela Procuradoria-Geral da República, conforme Processo SEI 2015.00.000001486-6. Posteriormente, foi realizada reunião técnica com representantes da Câmara dos Deputados para discutir o assunto, conforme registrado no Processo SEI 2017.00.000014380-2. Ainda, o processo SEI 2018.00.000005454-6 registra reiteração de pedido de informações efetuado pela Procuradoria-Geral Eleitoral acerca de progresso da proposta no TSE.

2.5. Entretanto, o desenvolvimento de solução que permita a votação de pessoas com dificuldades motoras envolve áreas de conhecimentos que demanda maior estudo. Adicionalmente, foi deliberado em reunião preliminar da Comissão Diretora de Tecnologia da Informação – CDTI, realizada em 23/11/2018, que a aquisição de tal equipamento ocorrerá em paralelo e de maneira desvinculada da aquisição da UE2020 e, portanto, entende-se a mesma abordagem para a UE2022.

2.6. Esse cenário também foi discutido pela à Comissão Técnica de Tecnologia da Informação – CTTI, que deliberou por dar continuidade à especificação da UE2020, prevendo-se a possibilidade de acoplamento de equipamentos à urna. Esse registro consta do item 9.2.2 da Ata da reunião de 27.6.2018 ([http://sticonhecimento.tse.jus.br/sti/ctti/documentos\\_2018/ATA20180627ReunioCTTI.pdf](http://sticonhecimento.tse.jus.br/sti/ctti/documentos_2018/ATA20180627ReunioCTTI.pdf)). A mesma abordagem será empregada na UE2022.

### 3. Display do terminal do mesário

3.1. A adoção de um display sensível ao toque no terminal do mesário permitirá maior interação do sistema de votação com o mesário. O display alfanumérico atual limita a interação pela restrição de área, caracteres e de iluminação. Sem essas limitações, há a possibilidade de exibição no display de mais informações ao mesário, como por exemplo a lista de eleitores (abrindo-se a possibilidade de o caderno de votação ser extinto), ou a possibilidade de se identificar um eleitor enquanto o outro vota (permitindo o aumento do número de eleitores por seção e/ou diminuição das filas e, conseqüentemente, uma menor necessidade de urnas).

### 4. Monobloco

4.1. Para simplificar o manuseio e diminuir a necessidade de instrução aos mesários e demais pessoas que atuam no processo, a urna eletrônica não possui cabos que são desconectáveis sem que a urna seja aberta. Assim, a conexão entre o Terminal do Mesário e o Terminal do Eleitor somente pode ser desfeita com a abertura do equipamento.

### 5. Formato físico das mídias

5.1. As mídias utilizadas por mesários (Mídia de Resultados) e a utilizada por técnicos da Justiça Eleitoral (Mídia de Aplicação) possuem formato físico específico. Tal formato é especificado para mitigar a

possibilidade de que movimentos incorretos forcem o conector USB e mesmo diminuir a possibilidade de inserção mal feita ou desconexão durante o transporte. O formato também não permite que as mídias sejam inseridas de modo invertido (mesmo que a conexão padrão USB não permita isso, uma tentativa de inserção invertida poderia danificar o conector).

## 6. Luz indicativa em volta do leitor biométrico

6.1. Está especificada a utilização de um led de iluminação nas cores verde e vermelha em volta do leitor biométrico para indicar se a biometria foi lida corretamente (acende o led verde) ou se teve algum erro (led vermelho). Essa indicação será feita por meio de um guia de luz (peça translúcida que dispersa a luminosidade em volta do leitor. Espera-se que tal funcionalidade auxilie tanto o mesário quanto o eleitor, indicando se a leitura da impressão digital foi ou não bem sucedida.

### B.2.3. Requisitos de segurança

#### 1. Arquitetura de segurança da urna eletrônica

1.1. As urnas eletrônicas tiveram sua arquitetura de segurança alterada a partir do modelo 2009, tendo alterações mais importantes em 2010 (implementação do TRNG<sup>15</sup> discreto, alteração do algoritmo para P521 e resinagem) e no modelo 2015 (implementação do módulo de segurança na impressora de relatórios).

1.2. Tal arquitetura foi fruto de estudos em conjunto com o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer a partir da análise de vulnerabilidades realizada em função da realização do primeiro Teste Público de Segurança, realizado em 2009.

1.3. Tal arquitetura gerou um artigo científico, intitulado *T-DRE: a hardware trusted computing base for direct recording electronic vote machines*<sup>16</sup>. Desde então, há uma evolução contínua de tal arquitetura. A especificação da urna modelo 2020 inovou nessa arquitetura ao acrescentar segurança em hardware para o leitor biométrico, ao instituir a possibilidade de uso de um dispositivo genérico de segurança (dispositivo não conhecido que pode ser acoplado ao hardware sem a necessidade de mudanças nos firmwares criptográficos da urna), além da mudança para o algoritmo de curva de Edwards E-521. A seguir, há uma descrição geral dessa arquitetura de segurança em *hardware*.

#### 2. Visão geral da arquitetura de segurança em hardware da urna brasileira

2.1. A urna eletrônica brasileira foi a melhor solução encontrada para atendimento aos preceitos constitucionais do voto em que, conforme art. 14 da Constituição Federal, define-se que: "*A soberania popular será exercida pelo sufrágio universal e pelo voto direto e secreto, com valor igual para todos (...)*". Além disso, a Constituição Federal especifica que as eleições para os diferentes cargos ocorram em um único dia, estabelecendo inclusive esse dia.

2.2. Assim, as urnas eletrônicas brasileiras devem funcionar todas praticamente ao mesmo tempo, em um único dia, e em cada uma das seções eleitorais durante um período de pelo menos 8 horas. Essas exigências impõem não apenas necessidades de robustez e resiliência que se refletem nas necessidades do projeto das urnas, mas que elas sejam caracterizadas como legítimas. Assim, no que concerne à sua segurança, exige-se que ela seja capaz de se reconhecer como legítima, mas sem a necessidade de qualquer operador especialista:

a) que suas partes críticas não venham ser substituídas por contrafações (partes falsas). Caso contrário:

<sup>15</sup> True Random Number Generator

<sup>16</sup> Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1920261.1920291>>.

- a.1) o teclado da urna poderia ser substituído por um outro que pudesse inserir a representação de teclas que não tenham sido realmente digitadas pelo eleitor, alterando assim a sua vontade;
  - a.2) o leitor biométrico poderia ser substituído ou adulterado para que pudesse gravar, em memória alheia às da Justiça Eleitoral, as características biométricas dos eleitores, sem que tivesse a legitimidade para essa finalidade;
  - a.3) o módulo impressor poderia imprimir relatórios ilegítimos, distintos daquele que deveria conter o resultado correto da votação;
- b) que esteja executando um software da Justiça Eleitoral e não um outro software, ou mesmo parte de software, pois caso contrário:
- b.1) um software invasor poderia, sem deixar evidências:
    - b.1.1) alterar a vontade do eleitor;
    - b.1.2) violar o sigilo do voto, revelando o voto do eleitor;
    - b.1.3) deixar de identificar um eleitor ilegítimo e legitimar um ilegítimo;
    - b.1.4) alterar o resultado de uma votação;

2.3. Para que uma urna possa ser caracterizada como legítima, é preciso, antes de tudo, que ela seja individualmente identificada e que essa identidade não possa ser reproduzida ou imitada. Portanto, essa identidade deve ser produzida pela própria urna e, uma vez produzida, não pode ser possível alterá-la. Essa identidade também deve ser criada quando a parte que a comanda (sua placa-mãe) é criada, pois caso contrário, um atacante poderia usar placas-mãe não identificadas para oportunamente criar urnas ilegítimas.

2.4. Nas urnas brasileiras, essa identidade chama-se número interno, que fica gravado na memória de um processador alojado em um perímetro criptográfico na placa-mãe (seu nome é **MSE - Módulo de Segurança Embarcado**) e que controla, entre outras coisas, todo o processo de inicialização da urna<sup>17</sup>.

2.5. Uma vez que um número interno (diferente para cada placa-mãe de urna) é criado, são geradas seis chaves criptográficas privadas. Essas chaves privadas servirão para controlar os perfis de operação da urna: modo Desenvolvimento, modo Simulado e modo Oficial. Como são privadas, elas devem ser sempre criadas na placa-mãe (no MSE) de cada urna e jamais serem reveladas, pois caso contrário, poderiam gerar informações legítimas a partir de sistemas computacionais ilegítimos. Para assegurar que essas chaves privadas nunca saiam do MSE, exige-se a documentação de todas as suas portas e serviços e que qualquer tentativa física de invasão seja evidenciada. Nas urnas atuais, o mecanismo utilizado para essa finalidade é a resinagem com resina Epóxi. Caso haja alguma tentativa de interferência física, tal como perfuração, a resina ficará com marcas. Considerando a proteção física, a utilização de circuito gerador de números verdadeiramente aleatórios (**TRNG – True Random Number Generator**), e a construção do firmware de modo que a chave privada nunca seja revelada (apenas os resultados das operações), a urna adquire personalidade única e as assinaturas digitais por ela geradas têm a propriedade de não repúdio.

2.6. Cabe esclarecer que a implementação dos diferentes modos de operação (Desenvolvimento, Simulado e Oficial) assegura que cada urna reconheça quando está executando um software (1) que ainda esteja em desenvolvimento (modo Desenvolvimento); (2) que esteja sendo homologado em

---

<sup>17</sup> Inicialização é o nome que se dá para o que ocorre na urna desde o momento que ela é ligada (acionamento do botão liga-desliga) até o momento em que o sistema operacional foi carregado.

testes mais abrangentes (modo Simulado); (3) que esteja executando em um ambiente real de eleição (modo Oficial). Ainda existem outros dois modos nos quais os softwares podem executar em uma urna: (a) modo Fabril: quando o software estiver executando em ambiente de produção, até que a urna seja certificada pelo regional; (b) modo Inicializador: quando o software estiver atualizando firmwares ou parâmetros criptográficos da placa-mãe ou de seus periféricos. Esses modos permitem uma segmentação segura sobre como cada servidor, em seu papel específico, pode executar softwares sobre a urna. Assim, um desenvolvedor não consegue executar algum software na eleição enquanto não passar por um processo de homologação, verificando e legitimando seu software para uma eleição oficial. Isso garante a segregação de função e testes, pois equipes distintas tem a posse das chaves que assinam os sistemas para cada um desses perfis e os testes podem ser feitos livremente, sem que a urna gere dados oficiais.

2.7. Uma vez emitidas as 6 chaves privadas, é preciso que o TSE as reconheça como legítimas. Assim, para cada uma das chaves privadas é calculada uma chave pública correspondente e então emitida uma requisição de certificação, que nada mais é que essa chave pública autoassinada. Essas requisições são então enviadas ao TSE e, a partir delas, emite um certificado digital reconhecendo a identidade da urna eletrônica. Esse certificado é então implantando na urna em um procedimento chamado certificação digital da urna. Essa implantação ocorre em cada regional, supervisionado sempre por servidores da Justiça Eleitoral.

2.8. Somente após a urna ser certificada, ela poderá, depois de ligada, executar um software da Justiça Eleitoral. Isso só é possível, pois há uma cadeia de verificações (conhecida pelo nome de Cadeia de Confiança). Essa cadeia se inicia quando a urna é ligada. Nesse momento, apenas o MSE deve ser energizado. Ele verificará os firmwares (softwares embarcados) presentes na placa-mãe e, caso sejam identificados como autênticos, energiza-se a urna e passa-se para outra etapa. O firmware da placa-mãe então verifica o carregador do sistema operacional (conhecido como Loader). Se o Loader for legítimo, ele verifica e carrega o Kernel (núcleo) do sistema operacional. Se o Kernel for legítimo, ele é carregado e então verifica se o MSE da placa-mãe sobre a qual ele está executando é legítimo. Se for, então ele prossegue e essa cadeia chega então aos aplicativos da urna. Caso alguma dessas etapas da cadeia não seja corretamente verificada, a urna deve indicar um sinal de problema e então se desligar.

2.9. Observe que, quando o TSE emite o certificado digital de cada urna, para que ela seja caracterizada como autêntica, é utilizada uma hierarquia de chaves públicas. Essa hierarquia é definida de forma que exista uma chave raiz, no topo da hierarquia, que autentica chaves em níveis hierárquicos inferiores. O topo da hierarquia das chaves públicas para autenticação das urnas é de propriedade e responsabilidade total do TSE (conhecidas como AC-RaizUE e AC-Urna). Essa responsabilidade única do TSE sofreu críticas no relatório de auditoria do PSDB<sup>18</sup>, realizada depois das eleições 2014, pois indicava que o TSE autenticava algo do qual ele era proprietário. Esse relatório sugeriu então que a raiz hierárquica para as urnas fosse da **ICP Brasil**, que é a autoridade máxima em termos de infraestrutura de chaves públicas no Brasil.

2.10. A ICP Brasil é gerida pelo ITI (Instituto Nacional de Tecnologia de Informação) e possui diversas cadeias hierárquicas. Para que fosse possível o uso de uma das cadeias de chaves públicas do ITI, seria necessário que houvesse uma cadeia que usasse o mesmo algoritmo das urnas existentes. No entanto, o algoritmo utilizado pela urna (conhecido como algoritmo de curvas de Weierstrass P-521) sofreu um comprometimento em função das revelações no episódio Snowden e a ICP Brasil, que tinha uma cadeia com esse algoritmo, a desativou em função desse episódio. Assim, para estudar e resolver esse

---

<sup>18</sup> Partido da Social Democracia Brasileira

problema, estabeleceu-se um convênio com o ITI para auxiliar o TSE na busca de um algoritmo adequado para substituir o P-521. Para que isso ocorresse, alguns requisitos para esse algoritmo foram identificados: (1) deveria executar com bom desempenho em equipamentos embarcados como a urna; (2) deveria ter um ciclo de vida inicial, para que não fosse logo comprometido e tivesse que ser substituído; (3) deveria ter hardwares de segurança (HSMs) já com esse algoritmo; (4) deveria existir uma biblioteca implementada que pudesse ser embarcada no MSE da urna.

2.11. Em função desses requisitos, foi escolhido o algoritmo de curvas de Edwards E-521, com todas as características necessárias. Depois disso, estabeleceu-se uma nova cadeia ICP Brasil para esse algoritmo e foi adquirida uma biblioteca que implementa as primitivas criptográficas<sup>19</sup> E-521 para o MSE das urnas. Essa biblioteca já foi entregue e os HSMs atualizados para implementar o algoritmo E-521 também foram entregues.

2.12. Além da cadeia de confiança, as urnas têm dispositivos periféricos que têm seus próprios microcontroladores. Esses dispositivos periféricos são classificados de acordo com sua criticidade caso sejam substituídos por uma imitação ou falsificados. O mais crítico deles é o Teclado do Eleitor (TE). Seu canal de comunicação com a placa-mãe deve ser seguro, pois é a partir dele que o eleitor manifesta sua intenção de voto. Esse canal seguro é estabelecido por meio de uma identidade implantada em fábrica. Como essa identidade implantada em fábrica não pode sair desse dispositivo de maneira alguma, pois caso contrário seria fácil substituir o teclado do eleitor por um outro qualquer, então qualquer tentativa de violação física deve ser evidenciada. Para isso, decidiu-se aplicar resina de Epóxi em toda extensão da placa que fica normalmente exposta. Além disso, para evitar que os sinais emitidos pela digitação possam ser monitorados por sensores externos, cada pressionamento de tecla gera um sinal cifrado que não permite a identificação do que foi digitado. A esse perímetro criptográfico responsável pela cifração de cada tecla digitada, dá-se o nome de **MSTE – Módulo de Segurança do Teclado do Eleitor**.

2.13. O outro dispositivo crítico é o Leitor Biométrico (LB). Em relatório da FaCTI (Fundação ligada ao CTI - Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer), elaborado depois de análise de potenciais vulnerabilidades do hardware da urna, constatou-se que o Leitor Biométrico (LB) poderia ser atacado de forma a ser substituído ou adulterado, com a inclusão de algum dispositivo portátil de memória posto ali para coletar as características biométricas dos eleitores. Essas características poderiam então ser utilizadas ilegalmente para outra finalidade ou para elaborar impressões digitais moldadas. Portanto, sugeriu-se que houvesse um canal seguro estabelecido entre o Leitor Biométrico e o MSE para que as características biométricas não mais trafegassem em claro e, na licitação das urnas UE2020, optou-se por essa abordagem. Porém, não se exigiu resinagem, pois sua criticidade é mais baixa que a do TE e por possibilitar que se resolva o problema da acessibilidade a seus circuitos por meio de solução de design. Ao circuito responsável pela segurança do leitor biométrico, dá-se o nome de **MLSB – Módulo de Segurança do Leitor Biométrico**.

2.14. O Módulo Impressor de Relatórios (MIR) também tem alta criticidade caso sofra substituição, mas como tem um gabinete próprio que dificulta a interferência física, não é exigida a resinagem de seu microcontrolador. Portanto, exigiu-se que ele tenha apenas o estabelecimento de canal seguro com o processador da placa-mãe, intermediado pelo MSE. Ao circuito responsável pela autenticação dos dados impressos pelo Módulo Impressor de Relatórios dá-se o nome de **MSIR – Módulo de Segurança de Impressão de Relatórios**.

---

<sup>19</sup> Primitivas criptográficas é o nome que se dá para o conjunto de funções necessárias para implementar as operações básicas criptográficas: cifração, autenticação, resumo digital e geração de valor aleatório.

2.15. Entre a urna e os periféricos são estabelecidos 3 canais seguros: (1) MSE - MSTE; (2) MSE - MSLB; (3) MSE - MSIR. Cada uma das pontas dessas conexões seguras gera chaves privadas e secretas a partir de um TRNG (circuito gerador de valores realmente aleatórios) para estabelecer esse canal seguro. Como são desses circuitos que saem os valores das chaves privadas e secretas, eles são críticos para a segurança. Para os casos do MSE e do MSTE, esses circuitos devem ser executados com componentes discretos<sup>20</sup>, para que possam ser mais confiavelmente auditados. Por outro lado, esse tipo de execução os deixa mais expostos e esse é um outro motivo pelo qual o MSE e o MSTE precisam ser resinados. Os outros lados, pelo fato de terem menos criticidade, permitiu-se que pudessem ser executados com geradores aleatórios embutidos em chips. Nesse caso, mesmo que confiáveis quanto à invasão física, abriu-se mão da possibilidade de auditoria em função do custo.

### 3. Características de auditoria forense

3.1. Em decorrência de experiência em auditoria realizada em Curitiba-PR, entre o primeiro e segundo turnos de 2018, foi verificado que a facilidade de retirada da mídia interna aliada à sua compatibilidade com equipamentos de duplicação forense de dados, empregados pelos peritos do Departamento de Polícia Federal, seria uma característica importante para garantir a auditabilidade e facilitar qualquer tipo de perícia.

3.2. Assim, durante os estudos para a especificação da urna modelo 2020, a especificação da mídia interna foi alterada para que não fosse permitido que tal memória fosse soldada na placa-mãe, além de que a mídia tivesse conexão padrão, compatível com equipamento utilizado pelo DPF, tal como o Tableau Forensic Duplicator. Tal especificação foi solicitada pelo DPF por meio do Ofício nº 33/2018 INC/DITEC/PF (0939123) e os detalhes de resposta da Coordenadoria de Tecnologia Eleitoral estão descritos na Informação nº 2 COTEL/STI (0957572).

### 4. Leitor biométrico

4.1. A exigência de leitor biométrico com maior área de captura resulta na possibilidade de aumento da taxa de reconhecimento biométrico do eleitor. Adicionalmente, a utilização da criptografia para proteger as imagens de digitais coletadas visa evitar possíveis tentativas de utilização de biometrias falsas.

## B.2.4. Requisitos de proteção, contingência e compatibilidade com o meio

### 1. Bateria

1.1. As características de maior vida útil, menor tempo de recarga e maior intervalo para recarga sem danificar a bateria são importantes para a Justiça Eleitoral, considerando o impacto na manutenção futura da urna eletrônica. A maior vida útil pode representar a não substituição da bateria caso ela resista funcionando por até 10 anos. O intervalo para recarga e o tempo de recarga influenciam na necessidade de carga periódica da bateria, a chamada manutenção preventiva das urnas eletrônicas. Atualmente, as baterias de chumbo-ácido necessitam de recarga a cada 4 meses por um tempo mínimo de 6 horas. Caso esses prazos fossem alterados para 12 meses de intervalo e até 4 horas para recarga, seria um cenário ideal para a Justiça Eleitoral, representando redução de custos de manutenção. Com os critérios de pontuação apresentados no Edital TSE nº 43/2019 (UE2020), as duas licitantes ofertaram uma bateria de LiFePo<sub>4</sub>, ou bateria LFP – Lítio Ferro-fosfato. Tais baterias apresentam durabilidade igual ou maior a dez anos e não necessitam de recarga para não degradarem.

### 2. Autonomia da bateria

<sup>20</sup> Componentes discretos são componentes eletrônicos que podem ser vistos em uma placa, diferentemente de componentes que estão internos a *chips*, e não seria viável, em uma auditoria, verificar se correspondem ao que foi projetado.

2.1. A autonomia mínima exigida para urna modelo 2022 será igual a da UE2020, ou seja, igual a 10 horas. Essa autonomia será medida durante a licitação no Modelo de Engenharia, com impressões a cada 1 (um) minuto.

### 3. No-break integrado e tensão AC nominal

3.1. A urna possui, desde o modelo 1996, um no-break integrado, que permite o chaveamento automático entre as fontes de energia. A faixa de tensão aceitável é de 90VAC a 240VAC.

3.2. Além disso a fonte possui especificações que exigem o sensoriamento de qual fonte de energia está sendo utilizada, definindo automaticamente a precedência da fonte a ser empregada (AC, bateria interna e bateria externa).

3.3. Tais características e diversas outras especificações da fonte de alimentação garantem uma adequação do equipamento a qualquer ambiente, mesmo aqueles que não possuam energia elétrica.

### 4. Tomada de dois pinos

4.1. Considerando que não é possível garantir tomadas elétricas com aterramento adequado, o plug de conexão à rede elétrica deverá ser do tipo universal 02 (dois) pinos, de acordo com as normas brasileiras vigentes.

## B.2.5. Requisitos de Compatibilidade Eletromagnética

### 1. Definições:

**1.1. Compatibilidade eletromagnética:** A habilidade de um equipamento ou sistema funcionar de forma satisfatória em seu ambiente eletromagnético sem criar distúrbios críticos para qualquer outro dispositivo próximo

**1.2. Distúrbio eletromagnético:** Qualquer fenômeno eletromagnético que possa degradar a performance de um dispositivo ou sistema, ou afetar seres vivos e outros materiais.

**1.3. A parte 6 da norma IEC 61000** trata de forma abrangente (generalizada) sobre **compatibilidade eletromagnética (EMC – Eletromagnetic compatibility)**, aplicável a produtos que não possuam normas pontuais. No item 2 desta seção, são resumidos dois subitens da parte 6 da referida norma.

**1.4. A parte 4 da norma IEC 61000** define os padrões para teste e técnicas de medição. Neste documento há o resumo de um subitem dessa norma que se encontra no item 2.4.

### 2. Resumo das normas de ampla abrangência IEC 61000-6

#### 2.1. IEC 61000-6-1 Ed. 3.0 (2016)

a) A IEC 61000-6-1: 2016, abrange a Norma Técnica Internacional e sua versão editada (IEC 61000-6-1: 2016 RLV), mostrando todas as alterações do conteúdo técnico em comparação com a edição anterior.

b) IEC 61000-6-1: 2016 para requisitos de imunidade de compatibilidade eletromagnética se aplica a equipamentos elétricos e eletrônicos destinados ao uso em locais residenciais, comerciais, públicos e industriais leves.

c) Os requisitos de proteção para esta norma cobrem as faixas de frequências de 0 Hz a 400 GHz.

d) Este padrão abrangente e não específico se aplica a todos os produtos que não possuam alguma norma de padrão específica definida.

e) Em relação à edição anterior, exigida no edital da UE2020:

e.1) Esta terceira edição cancela e substitui a segunda edição publicada em 2005 e constitui uma revisão técnica.

### 2.2. IEC 61000-6-3 Ed. 3.0 (2020)

a) Este item da IEC 61000 se aplica a equipamentos elétricos e eletrônicos destinados ao uso em locais residenciais (ver 3.1.14). Esta parte da IEC 61000 também se aplica a equipamentos elétricos e eletrônicos destinados ao uso em outros locais que não se enquadram no escopo da IEC 61000-6-8 (Equipamentos comerciais e industriais leves) ou IEC 61000-6-4 (Equipamentos industriais).

b) Os requisitos de imunidade cobrem as frequências de 0 Hz até 400 GHz são considerados essenciais e foram selecionados para fornecer um nível adequado de proteção de recepção de rádio em um ambiente eletromagnético definido. Nem todos os fenômenos de perturbação foram incluídos para fins de teste, mas apenas aqueles considerados relevantes para o equipamento destinado a operar nos locais incluídos nessa norma.

c) Em relação à edição anterior, exigida no edital da UE2020:

c.1) Esta terceira edição substitui a segunda edição publicada em 2006 e sua Emenda 1: 2010. Esta edição constitui uma revisão técnica e inclui as seguintes mudanças técnicas significativas em relação à edição anterior:

### 2.3. Método alternativo para medir as emissões de condução em portas/conectores de **corrente contínua**;

a) Limites e requisitos aplicáveis apenas para equipamentos destinados ao uso em locais residenciais;

b) Limites mais rígidos para portas/conectores de alimentação de **corrente contínua**.

### 2.4. Ensaio específico para equipamento marca-passo (IEC 61000-4-3)

a) Este item 4 da IEC 61000 trata dos Ensaios de requisitos de imunidade de equipamentos elétricos e eletrônicos a radiações eletromagnéticas.

b) O objetivo do item é estabelecer uma referência comum para avaliar a imunidade de equipamentos elétricos e eletrônicos quando sujeitos a campos eletromagnéticos de radiofrequência irradiados, uma reprodutibilidade adequada da configuração do teste e a repetibilidade dos resultados do teste em vários ambientes.

c) Os métodos de teste são definidos neste item para avaliar o efeito que a radiação eletromagnética tem no equipamento em questão. A simulação e medição da radiação eletromagnética não são adequadamente exatas para a determinação quantitativa dos efeitos.

d) Consiste na avaliação da imunidade de um equipamento ou sistema contra campos eletromagnéticos de radiofrequência originados de fontes de radiofrequências não próximas ao **equipamento em teste (EUT-Equipment Under Test, do original em inglês)**.

e) Em relação à edição anterior, exigida no edital da UE2020:

e.1) Esta quarta edição cancela e substitui a terceira edição publicada em 2006, Alteração 1: 2007 e Alteração 2: 2010. Esta edição constitui uma revisão técnica. Inclui as seguintes mudanças técnicas significativas em relação à edição anterior:

e.1.1) Foram descritos, testes usando múltiplos sinais;

e.1.2) Foram incluídas informações adicionais sobre o equipamento em teste e o layout de cabos;

e.1.3) A limitação de frequência elevada foi removida para abranger novos serviços;

e.1.4) Foi especificada a caracterização do campo, assim como a verificação da linearidade do amplificador de potência da cadeia de imunidade

### B.2.6. Requisitos de durabilidade

1. Para atendimento do planejamento de substituição das urnas, o parâmetro empregado é de uma durabilidade de 10 (dez) anos do equipamento.

### B.2.7. Requisitos de capacitação e transferência de conhecimentos

1. As aquisições de urna eletrônica incluem no objeto o desenvolvimento do projeto, concretizado nos Modelos de Qualificação, Design e Produção. São realizadas diversas reuniões técnicas entre a equipe da Contratada e do TSE. Esse processo transfere grande parte do conhecimento necessário para que o TSE tenha amplo conhecimento do funcionamento final do equipamento, diminuindo a dependência da empresa.
2. Contudo, em termos de **capacitação**, a Seção de Segurança do Hardware da Urna Eletrônica (Segele) necessita de um treinamento presencial sobre o processo de desenvolvimento de softwares embarcados, *firmwares* e *drivers* usando kits de desenvolvimento também fornecidos pela Contratada. O objetivo é poder regerar o software e firmwares a partir dos códigos-fonte entregues e também atender ao objetivo de diminuir a dependência do fabricante durante toda a vida útil da urna.
3. No restante do projeto, a **transferência de conhecimento** seria feita por meio da documentação do projeto. Essa documentação foi descrita a partir da experiência durante o Projeto FIT, que embora não tenha atingido o objetivo, permitiu uma aproximação com a indústria de *Contract Manufacturer (CM)*, onde a produção de um determinado produto eletrônico é feita a partir de vasta documentação do projeto e do processo produtivo necessário para que o produto final atenda às especificações. A documentação técnica do projeto poderá facilitar que outra empresa tenha condições de realizar a manutenção corretiva na urna.
4. Além da documentação do projeto e do processo produtivo, são exigidas também outras informações, como o plano de importação de módulos, relatórios de produtividade e qualidade e documentação pós produção.
5. Em relação aos protótipos, a contratada deverá fornecer as seguintes documentações técnicas dos Modelos de Qualificação e Produção:
  - 5.1. Lista de materiais (BOM - *Bill of Materials*) completa da solução devidamente precificada;
  - 5.2. Esquemáticos e layouts de todas as placas de circuito impresso;
  - 5.3. Desenho mecânico de todos os módulos do equipamento;
  - 5.4. Desenhos em 3D de todos os módulos e peças injetadas do equipamento;
  - 5.5. Catálogo de peças, com especificação e desenho técnicos;
  - 5.6. Descrição de todos os protocolos de comunicação entre os dispositivos, incluindo diagramas de estados e outros adequados ao pleno entendimento da implementação dos protocolos;
  - 5.7. Documentação e ferramentas, com código fonte, para gravação e atualização de firmware.
6. A documentação de produção deverá conter no mínimo:
  - 6.1. Plano de Produção, Garantia de Qualidade e Gerenciamento, contendo as informações necessárias ao acompanhamento da produção e à aceitação durante o processo de produção abaixo listadas:
    - a) Descrição da infraestrutura utilizada na produção;
    - b) Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos ou Licença Ambiental de Funcionamento, conforme dispõe a Lei n. 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Lei n. 6.938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente.

c) Mapa de risco do(s) ambiente(s) fabril(is);

c.1) Este documento deverá mapear, em matrizes de risco, as vulnerabilidades, ameaças e consequências do ambiente fabril, conforme preconizado no guia NIST SP 800-30 rev. 1 (<https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-30/rev-1/final>).

d) Metodologia para a garantia da qualidade, atendendo aos requisitos mínimos de controle de qualidade no processo de fabricação;

e) Descrição da equipe técnica mobilizada pela Contratada no processo de produção, atendendo aos requisitos mínimos de pessoal necessário para controle de qualidade;

f) Cronograma detalhado das atividades de produção. Para o caso de produção em mais de uma fábrica deve ser apresentado um cronograma detalhado de produção por fábrica;

g) Cronograma previsto para produção e entrega de insumos na(s) fábrica(s) (placas CPU, memórias, gabinetes, embalagens e demais componentes);

6.2. Plano de importação de módulos:

a) Descrição do cronograma de importação dos módulos incluindo suas datas de saída da origem, tempo de transporte, tipo de transporte internacional (aéreo/marítimo), data de chegada ao Brasil, período esperado para liberação aduaneira, tipo de transporte no Brasil (aéreo/terrestre/marítimo) e chegada na respectiva planta fabril no Brasil;

b) Plano de Entregas, elaborado com base nas informações fornecidas pelo TSE, especificando quantidades, destino, previsão de data de saída da fábrica, previsão de data de chegada ao destino, especificando a capacidade e o tipo de transporte utilizado.

6.3. Relatórios de produtividade e qualidade;

6.4. Este relatório demonstrará a produção por período (dia, semana, mês) indicando os itens produzidos, desmembrados etc. Documentação de Software, em meio digital (formato editável e não editável), com as seguintes informações:

a) Descrição técnica dos drivers desenvolvidos com código fonte e documentação;

b) Descrição técnica dos firmwares desenvolvidos com código fonte e documentação;

c) Descrição técnica e código fonte das modificações realizadas no Kernel, caso necessárias;

d) Descrição técnica e código fonte da API para acesso aos drivers atualizada e/ou criada;

e) Documentação e ferramentas, com código fonte, para gravação e atualização do firmware dos dispositivos de segurança.

6.5. Documentação de pós-produção, meio digital (formato editável e não editável), com ao menos as seguintes informações:

a) Relatório de E&O (Excesso e obsolescência).

b) Este relatório indicará a quantidade e a descrição das peças que sobraram ou obsoletas ao final da produção;

c) Relatório de comprovação da desintegração do modelo de produção (se houver algum na fábrica);

d) Relatório de falhas no *RUN-IN*;

e) Projeto mecânico (incluindo arquivos em CAD) e todas as informações da interface elétrica e lógica (ex: conectores adequados para o dispositivo, tolerâncias etc.) da parte minimamente necessária dos módulos acopláveis, de maneira a permitir o desenvolvimento futuro de tais módulos;

- f) Procedimentos de armazenamento, retirada de caixa, de operação, dentre outros necessários para o correto manuseio e manutenção dos equipamentos durante sua vida útil;
- g) Procedimentos de manutenção preventiva;
- h) Procedimentos de manutenção corretiva, se for o caso;
- i) Procedimentos de operação e contingência no caso de falhas;
- j) Toda a documentação referente à segurança da urna eletrônica;
- k) Quaisquer outras informações ou documentação referentes ao projeto, produção ou produto que a Contratada entenda pertinentes, ou que sejam solicitadas pelo TSE, deverão ser encaminhadas juntamente com os relatórios a serem entregues após o final da produção.

#### 6.6. Documentação dos Moldes

a) A Contratada deverá entregar:

a.1) Documentação Técnica de todos os moldes utilizados para produção dos componentes de plástico injetável que compõem os gabinetes e tampas. A documentação entregue deverá estar atualizada, conforme eventuais ajustes efetuados durante a produção das urnas.

a.2) Os arquivos deverão ser fornecidos no formato “.igs” ou “.x\_t”.

6.7. A documentação entregue deverá conter todos os arquivos e projetos nas devidas extensões.

6.8. Deverá, também, fornecer qualquer informação técnica adicional solicitada pelo TSE.

6.9. Todos os documentos relacionados deverão ser entregues também em arquivos editáveis e nas extensões originais, indicando, quando aplicável, os visualizadores adequados.

#### **B.2.8. Requisitos de padronização e compatibilidade**

1. Conforme abordado no item B.2.2.1, a partir da nova geração de urnas eletrônicas, iniciada com o modelo 2020, serão exigidas algumas compatibilidades mecânicas para permitir o intercâmbio de equipamentos e da cabina de votação.
2. Assim, mesmo que de fabricantes diferentes, as urnas serão compatíveis com os módulos a serem encaixados lateralmente, tendo compatibilidade mecânica e elétrica entre eles.
3. Em relação às especificações de energia, a partir da urna modelo 2020 foi especificado o aumento da capacidade de corrente para eventual equipamento a ser acoplado na lateral urna eletrônica. Até a urna modelo 2015 a capacidade de corrente externa era reduzida. Como impacto dessa restrição, há limitações para eventuais equipamentos a serem acoplados à urna, tal como um módulo de impressão de voto. A partir da UE2020, as especificações foram aprimoradas para fornecer mais energia nas saídas laterais de maneira a possibilitar o uso das mais variadas soluções, em especial, as cabeças de impressão.

#### **B.2.9. Requisitos sociais, ambientais e culturais**

1. A urna é construída com o objetivo de atender a toda sociedade, em função do sufrágio universal definido no art. 14 da Constituição Federal.
2. Para tanto, sua concepção se baseou na simplicidade de uso. O Eleitor tem que lidar apenas com um teclado mecânico, com sensibilidade tátil e audível, números grandes (e Braille para os eleitores com deficiência visual), além das teclas serem organizadas na mesma ordem que as teclas de um telefone. Assim, mesmo para um eleitor analfabeto, é possível “copiar” os números de um candidato.

3. Desde a implantação da urna eletrônica, a abordagem do teclado foi bem sucedida, e ainda permite boa ergonomia também para eleitores idosos e/ou com dificuldade de movimentação<sup>21</sup>.
4. Outro ponto importante é que a urna é especificada e construída para se adaptar ao ambiente, e não o contrário. Assim, funciona adequadamente tanto em uma aldeia indígena, sem energia elétrica, quanto em locais com infraestrutura totalmente adequada.
5. Destaque-se, ainda, que a Administração Pública deve adotar práticas para incentivar os licitantes a seguirem preceitos sustentáveis, entre eles a valorização do capital humano em suas organizações.
6. De forma a incentivar a inserção da pessoa com deficiência no mercado do trabalho, a contratada, caso seja empresa com cem ou mais empregados, deverá comprovar, na assinatura do contrato, que atende às disposições da Lei nº 8.213/1991, em especial quanto à reserva de vagas para pessoas com deficiência. Tal lei determina, para empresas com o número de empregados mencionado, o preenchimento dos seus cargos com beneficiários reabilitados ou com pessoas com deficiência habilitadas na seguinte proporção:
  - 6.1. até 200 empregados.....2%;
  - 6.2. de 201 a 500.....3%;
  - 6.3. de 501 a 1.000.....4%;
  - 6.4. de 1.001 em diante.....5%.
7. Para comprovação do atendimento ao normativo legal, a contratada deverá apresentar Certidão de Contratação de Pessoas com Deficiência e Beneficiários Reabilitados da Previdência Social, emitida pela Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT), por meio do sítio eletrônico <http://cdcit.mte.gov.br/inter/cdcit/pages/pcd/emitir.seam>.
8. Como condição prévia à assinatura do contrato e durante toda a vigência contratual, sob pena de rescisão, a contratada não poderá constar do cadastro de empregadores flagrados explorando trabalhadores em condições análogas às de escravo, instituído pela Portaria Interministerial MTPS/MMIRDH nº 4/2016.
9. A comprovação de atendimento a esse critério poderá ser realizada por meio da verificação do nome da empresa em "lista suja" de empregadores flagrados explorando trabalhadores em condições análogas às de escravo emitida pela Secretaria Especial de Trabalho e Previdência do Ministério da Economia, atualizada periodicamente em seu sítio eletrônico (<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/assuntos/fiscalizacao/combate-ao-trabalho-escravo>).
10. A Contratada e seus dirigentes deverão comprovar não terem sido condenadas por infringir as leis de combate à discriminação de raça ou de gênero, ao trabalho infantil e ao trabalho escravo, em afronta ao que está previsto no art. 1º e no art. 170 da Constituição da República, no art. 149 do Código Penal Brasileiro, no Decreto nº 5.017/2004 (decreto que promulga o Protocolo de Palermo) e nas Convenções da OIT nº 29 e nº 105.
11. Sobre condenações, a forma de comprovação se dará conforme disposto em Parecer-Asjur nº 340/2019 (1078405):

*Ocorre, agora, a indicação das formas de comprovação por meio de certidões de nada consta emitidas pela Justiça Federal, o que se adéqua à decisão transitada em julgado na Ação Penal nº 635 - GO STF, da lavra do min. Celso de Mello para o caso de trabalho análogo a escravo,*

<sup>21</sup> O item B.2.2.2.4 aborda a possibilidade de implantação futura de dispositivo de votação para tetraplégicos, os quais, atualmente, necessitam de uma pessoa para auxiliar em seu voto.

*entretanto, cabe à justiça comum a competência para julgar os demais casos. Sugere-se, assim, o seguinte texto:*

*Para verificação sobre condenações, a licitante adjudicatária deverá apresentar a Certidão Judicial de Distribuição, informalmente conhecida como "nada consta" ou "certidão negativa", da Justiça Federal e da justiça comum, em seu nome, assim como de seus dirigentes.*

12. Os requisitos de sustentabilidade estão definidos no item E deste documento.

### B.2.10. Vedação do uso de FPGA

1. A urna eletrônica proíbe em sua especificação componentes *custom made* do tipo componentes lógicos programáveis pelo usuário (Por exemplo: PLAs e FPGAs).
2. A urna eletrônica é um sistema computacional composto de módulos (teclado do eleitor, Terminal do Mesário, módulo impressor e leitor biométrico e MSE) que se comunicam por meio de um módulo principal conhecido como placa-mãe. Cada um desses módulos é também um sistema computacional, ou seja, são compostos de processamento, memória e interface de entrada e saída. Essa arquitetura geral é ilustrada na Figura 4.

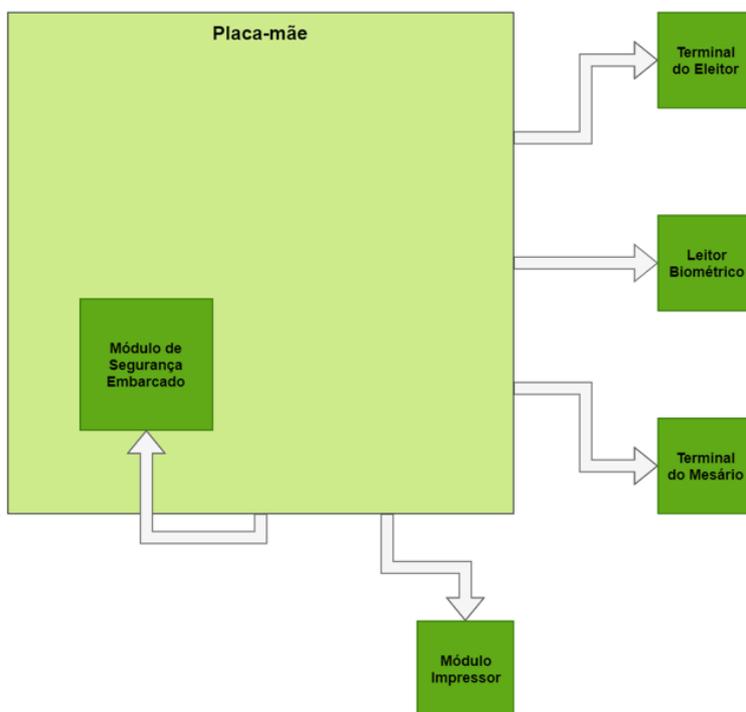


Figura 4 – Arquitetura geral da urna eletrônica.

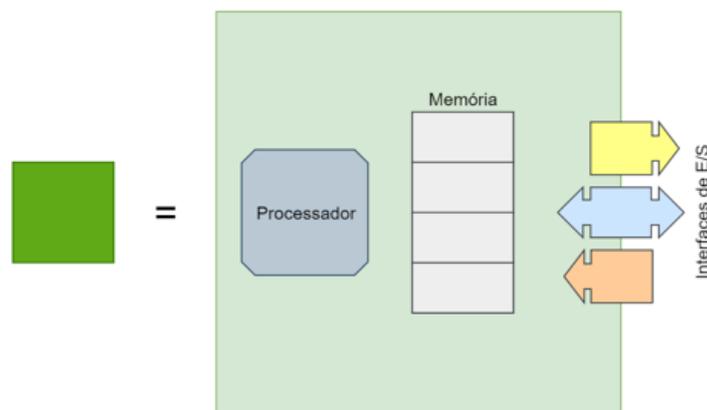


Figura 5 – Estrutura geral de cada módulo da figura anterior

3. O fato de um módulo exigir processamento implica no uso de um circuito integrado com processamento. Circuitos integrados são componentes usados na fabricação dos sistemas computacionais e são feitos de um substrato de silício (uma placa) bastante pequeno e que condensa uma grande quantidade de componentes necessários para a produção de processadores, memórias e interfaces. A produção de circuitos integrados é uma atividade que requer investimentos muito altos e especialização de sua atividade, como abaixo explicado.

#### 4. Terminologia dos Circuitos Integrados<sup>22</sup>

4.1. Esse mercado de circuitos integrados com processamento pode ser terminologicamente dividido em: (1) ASIC, sigla para "Application-Specific Integrated Circuit" ou "Circuito Integrado para Aplicação Específica", (2) ASSP, sigla para "Application-Specific Standard Parts" ou "Partes Padronizadas para Aplicação Específica"; (3) SoC, sigla para "System-on-Chip" ou "Sistema em um Chip" e (4) FPGA, sigla para "Field-Programmable Gate Array" ou "Arranjo de Portas Lógicas Programáveis".

4.2. Os ASICs são dispositivos construídos para um propósito específico. O que se quer dizer com específico é que, uma vez produzido, ele não pode ser reconfigurado para outra finalidade, não importando se for analógico, digital ou híbrido. Normalmente, são projetados e vendidos pela mesma empresa, são muito caros e exigem muitos recursos para serem desenvolvidos e atendem demandas de altíssimo desempenho e com baixo consumo de energia.

4.3. Os ASSPs são dispositivos projetados e implementados da mesma maneira que os ASICs. A única diferença é sobre a sua finalidade, que é bem mais genérica e podem ser usados em mais de um tipo de projeto. Um exemplo seria um chip que implementa uma interface USB.

4.4. Os SoCs são circuitos integrados que contém mais de um núcleo processador, seja ele um microprocessador (MPU), um microcontrolador (MCU) ou um processador digital de sinais (DSP). Eles dispõem de memória dentro do chip, além de funções de aceleração de hardware, funções de periféricos, ou seja, embutem sistemas computacionais em um único chip. Se um ASIC ou um ASSP contiver mais de um processador, então ele é um SoC.

4.5. Os ASICs, ASSPs e SoCs são dispositivos de alto desempenho e baixo consumo de energia. Porém, os algoritmos que estão contidos nele são "escritos na pedra", ou seja, são circuitos físicos. Por sua vez, os

<sup>22</sup> MAXFIELD, Max, "ASIC, ASSP, SoC, FPGA – What's the Difference?" EE Times – 23/06/2014. Disponível em: <https://www.eetimes.com/asic-assp-soc-fpga-whats-the-difference/>

FPGAs são dispositivos muito mais simples compostos de arranjos de blocos programáveis ligados por interconexões reconfiguráveis. A vantagem em seu uso está na possibilidade de ser reprogramado para implementar qualquer função digital desejada. Podem, por exemplo, ser implementados algoritmos de maneira massivamente paralela, aumentando o desempenho de alguma aplicação.

4.6. Há ainda uma classe de dispositivos conhecidos como SoC-class FPGA. São FPGAs mais modernos e com milhares de blocos programáveis e que incorporam funções DSP, memórias e redes de interconexão. Classificar esse tipo de dispositivo ainda desperta polêmica, pois alguns incluem até MCUs enquanto em outros o FPGA é apenas um detalhe.

### 5. O FPGA nas urnas eletrônicas

5.1. Como visto acima, o FPGA possui alta configurabilidade e permite que ao se projetar uma aplicação se altere um arranjo de componentes básicos, conectando-os, multiplicando-os ou agrupando-os conforme convier ao projeto. Por essa mesma razão, muitos desenvolvedores de soluções de segurança encontraram nos FPGAs uma forma adaptável para suas soluções de protocolos seguros de comunicação e algoritmos criptográficos.

5.2. Contudo, para as urnas eletrônicas, esse é o ponto-de-vista do fornecedor da solução de segurança. Para o cliente, nesse caso a Justiça Eleitoral, há uma necessidade cada vez mais relevante: a capacidade de ser auditado. Claro que, no caso de um FPGA ser fornecido por uma contratada para produzir as urnas, seria necessário que o TSE tivesse o controle de sua configuração, arcando com a guarda dos seus códigos de configuração, bem como ter garantia de que, no ciclo de vida do circuito integrado FPGA, não haja a inclusão de circuitos maliciosos que permitam, por exemplo, uma abertura de canal seguro de modo conhecido apenas pelo fabricante do circuito ou apenas pelo fornecedor da solução. Assim, embora possa parecer econômico à primeira-vista, há custos nesse controle de todo o ciclo de vida que devem ser considerados, pois além de serem custos de longo prazo, implicam em manter um código de configuração que, para ser auditado, exige um conhecimento bastante especializado.

5.3. Os FPGAs são muito utilizados em equipamentos militares para os quais não se pode revelar segredos de implementação. Esse tipo de propriedade, ou seja, capacidade de dificultar o reconhecimento de sua implementação por terceiros não se aplica à transparência requerida em um processo eleitoral.

5.4. Um dos componentes de segurança implementados por FPGAs é o gerador de números aleatórios (TRNG - True Random Number Generators). Esse circuito é extremamente crítico para qualquer segurança criptográfica, pois são a partir deles que são geradas as chaves criptográficas. Portanto, é muito importante que sejam realmente aleatórios, sem qualquer tendência e ainda mais importante, que possam ser auditados. Na especificação da urna eletrônica, exige-se, para os circuitos mais críticos (MSE e MSTE), que sejam implementados em componentes discretos, justamente para que possam ser auditados e não embutidos em um circuito cujo projeto pode até ser aberto, mas que a fidelidade do projeto com a implementação não possa ser comprovada.

5.5. Zhang e Qu, em seu artigo<sup>23</sup>, listam um conjunto de ataques relacionados com esse tipo de produto, todos identificados com algum componente de sua cadeia de fornecimento:

a) **superprodução**: um fabricante não confiável pode fabricar mais chips FPGAs que o necessário e fornecê-los para produzir clones de dispositivos da urna;

b) **cavalos de Tróia**: durante o processo de fabricação, funcionalidades maliciosas (os cavalos de Tróia) podem ser incorporadas nos chips FPGA;

<sup>23</sup> J. ZHANG e G. QU, "Recent Attacks and Defenses on FPGA-based Systems", *ACM Trans. Reconfigurable Technol. Syst.*, vol. 12, n° 3, p. 14:1-24, ago. 2019. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3340557>> doi: [10.1145/3340557](https://doi.org/10.1145/3340557).

- c) **vazamento de informação:** um distribuidor FPGA com dados confidenciais (por exemplo, identificadores únicos de um dispositivo ou parâmetros criptográficos) podem ser vazados para que possam autenticar partes ilegítimas;
- d) **engenharia reversa:** reprodução de partes do circuito que são críticos para a segurança da urna para, depois clonarem e autenticarem dispositivos ilegítimos;
- e) **ataque de canal lateral:** identificação do comportamento elétrico dos circuitos diante de fluxos de bits utilizados pela urna para posterior exploração na identificação de parâmetros criptográficos;
- f) **ataque de repetição:** o sistema computacional programado pode ser atualizado com versão anterior que esteja reconhecidamente com vulnerabilidades, para ser posteriormente explorado;
- g) **abuso de royalties:** uso do projeto de circuitos criptográficos ou protocolos seguros para registrar como de propriedade do atacante, com a finalidade de que lhe sejam pagos royalties.

5.6. Para todos esses ataques há contramedidas possíveis sugeridas pelos próprios autores. No entanto, o mesmo reconhece que o mercado não implementa muitas delas.

### 6. Conclusão

6.1. Diante do exposto, percebe-se que não é recomendável permitir o uso de FPGAs em nenhuma parte das urnas eletrônicas. Mesmo no ME (Modelo de Engenharia), cujo projeto ainda é um protótipo, pois o TSE assumiria o risco de o FPGA funcionar no ME e não ser possível implementá-lo com a qualidade necessária até que o MQ (Modelo de Qualificação) e o MP (Modelo de Produção) sejam produzidos, ou, ainda, se fosse utilizado de modo temporário, o protótipo não refletiria a arquitetura ofertada na proposta técnica.

6.2. Destaca-se que existem situações específicas em que o FPGA poderia ser permitido. Porém, mapeá-las e identificá-las sempre implicaria em assumir algum risco de erro nesse mapeamento. No caso de erro, o TSE poderia se ver obrigado a incorporar o FPGA nas urnas, mesmo assumindo suas vulnerabilidades, para atendimento correto de algum requisito de segurança.

#### B.2.11. Vedação do uso de dispositivos de rede

1. A urna eletrônica foi concebida para identificar o eleitor, coletar os votos e realizar a apuração ao final da votação, tudo de modo *standalone*.
2. Embora haja larga utilização de redes de computadores atualmente, incluindo redes sem fio e de rede de celular, a abordagem empregada na urna eletrônica mostrou-se bem sucedida, pois há clara percepção de segurança após a cerimônia de preparação das urnas.
3. Assim, considerando que as especificações de segurança implicam o uso de placa-mãe específica, também foram vedados o uso de circuitos relativos à rede de dados, tanto com fio quanto sem fio. Isso possibilita uma clareza de que não há comunicação com o meio ambiente depois que a urna é preparada e lacrada.

#### B.3. Estimativa de volume de bens e serviços

1. O quantitativo de urnas necessário às Eleições 2022 ainda não pode ser definido de forma precisa. As variáveis que envolvem o quantitativo de urnas são:
  - 1.1. Quantidade de Mesas Receptoras de Votos;
  - 1.2. Quantidade de Urnas de Contingência;
  - 1.3. Quantidade de Mesas Receptoras de Justificativa;
  - 1.4. Reserva técnica nacional do TSE;

1.5. Outras necessidades.

**B.3.2. Quantidade de Mesas Receptoras de Votos**

1. Uma seção eleitoral é a menor divisão onde cada eleitor está alocado. As seções podem ser agregadas a uma chamada seção principal. Até as Eleições 2018, cada seção principal correspondia a uma urna eletrônica, ou seja, seria o sinônimo para Mesas Receptoras de Votos.
2. Considerando que não foi possível a aquisição das urnas modelo 2020 a tempo das Eleições 2020, e considerando que não seria mais possível a utilização das urnas modelo 2006 e 2008<sup>24</sup> o TSE realizou a otimização das seções eleitorais, com o objetivo de reorganizar os eleitores em um local de votação a fim de que a redução de 15%, combinada com a não aquisição de urnas modelo 2020, pudesse ser suficiente para a realização de uma eleição 100% eletrônica (incluindo as urnas de contingência), aproveitando-se o fato de que, por ser eleição municipal, haveria menos cargos a serem disputados, com a consequente diminuição no tempo necessário para se votar.
3. Essa otimização consistia na transferência temporária de eleitores entre as seções de um mesmo local de votação, até um limiar definido com base no tempo médio de votação de cada seção eleitoral. A metodologia foi apresentada (1248289) pelo Núcleo de Estatística da então Assessoria de Gestão Estratégica (AGES). A otimização foi denominada como Transferência Temporária de Eleitores de Ofício (TTE de Ofício), em analogia ao TTE empregado para eleitores com deficiência, policiais, militares e outras situações.
4. A partir dessa abordagem, o conceito de Mesa Receptora de Votos tornou-se mais correto, para indicar o sinônimo de uma urna eletrônica para a coleta de votos, em substituição a uma seção principal.
5. Ocorre que tal otimização, como é baseada no tempo de votação, se torna menos efetiva em eleições gerais, com pelo menos 5 (cinco) cargos a serem votados.
6. De todo modo, a abordagem a ser empregada nas Eleições 2022 será uma decisão estratégica do TSE e deverá avaliar os cenários de crescimento vegetativo do eleitorado, saturação de eleitores por seção versus tempo médio estimado de habilitação e votação, ampliação da identificação biométrica do eleitor, entre outros fatores.
7. Todas essas variáveis se enquadram no cenário de nova otimização das seções eleitorais em 2022 ou manutenção do paradigma usual de seções principais com algumas agregações.
8. Sobre o tema, a Secretaria de Auditoria do TSE, no Relatório de Monitoramento SEAUG/COAUD/SAU nº 12/2020 (1445813), assim se pronunciou:

*“Ademais, no ano corrente, quando não foi possível a entrega das urnas modelo 2020 a tempo de uso nas eleições, após longo período de negociação e análises das especificidades de cada Regional, o processo de otimização da distribuição das urnas findou com menos de 2000 urnas à disposição do TSE, para utilização em contingência no pleito vindouro, no tratamento de casos excepcionalíssimos que venham a ocorrer, o que corrobora novamente a adequação da manutenção do quantitativo.*

*Não menos importante, como resultado da constante avaliação da eficiência dos parâmetros de necessidade de urnas eletrônicas, neste ano emergiu nova metodologia de cálculo, em função das dificuldades para aquisição da UE2020, que culminou na impossibilidade de sua entrega para as Eleições 2020, como referenciado acima.*

<sup>24</sup> A partir de vulnerabilidade encontrada no Teste Público de Segurança de 2017, foi possível aplicar solução paliativa de derivação de chaves nas Eleições 2018, mas, para as Eleições 2020, somente urnas eletrônicas com o hardware de segurança para armazenamento seguro de chaves poderão ser utilizadas.

*A metodologia foi apresentada pela AGES - Anexo (1248289) - e, na prática, calcula-se o impacto no tempo de votação por seção eleitoral, baseado no histórico de cada seção. Com esses tempos de votação, estima-se cenários com o número ideal de eleitores por seção eleitoral.*

*A nosso ver, esse método está alinhado com os preceitos da boa governança ao apresentar para a Alta Administração os cenários possíveis de eleitores por seção eleitoral, bem como os riscos envolvidos: quanto mais eleitores por seção, menor a necessidade de urnas. Por outro lado, maior a possibilidade de filas.*

***Destaque-se que essa análise transcende a aquisição das urnas e torna-se um planejamento de seções eleitorais por pleito. Dessa avaliação decorre não apenas o quantitativo de urnas, mas de mesários, suprimentos, transporte e todas as demais variáveis relacionadas à implantação de uma seção eleitoral.***

***Assim, a Alta Gestão do TSE pode avaliar os cenários de implantação de seções eleitorais, e seus impactos para decidir qual atende as reais necessidades da Justiça Eleitoral, inclusive considerando as restrições orçamentárias de maneira global, não apenas no âmbito da aquisição das urnas eletrônicas.***

***De posse da informação de seções eleitorais estimadas por Estado, apresenta-se esse número para análise dos Regionais que podem corroborá-la ou apresentar justificativas para sua não aceitação.***

***Apenas após esse alinhamento pode-se se falar na quantidade de urnas a serem adquiridas, considerando-se as urnas de contingência dos regionais, a reserva técnica nacional e o parque de urnas disponível.***

*Por fim, diante da expressiva melhora na gestão institucional das Eleições, esta unidade pretende sugerir à Administração do TSE a adoção desse método estatístico de cálculo de eleitores por seção eleitoral e a definição do cenário desejado pela Alta Administração do TSE como base para as próximas aquisições de urnas.*

*A unidade reafirmou que os dados relativos à projeção do crescimento e agregação de seções eleitorais, aumento efetivo de seções devido à implementação de biometria e total de urnas de contingência são obtidos junto à AGE, conforme os documentos supracitados.[...]” (grifo nosso)*

9. Assim, diversas variáveis e todo o processo para a definição do quantitativo estritamente necessário de urnas impedem uma definição antes do processo licitatório para a UE2022, justificando-se, assim, a utilização do Sistema de Registro de Preços, nos termos do art. 3º, inciso IV do Decreto 7.892 de 23 de janeiro de 2013<sup>25</sup>.

### **B.3.3. Quantidade de Urnas de Contingência**

1. Nas Eleições 2018, as urnas modelos 2006 e 2008 ainda foram utilizadas. A Tabela 2 mostra a quantidade de urnas carregadas para seção<sup>26</sup> e a quantidade e urnas carregadas para contingência, com o respectivo percentual de contingência.

<sup>25</sup> [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/decreto/d7892.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d7892.htm)

<sup>26</sup> Seção principal.

UF	Quantidade urna seção	Quantidade urna contingência	Quantidade urna MRJ	Total urnas carregadas	% de urnas de contingência
AC	1.924	663	3	2.590	34%
AL	6.387	1.298	16	7.701	20%
AM	7.017	865	0	7.882	12%
AP	1.632	330	5	1.967	20%
BA	31.165	4.256	25	35.446	14%
CE	21.449	2.420	27	23.896	11%
DF	6.732	1.305	285	8.322	19%
ES	8.725	1.203	63	9.991	14%
GO	13.994	2.018	103	16.115	14%
MA	15.830	2.413	2	18.245	15%
MG	48.161	5.211	253	53.625	11%
MS	6.528	1.655	0	8.183	25%
MT	7.247	1.382	64	8.693	19%
PA	17.281	3.027	24	20.332	18%
PB	9.955	1.753	16	11.724	18%
PE	19.797	1.896	26	21.719	10%
PI	8.930	1.469	16	10.415	16%
PR	26.134	4.751	14	30.899	18%
RJ	33.872	4.561	121	38.554	13%
RN	7.388	645	67	8.100	9%
RO	4.177	855	42	5.074	20%
RR	1.172	219	0	1.391	19%
RS	27.271	3.440	107	30.818	13%
SC	15.561	2.637	354	18.552	17%
SE	5.137	1.499	35	6.671	29%
SP	96.326	14.599	2.390	113.315	15%
TO	3.832	1.059	18	4.909	28%
ZZ	680	25	0	705	4%
<b>Total Geral</b>	<b>454.304</b>	<b>67.454</b>	<b>4.076</b>	<b>525.834</b>	<b>15%</b>

Tabela 2 – Quantidade de urnas carregadas por Unidade da Federação nas Eleições 2018

2. Embora o percentual de urnas substituídas seja pequeno, o percentual de urnas de contingência está diretamente relacionado às características geográficas e de logística de cada regional. Como analogia, embora a quantidade de urnas de contingência seja importante, é possível compará-las a extintores de incêndio em um prédio. O importante é a proximidade das urnas para atender às eventuais necessidades de substituição, sendo o quantitativo total secundário.

3. Em relação ao percentual de urnas de contingência em cada UF, somente os tribunais regionais têm como avaliar suas condições e logística para definir o percentual de urnas de contingência. Pelos dados da Tabela 2, é possível verificar que o percentual é maior nos Estados da região Norte do país, em função de vários locais de difícil acesso<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> Por exemplo, se houver um local onde há apenas uma seção eleitoral, o regional costuma enviar uma segunda urna eletrônica de contingência e, portanto, o percentual de contingência no local é de 100%.

4. No entanto, percebe-se que o percentual de 15% de contingência no país se mantém ao longo das Eleições. Em 2016 o percentual foi de 16,0% e, em 2018, de 14,8%. A média das duas últimas eleições é de 15,4%.

UF	Seção 2016	Contingência 2016	% Contingência 2016	Seção 2018	Contingência 2018	% Contingência 2018
AC	1.779	631	35,5%	1.924	663	34,5%
AL	6.266	1.507	24,1%	6.387	1.298	20,3%
AM	6.693	1.278	19,1%	7.017	865	12,3%
AP	1.556	357	22,9%	1.632	330	20,2%
BA	31.683	3.679	11,6%	31.165	4.256	13,7%
CE	20.323	2.404	11,8%	21.449	2.420	11,3%
DF	-	-	-	6.732	1.305	19,4%
ES	8.324	1.396	16,8%	8.725	1.203	13,8%
GO	13.597	2.251	16,6%	13.994	2.018	14,4%
MA	15.931	2.588	16,2%	15.830	2.413	15,2%
MG	46.773	5.830	12,5%	48.161	5.211	10,8%
MS	5.804	1.329	22,9%	6.528	1.655	25,4%
MT	6.689	1.451	21,7%	7.247	1.382	19,1%
PA	16.917	3.210	19,0%	17.281	3.027	17,5%
PB	9.802	1.473	15,0%	9.955	1.753	17,6%
PE	19.441	1.860	9,6%	19.797	1.896	9,6%
PI	8.276	1.411	17,0%	8.930	1.469	16,5%
PR	25.540	6.126	24,0%	26.134	4.751	18,2%
RJ	33.415	4.227	12,7%	33.872	4.561	13,5%
RN	7.195	903	12,6%	7.388	645	8,7%
RO	3.872	1.102	28,5%	4.177	855	20,5%
RR	1.120	258	23,0%	1.172	219	18,7%
RS	26.527	3.705	14,0%	27.271	3.440	12,6%
SC	14.779	3.723	25,2%	15.561	2.637	16,9%
SE	4.967	1.595	32,1%	5.137	1.499	29,2%
SP	92.016	13.770	15,0%	96.326	14.599	15,2%
TO	3.634	1.251	34,4%	3.832	1.059	27,6%
ZZ	-	-	-	680	25	3,7%
<b>Total Geral</b>	<b>432.919</b>	<b>69.315</b>	<b>16,0%</b>	<b>454.304</b>	<b>67.454</b>	<b>14,8%</b>

Tabela 3 – Urnas carregadas como seção e contingência nas Eleições Municipais de 2016 e Gerais de 2018.

5. Portanto, para estimativa da necessidade em 2022, será utilizado o percentual de 15% do parque de urnas, excetuando-se as urnas de reserva técnica do TSE.

#### B.3.4. Quantidade de Mesas Receptoras de Justificativa

1. A justificativa eleitoral realizada em urnas preparadas exclusivamente para justificativa, denominadas Mesas Receptoras de Justificativa, se mostraram por muitos anos uma boa alternativa à antiga justificativa feita pelos eleitores em agências nos correios, pagando-se para realizá-la.

2. No entanto, ao longo da implantação do voto eletrônico, a urna eletrônica foi evoluindo em termos de segurança de hardware e outras funcionalidades. Nesse sentido, tornou-se um equipamento muito além do necessário para um simples procedimento de coleta de justificativa eleitoral.

3. Em 2016, o total de MRJs carregadas foi de 6.109 e, em 2018, de 4.076. A redução em 2018 provavelmente deveu-se à restrição de urnas pela não aquisição de urnas após o fracasso do projeto FIT.

4. De todo modo, diante do cenário mais restrito ainda do parque de urnas, para as Eleições 2020 foi recomendado pela STI/TSE que não houvesse mais urnas eletrônicas exclusivas para recepção de justificativas, devendo ser utilizados outros meios para tanto (justificativa na seção eleitoral, aplicativos da JE etc.).

**5. Assim, não será estimado nenhum quantitativo para urnas destinadas a Mesas Receptoras de Justificativa.**

### B.3.5. Quantidade de urnas para substituição do parque

1. Conforme já explanado, as urnas modelos 2006 (25.101 unidades) e 2008 (58.000 unidades) foram utilizadas pela última vez nas Eleições 2018.

2. No item 146 e respectiva Tabela 1 do Estudo Técnico Preliminar da UE2020 (1098379), o quantitativo de urnas necessário para suprir a substituição das urnas modelo 2006 e 2008 e o crescimento vegetativo do eleitorado de 2016 a 2020 é de 103.598 urnas, considerando o limite superior 95% calculado pelo Núcleo de Estatística do TSE.

3. Além da demanda reprimida de 103.598 urnas, há a necessidade de substituição de 194.665 urnas modelo 2009.

Descrição	Quantidade	Subtotal
Urnas modelo 2006	25.101	25.101
Urnas modelo 2008	58.000	83.101
Urnas modelo 2009	194.665	277.766
<b>Crescimento estimado 2016 a 2020</b>	<b>20.497</b>	<b>298.263</b>

Tabela 4 – Necessidade de substituição de urnas do parque e crescimento

### B.3.6. Quantidade de urnas para reserva técnica nacional

1. Quanto à reserva técnica nacional, o TSE trabalha com o número de 15.000 urnas, o que representa 3% do parque nacional. Essa reserva técnica fica localizada no TSE e tem o objetivo de prover demandas eventuais de urnas causadas por problemas técnicos, caso fortuito ou força maior.

2. Até 2011, a reserva nacional de urnas era próxima a 10.000 unidades. Entretanto, em 2011, um incêndio próximo<sup>28</sup> ao local de armazenamento de urnas do TRE/RJ indicou o risco quanto à possibilidade de danos de grandes proporções. À época, esse era o local de armazenamento que concentrava o maior número de urnas, aproximadamente 30.000 unidades. Assim, vislumbrou-se a necessidade de aumentar a reserva técnica de maneira a contemplar uma redução dos impactos de eventuais danos de grande proporção. Naquele momento, foi utilizado como parâmetro uma reserva capaz de atender até 50% da quantidade de urnas do local de armazenamento com o maior parque, por isso as 15.000 unidades.

3. Desde então a reserva técnica nacional manteve tal quantitativo como meta, em que pese hoje o local que concentra o maior número de urnas estar localizado em MG, com aproximadamente 52.000 urnas. Todavia, aumentar a reserva nacional de maneira a manter o parâmetro de 50% do local com o maior

<sup>28</sup> <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2011/02/imagens-mostram-incendio-na-cidade-do-samba-no-rio.html>

número de urnas representaria gerir um parque de 25.000 urnas no TSE. Além de manutenção custosa, entende-se demasiado esse quantitativo. Por isso, até o momento, considera-se tal quantitativo de 15.000 urnas para a reserva técnica nacional como adequado ao cenário das Eleições brasileiras.

4. Há que se destacar que a reserva nacional é composta pelos modelos de urna mais antigos em uso na Justiça Eleitoral. Em 2018, como não houve aquisição de urnas em virtude da frustração do projeto FIT (2017.00.000013990-2), a necessidade de urnas dos regionais para a Eleição foi atendida por meio de remanejamento nacional (2018.00.000005179-2), do qual resultou a redução da reserva do TSE para menos de 7.000 unidades, incluindo aí todas as urnas distribuídas pelas unidades do TSE.

5. Ante o quadro de redução drástica do parque e urnas da Justiça Eleitoral, foram necessárias as seguintes medidas: utilização de urnas eletrônicas do TRE-DF, onde não haverá eleições municipais; não utilização de urnas eletrônicas como Mesa Receptora de Justificativa; a já citada Transferência Temporária de Eleitores de Ofício, onde eleitores foram movimentados dentro do local de votação para permitir que as Eleições sejam realizadas com um parque de 473mil urnas. A reserva técnica está atualmente em 1.706<sup>29</sup> mil unidades.

6. O tema da reserva técnica nacional de urnas foi tratado durante de auditora e posterior monitoramento no processo de gestão orçamentária e financeira, com enfoque na elaboração da proposta orçamentária.

7. Recentemente, conforme Relatório de Monitoramento SEAUG/COAUD/SAU nº 12/2020 (1445813), a Secretaria de Auditoria assim se manifestou sobre o tema:

*[...] a definição de 15.000 urnas, ou 3% do parque nacional, mostrou-se efetiva quando houve necessidade de movimentação de urnas em 2018, quando a quase totalidade da reserva nacional fora consumida para atender às necessidades urgentes dos Regionais. Atualmente, a Justiça Eleitoral conta com 473.527 urnas e os Regionais de São Paulo e Minas Gerais possuem 99.521 e 49.186 urnas, respectivamente. Desta forma, as 15 mil urnas mantidas como reserva nacional, representam apenas 15% e 30% dos quantitativos de SP e MG.*

8. Assim, **entende-se como tecnicamente necessária a manutenção da reserva técnica nacional em 15.000 urnas**, armazenadas no TSE, com o objeto de prover demandas eventuais de urnas causadas por problemas técnicos, caso fortuito ou força maior.

### B.3.7. Outras necessidades

1. A necessidade de otimizar as seções eleitorais estava sendo estudada desde o final do ano de 2019, já considerando o risco de não aquisição a tempo das urnas modelo 2020.

2. Após o início da pandemia da COVID-19, a Justiça Eleitoral teve uma série de iniciativas para viabilizar as Eleições 2020. Um dos pontos abordados foi a necessidade de evitar aglomerações nas seções eleitorais. Contudo, a conclusão tardia da licitação TSE nº 43/2019 não permitiu que fossem adquiridas mais urnas, tanto para suprir a demanda reprimida de urnas modelo 2006 e 2008, quanto para possibilitar alguma decisão da alta administração de adquirir mais urnas e aumentar o número de seções eleitorais com o objetivo de evitar aglomerações.

3. Destaca-se que o risco de uma pandemia nunca havia sido levantado, em planejamentos anteriores. Nesse sentido, verifica-se como salutar que haja um quantitativo adicional no limite da futura Ata de Registro de Preços para a UE2022 com o objetivo de possibilitar à Administração, seja por conveniência e

<sup>29</sup> Quantitativo em 1º de outubro de 2020, composto por 1.142 UE2009, 152 UE2010, 68 UE2011, 124 ue2013 e 220 UE2015.

oportunidade, seja por algum imprevisto de grandes proporções (e.g. incêndio ou outro sinistro em um grande local de armazenamento) aumentar<sup>30</sup> a possibilidade de conseguir mais urnas eletrônicas.

4. Nesse sentido, deve-se destacar ainda a possibilidade de mudanças nas regras eleitorais com a alteração, por exemplo, para o sistema distrital misto. A depender das regras definidas pelo Congresso Nacional nesse caso, poderá haver aumento no número de urnas necessárias.

5. Assim, sugere-se à Alta Administração um quantitativo adicional de 10% do parque projetado para compor o limite da ARP, com o objetivo de prover maior flexibilização para a aquisição futura de urnas modelo 2022, incluindo a absorção de algum crescimento vegetativo acima do estimado.

### B.3.8. Estimativa máxima da necessidade de urnas

1. Considerando todo o processo para definição do número de Mesas Receptoras de Votos, abordado pela Secretaria de Auditoria conforme item B.3.2, e que tal processo depende, além de outras variáveis, de decisões estratégicas da Alta Administração do TSE, há razoável incerteza do quantitativo de urnas estritamente necessárias para o pleito de 2022.

2. Considerando as necessidades apresentadas anteriormente, segue abaixo tabela com o quantitativo estimado máximo de urnas a serem adquiridas para as Eleições 2022.

Tabela 5 – Estimativa máxima de necessidade de urnas

Item	Descrição	Quantitativo	Referência
A	Parque inicial disponível	556.628	A
B	Urnas modelos 2006 e 2008	83.101	B
C	Urnas modelo 2009	194.665	C
D	Parque inicial sem 2006, 2008 e 2009	278.862	D = A - B - C
E	Crescimento estimado entre 2016 e 2020	20.497	E
F	Urnas para substituição do parque e crescimento estimado até 2020	298.263	F = B + C + E (Total do item B.3.5)
G	Quantitativo disponível na ARP TSE nº 53/2020 (UE2020)	180.000	G
H	Necessidade de urnas para recomposição do parque inicial (A)	118.263	H = F - G
I	Parque estimado Eleições 2022	577.125	J = D + F
J	Adicional estratégico (10% sobre o parque estimado para 2022)	57.713	10% de I
K	Limite proposto para a ARP da UE2022	175.976	K = H + J

3. Embora não seja de competência desta Equipe Técnica de Planejamento, pode-se avaliar dois outros cenários para projetar o parque em 2022.

4. Cenário A – Seções atuais<sup>31</sup>, com 3% de agregação, sem crescimento até 2022.

4.1. Considerando o total atual de **492.627** seções eleitorais no país, conforme Tabela 6, pode-se fazer uma projeção conservadora, com 3% de agregação de seções. Sem considerar o crescimento vegetativo do eleitorado até 2022, e conseqüentemente de seções, com 3% de agregação o número de seções principais seria de **477.848 seções**. Adicionando **15% de contingência** conforme B.3.3.5 (**17.677 urnas**) e as **15.000 de reserva técnica nacional** (item B.3.6.8), o **parque necessário seria 564.525 urnas**.

5. Cenário B – Seções atuais sem agregação, a fim de absorver eventual crescimento até 2022.

<sup>30</sup> Uma ARP com mais limite de aquisição aumenta a possibilidade de providenciar urnas, pois, há sempre o prazo entre a solicitação e a entrega efetiva das urnas.

<sup>31</sup> 06/10/2020.

5.1. Em um cenário sem agregação, para absorver eventual crescimento do eleitorado até 2022, seriam necessárias 73.894 urnas de contingência e, adicionada a reserva técnica de 15.000 urnas, o **parque necessário seria de 581.521 urnas**.

*Tabela 6 – Quantidade de seções eleitorais no país, em 06/10/2020, sem agregações*

UF	Qtd Seções
AC	2.261
AL	6.726
AM	7.718
AP	1.799
BA	36.929
CE	24.639
DF	6.903
ES	9.430
GO	14.993
MA	19.426
MG	52.074
MS	7.101
MT	8.328
PA	19.325
PB	10.595
PE	21.156
PI	10.452
PR	25.757
RJ	36.122
RN	7.925
RO	4.724
RR	1.311
RS	27.534
SC	16.527
SE	5.699
SP	100.831
TO	4.211
ZZ	2.131
<b>TOTAL</b>	<b>492.627</b>

*Fonte: Cadastro Nacional de Eleitores*

6. Conforme Tabela 5, o parque estimado de **577.125 urnas** está razoavelmente compreendido nos valores calculados nos Cenários A, de **564.525 urnas**, e B, de **581.521 urnas**.

7. Contudo, considerando que há grande incerteza sobre a estratégia a ser adotada pelo TSE e as diversas variáveis envolvidas, e considerando a sugestão de inclusão de um adicional de 10% do valor calculado, conforme item B.3.7.5, **sugere-se que o limite da Ata de Registro de Preços para a UE2022 seja de 176.000<sup>32</sup> urnas.**

8. **Destaca-se, entretanto, que o cálculo de urnas a serem adquiridas, quando de sua efetiva contratação, dependerá da estratégia do TSE e das variáveis aferidas ou estimadas no momento da aquisição.**

### B.3.9. Estimativa mínima da necessidade de urnas 2022

1. Considerando o orçamento esperado para o exercício de 2021, estima-se uma aquisição mínima de 40.000 unidades.

### B.3.10. Quantitativos dos objetos em aquisição

1. Os suprimentos e outros itens necessários para o desenvolvimento da UE2022 estão descritos no J, página 77 deste documento.

## C. Análise comparativa de soluções (art. 11, inciso II, IN01-2019)

### C.1. Introdução

1. As urnas eletrônicas brasileiras se diferem das de outros países principalmente por ser um projeto próprio, com requisitos definidos para as eleições brasileiras e resultantes de uma evolução contínua e experiência de 24 anos em eleições eletrônicas. Em geral, os países adquirem ou alugam equipamentos de mercado para coleta eletrônica de votos.

2. Considerando a especificidade dos requisitos da urna eletrônica brasileira, a ideia de alugar equipamentos para serem utilizados nas eleições brasileiras demandaria que a empresa proprietária dos equipamentos fizesse os mesmos investimentos (acrescido dos lucros em cada aluguel) que a própria Justiça Eleitoral faria na aquisição, com o agravante de que, nos aluguéis posteriores, uma determinada empresa teria grande vantagem em relação ao mercado.

3. Assim, entendendo como inviável o aluguel de urnas eletrônicas, as seções seguintes apresentam três paradigmas: A) Aquisição de desenvolvimento de projeto e fabricação conforme especificações da JE; B) Aquisição de projeto em separado para licitação posterior por meio de pregão; e C) Mudança no paradigma de votação e da urna eletrônica.

### C.1.2. Paradigma A – Aquisição de desenvolvimento de projeto e fabricação conforme especificações

1. A solução adotada na aquisição de todas as urnas eletrônicas foi a de compor, em um mesmo objeto, o desenvolvimento do projeto, importação de componentes, produção da urna eletrônica e manutenção durante sua utilização.



<sup>32</sup> Item K da Tabela 5 – Estimativa máxima de necessidade de urnas igual a **175.976**, mas optou-se por arredondar tal valor para 176.000 urnas.

2. Esse modelo foi o responsável pela aquisição de todos os modelos de urna (conforme Tabela 8, p.50), onde especificações mínimas de uma arquitetura definida pelo TSE são descritas em um edital. A partir de tais especificações, as licitantes apresentam seus projetos, um protótipo e sua capacidade técnica é avaliada pelos testes executados nesse protótipo<sup>33</sup> e pelo projeto apresentado na proposta técnica. As justificativas para a licitação do tipo técnica e preço e sua relação com o projeto da urna estão descritas na seção F.3 deste documento.

3. Após a contratação da licitante vencedora, a contratada desenvolve o projeto técnico com avaliação constante da equipe técnica do TSE e de parceiros, como INPE<sup>34</sup>, CTI<sup>35</sup> e Cepesc/Abin<sup>36</sup>. O produto final da etapa de desenvolvimento do projeto é o Modelo de Produção.

4. Na etapa seguinte, a produção, os técnicos do TSE avaliam a qualidade do processo produtivo, do produto acabado e dos requisitos de segurança em fábrica. A produção das urnas deve ser feita no Brasil, sempre com a presença de servidores do TSE, de modo a garantir tanto a qualidade da produção quanto a aplicação de todos os controles de segurança necessários.

5. Após a entrega nos regionais, e aceite técnico, as urnas entram em uso e possuem garantia ordinária de 36 (trinta e seis) meses. Após tal prazo, é facultado ao TSE, contratar uma garantia estendida, de até dois períodos de 12 (doze) meses, totalizando 60 meses, limite definido para contratos na Lei nº 8.666/93. Findada a garantia, o TSE deve licitar a manutenção corretiva.

### **C.1.3. Paradigma B - Aquisição de Projeto para posterior licitação por meio de pregão**

1. O TSE já efetuou uma tentativa de aquisição de um projeto completo de uma urna eletrônica para que, então, tal projeto fosse licitado por meio de pregão, de modo semelhante ao projeto e aquisição de um prédio, por exemplo.

2. Essa tentativa foi realizada por meio do Contrato TSE nº 105/2016, firmado com o FIT – Flextronics Instituto de Pesquisa, o qual teve o objeto entregue com atraso e sem a maturidade técnica necessária para possibilitar uma licitação, tampouco atendendo às necessidades técnicas e de segurança que o processo eletrônico de votação impõe. Como consequência, o TSE está buscando a restituição de valores em processo específico. O insucesso do projeto se deu devido à incapacidade da contratada em projetar um produto funcional e que atendesse minimamente às especificações exigidas, apesar de grande esforço empreendido pelas diversas equipes do TSE para alcance dos objetivos do projeto.

3. Apesar da não entrega do projeto conforme os requisitos do TSE, o projeto FIT foi de grande valia para a equipe do TSE identificar fragilidades no modelo de contratação de um projeto técnico de equipamento eletrônico específico e detalhado, para que pudesse ser posteriormente licitado por meio de pregão eletrônico.

4. A priori, o processo de contratação do projeto separado da contratação da construção de um prédio, por exemplo, poderia ser também aplicado ao caso da urna eletrônica. Contudo, durante o projeto do FIT, foi possível observar particularidades inerentes a esse paradigma, que dificultam sobremaneira sua aplicação para a contratação de urnas eletrônicas.

<sup>33</sup> O protótipo na licitação é chamado de Modelo de Engenharia (ME) e, para a urna eletrônica, faz parte da proposta técnica na licitação do tipo técnica e preço.

<sup>34</sup> INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, por meio do Laboratório de Integração e Testes, que realiza testes de compatibilidade eletromagnética.

<sup>35</sup> CTI – Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, responsável pelos testes laboratoriais de qualificação de hardware, para identificar falhas de processo e projeto que possam afetar o funcionamento do equipamento durante sua vida útil.

<sup>36</sup> Cepesc/Abin – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento para a Segurança das Comunicações (Cepesc), da Agência Brasileira de Inteligência (Abin), responsável pelos testes estatísticos para assegurar a aleatoriedade dos geradores de números verdadeiramente aleatórios (TRNGs).

5. Por um lado, ao definir todos os componentes do projeto técnico da urna eletrônica há a garantia de que todas as licitantes executarão o mesmo projeto já aprovado pelo TSE. Nesse sentido, a especificação do produto seria explícita e objetiva, em consonância com o preconizado para a realização de pregão.

6. Entretanto, o detalhamento em último nível dos componentes da urna eletrônica tem como consequência direta a restrição de competitividade e um protagonismo de possíveis fornecedores definidos no projeto técnico prévio. Ao especificar modelo e marca de cada componente, o projeto limita a capacidade de as empresas apresentarem soluções diferentes, mesmo que garantido o mesmo desempenho final. Destaque-se que o projeto técnico, na medida do possível, especifica também componentes alternativos, mas estes são residuais na amplitude do número de componentes<sup>37</sup>.

7. Na analogia com a construção de um prédio, as esquadrias, o sistema de ar-condicionado central, e grande parte dos itens, por exemplo, possuem uma diversidade de possíveis fornecedores, sem que as pequenas variações provoquem implicações em outros pontos do projeto. No caso da urna eletrônica, os circuitos são projetados para controlar dispositivos específicos, tal como impressora, display etc., incluindo o próprio projeto mecânico do gabinete, projetado especificamente para determinados tipos de módulos.

8. Assim, os fornecedores das marcas e modelos selecionados no projeto a ser executado pela Contratada podem assumir um protagonismo exacerbado, podendo influenciar na participação ou não de empresas interessadas no certame. Nesse sentido, há que se considerar as relações comerciais entre as empresas em nível mundial. Como os fabricantes de eletrônicos atuam mundialmente, é natural a consignação de parcerias, incluindo contratos de exclusividade, o que poderia prejudicar eventual licitante interessada em adquirir algum componente especificado no projeto técnico pelo fabricante do produto, que poderia alegar exclusividade de fornecimento no Brasil para determinada empresa.

9. Ressalte-se que essa situação foi observada durante a execução do projeto com o FIT e, como medida de contingência, foi solicitado que o Instituto se certificasse que as empresas selecionadas para o projeto não tivessem contratos de exclusividade de fornecimento no Brasil. Todavia, o TSE não tem maneiras, nem embasamento legal, para garantir tal medida, por tratar-se de questão de relação comercial e não restrita apenas ao território nacional.

10. Para ilustrar melhor tal cenário, supondo que uma empresa A capaz de produzir a urna tenha parceria com um fabricante X de mecanismo impressor e uma empresa B tenha parceria com um fabricante Y, concorrente da empresa X. Por outro lado, a empresa A tem também parceria com um fornecedor W de display e a empresa B com um fornecedor Z de display. Se o projeto final definir que a urna eletrônica deveria ter um display W e uma impressora Y, possivelmente nenhuma das duas empresas, A e B, participariam do certame. Ainda, se somente uma empresa tivesse parceria com a mesma configuração da urna, haveria sérios riscos à competitividade. Destaca-se que os circuitos para mecanismos impressores são projetados especificamente para aquele mecanismo. No caso dos displays, embora haja uma padronização por tipo de interface (LVDS<sup>38</sup>, por exemplo), o próprio tipo de interface reduziria as possibilidades de fornecimento, além de impedir o uso de eventuais interfaces mais modernas e a consequente evolução do equipamento.

11. Assim, o paradigma de aquisição de um projeto específico de urna eletrônica por meio de pregão eletrônico, em decorrência da definição objetiva do produto por meio de especificações detalhadas, pode promover obstáculos à concorrência a eventuais evoluções no que se refere ao edital e regras gerais para aquisição do projeto.

---

<sup>37</sup> Em projetos eletrônicos é possível a utilização de componentes alternativos, mas isso ocorre para componentes eletrônicos menores. Nos componentes maiores, tal como circuitos integrados, displays LCD, leitores biométricos, mecanismos impressores etc., geralmente não é possível determinar um componente compatível. A utilização de um componente equivalente em funcionalidades e performance pode alterar o projeto e, eventualmente, trazer novas possibilidades de problemas.

<sup>38</sup> Low-voltage differential signaling

12. Diante do exposto, considerando-se o insucesso do Projeto FIT e de que, mesmo no caso que houvesse um projeto funcional e aderente às necessidades da Justiça Eleitoral, entende-se que esse paradigma deve ser bem estudado e testado, no máximo com a amplitude de um projeto piloto para, verificada a sua viabilidade, vantagens e conveniência, ser empregado como alternativa principal para suprir a aquisição de urnas eletrônicas.

13. Portanto, esta Equipe de Planejamento da Contratação considera o **Paradigma B** como inviável para suprir a necessidade de urnas para o pleito de 2022.

#### C.1.4. Paradigma C - Mudança no paradigma de votação e da urna eletrônica

1. Em virtude dos custos envolvidos no processo eleitoral, após a posse do Ministro Luís Roberto Barroso, foi instituído Grupo de Trabalho, Portaria TSE nº 527/2020 (SEI 1377549), para estudar a implementação de melhorias e inovações no Processo Eletrônico de Votação. Eleições do Futuro é o nome do projeto.

2. O objetivo deste projeto é realizar um teste piloto de um possível novo sistema de votação, nas Eleições Gerais de 2022. Para tanto, o segundo semestre do ano corrente está sendo utilizado para identificar as necessidades da futura solução de votação. O desenvolvimento e testes estão previstos de serem realizados durante o ano de 2021.

3. Os objetivos principais são trazer maior comodidade para o eleitor, menores custos, mantendo ou superando as características de segurança e auditabilidade do processo eletrônico de votação.

#### C.1.5. Avaliação geral dos três paradigmas

1. Pela experiência da Justiça Eleitoral, somente após delimitar um novo modelo de votação os seus riscos tecnológicos poderão ser avaliados, assim como eventuais melhorias somente serão detectadas após um projeto piloto.

2. Destacam-se, nesse sentido, duas abordagens que corroboram para esse tema: a implantação da UE1996 e o Projeto FIT.

3. Na implantação da urna modelo 96, foi informatizado o voto de 1/3 do eleitorado brasileiro, com 77.969 urnas adquiridas. Após as Eleições 1996, foram verificadas algumas necessidades de alteração no equipamento, já para as Eleições 98. A inclinação do painel frontal do Terminal do Eleitor e o teclado de membrana fizeram com que várias urnas caíssem no chão quando o eleitor apertava para inserir seu voto.



Figura 6 – Foto da UE1996 com painel e teclado originais

4. Assim, todas as 77.969 urnas modelo 96 foram recolhidas de todo o país e atualizadas em 1998, com a troca do painel frontal, incluindo a troca para um teclado mecânico, além de outras alterações no BIOS<sup>39</sup> e circuito de inicialização elétrica.

5. A experiência proveniente de 1996 teve como maior lição aprendida de que grandes inovações devem ser feitas com parcimônia, com um projeto piloto para, então, solidificada a maturidade da solução, ser implantada em maior escala, diminuindo os riscos e eventuais prejuízos. Tal abordagem foi empregada com sucesso no piloto de cadastramento biométrico dos eleitores, onde, em 2008, com apenas 60 kits biométricos e três cidades (Fátima do Sul/MS, Colorado do Oeste/RO e São João Batista/SC) foi possível observar de perto a funcionalidade do kit biométrico.

6. Em relação ao projeto FIT, como a aquisição de urnas para prover o voto impresso e a própria necessidade das eleições dependiam do sucesso do projeto, o atraso e, por fim, a não entrega de qualquer projeto minimamente funcional e de acordo com as especificações da Justiça Eleitoral, impediu a realização de um procedimento licitatório.

7. Assim, com as lições aprendidas das experiências de 1996, do Projeto FIT, além da complexidade envolvida em uma solução inovadora para substituir o jeito de votar implementado há 24 anos, resultam de que a melhor decisão é a realização de estudos em paralelo ao ciclo normal de substituição do parque de urnas eletrônicas. Uma vez realizados com sucesso projetos piloto e feitos os ajustes necessários, os investimentos podem ser concentrados na nova solução, que ainda deve ter seus custos, riscos e demais aspectos avaliados antes de sua implantação ordinária nas eleições brasileiras.

8. **Portanto, entende-se como viável apenas o Paradigma A, conforme descrito no item C.1.2.**

#### C.1.6. Avaliação de propriedade dos moldes de injeção plástica

1. As urnas eletrônicas possuem formato específico e têm gabinetes em plástico injetado. Esses gabinetes são produzidos a partir de moldes de injeção plástica, compostos por grandes blocos de aço usinado para servir de forma. Tais moldes são instalados em máquinas de injeção para a produção das peças.

<sup>39</sup> BIOS - Basic Input/Output System, chip com os primeiros programas a serem executados em um computador da época.

2. Durante o projeto FIT, a equipe técnica do TSE teve a oportunidade de visitar uma fábrica de moldes de injeção. Nessa visita foi avaliada a possibilidade do TSE ter a propriedade dos moldes para, então, passar para as contratadas de licitações seguintes.

3. No entanto, verificou-se diversas desvantagens que indicaram a inviabilidade prática do TSE ter a posse dos moldes, tais como:

3.1. Os moldes são de aço usinado, e devem ter procedimentos rígidos de conservação, para não oxidarem. Nos moldes armazenados pela empresa, são feitas periodicamente manutenções preventivas e inspeções.

3.2. Além dos procedimentos especializados de conservação e inspeção, foi verificado que o volume e o peso dos moldes dificultariam muito sua movimentação. Tanto é que a fábrica de injeção era preparada com guindastes no teto para a movimentação dos moldes.

3.3. No projeto FIT, foi estimado somente para o Terminal do Eleitor um total de 23 moldes, que totalizariam mais de 12 Toneladas, sendo que cada um tem entre 350Kg e 800Kg cada.

4. Assim, foi definido que a posse de moldes pelo TSE traria mais perdas que ganhos, principalmente no paradigma em que as empresas podem aplicar suas técnicas de design conforme seu projeto de hardware, respeitados os requisitos mínimos de design.

### C.2. Paradigma A - Aspectos definidos na IN01-2019<sup>40</sup>

#### 1. Aspectos econômicos<sup>41</sup>

1.1. Considerando o tempo de vida útil das urnas e último valor de aquisição da UE2020, de R\$ 4.114,70, temos um valor investido para cada eleição de R\$ 685,78 por urna. Considerando que existe uma média de 15% de urnas de contingência no país, cada Mesa Receptora de Votos (MRV) teria um valor investido de R\$ 788,65, ou R\$ 394,32 por turno.

1.2. Por outro lado, considerando-se apenas<sup>42</sup> quatro mesários para cada MRVs, com um valor de alimentação de R\$ 40<sup>43</sup> para cada mesário no dia da eleição, somente o valor total de alimentação (R\$ 160,00) corresponde a 40% do valor investido de urnas eletrônicas em um turno eleitoral.

1.3. Há que se considerar também os custos de manutenção expostos na Seção D.4.4.

1.4. Entende-se, portanto, que embora os valores de aquisição sejam vultuosos pelo volume de urnas adquiridos por vez, não representam um custo relativo tão alto quanto o senso comum possa conceber.

1.5. Somente no caso do Paradigma C, descrito no item C.1.4, poderá se verificar se há alguma solução em que o investimento feito por MRV seja menor e/ou que haja um valor agregado maior no conforto do eleitor em votar. No entanto, a necessidade de urnas para as Eleições 2022 ainda persiste, principalmente por ser salutar a implantação gradual de nova solução.

#### 2. Aspectos qualitativos e benefícios<sup>44</sup>

2.1. Os principais aspectos qualitativos e benéficos do Paradigma A estão descritos nas diversas seções deste documento, principalmente na descrição de características técnicas do equipamento.

#### 3. Disponibilidade de solução similar em outro órgão da Administração Pública<sup>45</sup>

<sup>40</sup> art.11, inciso II, IN01-2019.

<sup>41</sup> art. 11, inciso II, IN01-2019.

<sup>42</sup> Não estão sendo considerados outras pessoas convocadas para auxiliar no local de votação e outros papéis no processo eleitoral.

<sup>43</sup> <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2020-09/eleicoes-2020-alimentacao-para-mesarios-sera-de-ate-r-40>

<sup>44</sup> art. 11, inciso II, IN01-2019.

<sup>45</sup> art. 11, inciso II, alínea a, IN01-2019.

3.1. Não há outra solução similar na Administração Pública ou no país. O Código Eleitoral, inclusive, define em seu art. 340 de que é crime ter a posse de material de uso exclusivo da Justiça Eleitoral.

3.2. De todo modo, independentemente da legislação eleitoral, as características de segurança da urna eletrônica a tornam um equipamento único.

3.3. Trata-se, portanto, de equipamento customizado com alta integração tecnológica, em que os mais próximos do mercado são os caixas eletrônicos (ATM – *Automated Teller Machine*), terminais lotéricos e, até mesmo, máquinas de cartão de crédito.

3.4. Tais tipos de equipamento, inclusive, são utilizados para avaliar a capacidade técnica de empresas no projeto e execução de tais equipamentos, com o objetivo de seleção para o projeto e fabricação das urnas eletrônicas.

#### 4. Alternativas de mercado<sup>46</sup>

4.1. Conforme já abordado no item anterior, não existem alternativas de mercado, apenas a capacidade de empresas poderem projetar um equipamento eletrônico customizado com alta integração e requisitos de segurança.

#### 5. Existência de softwares disponíveis<sup>47</sup>

5.1. O projeto da urna eletrônica é entregue com o hardware, firmwares e drivers, sendo que o Sistema Operacional e aplicações são desenvolvidos inteiramente no TSE. Os sistemas constantes da urna possuem, inclusive, requisitos legais específicos, tal como a apresentação de códigos-fonte e lacração, conforme definido no art. 66 da Lei nº 9.504/1997.

#### 6. Padrões de governo<sup>48</sup>

6.1. Os padrões de governo, tais como Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico - ePing, Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico - eMag, Padrões Web em Governo Eletrônico – ePwg e Modelo de Requisitos para Sistemas Informatizados de Gestão Arquivística de Documentos - e-ARQ Brasil, não são aplicáveis à urna eletrônica. No caso de acessibilidade, os requisitos da urna eletrônica são específicos.

6.2. Em relação à Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil, está especificado que a UE2022 deverá ser certificada ICP-Brasil, para que possa fazer parte da Autoridade Certificadora das Urnas Eletrônicas, a qual também se pretende que seja certificada ICP-Brasil. As justificativas para a ICP-Brasil na urna eletrônica estão descritas no item B.2.3.2.

#### 7. Necessidades de adequação do ambiente do órgão para viabilizar a execução contratual<sup>49</sup>

##### 7.1. Armazenamento

a) As urnas eletrônicas serão entregues nos Tribunais Regionais Eleitorais - TRE, os quais realizarão os procedimentos de recebimento provisório e definitivo. Para essas atividades, não haverá alterações significativas nos procedimentos que os regionais já realizam a cada aquisição de urna.

b) Há que se destacar a recomendação da Secretaria de Controle Interno, contida o item 50.1 do Relatório de Monitoramento nº 01/2018 (SEI 0643023), conforme transcrito abaixo:

*"realizar, em futura contratação de urnas eletrônicas, por meio da equipe de planejamento, levantamento nos TREs sobre a adequação do espaço físico onde as urnas serão armazenadas"*

<sup>46</sup> art. 11, inciso II, alínea b, IN01-2019.

<sup>47</sup> art. 11, inciso II, alínea c, IN01-2019.

<sup>48</sup> art. 11, inciso II, alínea d, IN01-2019.

<sup>49</sup> art. 11, inciso II, alínea e, IN01-2019.

*e que tais informações constem dos estudos técnicos preliminares da contratação (itens 4-14)"*

- c) Sobre esse tema, considerando que há incerteza sobre o quantitativo a ser adquirido que depende de diversos fatores, não há como definir previamente quantas urnas cada regional irá receber.
- d) Ainda, além da indefinição de quantas urnas cada regional terá em seu parque, também será definida a política de equalização do parque de urnas, que consiste na distribuição proporcional de cada modelo de urna por UF.
- e) Nesse sentido, embora haja o risco de que algum regional não tenha espaço adequado para receber urnas eletrônicas novas, entende-se que a quantidade adquirida poderá ser absorvida por outro(s) regional(is). Assim, a inviabilidade de um ou outro regional não afetaria a aquisição do quantitativo necessário para o país.
- f) Por fim, sobre esse tema, sugere-se que a questão seja monitorada para ser tratada com cada regional quando houver a negociação de que trata o processo descrito na seção B.3.2 deste documento.

### 7.2. Autoridade Certificadora e algoritmos

- a) A Autoridade Certificadora já possui os equipamentos compatíveis com o algoritmo de curvas elípticas de Edwards E-521 e outras primitivas criptográficas. Também já é de propriedade do TSE a biblioteca criptográfica correspondente para ser entregue à Contratada para utilização no firmware do MSE.

### 7.3. Acompanhamento do desenvolvimento e produção das urnas

- a) Destaca-se que a produção das urnas eletrônicas requer que haja acompanhamento de técnicos do TSE para realizar a auditoria de qualidade do produto acabado, acompanhar a produção e realizar procedimentos de segurança de verificação e auditoria.
- b) Assim, será necessário o deslocamento de servidores do TSE a serviço para os locais de fabricação, além de eventuais reuniões fora de Brasília com a equipe de desenvolvimento da eventual contratada. Os custos relativos a esses deslocamentos cabem ao TSE.

## D. Análise comparativa de custos (art. 11, inciso III, IN01-2019)

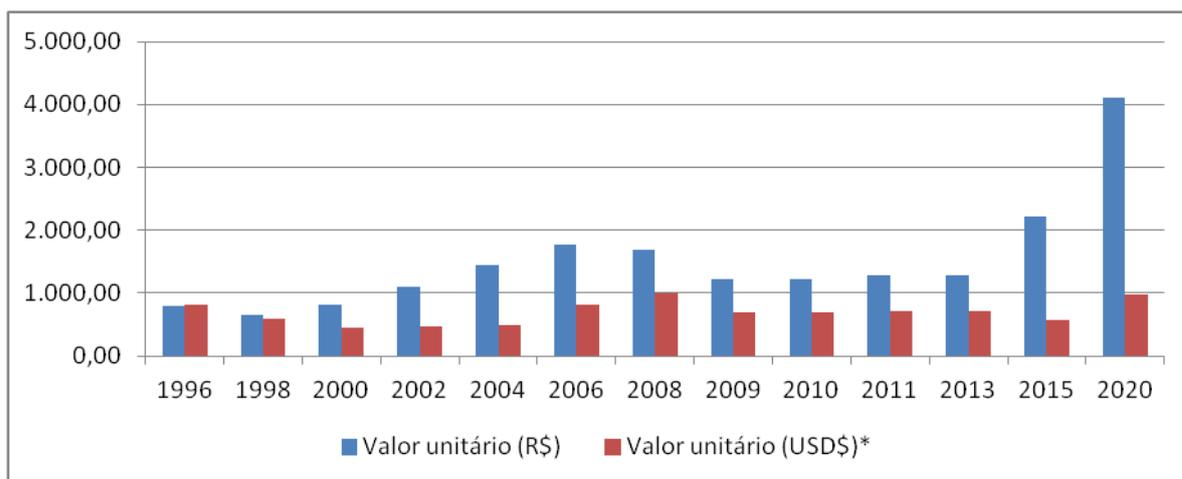
1. Considerando a singularidade da urna eletrônica e de sua arquitetura específica, não há comparativos no mercado. Em termos técnicos, as urnas possuem diversas alterações tecnológicas, mas podem agrupar-se da forma descrita na Tabela 7 a seguir.

*Tabela 7 – Principais variações tecnológicas das urnas.*

Grupo	Modelos	Características principais
I	1996	Impressora matricial, processador lento, pouca memória RAM, baixa autonomia ( $\cong 2h$ ), teclado de membrana, painel com grande inclinação ( $\pm 30^\circ$ ) fonte de alimentação sem comando via software, bateria de chumbo-ácido.
II	1998	Uso de CompactFlash como mídia interna, impressoras térmicas de baixa qualidade de impressão, baixa autonomia ( $\cong 4h$ ), painel com inclinação de $45^\circ$ , teclado com tecnologia de borracha condutiva.
III	2000, 2002 e 2004	Impressora térmica de boa qualidade de impressão, comando da fonte via software, autonomia de bateria ( $\cong 10h$ ), portas USB, teclado mecânico com tecnologia de contato

		metálico resistivo.
IV	2006 e 2008	Implantação do Leitor Biométrico
V	2009 a 2015	Módulo de Segurança Embarcado (MSE), ou <i>Main Security Device (MSD)</i> , teclado cifrado, display do Gráfico no Terminal do Eleitor, pequeno Display TFT no Terminal do Mesário, Leitor de Smartcard, Dispositivo de segurança no Terminal do Mesário.
VI	2020	Processador pelo menos dezessete vezes mais rápido que o da UE2015, portas USB 3.0, mídia SSD interna em substituição à CompactFlash interna, Mídia USB em substituição à CompactFlash Externa, Terminal do Mesário com display gráfico TouchScreen, Bateria de Lítio Ferro-Fosfato, Display do MSE na face traseira da urna, teclado com tecnologia de contato metálico resistivo, detecção de anomalia em teclas por firmware e contato SPDT (Single Pole, Double Throw), novo painel frontal com teclado abaixo da tela para melhor ergonomia e conexões laterais para impressora de votos e módulo de votação para tetraplégicos.

2. Os valores de aquisição de cada modelo de urna sofreram variações em decorrência das especificações da urna, do quantitativo total adquirido, da disponibilidade de cada componente no mercado, do tempo para projeto e produção, da variação cambial, entre outros. Embora não seja possível quantificar a contribuição de cada fator para o preço unitário final, o gráfico a seguir descreve os valores unitários em reais e em dólares americanos.



(\*) utilizando a cotação indicada na proposta de preços da licitante vencedora

Obs: Valores constantes da tabela de histórico de aquisições do item D.2.

Gráfico 4 – Preço de aquisição das urnas eletrônicas, de 1996 a 2020.

3. Destaca-se, contudo, uma grande variação nas especificações técnicas na urna modelo 2020, em relação aos modelos anteriores, as quais foram apresentadas e ratificada pelo despacho do Diretor-Geral à época (SEI nº 1053078).

4. As alterações também ocorreram em função da obsolescência tecnológica de certas especificações utilizadas até o modelo 2015. Nesse cenário, foi empregada a abordagem de realização de sessões públicas para ouvir o mercado e aprimorar o projeto básico com base em sugestões que atendam às necessidades da Justiça Eleitoral, ao mesmo tempo que aproxime a solução das tecnologias em uso na indústria de produtos eletrônicos. A referência aos documentos dessas sessões e da Audiência Pública constam do item F.10, página 72 deste documento.

5. Com as novas especificações, já refletidas no modelo 2020, pretende-se uma maior efetividade do modelo, tanto em velocidade de processamento (menor tempo de preparação, maiores possibilidades de novas abordagens na votação etc.), quanto em conservação (a bateria de Lítio Ferro-Fosfato empregada no modelo 2020 não necessita de recarga para manter-se conservada).

## D.2. Histórico de aquisições

1. A partir de 1996, as urnas foram sendo adquiridas até a implantação em 100% das seções eleitorais em 2000.

2. A primeira urna eletrônica, o modelo 1996, foi utilizada pela última vez nas Eleições 2002, em virtude do advento da Lei nº 10.740/2003, que instituiu o Registro Digital do Voto, alterando o §4º do art. 59 da Lei nº 9.504. Tal disposição exigia que:

*“§4º A urna eletrônica disporá de recursos que, mediante assinatura digital, permitam o registro digital de cada voto e a identificação da urna em que foi registrado, resguardado o anonimato do eleitor.” (grifo nosso)*

3. Isso ocorreu pois tal modelo possuía um processador incapaz de realizar a assinatura digital do conjunto de votos em um tempo minimamente razoável, fato que levou à aquisição das urnas 2004 para sua substituição.

4. A urna modelo 98 foi utilizada pela última vez nas Eleições 2008, cumprindo com sua vida útil estimada de 10 (dez) anos, ou 6 (seis) eleições. Em relação à urna modelo 2002, tendo em vista sua má qualidade, ela também foi utilizada somente até 2008. A urna modelo 2009 substituiu então as urnas modelo 98, 2002 e parte das urnas modelo 2000. Posteriormente, na mesma Ata de Registro de Preços, foram adquiridas as urnas modelo 2010, substituindo o restante das urnas modelo 2000.

5. A urna modelo 1996 teve seu descarte autorizado, no início de 2010, pelo Min. Ayres Britto, com base na Resolução TSE nº 22.709/2008, enquanto o descarte das urnas modelo 2000 e 2002 foi autorizado por meio da Resolução TSE nº 23.357/2011.

6. A partir da Resolução TSE nº 23.474/2016, que dispôs sobre a criação e competências das unidades ou núcleos socioambientais nos Tribunais Eleitorais e a implantação do respectivo Plano de Logística Sustentável da Justiça Eleitoral (PLS-JE), o descarte das urnas passou a ser realizado como parte do citado Plano. E o primeiro modelo a ser descartado em tais moldes foi o 2004, nos termos da Resolução TSE nº 23.505, de 19 de dezembro de 2016.

7. A Tabela 1, na página 8 deste documento, mostra o cronograma de utilização de cada modelo de urna.

8. A Tabela 8 a seguir descreve todas as aquisições, quantitativos e valores desde a implantação da urna eletrônica<sup>50</sup>.

Tabela 8 – Histórico de aquisições e valores das urnas eletrônicas

Modelo	Quantidade Produzida	Valor unitário (R\$)	Valor unitário (USD\$)*	Edital de Licitação	Contrato TSE nº
1996	77.969	R\$ 795,01	USD\$ 811,23	02/1995	03/1996
1998	88.627	R\$ 656,65	USD\$ 586,29	02/1997	20/1998
2000	191.676	R\$ 823,23	USD\$ 444,99	27/1999	83/1999
2002	51.559	R\$ 1.101,01	USD\$ 466,53	62/2001	06/2002
2004	75.222	R\$ 1.454,42	USD\$ 496,39	46/2003	07/2004

<sup>50</sup> A primeira urna eletrônica foi chamada de Coletor Eletrônico de Votos (CEV).

2006	25.538	R\$ 1.774,89	USD\$ 821,26	02/2006	12/2006
2008	58.000	R\$ 1.688,30	USD\$ 1.002,87	14/2008	21/2008
2009	194.665	R\$ 1.214,58	USD\$ 694,05	76/2009	101/2009 e 57/2010
2010	117.835	R\$ 1.214,58	USD\$ 694,05	76/2009	120/2010
2011	35.000	R\$ 1.287,46	USD\$ 703,53	77/2011	147/2011
2013	30.142	R\$ 1.287,46	USD\$ 703,53	77/2011	141/2012
2015	95.885	R\$ 2.218,32	USD\$ 579,20	53/2015	85/2015 e 40/2016
2020	**	R\$ 4.114,70	USD\$ 983,51	43/2019	**

(\*) utilizando a cotação indicada na proposta de preços da licitante vencedora.  
(\*\*) Pedido inicial de 55.611 urnas, conforme processo 2020.00.000009075-6, ainda não resultou em um Contrato.

### D.3. Diferenças de especificação das urnas adquiridas

1. A Tabela 9 mostra a configuração básica de todos os modelos de urna adquiridos.

Tabela 9 – Configuração básica dos modelos de urna

Modelo	Processador	RAM	LCD	Display alfanumérico TM	Display gráfico Terminal do Mesário	Leitor Biométrico	Smart Card no TM	Perímetro Criptográfico CPU	TR NG
1996	Intel 386SX @40MHz	2Mb	9,4" Monocromático	2x40	Não	Não	Não	Não	Não
1998	Cyrix Media GX @133Mhz	8Mb	9,4" Monocromático	2x40	Não	Não	Não	Não	Não
2000	Cyrix Media GX @166Mhz	16Mb	9,4" Monocromático	4x40	Não	Não	Não	Não	Não
2002	Geode GX 1 @200Mhz	32Mb	9,4" Monocromático	4x40	Não	Não	Não	Não	Não
2004	Geode GX1 200MHz	64Mb	9,4" Monocromático	4x40	Não	Não	Não	Não	Não
2006	Geode LX700 @333MHz	128Mb	9,4" Monocromático	4x40	Não	Futronic FS-80	Não	Não	Não
2008	Geode LX700 @333MHz	128Mb	9,4" Monocromático	4x40	Não	Futronic FS-80	Não	Não	Não
2009	Intel® Atom™ Processor Z510P @ 1,1GHz	512Mb	10,1" Policromático	4x40	TFT 240x320	Digital Persona U.are.U 4500	Argos Mini II	Não	Não
2010	Intel® Atom™ Processor Z510P @ 1,1GHz	512Mb	10,1" Policromático	4x40	TFT 240x320	Digital Persona U.are.U 4500	Argos Mini II	Sim	Sim

2011	Intel® Atom™ Processor Z510P @ 1,1GHz	512Mb	10,1" Policromático	4x40	TFT 240x320	Digital Persona U.are.U 5301	Argos Mini II	Sim	Sim
2013	Intel® Atom™ Processor Z510P @ 1,1GHz	512Mb	10,1" Policromático	4x40	TFT 240x320	Digital Persona U.are.U 5301	Argos Mini II	Sim	Sim
2015	Intel® Atom™ Processor Z510P @ 1,1GHz	512Mb	10,1" Policromático	4x40	TFT 240x320	Futronic FS-81HS	Sim	Sim	Sim
2020	Intel® Atom™ x5-E3940	4Gb	10,1" Policromático 1280 x 1800	Não	7" 800x480 com touchscreen	DigitalPersona 5300	Não	Sim	Sim

#### D.4. Possibilidades de investimento para diminuição do custo total de propriedade

1. Pela autonomia dos regionais, os custos de armazenamento dependem muito da logística adotada por cada tribunal eleitoral. Em geral, os estados do centro-sul do país adotam o modelo descentralizado (SP, PR, RS), enquanto os demais regionais adotam o modelo em polos ou centralizado.
2. As especificações da urna eletrônica que mais impactam no armazenamento são o seu volume e a necessidade constante de manuseio para a conservação.

##### D.4.2. Volume da urna eletrônica

1. Em relação ao volume, os requisitos de negócio da urna ainda impõem o uso de uma impressora térmica capaz de imprimir vários metros de relatórios, sendo estes relatórios de testes, zerésima e várias vias do Boletim de Urna. A presença da impressora impõe a necessidade de uma bateria potente, capaz de manter a urna em funcionamento por mais de 10 horas e ainda ser suficiente para suprir a potência consumida pela impressora térmica caso algum relatório seja impresso sem a energia elétrica AC. O volume ocupado pela impressora, com uma bobina de 80 metros, além da bateria (considerando ainda a ergonomia de um painel frontal de 45°), resulta em um volume distinto dos equipamentos altamente integrados utilizados no dia a dia.
2. A urna eletrônica deve ser acondicionada em embalagem que, embora de papelão, seja resistente e não descartável, sendo submetida a testes pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas para assegurar sua capacidade de proteção da urna mesmo nas piores condições. Assim, o volume final da embalagem é resultante do volume do Terminal do Eleitor e do Terminal do Mesário, mais o espaço necessário para os mecanismos de proteção da embalagem.
3. Considerando a licitação na modalidade técnica e preço, o tema do volume da urna foi estudado para ser um dos requisitos a serem pontuados durante a realização da Licitação TSE nº 43/2019, mas alguns obstáculos impediram tal escolha:
  - 3.1. O desenvolvimento do projeto de design, chamado Modelo de Design (MD), faz parte do objeto da aquisição da urna eletrônica e uma possível limitação do volume retiraria a possibilidade de inovações e/ou restringiria sobremaneira o próprio projeto apresentado pelas empresas. Isso porque o uso eleitoral envolve várias nuances e um projeto pronto provavelmente apresentaria vários problemas no manuseio e uso das urnas eletrônicas.

3.2. O edital de aquisição define requisitos gerais e mínimos para o design da urna, que será definido somente após a assinatura do contrato, na fase de análise do Modelo de Design (MD). Somente após tal fase, com o desenvolvimento completo do hardware e gabinetes (incluindo a usinagem dos moldes), um protótipo praticamente finalizado poderia ser submetido aos testes no IPT. Assim, qualquer declaração de pontuação seria prematura na fase licitatória e poderia não ser correspondida durante a execução contratual.

### D.4.3. Transporte

1. O transporte da urna eletrônica é diretamente impactado pelo volume e peso. As questões relativas ao volume são complexas ou inviáveis de serem pontuadas para sua melhoria, conforme abordado no item D.4.2.
2. Em relação ao peso, a tecnologia de bateria de Lítio Ferro-Fosfato, empregada na UE2020, tem menor peso que a bateria de chumbo-ácido (utilizada nos modelos 2015 e anteriores). Isso possibilitou que o peso da urna baixasse dos 10Kg (até o modelo 2015) para 8Kg.
3. No entanto, tomando-se por base a última contratação de transporte terrestre para o remanejamento de urnas, o volume é o fator limitante. Embora as urnas atualmente em uso tenham 10kg de peso, seu “peso cubado” corresponde a 15Kg, ou seja, o peso real não interfere no preço do frete.
4. Contudo, espera-se que outras modalidades de transporte, como o aéreo, possam ser impactadas pelo menor peso.

### D.4.4. Manutenção corretiva

1. A urna eletrônica tem vida útil de 10 (dez) anos, sendo possível realizar até 6 eleições. A garantia ordinária é de 36 (trinta e seis) meses e seu custo está incluso no valor de aquisição das urnas. Após esse período, a garantia poderá ser estendida por até dois períodos de 12 (doze) meses.
2. O valor ofertado para a garantia estendida na licitação da UE2020<sup>51</sup> foi de R\$ 149,98 (cento e quarenta e nove reais e noventa e oito centavos) ao ano, por urna. Isso resulta em um valor urna/mês de R\$12,50 (doze reais e cinquenta centavos). Esse valor corresponde a 0,3% do valor da urna por mês. Utilizando tal valor para projetar os 7 (sete) anos de manutenção necessária (2 anos de garantia estendida e 5 anos de manutenção corretiva), o valor total investido com manutenção, corresponde a 25,5% do custo de aquisição do equipamento.

### D.4.5. Preparação das urnas

1. A preparação das urnas, definida na Resolução TSE nº 23.611, de 19 de dezembro de 2019, Capítulo VI, Seção II, está diretamente relacionada à força de trabalho empregada pelos tribunais regionais, tanto de servidores, quanto de colaboradores.
2. Quanto mais rápida cada urna for preparada, menor serão os custos relacionados a esse processo. Tanto a velocidade de processamento quanto a de acesso às mídias estão diretamente relacionados ao tempo de inicialização da urna, gravação dos dados da seção e processamentos criptográficos. Uma urna é normalmente preparada em 15 minutos, sendo que parte desse tempo é de interação do usuário com o equipamento, tanto para inserir informações como seção a ser carregada, quanto para os testes que demandam avaliação do operador (teclado, vídeo etc.). Ainda não foram realizados testes, mas não seria exagero afirmar que as especificações a partir da UE2020 poderão diminuir em até 30% o tempo total de preparação de uma urna.

<sup>51</sup> Proposta Comercial da Positivo da licitação TSE nº 43/2019 (doc SEI nº 1264586).

### D.5. Estimativa do custo total da contratação

1. Considerando a disponibilidade orçamentária restante, já considerada a aquisição integral da ARP TSE nº 53/2020, aquisição mínima estimada de urnas será de 40.000 unidades.

### E. Características de Sustentabilidade da solução de TI

#### E.1. Fundamento legal

1. O decreto nº 7.746/2012, que regulamenta o art. 3º da Lei nº 8.666/93, estabelece critérios, práticas e diretrizes gerais para a promoção do desenvolvimento sustentável por meio das contratações realizadas pela administração pública federal.

2. O art. 2º do referido decreto dispõe:

*Art. 2º Na aquisição de bens e na contratação de serviços e obras, a administração pública federal direta, autárquica e fundacional e as empresas estatais dependentes adotarão critérios e práticas sustentáveis nos instrumentos convocatórios, observado o disposto neste Decreto. (Redação dada pelo Decreto nº 9.178, de 2017)*

*Parágrafo único. A adequação da especificação do objeto da contratação e das obrigações da contratada aos critérios e às práticas de sustentabilidade será justificada nos autos, resguardado o caráter competitivo do certame. (Redação dada pelo Decreto nº 9.178, de 2017)*

3. As diretrizes estabelecidas no art. 4º deste decreto e contempladas por este projeto são:

- baixo impacto sobre recursos naturais como flora, fauna, ar, solo e água;
- maior eficiência na utilização de recursos naturais como água e energia;
- maior vida útil e menor custo de manutenção do bem e da obra;
- uso de inovações que reduzam a pressão sobre recursos naturais; e
- origem sustentável dos recursos naturais utilizados nos bens, nos serviços e nas obras; e
- utilização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros originários de manejo florestal sustentável ou de reflorestamento.

4. Baixo impacto sobre recursos naturais como flora, fauna, ar, solo e água (Inciso I)

#### E.2. RHOS - Restriction of Hazardous Substances Directive.

1. Diretiva da Comunidade Europeia (Directive 2002/95/EC, 2011/65/EC e 2015/863/EC) que restringe a utilização de 10 substâncias perigosas usadas em processos de fabricação de produtos, principalmente na cadeia produtiva de eletro-eletrônicos. Substâncias: Chumbo, Mercúrio, Cádmio, Crômio hexavalente, Bifenilos polibromados (PBB), Éteres de difenila polibromados (PBDE), Di (2-etexilo) ftalato (DEHP), Butilftalato de benzilo (BBP), Ftalato de dibutilo (DBP) e Ftalato de diisobutilo (DIBP).

2. A UE2022 deverá ser projetada para evitar o uso de peças que contenham as substâncias da diretiva ROHS.

### E.3. DfD – Design for disassembly.

1. Consiste no desenvolvimento de um design, desde o início do projeto, que facilite a desmontagem do produto ao final de sua vida útil. A metodologia visa facilitar as atividades dos operadores durante a desmontagem para reciclagem do produto. Funciona por meio da simplificação do projeto, eliminando componentes desnecessários, integrando partes e reduzindo o número de sistemas de junção. Levando-se em conta o conceito acima, o projeto mecânico da UE2022 deverá ser conduzido para que seja desmontada de maneira previsível com a finalidade de viabilizar sua reciclagem.
2. As peças especificamente projetadas para a UE2022 não deverão conter mais de um composto plástico, para que a matéria-prima resultante da reciclagem não perca suas propriedades. Um exemplo disso é o uso de teclas bi-injetadas com o uso do mesmo material plástico (F), assim como o uso de policarbonato nas peças plásticas opacas e translúcidas do gabinete do Terminal do Eleitor.



Figura 7 - Corte lateral e vista superior da tecla bi-injetada do Terminal do Eleitor



Figura 8 - Ilustração Teclado do Eleitor

3. O projeto da UE2022 deverá ser realizado de forma a evitar que os materiais utilizados na sua construção contaminem uns aos outros. Por exemplo, a etiqueta da Justiça Eleitoral, utilizada nos atuais modelos de urna e colada no painel frontal, foi retirada do atual projeto, pois o material autoadesivo contamina o plástico injetado e acaba por representar resíduo não reciclável.
4. Deste modo, na UE2022 o logotipo da Justiça Eleitoral será exigido em alto relevo no painel frontal, evitando-se que materiais não recicláveis tenham que ser destinados a aterros sanitários.

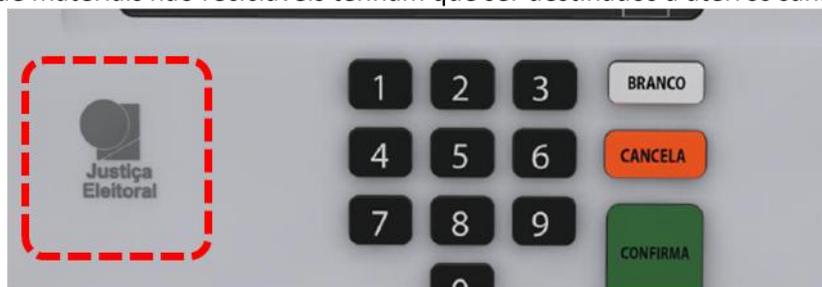


Figura 9 - Destaque do logotipo da Justiça Eleitoral em alto relevo no painel frontal da UE2022

### E.4. Maior vida útil e menor custo de manutenção do bem (Inciso V)

1. A vida útil mínima solicitada para a UE2022 é de 10 anos, tempo significativamente mais longo que os equipamentos eletrônicos hoje em uso.
2. O desenvolvimento de equipamentos com tecnologias não defasadas implica num menor custo de manutenção, em virtude da facilidade de encontrar peças e dispositivos no mercado.

### E.5. Origem sustentável dos recursos naturais utilizados nos bens, nos serviços e nas obras (Inciso VII)

#### 1. Em eventual bateria de chumbo-ácido:

1.1. Só será admitida a oferta de pilhas e baterias cuja composição respeite os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio admitidos na Resolução CONAMA nº 401, de 04/11/2008, para cada tipo de produto, conforme laudo físico-químico de composição elaborado por laboratório acreditado pelo INMETRO, nos termos da Instrução Normativa IBAMA nº 08, de 03/09/2012.

#### 2. Na bobina de papel:

2.1. **Livre de Bisfenol A – BPA Free:** O Bisfenol A é um composto tóxico que é liberado quando entra em contato com altas temperaturas, estando relacionado a diversas doenças.

2.2. **Certificação FSC, CERFLOR ou equivalente:** A bobina deve ser fabricada com papel certificado pelo FSC (Forest Stewardship Council – Conselho de Manejo Florestal), CERFLOR (Programa Brasileiro de Certificação Florestal) ou equivalente. O FSC é uma iniciativa internacional criada no início da década de 90 e está presente em mais de 70 países, tendo sido formalizada no Brasil em 2001 através do Conselho Brasileiro de Manejo Florestal. Já o CERFLOR, foi criado em 2002 e segue critérios e indicadores nacionais prescritos nas normas elaboradas pela ABNT e integradas ao Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade e ao Inmetro. A adoção de qualquer um dos dois selos, ou equivalente, garante que o material utilizado na fabricação das bobinas seja proveniente de florestas com manejo responsável, cujo processo de extração ocorreu de forma adequada sob os pontos de vista ecológico, social e ambiental.

#### 3. Embalagens de urnas:

3.1. Devem atender o artigo 32 da lei 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Desse modo, as embalagens dos produtos devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem. Importante frisar que é responsável pelo atendimento deste artigo todo aquele que coloca em circulação produto embalado em qualquer fase da cadeia de comércio, ponto que pode ser associado ao licitante que participará do certame independente se revendedor ou fabricante.

#### 4. Registro do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras – CTF.

4.1. Exigência para que se apresente o Comprovante de Registro do fabricante do produto no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, acompanhado do respectivo Certificado de Regularidade válido.

4.2. A indústria de material Elétrico, Eletrônico e Comunicações está enquadrada como atividade potencialmente poluidora ou utilizadora de recursos ambientais conforme o código 5-2 Fabricação de material elétrico, eletrônico e equipamentos para telecomunicação e informática constante no ANEXO I da Instrução Normativa IBAMA nº 06/2013. Tal norma, em seu art. 10, dispõe que as pessoas físicas e jurídicas que se dediquem, isolada ou cumulativamente a atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais, são obrigadas à inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais - CTF/APP .

4.3. No mesmo sentido, o art. 17, inciso II, da Lei nº 6.938/81 impõem que pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora estão obrigadas ao registro neste Cadastro Técnico Federal.

4.4. A formalização do registro se dá mediante a emissão do Comprovante de Registro - CR contendo o número do cadastro, o CPF ou CNPJ, o nome ou a razão social, o porte e as atividades declaradas, conforme previsto nos dispositivos legais acima citados.

4.5. A apresentação do Certificado de Regularidade pode ser dispensada, caso o responsável pelo certame logre êxito em obtê-lo mediante consulta on line ao sítio oficial do IBAMA, anexando-o ao processo. Caso o fabricante seja dispensado de tal registro, por força de dispositivo legal, este deverá apresentar o documento comprobatório ou declaração correspondente, sob as penas da lei.

4.6. É possível que a licitante previamente classificada não seja a fabricante do produto, mas sim revendedora, distribuidora ou lojista em geral, e por conseguinte não desempenhe diretamente atividades poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais, fugindo assim da obrigação de registro no Cadastro Técnico Federal – CTF do IBAMA.

4.7. O CTF/APP assegura que o processo de fabricação ou industrialização de um produto, em razão de seu impacto ambiental (atividade potencialmente poluidora ou utilizadora de recursos ambientais), está sendo acompanhado e fiscalizado pelo órgão competente.

4.8. Para garantir a cadeia de custódia ambiental do item a ser licitado, sugere-se a adoção do elencado no Guia Nacional de Licitações Sustentáveis da AGU, pg. 56..A forma mais adequada de dar cumprimento à determinação legal, é inserir, no projeto básico, item de descrição ou especificação técnica do produto:

"Só será admitida a oferta de produto dos itens cuja atividade de fabricação ou industrialização é enquadrada no Anexo I da Instrução Normativa IBAMA nº 06, de 15/03/2013, cujo fabricante esteja regularmente registrado no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, instituído pelo artigo 17, inciso II, da Lei nº 6.938, de 1981."

4.9. Caso o produto apresentado seja fabricado fora do país, deve-se considerar o teor do PARECER Nº 13 /2014/CPLC/DEPCONSU/PGF/AGU. Em sua página 24 temos:

"119. No tocante a bens importados, adota-se o entendimento exposto no PARECER Nº 2492/2013/TVB/CJU-SP/CGU/AGU, da lavra de Teresa Villac Pinheiro Barki, Advogada da União. PROCESSO Nº 00443.000086/2013-94. ÓRGÃO ASSESSORADO: FAZENDA DA AERONÁUTICA DE PIRASSUNUNGA. ASSUNTO: Consulta- Cadastro Técnico Federal em licitações, no sentido de que a inserção do Cadastro Técnico Federal em certames de aquisições públicas somente se restringe aos casos em que ele é exigido por legislação ou norma ambiental. Caso haja lei, norma ambiental ou acordo setorial que preveja a obrigação ao comerciante de deter o CTF de bem importado, será autorizado inserir a obrigação no certame.

120. Adota-se esse entendimento, pela inviabilidade prática de se fazer o rastreamento da legalidade ambiental da cadeia produtiva do bem que será adquirido pela Administração Pública do produto importado, da mesma forma que pode ser feito com o produto nacional. Todavia, trata-se de fragilidade a ser enfrentada pela Administração Pública, que ficará, de certa forma, refém de produtos estrangeiros que sequer se sabe se foram produzidos sob a supervisão de algum órgão ambiental competente e se esse produto respeitou, em sua fabricação/industrialização, critérios socioambientais. Por outro lado, caso haja a exigência de inscrição e regularidade no CTF de quem comercializa produtos importados, a exigência editalícia se impõe.

Em combinação com o que dita o art. 17, inciso II, da Lei nº 6.938/1981 que inclui no rol de pessoas físicas ou jurídicas com registro obrigatório no CTF/APP aquele que realiza transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, a administração pública deve exigir o CR de participantes da cadeia de custódia deste produto; importador ou comerciante."

### **E.6. Utilização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros originários de manejo florestal sustentável ou de reflorestamento (Inciso V)**

1. Na bobina de papel:

1.1. Certificação FSC, CERFLOR ou equivalente: Pelos mesmos motivos expostos acima.

### F. Estratégias de seleção do fonecedor

#### F.1. Natureza do objeto

1. O objeto da contratação será o desenvolvimento e a produção de novo modelo de urna eletrônica. A urna eletrônica modelo 2022 – UE2022 será subdividida em Terminal do Mesário - TM e Terminal do Eleitor – TE que possuirá o Módulo Impressor de Relatório – MIR com sua respectiva bobina de papel, a Mídia de Aplicação – MA, a Mídia de Resultado – MR e a Bateria.
2. A UE2022 deverá ser entregue acondicionada em caixa de papelão que garanta a incolumidade dos produtos em seu transporte, guarda e manutenção. A Figura 10 detalha essa organização da UE2022.

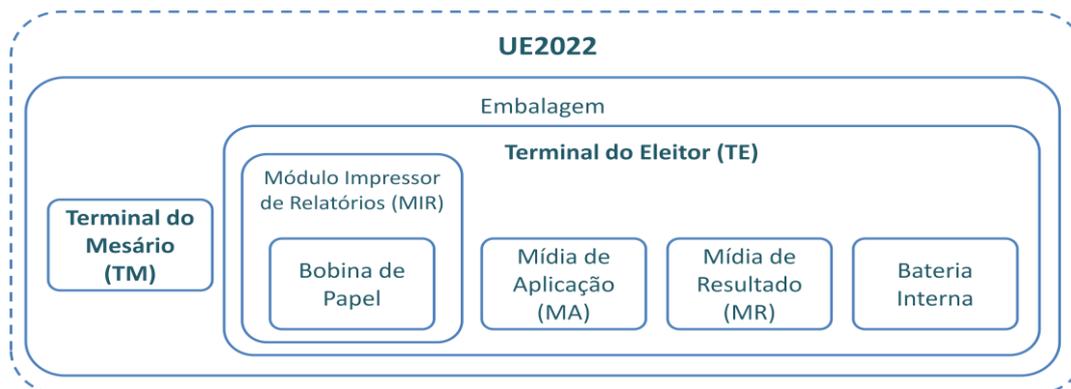


Figura 10 - Composição da UE2022

3. Adicionalmente, comporão o objeto a ser fornecido: Fornecimento de módulos sobressalentes (peças de reposição) e suprimentos; Fornecimento de projeto de embalagem; Documentação técnica e Garantia da UE2022; Kits de desenvolvimento de firmwares.

#### F.2. Justificativa para o parcelamento ou não da solução

1. Os objetos previstos para a contratação são:
  - 1.1. Produção e fornecimento de urnas eletrônicas (UE2022);
  - 1.2. Produção e fornecimento de embalagens para urnas eletrônicas (UE2022);
  - 1.3. Peças de reposição da UE2022;
  - 1.4. Desenvolvimento dos modelos da UE2022;
  - 1.5. Desenvolvimento de software básico da UE2022;
  - 1.6. Garantia das UE2022;
  - 1.7. Fornecimento de módulos sobressalentes;
  - 1.8. Fornecimento de suprimentos (Mídias de Aplicação – MA e de Resultado – MR);
  - 1.9. Elaboração de projeto para embalagem da UE2022;
  - 1.10. Elaboração de documentos técnicos de especificação da UE2022;
  - 1.11. Treinamento - kits de desenvolvimento de firmwares.
2. Entende-se que o fornecimento de todos os objetos deva ser feito por um único fornecedor, uma vez que todos os itens do objeto possuem ligação técnica intrínseca, e eventual problema em algum deles poderá comprometer o objetivo final de se obter um novo modelo de urna eletrônica para 2022.

3. As urnas são produtos que não existem no mercado, não estão no rol de mercadorias vendidas normalmente pelas licitantes, sendo projetos criados especificamente para a Justiça Eleitoral de acordo com as exigências do edital. Dessa forma, os modelos de engenharia, qualificação e produção são intimamente relacionados a um determinado modelo de urna, assim como o software básico, o kit de desenvolvimento de firmware e seu treinamento, a garantia, os módulos sobressalentes, e os suprimentos. Por fim, a documentação a ser elaborada simplesmente reflete as informações técnicas do projeto a ser desenvolvido.

4. Exemplificativamente, a produção dos módulos sobressalentes está intimamente relacionada com o projeto a ser desenvolvido, não havendo módulos disponíveis no mercado e tampouco fabricantes anteriores, sua aquisição em conjunto com a UE2022, é tecnicamente vantajosa e justifica-se pela necessidade de substituição de peças da UE2022 que não estejam cobertas por garantia, de maneira a tornar, tempestivamente, as urnas operacionais.

5. Outro exemplo a ser citado é o treinamento dos kits de desenvolvimento de firmwares: sua aquisição em conjunto com a UE2022, é tecnicamente vantajosa e justifica-se pela necessidade de transferência de conhecimento sobre o processo de desenvolvimento de softwares embarcados, firmwares e drivers, bem como desenvolvimento e/ou alteração dos firmwares de módulos criptográficos das urnas eletrônicas UE2022.

6. Destaque-se que para a UE2020 foi exigido o projeto e amostras de cabinas de votação. Como a UE2020 é a primeira urna série com novo design, para a UE2022 será exigido que o design seja compatível com a cabina da UE2020, para padronizar e facilitar a aquisição de cabinas no futuro.

7. Ressalte-se, ainda, que a contratada será a responsável pelo projeto técnico da UE2022 e seu processo produtivo. Esse processo poderá trazer fragilidades ao produto caso haja o fracionamento do objeto para mais uma Contratada, transferindo, assim, o ônus da integração ao TSE, além de criar dependências logísticas a serem gerenciadas por ele. Já com a indivisibilidade dos itens do objeto, os testes funcionais serão executados na linha de produção com todos os módulos, sendo responsabilidade da Contratada o ônus de integração.

8. Por exemplo, considerando que o projeto dos moldes de injeção será de responsabilidade da Contratada e que eventuais ajustes no projeto mecânico podem ser necessários, a divisão do objeto entre mais de uma Contratada poderá implicar em problemas de encaixes dos módulos ou mesmo enredamento do papel das bobinas ao realizar impressão, além de implicar na logística de produção das urnas.

9. Em outra hipótese, caso as bobinas não sejam fornecidas juntamente com o módulo impressor de resultado (MIR), e apresentem falhas na conversão<sup>52</sup> da bobina, poderão gerar enredamento do papel se não forem adequadamente tensionadas quando reenroladas, tiverem rebarbas no corte lateral, tubete inadequado ou mal fabricado etc.

10. Do ponto de vista econômico, poderia ser viável a separação da fabricação das embalagens das urnas eletrônicas, nos moldes da separação já realizada para a fabricação das cabinas de votação. Contudo, tecnicamente não seria devido ao fato de as urnas necessitarem de estar armazenadas em suas embalagens durante a fabricação e entrega, sob pena de danificação do produto. Prova de sua importância se dará condicionando, no futuro edital, o início da fabricação das urnas à aprovação das embalagens em ensaios que comprovem sua capacidade de proteção da urna eletrônica.

11. Entende-se que eventual divisão da solução pouco afetaria a escala de produção. O maior prejuízo seria técnico, na interligação dos objetos.

---

<sup>52</sup> Conversão das bobinas é o processo onde a matéria prima (papel térmico em grandes bobinas) é convertida para pequenas bobinas do tamanho adequado, incluindo a personalização do verso do papel.

12. Não se vislumbra melhor aproveitamento do mercado ao dividir os objetos, uma vez que estes não existem e estão intimamente interligados tecnicamente. Também não se acredita haver aumento de competitividade uma vez que o risco de a integração de todos os objetos seria muito alto, devido ao grau de dependência técnica.

13. De toda maneira, para que não haja restrição à competitividade no certame, será permitida a possibilidade de formação de consórcios entre as empresas, assim como será regulada a possibilidade de subcontratação, conforme itens F.4 e F.5. Ademais, após a primeira produção da UE2022, os suprimentos passíveis de separação como embalagens ou bobinas serão adquiridos separadamente, tal como feito com os suprimentos para as urnas atuais.

14. Em atenção ao Acórdão nº 2.341/2016 – TCU, seguem informações complementares:

14.1. É tecnicamente viável dividir a solução? Não. Os produtos e serviços listados no item F.2.1 do ETP não são viáveis de serem adquiridos separadamente por possuírem total interligação. As urnas são produtos que não existem no mercado, não estão no rol de mercadorias vendidas pelas licitantes e são projetos criados especificamente para a Justiça Eleitoral de acordo com as exigências do edital. Dessa forma, os modelos são totalmente ligados às urnas, assim como o software básico. Intimamente relacionadas com o projeto a ser desenvolvido também estão a sua garantia, seus módulos sobressalentes e seus suprimentos. Assim como também depende do design da urna a ser desenvolvida o projeto das embalagens. Por fim, a documentação a ser elaborada simplesmente reflete as informações técnicas do projeto a ser desenvolvido.

14.2. É economicamente viável dividir a solução? Para os produtos e serviços elencados no item F.2.1 do ETP, seria economicamente viável a separação da fabricação das embalagens das urnas eletrônicas, nos moldes da separação já realizada para a fabricação das cabinas de votação. Contudo, tecnicamente não seria devido ao fato de as urnas necessitarem de estar armazenadas em suas embalagens durante a fabricação e entrega, sob pena de danificação do produto. Prova dessa necessidade é a previsão no cronograma que condiciona o início da fabricação das urnas à aprovação das embalagens nos testes do IPT.

14.3. Não há perda de escala ao dividir a solução? Acredita-se que a escala pouco seria afetada em eventual separação dos itens previstos no item F.2.1 do ETP. O impacto maior está na interligação técnica dos objetos.

14.4. Há o melhor aproveitamento do mercado e ampliação da competitividade ao dividir a solução? Não há melhor aproveitamento do mercado ao dividir os objetos uma vez que estes não existem e estão intimamente interligados tecnicamente. Também não se acredita haver aumento de competitividade uma vez que o risco de a integração de todos os objetos seria muito alto, devido ao grau de dependência técnica.

### F.3. Modalidade e tipo de licitação

1. O desenvolvimento da urna eletrônica como produto final, apesar de conter soluções disponíveis no mercado e utilizar padrões de desempenho, não se enquadra na definição de “bem comum”, como será exposto a seguir.

2. Em termos gerais, a urna eletrônica é construída para atender às funcionalidades de captação e apuração dos votos, garantindo-se a identidade do eleitor por meio da análise biométrica, sua habilitação para votar, além do sigilo e da integridade de seu voto.

3. A urna eletrônica está inserida em um sistema eletrônico mais complexo, que automatiza e assegura a integridade e autenticidade de todas as fases de uma eleição, em especial as candidaturas, o cadastro de eleitores, a totalização, a divulgação dos resultados.

4. Tal sistema informatizado para a captação de votos envolve **vários aspectos** que afetam diretamente o projeto da urna eletrônica, distanciando-a de um computador comum, apesar do uso de componentes de mercado para construção do produto final.

5. O **primeiro aspecto** envolve a **segurança do voto**, conferida pela garantia da integridade e do sigilo do voto.

6. Ocorre que a segurança do voto não consiste em uma segurança usual de mercado, em que um equipamento eletrônico garante integridade e autenticidade dos dados. Isso porque se trata de um equipamento que deve impedir qualquer influência externa, sejam outras nações ou grupos, com o intuito de adulterar a vontade expressada pelos eleitores brasileiros, garantindo-se a integridade e autenticidade dos votos.

7. Para isto, a urna eletrônica possui mecanismos de criptografia em software e hardware muito superiores aos disponíveis em equipamentos de mercado, desenvolvidos especificamente para ela, como exposto a seguir.

7.1. Desde a primeira urna eletrônica, são utilizadas bibliotecas criptográficas desenvolvidas pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento para a Segurança das Comunicações (CEPESC), órgão ligado à Agência Brasileira de Inteligência (Abin) e responsável pelo desenvolvimento de criptografia de Estado.

7.2. Até a urna modelo 2008, a segurança era baseada essencialmente em *software*. A partir da urna modelo 2009, foi desenvolvida uma arquitetura de *hardware* inovadora, exclusiva para a urna eletrônica brasileira e classificada como T-DRE, ou *Trusted Direct Recording Electronic*, com conceito posteriormente apresentado e publicado em artigo<sup>53</sup> na Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC) em 2010.

7.3. Esse novo conceito criou uma plataforma computacional confiável, composta principalmente por *hardware* e *firmwares* específicos, responsáveis por auditar o processamento principal da urna e assegurar que a comunicação entre a urna e seus periféricos fosse totalmente confiável. Esse conceito foi aperfeiçoado e resultou na arquitetura implementada nas urnas eletrônicas modelo 2010 (UE2010) em diante<sup>54</sup>.

7.4. As urnas passaram, então, dos modelos mais antigos com uma única unidade de processamento da plataforma x86 (até UE2008), para um equipamento que acrescentou além do processador x86, quatro outros processadores da plataforma ARM<sup>55</sup>, com *firmwares* criptográficos. Pode-se afirmar, então, que a arquitetura atual da urna é uma plataforma computacional com pelo menos cinco processamentos independentes e com funções específicas para a votação.

7.5. A figura abaixo descreve a arquitetura típica de um *notebook* de mercado que, embora tenha um circuito com capacidade criptográfica chamado *Trusted Platform Module* (TPM), não é suficiente para atendimento dos requisitos de segurança da urna.

---

<sup>53</sup><Gallo, Roberto; Kawakami, Henrique; Dahab, Ricardo; Azevedo, Rafael; Lima, Saulo; Araujo, Guido. (2010). T-DRE: a hardware trusted computing base for direct recording electronic vote machines. ACSAC'10, 2010, Austin, Texas USA, disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1920261.1920291>>

<sup>54</sup> Alterações foram realizadas na arquitetura, principalmente a mudança de interfaces e a implementação de impressão autenticada na impressora de relatórios.

<sup>55</sup> Os processadores ARM são utilizados como processadores adicionais ao processador principal, este x86. Os processadores ARM executam *firmwares* criptográficos para as funções definidas pelo TSE na arquitetura de segurança da urna. Como sua relação com o software básico é feita por meio do processador principal, sua utilização não impacta o software desenvolvido para x86.

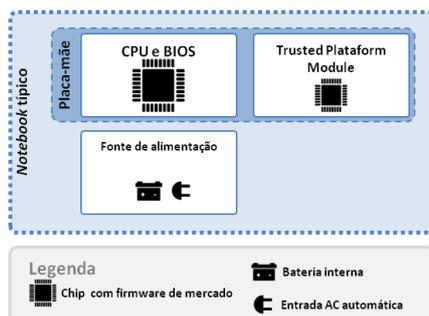


Figura 11 - Arquitetura típica de um notebook de mercado

7.6. Em contrapartida, a urna eletrônica possui chips com *firmwares* criptográficos<sup>56</sup> (Figura 12): na placa-mãe (Módulo de Segurança Embarcada – MSE, antigo *Main Secure Device – MSD*), responsável pela cadeia de segurança e como *token* criptográfico; na impressora de relatórios (Módulo Seguro de Impressão - MSI), responsável pela autenticação dos dados enviados pela urna a fim de evitar que um Boletim de Urna possa ser alterado em uma impressora adulterada; no teclado do eleitor (Módulo de Segurança do Teclado do Eleitor - MSTE), responsável pela cifração no percurso dos dados digitados pelo eleitor no teclado até a placa-mãe, de maneira que o sigilo do voto não seja quebrado por algum dispositivo do tipo “chupa-cabra”; no Terminal do Mesário, para cifrar as informações digitadas pelo mesário a fim de evitar a gravação de números de título de eleitor no canal de comunicação.

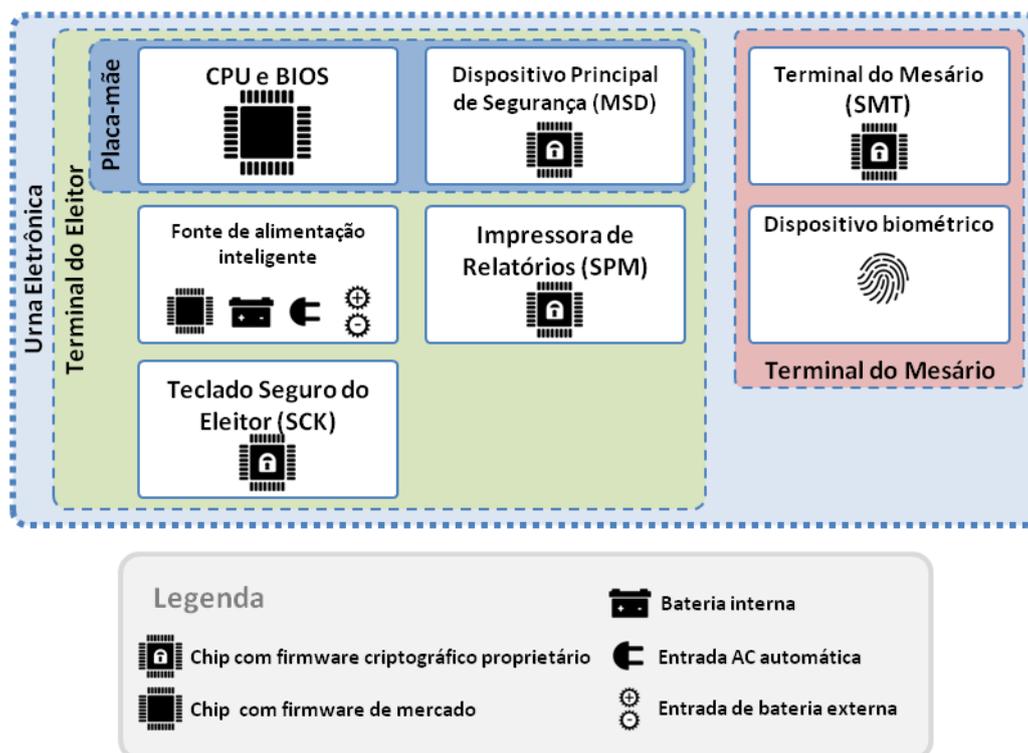


Figura 12 - Arquitetura geral da urna eletrônica

7.7. O mais importante processador adicionado faz parte do chamado perímetro criptográfico e foi denominado como MSE. O MSE é responsável por duas funcionalidades principais: **token criptográfico** e **cadeia de segurança de inicialização**.

<sup>56</sup> Devido à primeira implementação e à uma prática de programação, os dispositivos foram denominados em inglês, embora tenham sido projetados exclusivamente para a urna eletrônica.

a) Como **token criptográfico**, provê uma base para que um sistema exclusivo da urna, essência do conceito de T-DRE criado para a urna brasileira, seja possível: a **cadeia de segurança de inicialização**. Nessa funcionalidade, antes de a urna eletrônica inicializar seu sistema básico, o *Basic Input Output System (BIOS)*, o MSE verifica a assinatura digital do *BIOS*, a fim de se garantir que esta é exatamente a versão oficial e assinada digitalmente na sala cofre do TSE. Confirmada a autenticidade do *BIOS*, o MSE ligará efetivamente a urna eletrônica, permitindo sua inicialização e tendo início as etapas subsequentes da **cadeia de segurança da inicialização**, como verificação da autenticidade do *Master Boot Record (MBR)* da mídia de inicialização e da autenticidade do Sistema Operacional da urna.

b) Destaque-se, contudo, que embora os editais passados e o presente projeto contemplem requisitos a serem atingidos, a arquitetura de segurança da urna é um conceito que pode ser implementado de diferentes formas, desde que atenda a determinados requisitos e premissas, além de necessitar de acompanhamento e aprovação do TSE durante seu desenvolvimento. Os requisitos, padrões e metodologias descritos são específicos da solução e não usuais de mercado. Portanto, o atendimento dessas exigências dependerá da capacidade intelectual de quem a implementará, não sendo apenas uma execução mecânica do projeto para resultar em uma urna com segurança satisfatória.

c) Os demais processadores adicionados, indicados na Figura 12, representam dispositivos criptográficos nos equipamentos periféricos da urna, responsáveis ou por autenticação da comunicação, no caso da impressora de relatórios, ou por proteger a comunicação entre a placa-mãe da urna e os periféricos de cópia ou adulteração de dados sensíveis. É o caso, por exemplo, do teclado do Terminal do Eleitor. Para evitar que um dispositivo capture as teclas digitadas e, conseqüentemente, quebre o sigilo do voto, há um perímetro criptográfico resinado no teclado, com um processador ARM e um gerador de números verdadeiramente aleatórios (True Random Number Generator - TRNG) que asseguram que haja uma comunicação cifrada de alta segurança entre o teclado e a urna.

d) Tais características demonstram que a segurança em *hardware* e *firmware* da urna eletrônica não é usual, mesmo utilizando-se parcialmente padrões disponíveis em mercado para sua concepção.

e) Além dos dispositivos de segurança concebidos especificamente para a urna, os algoritmos utilizados são superiores aos normalmente utilizados no mercado. Desde as urnas modelo 2009, são utilizados algoritmos de curvas elípticas com 521 bits. A maioria dos sistemas de segurança de mercado utilizam algoritmos RSA de até 4096 bits, sendo normalmente o mais utilizado o RSA de 2048 bits (exemplo da criptografia do *home banking* do Banco do Brasil). Uma curva elíptica de 521 bits equivaleria a um RSA de aproximadamente 15.000 bits (implementação inexistente para algoritmos RSA). A partir da urna 2020, será empregado o algoritmo de curvas elípticas de Edwards E-521, em substituição ao de curvas de Weierstrass P-521, empregado nos modelos 2009 a 2015, conforme abordado no item B.2.3.2.10 deste documento.

8. O **segundo aspecto** é a **resiliência ao meio**, que consiste na adaptação do equipamento ao meio. Esse aspecto influencia diretamente diversos requisitos da urna, principalmente a simplicidade no uso, autossuficiência e independência da decisão do mesário ou operador.

8.1. A urna eletrônica possui uma espécie de *no-break* integrado que permite sua utilização com bateria externa, com tensões variadas de energia elétrica e ainda realiza um microprocessamento para tomar diversas decisões em relação à alimentação da urna de maneira automática. Esses requisitos de alimentação conferem à urna a adaptação a qualquer ambiente, desde uma aldeia indígena até uma sala de aula em colégio de uma grande cidade. A automação das decisões é algo necessário em toda a urna, para mitigar a necessidade de treinamento do mesário como também os problemas relacionados a decisões inadequadas no dia da votação.

8.2. Sob outro aspecto, sendo a urna um equipamento de segurança, esta possui diversos sensores que devem avisar ao seu *software* de que alguma providência seja tomada automaticamente caso algo aconteça (falta de energia elétrica, retirada de uma impressora, chave desligada, papel atolado, abertura de tampa etc.).

8.3. No caso específico da alimentação elétrica, a urna eletrônica possui uma fonte de alimentação inteligente, com precedência de fontes de energia, gestão de tensão para a impressão com bateria interna, aviso ao sistema em caso de desligamento para que os dados e votos sejam salvos antes da urna ser desligada, entre outros;

8.4. Embora tais elementos e funcionalidades sejam encontrados em diferentes equipamentos no mercado, a composição de todos eles em um único equipamento envolve desafios técnicos. Tais desafios são a conciliação e adoção de técnicas distintas para resolver relações de compromisso (*trade-off*).

8.5. O maior exemplo de *trade-off* da urna é a gestão de energia, que consiste na autonomia da urna em relação a seu consumo com funcionamento normal.

8.6. Cite-se o item que mais consome energia em uma urna eletrônica, a impressora de relatórios. Por ser de tecnologia térmica<sup>57</sup>, o consumo desse tipo de impressora é proporcionalmente maior que o dos demais módulos da urna. Nessa tecnologia, quanto maior a energia aplicada ao papel, maior a densidade de impressão.

8.7. Ocorre que, no mercado, as impressoras alimentadas por baterias são utilizadas para serem portáteis, o que confere ao mecanismo baixa velocidade e qualidade de impressão, além de impressões geralmente curtas. No caso da urna eletrônica, ela deve ser capaz de imprimir relatórios extensos, mesmo na falta de energia elétrica.

8.8. Como exemplo, cada urna eletrônica deve imprimir a Zerésima, relatório que lista todos os candidatos carregados e que indica que há zero votos antes do início da votação. Em alguns estados e dependendo do número de candidatos e cargos da eleição, a Zerésima pode chegar a 6,5 metros<sup>58</sup>. Ao final da votação, é necessária a impressão do Boletim de Urna, em pelo menos 5 (cinco) vias obrigatórias e até 5 (cinco) opcionais. O Boletim de urna pode chegar a até 3,5m, totalizando 35 metros caso todas as vias sejam impressas. Essas impressões devem ser realizadas mesmo em caso de falta de energia elétrica.

8.9. Destaque-se que os relatórios impressos pela urna, a partir das Eleições 2016, passaram a possuir QRCode<sup>59</sup> para que os eleitores e fiscais de partido possam coletar os resultados das urnas com *smartphones*. Tais códigos exigem muito das impressoras, que necessitam de ainda mais energia para manter a legibilidade dos relatórios. Relembre-se que, quanto mais escura a impressão, maior a sensibilização do papel e melhor a qualidade de impressão e mais energia é necessária.

8.10. Assim, tem-se o mais importante desafio de engenharia no projeto da urna eletrônica. De um lado, quanto maior a energia aplicada, melhor a qualidade de impressão, mas maior o consumo de energia elétrica. De outro lado, quanto maior o consumo, menor a autonomia do equipamento sem energia elétrica.

---

<sup>57</sup> Outras tecnologias não são viáveis. A tecnologia matricial apresentava muitos problemas e foi abandonada na urna modelo 1996. Tecnologias que utilizam *ribbon* envolvem insumos e ainda poderiam quebrar o sigilo do voto (*ribbon* manteria a sequência impressa dos votos). A tecnologia a laser envolve fusão do toner e, conseqüentemente, um consumo maior que a tecnologia de papel térmico.

<sup>58</sup> Estimativa para as urnas do Estado do Rio de Janeiro, nas Eleições 2016, considerando o número de candidatos concorrentes.

<sup>59</sup> <http://www.tse.jus.br/eleicoes/eleicoes-antiores/eleicoes-2016/votacao-e-resultados/qr-code-no-boletim-de-urna-manual-para-a-criacao-de-aplicativos-de-leitura>

8.11. As técnicas empregadas para obter a melhor relação entre a energia aplicada na cabeça de impressão (diretamente proporcional à qualidade) e os demais consumos de energia, principalmente dos processadores da urna, demandam profundo entendimento de engenharia para que a urna funcione por muitas horas sem energia elétrica AC com a mesma qualidade, sem prejuízos à votação.

8.12. Na licitação da UE2015, por exemplo, foram testados como parte da proposta técnica dois modelos de engenharia, um de cada licitante. Ambos Modelos de Engenharia (ME) possuíam o mesmo processador, um Intel Atom Z510 de 1.1Ghz. O ME do Consórcio SmartPSE possuía bateria interna modelo Unipower UP1290, de 9Ah, com maior capacidade que a utilizada pela Procomp Indústria Eletrônica Ltda, modelo Unipower UP1270, de 7Ah. Embora tivesse maior capacidade de carga, o ME do Consórcio SmartPSE atingiu 8h21min de autonomia, enquanto o protótipo da Procomp atingiu 12h19min de autonomia. Além da menor autonomia, o modelo da SmartPSE não alcançou a densidade óptica mínima exigida de 1,12, a cada impressão, e de 1,17 na média das medições.

8.13. A Figura 13 demonstra a diferença entre densidades inadequadas nas duas impressões à esquerda, comparadas com densidades acima do limite mínimo, nas duas impressões à direita. A densidade é medida nos quadrados pretos impressos por cada amostra na licitação.

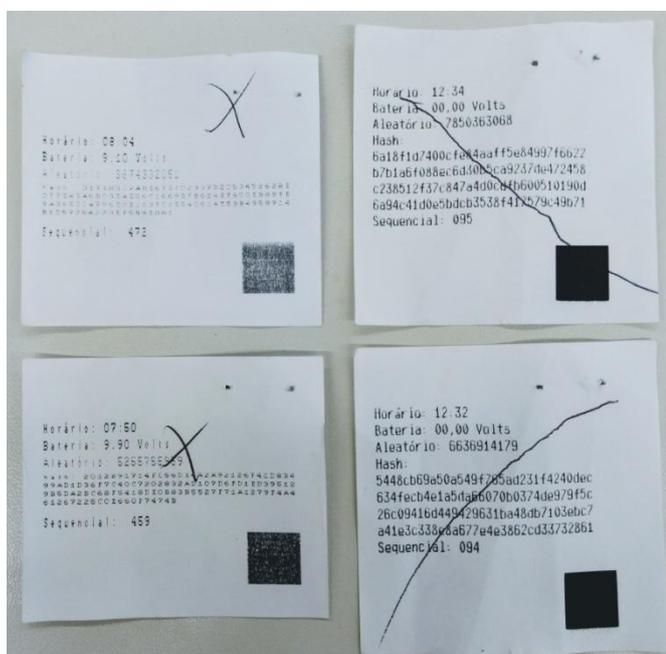


Figura 13 - Exemplos de impressão com densidades diferentes – Consórcio SmartPSE à esquerda e Procomp (Diebold) à direita.

8.14. Na licitação da UE2020<sup>60</sup>, o consórcio SMTT apresentou um processador de dois núcleos, Intel® Celeron™ N3350, que atingiu 18.411,1 interações por segundo por core, enquanto a licitante Positivo apresentou um Modelo de Engenharia com processador Intel® Atom™ x5-E3940, de quatro núcleos, com 28.987,5 interações por segundo. Ambas as licitantes apresentaram a mesma tecnologia de baterias, com a mesma capacidade de 9Ah, mas a autonomia do ME-UE2020 do consórcio SMTT foi de 12 horas e 41 minutos enquanto a da licitante Positivo foi de 14 horas e 18 minutos. Assim, o ME-UE2020 da licitante positivo apresentou 57% a mais de velocidade de processamento por núcleo, possuindo ainda quatro núcleos (contra dois núcleos do consórcio SMTT), com 12,7% a mais de tempo de autonomia, sob as mesmas condições de teste. Destaca-se que, em função da pontuação aplicada no Edital TSE nº 43/2019 (UE2020), as duas licitantes apresentaram nova tecnologia de bateria, de Lítio

<sup>60</sup> Conforme Pareceres CAT nºs 1238272/2020 e 1238273/2020 - COTEL/STI (documentos SEI nºs 1238272 e 1238273).

Ferro-Fosfato, que não necessita ser recarregada para não degradar e tem vida útil maior ou igual a 10 anos.

8.15. Em ambas as licitações, a partir dos requisitos mínimos do edital, cada licitante deveria passar por um teste de autonomia de bateria, onde a cada minuto deveria haver uma impressão e outras operações na urna que consumiam energia elétrica (leitura de biometria, utilização de display etc.). Na licitação da UE2015, o tempo mínimo a ser apurado era de 8 horas sem energia elétrica, sendo pontuadas autonomies superiores a 9 e 12 horas. Conforme regras do edital, algumas impressões eram separadas para testes de densidade de impressão, que deveriam atender a níveis mínimos de densidade (o papel térmico empregado foi o mesmo para as duas licitantes). De modo semelhante, na licitação da UE2020, autonomia mínima exigida era de 10 horas, sendo que havia uma pontuação de Eficiência de Consumo de Energia (EC<sup>61</sup>).

8.16. Essa diferença entre os protótipos nas duas licitações ilustra como a técnica aplicada diferencia a gestão de energia. Na licitação da UE2015, mesmo com o mesmo processador, com mecanismos impressores equivalentes e com bateria de maior capacidade, a eficiência energética do equipamento do Consórcio SmartPSE se mostrou bem inferior (47%) ao modelo da Procomp, com o agravante de o modelo SmartPSE não ter atingido a densidade mínima de impressão. Na licitação da UE2015, a pontuação relativa à Eficiência de Consumo de Energia aferiu a diferença de performance, mesmo o modelo ME-UE2020 da Positivo tendo maior velocidade de processamento<sup>62</sup>.

9. Portanto, nota-se que não há no mercado fonte de alimentação que atenda aos requisitos da urna eletrônica, nem placa-mãe que componha todos os requisitos, principalmente o MSE, que confere segurança específica à urna e atende a diversos requisitos de segurança exclusivos do TSE.

10. Pelo exposto, pode-se observar que há, no projeto da urna, uma predominância da intelectualidade dos projetistas. As especificações de densidade de impressão, de autonomia e de processamento, por exemplo, não são suficientes para que haja um produto aceitável, pois as diferentes técnicas empregadas pelos projetistas resultam em diferentes desempenhos, dependendo especialmente de sua *expertise*. Não há, portanto, como o objeto urna eletrônica ser projetado mecanicamente<sup>63</sup>, segundo protocolos, métodos e técnicas pré-estabelecidos e conhecidos.

11. O projeto, contudo, não envolve unicamente a intelectualidade envolvida no objeto a ser contratado. Após a contratação, há o desenvolvimento dos Modelos de Qualificação e Produção, acompanhado de perto pela equipe técnica do TSE, de maneira que o objeto seja aprimorado a fim de atender às necessidades da Justiça Eleitoral. Em tal desenvolvimento, outras soluções de compromisso são avaliadas e decididas em conjunto, para que o projeto mecânico, eletrônico e de segurança seja harmônico e confiável.

12. Na fase seguinte, há a produção, na qual vários requisitos de segurança e qualidade são verificados pela equipe do TSE e devem ser prontamente resolvidos pela Contratada. Esta, como projetista, deve possuir a experiência necessária para resolver eventuais problemas. Da mesma maneira, a manutenção também envolve conhecimento profundo do projeto desenvolvido para que falhas não aleatórias<sup>64</sup> possam ser detectadas e sanadas. O gráfico abaixo ilustra esse processo.

<sup>61</sup> Vide Anexo I ao Edital TSE nº 43/2019.

<sup>62</sup> Em geral, quanto maior a velocidade de processamento, maior o consumo de energia.

<sup>63</sup> No sentido do resultado ser uma consequência relativamente trivial das especificações.

<sup>64</sup> Qualquer equipamento pode apresentar falhas aleatórias. As falhas não aleatórias, contudo, são eventuais *bugs* de hardware/firmware ou erros de projeto, que configuram vícios de produto e podem impactar grandes quantidades de urnas.



13. Portanto, o aspecto de **segurança do voto** cria uma especificidade técnica não comum nos equipamentos eletrônicos por demandar a criação de um hardware de segurança dedicado e com regras específicas. O aspecto da **resiliência ao meio** exige um esforço da engenharia para adaptar soluções de mercado ou até mesmo iniciar projeto eletrônico novo de modo a contemplar as exigências principalmente relacionadas à tríade bateria, fonte de energia e impressão.

14. Diante do exposto, e, ainda, considerando-se o disposto no Art. 45, § 4º da Lei nº 8.666/93, entende-se que a modalidade adequada para aquisição da UE2022 é a **Concorrência** do tipo **Técnica e Preço**.

15. Para tanto, o projeto básico conterà as condições mínimas para atendimento das necessidades da Justiça Eleitoral, mas deixará espaço para a inovação por parte das empresas. Como exemplo, pode ser citado o design e a tecnologia da bateria. No primeiro caso, apenas o painel frontal tem os requisitos definidos, todo o restante há liberdade para as licitantes atuarem. Destaca-se que se pretende novamente adequar os requisitos aos critérios de pontuação, visando demonstrar a possibilidade inovação do equipamento a ser produzido, em atenção ao Acórdão 2605/2016 TCU – 1ª Câmara (SEI 143365, 196265).

16. Em relação ao peso atribuído para o fator “técnica” e o fator “preço”, entende-se que a adoção da modalidade do tipo técnica e preço, por si só, possibilita selecionar propostas de melhor qualidade, vez que o critério técnico passa a compor a nota final da proposta técnica. Assim, é aberta a possibilidade para que uma proposta de melhor técnica seja declarada vencedora, em que pese a possibilidade de sua proposta ser de maior custo.

17. Acerca disso, sobre a ponderação das notas, nos processos licitatórios que adotam o tipo técnica e preço, Marçal Justen Filho<sup>65</sup> esclarece que:

*A valoração da proposta técnica e o valor da proposta de preço deverão ser transformados em valores numéricos, produzindo-se a partir daí uma média. Existe uma margem de discricionariedade para a Administração dispor sobre isso no edital. Faculta-se que o edital inclusive reconheça importância maior para a nota técnica. Todavia, essa autonomia não autoriza reconhecer predominância tão intensa à nota técnica que a proposta econômica deixaria de apresentar relevância. **Em termos concretos, a solução mais equilibrada é reconhecer que a proposta vencedora será determinada por uma fórmula que reconheça peso igual para as notas técnica e de preço.** Pode-se admitir a atribuição de peso maior à nota técnica mediante justificativa adequada. Mas se afigura desarrazoado atribuir à nota técnica peso superior a 7 e à nota de preço peso inferior a 3.*

18. Assim, entende-se que o peso de 50% para cada fator, técnica e preço, estão adequados à seleção de fornecedor para a contratação pretendida.

<sup>65</sup> JUSTEN FILHO, Marçal. Comentários à [Lei de Licitações](#) e Contratos Administrativos. 17 ed. Rev. atual. e ampl. São Paulo: Revistas dos Tribunais, 2016, p. 995.

### F.4. Consórcio

1. Considerando as justificativas para o não parcelamento da solução, conforme item F.2, para que não haja restrição à competitividade no certame, será permitida a possibilidade de formação de consórcios entre as empresas, assim como será regulada a possibilidade de subcontratação.
2. Tal abordagem mostrou-se bem sucedida, pois, nas últimas quatro licitações de urna eletrônica houve a participação de consórcios.

### F.5. Subcontratação

1. Poderão ser subcontratados, além do fornecimento de embalagens, o transporte e seguro dos produtos contratados, mediante prévia comunicação ao TSE.
2. A possibilidade de subcontratação para esses itens justifica-se devido ao transporte, à produção de embalagens e ao seguro serem nichos de mercado específicos e pouco prováveis de serem atendidos por uma empresa de produtos eletrônicos, e poderem, de acordo com o cronograma de execução do objeto em tela, serem paralelamente executados por subcontratação.
3. Assim, espera-se que a possibilidade de subcontratação amplie as possibilidades de o mercado atender a demanda da Justiça Eleitoral.

### F.6. Critérios de habilitação técnica

#### F.6.1. Atestado de coordenação e responsabilidade de projeto técnico

1. Dada a complexidade do projeto da urna eletrônica, as indústrias capazes de elaborar um projeto técnico completo e personalizado, como é a urna eletrônica e como são diversos outros produtos, como ATMs, terminais lotéricos e terminais de cartão de crédito, há a necessidade de uma empresa que tenha total domínio do projeto da urna e de todos os seus detalhes.
2. Assim, é exigido um atestado de capacidade técnica comprovando que a licitante coordenou tecnicamente e foi responsável técnica, ainda que em parceria com outras instituições/empresas, de projeto similar, quanto às características técnicas, cujo resultado tenha sido a produção de, pelo menos, 40.000 (quarenta mil) produtos.
3. Essa exigência permite verificar a capacidade da licitante de conseguir projetar um equipamento de alta integração, que deve apresentar um funcionamento estável e harmônico entre os diversos elementos.
4. Também será destacado que será considerado como similar, exclusivamente, o desenvolvimento e a produção de **equipamento embarcado** que contenha, no mínimo, microprocessador, memória, dispositivo de armazenamento, teclado, display gráfico de vídeo e impressora;
5. Para não haver qualquer divergência quanto ao conceito de **equipamento embarcado**, será definido no Projeto Básico, como um equipamento embarcado aquele que confina, em um único equipamento, hardware e software computacionais combinados, destinado a realizar uma função dedicada (e.g. ATM - Automated Teller Machine, Terminal Financeiro Lotérico, máquinas portáteis de cartão de crédito/débito, urnas eletrônicas, coletores de dados com impressora).
6. Também será definido explicitamente o que não será considerado como similar: equipamentos embarcados de simples integração, tal como quiosques de autoatendimento montados a partir de módulos genéricos (e.g. CPU e monitor disponível no varejo). Também não serão considerados equipamentos embarcados com CPU customizável (eg. PLAs, FPGAs). Essa restrição é justificável porque uma simples integração de módulos com interfaces bem definidas não representa a arquitetura da urna eletrônica.

#### **F.6.2. Atestado para *serviço técnico de manutenção corretiva***

1. Em referência ao atestado de capacidade técnica de serviço de manutenção corretiva procura-se selecionar, minimamente, empresas com capilaridade de atendimento em todo o país. Essa capilaridade é importante, uma vez que, no período eleitoral, as urnas são distribuídas por todos os 5.570 municípios do país, de acordo com o IBGE, incluindo suas regiões de mais difícil acesso.
2. Nesse sentido, o quantitativo de 445 cidades corresponde a 8% do total de municípios. Ademais, a exigência de que as cidades sejam distribuídas por todas as regiões do país, incluindo as capitais, reforça a capacidade de capilaridade da empresa licitante.
3. Em relação à capacidade de atendimento pelo mercado, o TSE utilizou a publicação prévia das minutas do projeto básico, de modo que as empresas pudessem contribuir para melhor adequá-lo às condições de mercado.
4. Especificamente sobre este atestado, apenas uma empresa encaminhou sugestão. Em seu comunicado (1043263), a POSITIVO solicitou a retirada do quantitativo de cidades, que inicialmente era de 550 (10%), bem como a possibilidade de atendimento por filiais, por equipe técnica própria, ou empresa credenciada e autorizada pela licitante.
5. Ao analisar a demanda, entendeu-se pela redução do quantitativo de cidade de 550 (10%) para 445 (8%) e pela inclusão dos demais formatos de gerenciamento de pessoal por parte da empresa para prestação do serviço técnico.
6. Assim, acredita-se que o atestado de capacidade técnica de serviço de manutenção corretiva seleciona, de maneira ponderada, empresas com histórico de capacidade de execução do contrato a ser firmado com a Justiça Eleitoral, ao mesmo tempo que concilia o requisito de capilaridade com as características de atendimento do mercado.

#### **F.7. Critérios de pontuação técnica**

##### **F.7.1. Eficiência de consumo de energia utilizando a bateria interna (EC)**

1. Este critério de pontuação avalia quão eficiente é o projeto técnico na gestão da energia. A gestão da energia permeia a escolha de todos os componentes eletrônicos/mecânicos, como o processador central, o mecanismo impressor e a fonte de energia e, sobretudo a “inteligência” desenvolvida para balancear a relação bateria x consumo. A depender dos componentes escolhidos e como serão orquestrados, o projeto terá maior ou menor consumo de energia, o que impacta diretamente no projeto técnico da fonte de energia e na solução de bateria a ser escolhida.
2. As baterias podem variar de tecnologia e capacidade de carga. Historicamente, as baterias de chumbo-ácido possuem o menor custo em relação à capacidade de energia, mas tem como pontos negativos maior peso/volume, menor intervalo de recarga e menor vida útil. Entretanto, atualmente, acredita-se ser possível que haja, no mercado, soluções de bateria com tecnologia alternativa, por exemplo, lítio, que possuem capacidade de carga equivalente, com menor peso/volume, maior intervalo para recarga, e maior vida útil.
3. A avaliação da eficiência do projeto eletrônico se dará por meio de teste de autonomia, no qual o modelo de engenharia, até que se esgote sua bateria, deverá realizar impressão periódica, cujo o grau de qualidade de impressão (nível de preto) será avaliada. A empresa que possuir o maior tempo de autonomia, utilizando a bateria com menor carga e atendendo os requisitos de qualidade de impressão definidos, consegue demonstrar melhor técnica, pois apresenta a melhor gestão do consumo de energia do equipamento.

4. Componentes mais eficientes energeticamente tendem a ter um custo maior, mas, por demandarem menos energia, podem utilizar soluções de baterias de menor carga. Assim, o desafio para as empresas está em definir a melhor relação de gestão de energia do projeto com o seu custo.

### F.7.2. Capacidade de processamento da urna eletrônica (PROC)

1. Este critério de pontuação avalia a velocidade do processador central da urna eletrônica. A cada edição dos Testes Públicos de Segurança, melhorias são identificadas em especial quanto à segurança dos sistemas eleitorais. Invariavelmente, essas melhorias demandam mais capacidade do processador central.

2. A avaliação da capacidade de processamento será realizada por meio de teste de benchmark, CoreMark, assim como pela execução de tarefas pré-definidas pela Justiça Eleitoral, muitas delas relacionadas a execução de testes criptográficos.

3. Assim, processadores com mais capacidade de processamento tendem a atender melhor às necessidades da Justiça Eleitoral. Entretanto, uma maior capacidade de processamento demanda maior consumo de energia para funcionamento do processador. Neste ponto, este critério de pontuação se interliga com a eficiência de consumo de energia e a licitante tem de correlacionar o desempenho do processador com sua eficiência energética, além de seu custo.

### F.7.3. Intervalo de tempo para recarga da bateria (REC\_BAT)

1. Este critério de pontuação avalia as características de recarga da tecnologia de bateria do projeto. Esse intervalo é o tempo que a bateria necessita para que seja realizada recarga, sem que esta se danifique. Em geral, baterias de chumbo ácido possuem alta capacidade de fornecimento de energia a um custo relativamente baixo. Por outro lado, devido à sua característica de autodescarga, necessitam ser recarregadas periodicamente, para que não sofram o processo de sulfatação (conhecido em baterias automotivas como “colar as placas”). Nesse sentido, quanto maior for a necessidade de recarga periódica, maiores serão os custos de manutenção dessa bateria.

2. Por outro lado, também há um custo de manutenção associado à troca das baterias durante a vida útil da urna. As baterias de chumbo-ácido atualmente em uso têm vida útil média de 5 anos, demandando em média uma segunda bateria até o descarte da urna. Assim, quanto maior a vida útil média da bateria empregada no projeto, menores os custos de manutenção da urna.

3. Dessa forma, o fator REC\_BAT correlaciona dois parâmetros (intervalo de recarga e vida útil da bateria) permitindo novas tecnologias na urna. Cabe ressaltar que essa pontuação decorre da retirada da restrição de tecnologia da bateria que, para a UE2015 era exigida que fosse de chumbo-ácido. Espera-se que tecnologias como Lítio/Ferro/Fosfato possam ser empregadas.

4. Do universo de baterias no mercado, as propriedades que mais interessam à Justiça Eleitoral são a peso/volume, capacidade de carga, intervalo para e tempo de recarga, e vida útil. Dessas propriedades, o REC\_BAT avalia os três últimos. Essas variáveis têm relação direta com os custos de manutenção da solução durante seu ciclo de vida.

5. Considerando um limiar de tempo de recarga da bateria, tempo esse definido com base no desempenho exigido no contrato de manutenção preventiva das urnas, privilegia-se o maior intervalo de recarga e a maior vida útil da bateria.

6. Como a bateria é o elemento que sustenta o consumo de energia, este critério tem estreita relação com a eficiência de consumo de energia. Baterias com maiores intervalo para recarga e vida útil tendem a ter preço mais alto. Assim, as licitantes têm de avaliar, na escolha de sua solução de tecnologia, a relação de custo/benefício, considerando a gestão do consumo de energia do projeto.

### F.7.4. Padronização do Módulo de Segurança do Leitor Biométrico (MSLB) e área de aquisição da imagem da impressão digital (LB)

1. Este critério de pontuação avalia o leitor biométrico sob o ponto de vista de segurança e qualidade. Do ponto de vista de segurança, foi identificada a necessidade de criptografar a imagem da impressão digital coletada pelo leitor biométrico. Quanto à qualidade, uma maior área de coleta possibilita uma melhor comparação de minúcias da impressão digital e, conseqüentemente, aumenta a probabilidade de reconhecimento do eleitor.
2. A exigência de entrega da imagem da impressão digital criptografada pode ser atendida por meio de solução de mercado ou desenvolvida especificamente para o projeto. Soluções disponíveis no mercado tendem a ter uma manutenção mais facilitada, ao contrário de uma solução desenvolvida exclusivamente para a urna eletrônica. Quanto à qualidade, as licitantes podem avaliar a utilização de duas dimensões de área de coleta.
3. A avaliação será realizada por meio de análise da documentação técnica apresentada.

### F.7.5. A pontuação para o fator Modelo de Engenharia da UE2022 (ME)

1. Este critério de pontuação avalia a confiabilidade do Modelo de Engenharia, por meio dos períodos de manutenção nos testes da licitação. Quanto menos períodos de manutenção solicitados pela licitante, maior a demonstração de confiabilidade de seu Modelo de Engenharia, bem como da capacidade técnica e intelectual da licitante em desenvolvê-lo.

### F.8. Critérios de exigência de garantia técnica

1. O prazo de vigência contratual se estenderá até o fim da garantia técnica ou da garantia técnica estendida.
2. Em relação à garantia técnica, serão previstos os seguintes prazos:
  - A1.1 UE2022: 36 (trinta e seis) meses, contados da data de recebimento definitivo do último lote de UE2022, podendo a garantia ser estendida por mais 02 (dois) períodos de 12 (doze meses) cada;
  - A1.2 Baterias: 12 (doze) meses;
  - A1.3 Peças de Reposição e Suprimentos: 12 (doze) meses.
3. O prazo de garantia previsto para as UE2022 é o mesmo utilizado para os demais modelos de urnas eletrônicas adquiridos pelo TSE. Esse período pretende cobrir eventuais problemas decorrentes do cenário de utilização e armazenamento das urnas eletrônicas. Há que se considerar que as urnas eletrônicas são armazenadas e utilizadas em todo o território nacional e, conseqüentemente, serão submetidas às mais diversas condições ambientais (temperaturas extremas e instáveis, alta umidade, entre outras), e, apesar de terem sido projetadas para serem robustas e duráveis, poderá existir um percentual de falhas cujas causas são de difícil identificação.
4. Há que se destacar também a diferenciação do prazo de atendimento durante o período eleitoral. Em virtude da proximidade das Eleições, o prazo de atendimento dos chamados deverá ser reduzido de maneira que a maior quantidade possível de urnas esteja disponível para uso no pleito.
5. A possibilidade de extensão da garantia por mais dois períodos de 12 meses facultará ao TSE analisar, no cenário futuro, a conveniência de renovar a garantia ou realizar contratação específica para a manutenção do bem.
6. O prazo de 12 meses para garantia das baterias é o usualmente solicitado nas aquisições de urna eletrônica.

7. Em relação ao período de 12 meses para as peças de reposição e suprimentos, o prazo é o mesmo utilizado em contratações anteriores.

### F.9. Critérios de exigência de garantia contratual

1. As áreas competentes do TSE utilizarão os padrões do tribunal em relação à garantia contratual, considerando o objeto a ser contratado e o valor estimado.

### F.10. Publicidade, contribuições do mercado e Audiência Pública

1. De acordo com o andamento do processo, esta Equipe Técnica de Planejamento sugere que seja empregada abordagem semelhante de publicação de minutas do Projeto Básico e realização de sessões públicas, conforme realizado para a licitação da UE2020<sup>66</sup>.

2. Em seguida, com maior maturidade do Projeto Básico, seria realizada a Audiência Pública obrigatória<sup>67</sup>, em cumprimento ao disposto no art. 39 da Lei nº 8.666/1993, em função do preço estimado.

### F.11. Estratégia de gerenciamento de riscos

1. Os riscos relacionados à contratação da UE2022 serão gerenciados em todas as fases, incluindo o acompanhamento da contratação.

2. Para atendimento dos requisitos da IN01-2019, será elaborado e mantido atualizado um documento à parte, denominado Mapa de Gerenciamento de Riscos.

3. O modelo desse documento foi baseado no *template* disponibilizado pelo site de Governo Digital, disponível em <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/contratacoes/templates-e-listas-de-verificacao> que tem como referência o art. 38 da IN01-2019.

4. O gerenciamento de riscos permite ações contínuas de planejamento, organização e controle dos recursos relacionados aos riscos que possam comprometer o sucesso da contratação, da execução do objeto e da gestão contratual.

5. O Mapa de Gerenciamento de Riscos do modelo utilizado deverá conter a identificação e a análise dos principais riscos, consistindo na compreensão da natureza e determinação do nível de risco, que corresponde à combinação do impacto e de suas probabilidades que possam comprometer a efetividade da contratação, bem como o alcance dos resultados pretendidos com a solução de TIC.

6. Para cada risco identificado, define-se: a probabilidade de ocorrência dos eventos, os possíveis danos e impacto caso o risco ocorra, possíveis ações preventivas e de contingência (respostas aos riscos), a identificação de responsáveis pelas ações, bem como o registro e o acompanhamento das ações de tratamento dos riscos.

7. Como **exemplo**, parâmetros escalares podem ser utilizados para representar os níveis de probabilidade e impacto que, após a multiplicação, resultarão nos níveis de risco, que direcionarão as ações relacionadas aos riscos durante as fases de contratação (planejamento, seleção de fornecedor e gestão do contrato).

Classificação	Valor
---------------	-------

<sup>66</sup> Documentos e editais de sessão pública disponíveis em: <<http://www.tse.jus.br/transparencia/licitacoes-e-contratos/compras/audiencia-publica/coleta-de-sugestoes-para-especificacoes-da-urna-eletronica>>

<sup>67</sup> Os documentos relativos à Audiência Pública realizada para a Licitação TSE nº 43/2019 (UE2020) estão disponíveis em: <<http://www.tse.jus.br/servicos-judiciais/audiencias-publicas/audiencia-publica-UE2020>>.

Classificação	Valor
Baixo	5
Médio	10
Alto	15

8. A tabela a seguir apresenta a Matriz Probabilidade x Impacto, instrumento de apoio para a definição dos critérios de classificação do nível de risco.

Probabilidade (P)	15	75	150	225
	10	50	100	150
	5	25	50	75
		5	10	15
		Impacto (I)		

Figura 14 – Matriz Probabilidade x Impacto

9. O produto da probabilidade pelo impacto de cada risco deve se enquadrar em uma região da matriz probabilidade x impacto. Caso o risco enquadre-se na região verde, seu nível de risco é entendido como baixo, logo admite-se a aceitação ou adoção das medidas preventivas. Se estiver na região amarela, entende-se como médio; e se estiver na região vermelha, entende-se como nível de risco alto. Nos casos de riscos classificados como médio e alto, deve-se adotar obrigatoriamente as medidas preventivas previstas.

10. Tais ações preventivas serão detalhadas e acompanhadas durante as fases de planejamento, seleção de fornecedor e gestão do contrato.

11. No Poder Executivo, no âmbito da IN01-2019, o gerenciamento de riscos deve ser realizado em harmonia com a Política de Gestão de Riscos do órgão prevista na Instrução Normativa Conjunta MP/CGU nº 1, de 10 de maio de 2016.

12. No caso do TSE, foi aprovada a Portaria-TSE nº 784, de 20 de outubro de 2017, que dispõe sobre a sua Política de Gestão de Riscos. A partir dessa política, foi adotada uma metodologia para o Processo de Gestão de Risco, denominada PGRisco. A metodologia e a estrutura adotadas na gestão de riscos foram baseadas na ABNT NBR ISO 31000:2009 – Gestão de Riscos – Riscos e diretrizes e na publicação “Gerenciamento de Riscos Corporativos – Estrutura Integrada, expedido pelo *Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission (COSO)*).

13. Assim, a estratégia de gestão de riscos da aquisição da UE2022 utilizará o modelo do governo digital, conforme mencionado no item F.11.3, com os critérios de classificação de riscos do Manual de Gestão de Riscos do TSE<sup>68</sup>.

<sup>68</sup> Disponível em:

[http://intranet.tse.jus.br/menu\\_institucional/unidades/secretaria\\_modernizacao\\_gestao\\_estrategica\\_socioambiental/riscos/arquivos/ferramenta-para-gestao-de-riscos.pdf](http://intranet.tse.jus.br/menu_institucional/unidades/secretaria_modernizacao_gestao_estrategica_socioambiental/riscos/arquivos/ferramenta-para-gestao-de-riscos.pdf)

### G. Sustenção do Contrato

#### G.1. Recursos materiais e humanos necessários

1. Após a entrega das urnas eletrônicas pela contratada nos locais indicados pelo TSE, estas serão armazenadas pelos Tribunais Regionais Eleitorais, de acordo com a logística local, e passarão por procedimentos periódicos de manutenção preventiva e conservação. Os requisitos mínimos para estes procedimentos serão definidos pelo TSE, a partir de informações repassadas pela contratada, assim como para os demais modelos de urnas eletrônicas do parque da Justiça Eleitoral.
2. A conservação das urnas eletrônicas não é objeto da presente aquisição, sendo coberta por serviços contratados pelos Tribunais Regionais Eleitorais.
3. Ocorrendo problemas técnicos durante estes procedimentos preventivos, serão abertos chamados de garantia.

#### G.2. Continuidade do fornecimento da Solução de TIC em eventual interrupção contratual

1. Além da propriedade intelectual do projeto da nova urna, o TSE deverá exigir a documentação necessária para produção dos equipamentos, tendo como referência a documentação recebida durante o projeto FIT, conforme seção B.2.7.
2. Eventual interrupção contratual da fabricante das UE2022 poderá ter impacto em dois cenários. O primeiro é se a interrupção contratual ocorrer antes da entrega das UE2022 fabricadas. E o segundo, após a entrega das urnas.
3. No cenário de ocorrência de interrupção antes da entrega, o TSE poderá chamar eventual segunda colocada no certame. A principal restrição para essa situação seria o prazo de entrega a tempo de uso nas Eleições 2022. Caso não seja possível, haverá a necessidade de uso de urnas de reserva técnica do TSE combinado com a redução do número de urnas de contingência (aumentando o risco da eleição e o número de votações manuais) e uma maior concentração de eleitores por seção, reduzindo o número de seções eleitorais.
4. Caso a interrupção ocorra após a entrega das urnas, o impacto seria na garantia técnica. Nesse cenário, o TSE, de posse do projeto técnico, poderá contratar outra empresa para prestar esse serviço.

#### G.3. Atividades de transição contratual e de encerramento do contrato

1. As urnas deverão ser entregues nas capitais dos Estados e/ou nos locais previamente definidos pelo TSE.
2. Após o fim da produção, a empresa contratada deverá entregar ao TSE a documentação referente ao processo produtivo. Nessa documentação deverá constar, no mínimo: os dados da rastreabilidade dos módulos que compõem a urna, registros (*logs*) das etapas do processo produtivo (integração, RUN-IN, Controle de saída e Auditoria final do TSE), além dos dados para onde foram remetidos os lotes de urnas produzidos, conforme seção B.2.7.
3. Eventuais necessidades de alterações no projeto técnico apresentado na licitação durante a produção constarão da documentação final de produção.
4. Todos os refugos da produção, que contenham partes de segurança crítica da urna eletrônica, bem como etiquetas ou dispositivos identificadores únicos dessas partes, deverão passar por processo de descaracterização. Caso sejam reutilizadas, as partes que contenham gravados os firmwares, identificadores únicos ou chaves criptográficas deverão ser retiradas e destruídas, de modo irrecuperável.
5. Ao final da produção a Contratada deverá ter entregue todas as requisições de certificado de todas as placas-mãe, inclusive aquelas a serem utilizadas para substituir outras que venham a apresentar problemas.



#### G.4. Estratégia de independência do órgão com relação à empresa contratada

1. O TSE possuirá o direito de propriedade intelectual do projeto técnico e da urna produzida e exigirá a entrega de documentação técnica com todos os detalhes do produto.

#### H. Classificação orçamentária e fonte de recurso

1. Ação de Atualização e Manutenção do Sistema Eletrônico de Votação e Apuração

#### I. Declaração de viabilidade da contratação

##### I.1. Justificativa da solução escolhida

1. A demanda de aquisição de urnas eletrônicas para as Eleições 2022 decorre da necessidade de substituição das urnas modelo 2009 e eventual crescimento vegetativo, em complemento ao quantitativo a ser substituído na ARP TSE nº 53/2020. Assim, nas Eleições 2022 serão utilizados os modelos 2010, 2011, 2013, 2015, 2020 e 2022.
2. A UE2022 foi especificada para dar continuidade a uma nova geração de urnas eletrônicas, iniciada com uma nova especificação feita a partir da UE2020, incluindo novo design do equipamento, e que contempla diversas alterações para adequá-la às tecnologias atuais.
3. Ainda, em relação ao aprimoramento tecnológico, a segurança foi aprimorada com especificações semelhantes ao modelo 2020, mas evoluídas em relação ao modelo 2015, incluindo a exigência de certificação ICP-Brasil para possibilitar sua inserção em uma futura cadeia de certificação exclusiva da urna eletrônica, avaliada e auditada nos moldes definidos pelo Instituto Nacional de Tecnologia da Informação – ITI. Também foram aprimorados, desde o modelo 2020, características que trazem maior confiabilidade do teclado do Terminal do Eleitor e requisitos para auditoria forense da mídia interna da urna eletrônica, especificações estas avaliadas pelos peritos do Departamento de Polícia Federal.
4. Ademais, complementa a necessidade de aquisição de urnas eletrônicas o crescimento vegetativo do eleitorado brasileiro e do número de seções eleitorais a cada pleito.
5. A aquisição de urnas para substituir aquelas com 10 (dez) anos ou mais de uso justifica-se para manter a efetividade do atendimento ao eleitor. Destaca-se que o equipamento está na linha de frente do processo democrático, atendendo a 71%<sup>69</sup> da população brasileira. Sua adequação tecnológica e segurança, além de possibilitar a garantia do sufrágio universal, por meio do voto direto e secreto, com valor igual para todos, permitirá a implementação futura de novas funcionalidades para garantir maior conforto do eleitor e agilidade no processo de coleta e apuração dos votos. A agilidade na votação e apuração resulta em maior eficácia de todos os processos seguintes, tais como a transmissão, a totalização e a divulgação dos resultados. Antes do pleito, espera-se também que o melhor desempenho do equipamento resulte na menor necessidade de força de trabalho e, portanto, maior efetividade nos custos envolvidos.
6. Nesse cenário atual, considerando a previsão orçamentária mínima, o lote inicial de UE2022 está estimado em 40.000 unidades, considerando a disponibilidade orçamentária para o ano de 2021.

<sup>69</sup> Eleitorado de 150.519.635 eleitores em 06 de outubro de 2020 (fonte: Cadastro Nacional de Eleitores) e população estimada de 211.756.692 brasileiros, segundo estimativa da população pelo IBGE, publicada no Diário Oficial da União em 1º de julho de 2020 (fonte: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>).



7. Todavia, será acrescida de uma margem, totalizando um registro de preço de até **175.976** urnas eletrônicas para 2022, com o objetivo de garantir a quantidade necessária e flexibilizar qualquer quantidade adicional definida por estratégia da Administração do TSE.

## **I.2. Declaração de viabilidade da Contratação**

1. O presente Estudo Técnico Preliminar, elaborado pelos integrantes TÉCNICO e REQUISITANTE em harmonia com o disposto no art. 11 da Instrução Normativa nº 01/2019/SGD, considerando a análise das alternativas de atendimento das necessidades elencadas pela área requisitante e os demais aspectos normativos, conclui pela VIABILIDADE DA CONTRATAÇÃO - uma vez considerada sua necessidade e ainda os seus potenciais benefícios em termos de eficácia, eficiência, efetividade e economicidade. Em complemento, os requisitos macro listados atendem adequadamente às demandas formuladas, os custos previstos são compatíveis e os riscos identificados são administráveis, pelo que RECOMENDAMOS o prosseguimento da pretensão contratual.

2. À Comissão Técnica de Tecnologia da Informação para apreciação.

3. Em caso de aprovação pela CTTI, e diante da relevância da aquisição para a Justiça Eleitoral, sugere-se encaminhamento à Diretoria-Geral para avaliação e encaminhamento à Comissão Diretiva de Tecnologia da Informação para apreciação.

Thiago Fini Kanashiro  
Agel/DG – Integrante Requisitante

Rafael Fernandes de Barros Costa Azevedo  
Cotel/STI – Integrante Técnico

Ivanildo Soares Pereira  
SIPT/Cotel/STI – Integrante Técnico

Érika Cristine Viana Cardoso  
Segitec/Cotel/STI – Integrante Técnico

Luís Augusto Consularo  
Segele/Cotel/STI – Integrante Técnico

Adilson Martins dos Santos  
Seue/Cotel/STI – Integrante Técnico

Rodrigo Carneiro Munhoz Coimbra  
Sevin/Csele/STI – Integrante Técnico

Marcelo Trindade de Sousa  
Seare/Codaq/SAD – Integrante Administrativo

Diogo Do Ybiti Lopes Silveira  
Segesa/SMG – Integrante Socioambiental

### J. ANEXO I – Quantitativos dos objetos

#### 1. Produção dos Modelos de Design, Qualificação e Produção das UE2022

1.1. O modelo de Design corresponderá a 1 (uma) unidade prototipada. Esse quantitativo é suficiente para que o TSE avalie as características de design definidas nos desenhos técnicos 3D e, eventualmente, sugira alterações.

1.2. O quantitativo de modelos de qualificação (MQ) foi definido para permitir a realização de testes pelas equipes do TSE e do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI.

a) Deverão ser entregues 25 (vinte e cinco) Modelos de Qualificação com gabinete, 05 (cinco) dos quais deverão ser entregues sem resina nos módulos criptográficos;

b) Adicionalmente, deverão ser entregues:

b.1) 20 (vinte) displays do Terminal do Eleitor, 20 (vinte) displays do Terminal do Mesário, 20 (vinte) displays do Módulo de Segurança Embarcado, 20 (vinte) Módulos Impressores de Relatório, 20 (vinte) Leitores de Impressões Digitais, 20 (vinte) Mídias de Aplicação, 20 (vinte) Mídias de Resultado, 20 (vinte) baterias, 20 (vinte) fontes de alimentação, 20 (vinte) baterias do Relógio de Tempo Real, 10 (dez) Placas-mãe, 10 (dez) Placas de Fonte, 10 (dez) Placas do terminal do mesário, 20 (vinte) unidades de cada um dos tipos/valores/tensões de capacitores eletrolíticos utilizados na urna (fonte, CPU e TM);

b.2) 01 (uma) placa-mãe com o MSE resinado contendo o circuito TRNG;

b.3) 01 (uma) placa de CADA um dos periféricos contendo os módulos de segurança (MSTE resinado e com TRNG, MSIR e MSLB, resinados e com TRNG, se for o caso) e respectivos firmwares;

b.4) Kits de desenvolvimento de firmwares (e respectivos softwares) para cada um dos módulos de segurança (caso um kit abarque o desenvolvimento de firmware para mais de um módulo, haverá a redução proporcional na quantidade a ser entregue.

1.3. Serão fornecidos 10 (dez) Modelos de Produção para atender a seguinte distribuição:

a) 2 (duas) unidades para a AGEL;

b) 2 (duas) unidades para a COTEL;

c) 6 (seis) unidades para a CSELE;

d) Todas as unidades serão utilizadas para testes e/ou apresentações.

#### 2. Produção da urna eletrônica modelo 2020

2.1. Conforme abordado no item B.3.2, a definição do quantitativo de Mesas Receptoras de Votos é a base para o cálculo final de urnas necessárias a uma eleição. Tal quantitativo somente poderá ser definido após definições estratégicas do TSE e demais passos descritos no mesmo item.

3. Fornecimento de embalagens para acondicionamento e transporte da UE2022, incluindo o projeto técnico;

3.1. O quantitativo de 1 (uma) unidade para cada UE2022.

3.2. O projeto técnico da embalagem será fornecido para que o TSE tenha a autonomia para realizar a aquisição das embalagens posteriormente, sem depender da fabricante das urnas.

#### 4. Fornecimento de bobinas de papel

4.1. Cada urna eletrônica virá com uma bobina de papel.

### 5. Mídias de Aplicação (MA)

5.1. O quantitativo previsto para mídias de aplicação foi definido considerando os seguintes critérios descritos abaixo:

- a) A cada 50 urnas, se utilizará 1 (uma) mídia para uso na carga dos sistemas eleitorais.
- b) 10% do total para atender características logísticas dos regionais.
- c) 20% para contingência.
- d) 10% de mídia externa para cada ciclo eleitoral previsto durante a vida útil das UE2022 (6 Eleições), visando atender perdas, extravios e ou danificações.

### 6. Mídia de Resultado (MR)

6.1. Para as mídias de resultado, há diferença nos quantitativos e regras utilizadas pelo fato deste suprimento possuir utilização diferente das MA. As MR armazenam o resultado das urnas após encerramento das eleições e, por isso, são manipuladas por várias pessoas e tem índice de reposição maior. Dessa forma, as estimativas foram realizadas considerando-se:

- a) Uma segunda MR por urna para o 2º turno
- b) 10% do total para atender características logísticas dos regionais.
- c) 40% para contingência;
- d) 20% de MR para cada ciclo eleitoral previsto durante a vida útil das UE2022.

### 7. Treinamento - kits de desenvolvimento de firmwares

7.1. Deve contemplar 8 vagas para treinamento, com pelo menos 24 horas por pessoa, totalizando 192 (cento e noventa e duas) horas.

7.2. A quantidade de 8 vagas será distribuída entre as seções técnicas responsáveis pela especificação hardware, desenvolvimento do software e segurança nas urnas eletrônicas.

### 8. Fornecimento de módulos sobressalentes

8.1. Há que se considerar que a UE2022 possuirá design completamente diferente das urnas atuais, e que, por isso, não se possui histórico de demanda de substituição dos seus módulos pelos Tribunais Regionais Eleitorais. Entretanto, prevendo a necessidade de aquisição de algumas peças seja para análises ou para reposição futura, definiu-se percentuais para cada item, considerando o pedido máximo de 176.000 urnas, conforme tabela abaixo.

*Tabela 10 - Módulos sobressalentes (peças de reposição)*

Item	Descrição das peças de reposição das UE2022	Quantidade	%
1.	PEÇAS FUNCIONAIS		
1.1.	Placa-mãe	88	0,05%
1.2.	Fonte de alimentação	52	0,03%
1.3.	Display do Terminal do Eleitor	246	0,14%
1.4.	Terminal do Mesário completo	52	0,03%
1.5.	Módulo Impressor de Relatórios	158	0,09%
1.6.	Teclado	52	0,03%



1.7.	Display do TM com Touch	352	0,20%
1.8.	Leitor Biométrico	52	0,03%
1.9.	Cabo AC	158	0,09%
1.10.	Cabo de comunicação entre TE e TM	158	0,09%
2.	PEÇAS NÃO FUNCIONAIS		
2.1.	Conjunto Gabinete do Terminal do Eleitor*	264	0,15%
2.2.	Mecanismo de proteção física do Drive da Mídia de Aplicação	8.800	5,00%
2.3.	Mecanismo de proteção física do Drive da Mídia de Resultado	17.600	10,00%
2.4.	Mecanismo de proteção física da Bateria Interna	5.280	3,00%
2.5.	Mecanismo para proteção das interfaces de acoplamento do TE	1760	1,00%
2.6.	Conjunto Gabinete do Terminal do Mesário**	176	0,10%
2.7.	Conjunto de Pés de borracha do Terminal do Eleitor***	1.760	1,00%
2.8.	Conjunto de Pés de borracha do Terminal do Mesário****	1.760	1,00%
2.9.	Mecanismo de proteção física dos Bornes da Bateria	5.280	3,00%
2.10.	Mecanismo para proteção das interfaces de acoplamento do TM	1.760	1,00%
2.11.	Protetor do display do Terminal do Eleitor	8.800	5,00%
2.12.	Fio de nylon fixa tampa*****	52.800	30,00%