



Anexo Ia – Modelo de Engenharia

URNA ELETRÔNICA – UE2022

Sumário

A. Introdução	4
B. Manutenção	6
C. Testes de Autonomia	8
C.1. Carga da bateria	8
C.2. Testes de Autonomia	8
D. Testes de Fonte de Alimentação	15
D.1. Testes de não interferência de bateria descarregada, informação de controle da fonte ao software e de seleção automática de alimentação	15
D.2. Testes da fonte de alimentação – sobrecarga e inversão de alimentação externa CC	18
D.3. Testes de de sinalização da chave liga/desliga	19
D.4. Testes da fonte de alimentação – alimentação externa CA	19
D.5. Testes das saídas DC de 24 V e 12 V	20
E. Testes de Desempenho	20
E.1. Teste de latência do Touch Screen do Terminal do Mesário	20
E.2. Teste de latência do teclado do Terminal do Eleitor	22
E.3. Teste de performance de vídeo no Terminal do Eleitor	22
E.4. Teste de performance de vídeo no Terminal do Mesário	23
E.5. Teste de Scrolling do Display do MSE	24
E.6. Teste de Repetição de Teclas do Teclado do TE	24
E.7. Testes de Resolução dos <i>displays do TE e do TM</i>	24
E.8. Testes do dispositivo de leitura biométrica do TM	25
E.9. Teste de impressão de caracteres	26
E.10. Teste de impressão de imagem gráfica <i>bitmapped</i>	27
E.11. Medição de comprimento e largura de documentos impressos	28
E.12. Testes de impressão/leitura de códigos de barra/QRCode	30
E.13. Testes de funcionamento da impressora	31
E.14. Testes de capacidade de processamento do ME (PROC)	32
F. Testes de Segurança	32
F.1. Teste de Compilação Repetível do Firmware da placa-mãe	35
F.2. Teste de Verificação do Firmware da placa-mãe	36



F.3. Tempo de inicialização do sistema operacional	38
F.4. Teste de Verificação do <i>Loader</i> do <i>Kernel</i>	39
F.5. Teste de Verificação do <i>Kernel</i> de Teste	41
F.6. Tempo de cifração de blocos de dados	43
F.7. Tempo para assinatura de blocos de dados	44
G. Testes diversos	46
G.1. Testes de emissão sonora do TM	46
G.2. Testes de emissão sonora do TE	46
G.3. Teste de saída de áudio para fones de ouvido	47
G.4. Testes de controle de luminosidade do <i>display</i> do TE	47
G.5. Testes de controle de luminosidade do <i>display</i> do TM	48
G.6. Testes para determinação da capacidade de armazenamento da MI, MR e MA	48
G.7. Teste de retenção de data e hora	49

A. Introdução

1. O Modelo de Engenharia (ME) será inventariado, testado e avaliado pela Comissão de Assessoramento Técnico (CAT) da licitação, composta pela equipe técnica do TSE, após autorização da Comissão Permanente de Licitação (CPL), de acordo com os requisitos e testes dispostos neste Anexo.

2. Os testes serão realizados no Tribunal Superior Eleitoral, podendo o público acompanhá-los desde que observado o disposto no art. 4º, da Lei no 8.666/93, transcrito abaixo.

“Art. 4º Todos quantos participem de licitação promovida pelos órgãos ou entidades a que se refere o art. 1º têm direito público subjetivo à fiel observância do pertinente procedimento estabelecido nesta lei, podendo qualquer cidadão acompanhar o seu desenvolvimento, desde que não interfira de modo a perturbar ou impedir a realização dos trabalhos.

Parágrafo único. O procedimento licitatório previsto nesta lei caracteriza ato administrativo formal, seja ele praticado em qualquer esfera da Administração Pública.”

2.1. Para apoio na realização dos testes de qualquer requisito especificado neste projeto básico, o TSE poderá, a seu critério, solicitar avaliação de instituição pública apta a realizar teste de conformidade e certificação (ex. IPT, INPE, CTI etc.), assim como determinar que os testes previstos neste anexo sejam realizados em locais diversos da sede do TSE, às suas expensas.

3. Os dias e horários de realização dos testes serão definidos pela CPL, podendo ocorrer inclusive em fins de semana e feriados.

4. Antes do início dos testes, os Modelos de Engenharia e as peças a serem utilizadas em caso de necessidade de substituição serão inventariados pela CAT.

5. A ordem dos testes será definida pela Comissão de Assessoramento Técnico (CAT) e poderá ser diferente para cada licitante.

6. Cabe às licitantes estarem preparadas para a realização de todos os testes em todas as sessões públicas de análise das propostas técnicas;

7. Caso seja necessário, a CAT poderá operar/manusear o Modelo de Engenharia, sendo responsabilidade da licitante indicar procedimento que não danifique o ME.

8. Os circuitos eletrônicos das mídias a serem utilizadas nos testes elencados neste Anexo deverão estar protegidos por invólucro rígido.

8.1. A não obediência ao disposto no item 8 acarretará penalidade de 01 (um) período de manutenção.

9. Cabe a cada Licitante indicar à Comissão Permanente de Licitação, quando for arguida, os responsáveis e técnicos a serem credenciados para acompanhar os testes de todas as licitantes, sendo vedada a entrada de pessoas não credenciadas na área delimitada para a execução destes testes;

9.1. Para acompanhamento dos testes de seu Modelo de Engenharia, cada licitante poderá ter até 02 (dois) técnicos simultaneamente no ambiente de realização dos testes;

9.1.1. Mediante solicitação fundamentada, a CPL poderá autorizar técnicos adicionais ao previsto no item 9.1 no ambiente de realização dos testes;

9.2. A fim de se garantir o bom andamento dos testes, sem aglomeração de pessoas na área, será permitida a presença de apenas 01 (um) técnico de cada licitante para acompanhamento dos testes junto aos modelos de engenharia das demais licitantes;

9.2.1. Mediante solicitação com a respectiva justificativa, a CPL poderá autorizar, após avaliação, mais de um técnico para acompanhamento dos testes de empresa concorrente.

- 9.3. A substituição de técnicos previamente credenciados por outros igualmente credenciados, para acompanhamento dos testes da licitante concorrente ou de seus próprios, poderá ocorrer a qualquer momento, bastando o aviso a algum membro da CAT;
- 9.4. Técnicos adicionais poderão ser credenciados a qualquer momento, mediante solicitação e aprovação prévia da CPL;
- 9.5. A fim de se permitir que os técnicos das licitantes possam trabalhar regularmente, representantes da sociedade somente poderão acompanhar os testes fora da área delimitada para tal fim.
10. A CAT utilizará seus próprios instrumentos de medição, suficientes para formar sua convicção quanto ao atendimento dos requisitos da amostra definidos no Projeto Básico e seus anexos.
- 10.1. Inicialmente, está prevista a utilização dos instrumentos listados abaixo. Contudo, em caso de necessidade, outros equipamentos poderão ser utilizados.
- 10.1.1. Multímetro;
 - 10.1.2. Paquímetro;
 - 10.1.3. Densitômetro;
 - 10.1.4. Computador (diversos softwares serão instalados);
 - 10.1.5. Câmeras fotográfica e de vídeo;
 - 10.1.6. Smartphones;
 - 10.1.7. Espelho;
 - 10.1.8. Fone de ouvido;
 - 10.1.9. Varivolt;
 - 10.1.10. Fonte de alimentação DC.
- 10.2. Quando não houver critérios de arredondamento definidos neste Anexo, será utilizada a norma ABNT NBR 5891:2014 como critério de arredondamento para o número de casas decimais definidas no teste ou medição;
11. Todos os programas e dados necessários para a realização dos testes previstos são parte integrante do ME entregue, ou seja, deverão estar previamente carregados.
- 11.1. Qualquer carga adicional de programa ou de dados será considerada como procedimento de manutenção, para fins de contagem de pontos.
12. Não será admitido no Modelo de Engenharia componentes custom made do tipo componentes lógicos programáveis pelo usuário (Por exemplo: PLAs e FPGAs).
13. Não será permitida nenhuma atuação no ME após a sua instalação na área reservada para os testes sem prévia autorização da CPL;
14. Os testes de cada requisito serão considerados como encerrados se:
- 14.1. Forem aprovados;
 - 14.2. Continuarem como reprovados até exceder os Períodos de Manutenção (PM) restantes ou o número de tentativas definido no item.
15. Os testes considerados como encerrados não serão repetidos, exceto quando houver número de tentativas neles estabelecidos;

16. Em caso de reprovação do ME-UE2022, este será lacrado e guardado sob responsabilidade da CPL, para que os testes sejam retomados em caso de recurso acolhido contra a decisão que reprove o ME.
17. O Modelo de Engenharia da licitante vencedora permanecerá sob posse do TSE e poderá ser objeto de análise e testes após a assinatura do contrato.
18. Os Modelos de Engenharia das demais licitantes serão lacrados e deverão ser retirados em prazo a ser definido pelo TSE, após a homologação da licitação e se não houver qualquer recurso judicial ou perante o Tribunal de Contas da União que questione a licitação.

B. Manutenção

19. No caso de o ME sob teste necessitar de manutenção pela Licitante, serão observadas as seguintes regras:
 - 19.1. As manutenções serão realizadas no local reservado para tais procedimentos;
 - 19.2. Durante as manutenções poderão ser substituídos quaisquer componentes ou módulos, mas não será permitida a troca do ME-UE2022 trazido com a Proposta Técnica;
 - 19.2.1. Não será permitida a troca de componentes ou de placas por outros de especificação diversa do contido na proposta técnica;
 - 19.2.2. Constatada diferença na identificação dos componentes a serem empregados na manutenção, a Licitante deverá comprovar, com documentação técnica do fabricante, a equivalência da especificação;
 - 19.2.3. Os componentes ou materiais substituídos deverão ser entregues à CAT para identificação, lacração e guarda e não poderão ser reutilizados nos MEs;
 - 19.3. Após solicitação de manutenção pela licitante ou transcorridos vinte minutos após a paralisação do teste em virtude de pane no ME ou outro motivo que impossibilite seu prosseguimento, a área de manutenção será preparada, o ME para ela transportado e somente então será declarada a abertura da manutenção, com o respectivo início da contagem do tempo de manutenção;
 - 19.3.1. O limite de tempo para a licitante preparar sua área de manutenção será de 15 (quinze) minutos. A partir desse tempo, será iniciado a contagem do tempo de manutenção;
 - 19.3.2. A preparação para manutenção deverá permitir que a CAT ou outra equipe de apoio à licitação possa inventariar o que entra ou sai da área de manutenção, sendo que, a critério da CAT, poderá ser prorrogado o tempo de que trata o item 19.3.1.
 - 19.4. O tempo total de manutenção se dará da declaração de abertura da manutenção pela CAT até o momento em que a licitante declarar solucionado o problema;
 - 19.5. As manutenções serão contabilizadas em número de Períodos de Manutenção (PM), da seguinte forma: se o tempo de manutenção for entre 1s e 29 minutos e 59 segundos, conta-se 1 (um) PM; se o tempo de manutenção for entre 30 minutos e 59 minutos e 59 segundos, conta-se outro PM; se o tempo de manutenção for “n” minutos, o número de PM será igual a um mais a parte inteira da divisão “n”/30.
 - 19.6. O número máximo de PM permitidos para cada licitante será igual a 20 (vinte);
 - 19.7. Após iniciados os testes funcionais, será considerada como manutenção a atuação em qualquer parte do ME que não esteja prevista como procedimento de testes, tais como: substituição de componentes, conexão/desconexão não prevista e/ou alteração de software, excetuado o disposto no item 121.1.5.
 - 19.7.1. O teste em andamento será pausado e reiniciado após a manutenção efetuada pela licitante, salvo regras específicas de teste definidas no respectivo requisito.

19.8. A manutenção será realizada com a presença de no máximo 03 (três) pessoas credenciadas da licitante e 01 (um) representante de cada concorrente;

19.9. Não serão executados testes no ME que estiver em manutenção;

20. Cada manutenção do ME, durante a execução dos testes de avaliação, será controlada através da utilização da “Ficha de Controle de Manutenção” abaixo.

20.1. Os campos “Diagnóstico” e “Solução” serão obrigatoriamente preenchidos pela licitante cujo ME estiver em manutenção.

Ficha de Controle de Manutenção	
Licitante:	Intervenção nº
Manutenção:	Data: __/__/20XX Hora Início: __:__ Hora Término: __:__
TOTAL DE MINUTOS: _____	
Diagnóstico:	
Solução:	
Itens substituídos	
Observação:	



Técnico Responsável:	Nome:

	Assinatura:

Comissão/CAT:	

C. Testes de Autonomia

C.1. Carga da bateria

21. Objetivo: Preparar a bateria para o teste de autonomia com base no tempo de carga declarado pela licitante para pontuação.

22. Em preparação aos testes do Modelo de Engenharia, cada licitante deverá realizar os procedimentos abaixo listados:

22.1. Deverá utilizar bateria do mesmo modelo ofertado na proposta técnica, descarregada;

22.1.1. Para preparar a bateria e comprovar que a bateria está descarregada, cada licitante deverá instalar a bateria no seu respectivo ME e ligá-lo, cabendo à Comissão de Assessoramento Técnico (CAT) observar o acendimento do *led* indicativo de bateria em nível crítico do Terminal do Eleitor ou se o ME não liga. Após este procedimento, o ME será desligado;

22.1.2. Alternativamente, a licitante poderá medir a tensão da bateria para identificar seu nível de carga e, se achar conveniente, utilizar outro método de descarga até o nível que achar adequado para, então, realizar o procedimento descrito no item 22.1.1.

22.1.3. No procedimento do item 22.1.1, se ao ser conectada, o led indicativo de bateria em nível crítico já estiver aceso, a licitante poderá recarregá-la parcialmente até que o procedimento do item 22.1.1 possa ser realizado com o led apagado e, depois ser comprovada a descarga com o led de bateria crítica aceso. Nesse caso, se tal procedimento de recarga parcial levar mais que 01 (uma) hora, a licitante será penalizada em sua nota técnica na proporção de 01 (um) período de manutenção para cada hora ou fração excedente.

22.1.4. No procedimento do item 22.1.1, caso a bateria não esteja descarregada e leve mais de 01 (uma) hora para que o *led* indicativo de bateria crítica se acenda, a licitante será penalizada em sua nota técnica na proporção de 01 (um) período de manutenção para cada hora ou fração excedente;

22.2. Deverá realizar a carga da bateria com o ME desligado e conectado à rede de energia elétrica AC;

22.3. A bateria será carregada até atingir sua carga máxima (100%), conforme tempo informado na proposta técnica, independente do acendimento do *led* indicativo de carga total. Atingido este tempo, a bateria interna será retirada do ME, devidamente identificada e lacrada pela equipe do TSE, na presença dos licitantes, a fim de ser utilizada no Teste de Autonomia (subseção C.2).

C.2. Testes de Autonomia

23. Objetivo: Aferir a capacidade de a urna se manter funcional enquanto alimentada pela bateria interna.

24. Recursos, instrumentos e insumos:

- ME
- Cronômetro
- Régua
- Paquímetro
- Densitômetro
- Trena.

25. Procedimentos:

25.1. Os testes de autonomia compreendem o teste de autonomia em si, o teste de impressão de documentos e de verificação de *hash*, o teste de exibição de telas, o teste de leitura de densidade óptica e o teste de controle da fonte no funcionamento de *leds* indicativos do estado da bateria.

25.1.1. Estes testes não verificam a qualidade da imagem da digital capturada, nem a funcionalidade dos *leds* virtuais;

25.2. Para que os testes se iniciem:

25.2.1. O terminal do mesário deverá ter interface que emule as principais funcionalidades de um Terminal do Mesário de urnas de modelos anteriores, com teclado e um painel virtual que também simule os LEDs de Bateria Interna, Aguarde e Liberado, com as respectivas cores, semelhante ao da Figura 1 - Teclado e LEDs Virtuais do Terminal do Eleitor.

25.2.2. A não presença o falha dos leds na emulação de um Terminal do Mesário de urnas mais antigas (modelo 2015 ou anteriores) acarretará penalidade de 01 (um) período de manutenção, desde que em algum outro teste seja comprovada a capacidade de se mostrar, pelo menos, o controle via software, com demonstração no Terminal do Mesário, da sinalização de uso de bateria interna;

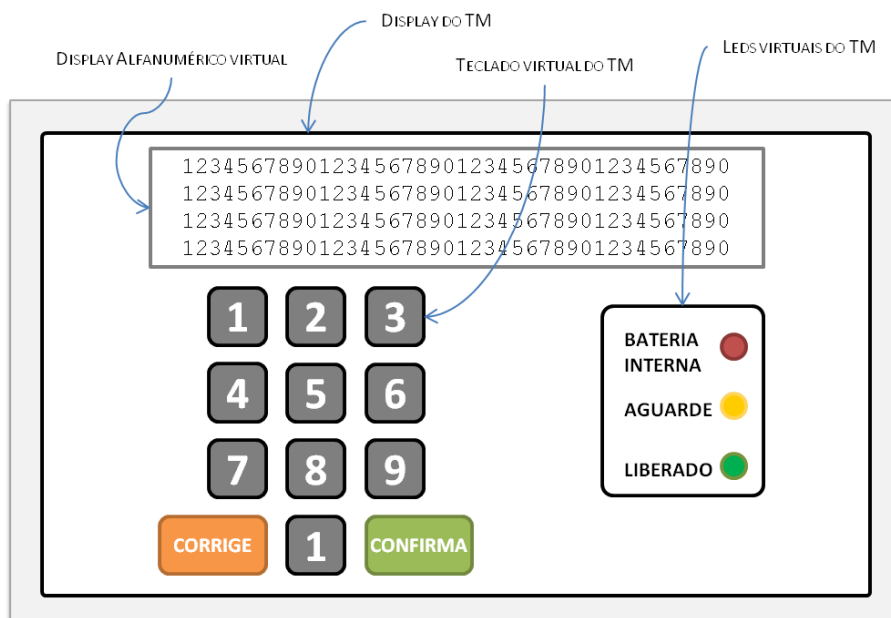


Figura 1 - Teclado e LEDs Virtuais do Terminal do Eleitor

25.2.3. A CAT fornecerá às licitantes bobina de papel térmico conforme as especificações exigidas no Anexo II.

25.2.4. As licitantes deverão instalar a bateria interna carregada (nos termos da subseção C.1) e a bobina de papel com a urna desligada e desconectada da alimentação AC.

25.2.5. As licitantes deverão possuir técnicos em número suficiente para realizar as atividades previstas nos itens 25.7.1.b), 25.7.1.c) e 25.7.1.d) (digitação e captura de digitais) durante todo o teste de autonomia.

25.3. O início do teste e o consequente início da contagem de tempo se darão quando a licitante acionar o botão liga/desliga do ME com este desconectado da rede AC.

25.4. Todas as interrupções durante o teste gerarão parada de contagem do tempo do Teste de Autonomia, bem como a retirada da bateria interna;

25.4.1. Será retomada a contagem do tempo do teste no momento que o ME é religado, após retornar ao estado operacional imediatamente subsequente ao da parada, devendo a bateria estar reinserida;

25.5. O término da contagem de tempo, e consequente encerramento do teste, se dará com a indicação de nível crítico da bateria;

25.5.1. Tal indicação deverá ocorrer por meio do led indicativo de bateria em nível crítico ou por mensagem no Terminal do Mesário;

a) Caso o ME desligue sem indicação de nível crítico da bateria, a licitante poderá solicitar manutenção para corrigir o problema, nos termos do disposto nas regras de manutenção.

b) Eventual manutenção na bateria interna não poderá aumentar sua capacidade de carga.

c) Se após a manutenção o ME não religar, este será desclassificado.

25.6. Eventual substituição da bateria interna, caso a licitante entenda necessário, somente poderá ser realizada antes de iniciado o Teste de Autonomia, não sendo permitida a substituição depois de seu início.

25.6.1. A bateria substituta já deverá estar descarregada ou descarregar em até 30 (trinta) minutos, para não atrapalhar o andamento dos trabalhos.

a) Caso demore mais do que os 30 minutos para descarregar, a licitante será penalizada em 01 (um) período de manutenção. Para cada hora além deste tempo, incidirá mais 01 (um) período de manutenção;

b) O tempo de carga da bateria substituta seguirá o estipulado nos itens 22.2 e 22.3.

25.7. Após o ME ser ligado e o sistema carregado, os seguintes procedimentos deverão ser executados a cada minuto, até o término do teste de autonomia:

25.7.1. De 0 (zero) até 20 (vinte) segundos, com tolerância de 02 (dois) segundos para mais ou para menos:

a) Apresentar o horário da urna em tempo real no formato HH:MM:SS no display alfanumérico virtual do TM;

b) Receber um número qualquer de 10 (dez) dígitos (digitado por um usuário), contendo todos os dígitos entre 0 (zero) e 9 (nove), através do teclado virtual no display do TM e apresentá-lo no display alfanumérico virtual, juntamente com a informação do item C.2.25.7.1.a). Este número deverá ser gravado na Memória de Resultado e na Mídia de Aplicação, numa pasta denominada "DIGITOSTM", junto com a data e hora em que foi digitado.

b.1) O software do ME deverá impedir a repetição de teclas e avisar, por meio de notificação na tela do TM, a ocorrência de tal fato;

- b.2) A CAT poderá, a qualquer momento, exigir que se teste a funcionalidade do impedimento de repetição de teclas.
- c) Capturar uma impressão digital e apresentá-la no display do TM durante um tempo mínimo de 02 (dois) segundos, em um retângulo com mesmas proporções do leitor ofertado e mostrando toda a imagem capturada.
- c.1) A altura deste retângulo deverá ter pelo menos 70% da altura da área visível do display do TM, semelhante ao apresentado na Figura 2;
- c.2) A imagem capturada deverá ser gravada na Memória de Resultado e na Mídia de Aplicação, numa pasta denominada “DIGITAISTM”, junto com a data e hora da captura;



Figura 2 – Imagem da impressão digital capturada

- d) Manter a representação de LEDs virtuais no display do TM os leds AGUARDE e LIBERADO do TM ligados e o led virtual BATERIA INTERNA piscando durante o tempo previsto no item 25.7.1;
- e) A não presença ou falha dos leds na emulação de um Terminal do Mesário de urnas mais antigas (modelo 2015 ou anteriores) acarretará penalidade de 01 (um) período de manutenção, desde que em algum outro teste seja comprovada a capacidade de se mostrar, pelo menos, o controle via software, com demonstração no Terminal do Mesário, da sinalização de uso de bateria interna;
- f) Durante esse período, a tela do Terminal do Eleitor poderá estar desligada.
- 25.7.2. De 20 (vinte) até 60 (sessenta) segundos, com tolerância de 02 (dois) segundos para mais ou para menos:
- a) Apresentar durante todo o intervalo do item 25.7.2, alternando a cada 10 (dez) segundos, com tolerância de 02 (dois) segundos para mais ou para menos, as telas abaixo, com as seguintes especificações:
- a.1) TELA 1: Apresentar no display do TE:
- a.1.1) em tempo real, o horário da urna no formato HH:MM:SS.
- a.1.2) atualizando a cada apresentação da TELA 1, a tensão da bateria interna no formato decimal “XX,XX Volts”.

a.1.3) um número aleatório de 10 dígitos gerado, pelo ME, a cada apresentação da tela.

a.1.4) A altura da fonte utilizada para apresentação das informações deverá ser no mínimo 30% da altura do display, na cor azul, e o restante do display deverá apresentar a cor branca.

a.1.5) A cada apresentação, essas informações deverão ser gravadas na Memória de Resultado e na Mídia de Aplicação, numa pasta denominada “DISPLAYTE”, no seguinte formato:

Hora Tensão Dígitos

HH:MM;XX,XX;YYYYYYYYYY

a.2) TELA 2: Receber um número qualquer de 10 (dez) dígitos (digitado pelo usuário), contendo todos os dígitos entre 0 (zero) e 9 (nove), através do teclado do TE e apresentá-lo no display, a cada tecla digitada. Este número deverá ser gravado na Memória de Resultado e na Mídia de Aplicação, numa pasta denominada “DIGITOSTE”, junto com a data e hora em que foi digitado;

a.2.1) A altura da fonte utilizada para apresentação das informações deverá ser no mínimo 30% da altura do display, na cor azul, e o restante do display deverá apresentar a cor branca.

a.2.2) O software do ME deverá impedir a repetição de teclas e avisar, por meio de notificação na tela do TE, a ocorrência de tal fato;

a.2.3) A CAT poderá, a qualquer momento, exigir que se teste a funcionalidade do impedimento de repetição de teclas.

a.3) TELA 3: Apresentar no display do TE uma imagem de resolução 1024 x 600, formato JPEG, a ser fornecida pelo TSE;

a.3.1) A imagem apresentada no display do TE deverá ser gravada ao final dos testes numa pasta denominada “IMAGETE”;

a.4) TELA 4: Receber um número aleatório de 10 (dez) dígitos (digitado pelo usuário), contendo todos os dígitos entre 0 (zero) e 9 (nove), através do teclado do TE e apresentá-lo no display, a cada tecla digitada. Esse número deverá ser gravado na Memória de Resultado e na Mídia de Aplicação, numa pasta denominada “DIGITOSTE”.

a.4.1) A altura da fonte utilizada para apresentação das informações deverá ser no mínimo 30% da altura do display, na cor azul, e o restante do display deverá apresentar a cor branca.

a.5) O número de telas não poderá ser maior que o previsto no subitem C.2.25.7.2.a).

a.5.1) Um número maior de telas acarretará penalidade de 01 (um) período de manutenção.

a.6) Durante o período do item C.2.25.7.2.a), a tela do Terminal do Mesário poderá estar desligada.

a.7) Imprimir um documento com:

a.7.1) O horário da impressão no formato HH:MM;

a.7.2) A tensão da bateria interna no formato decimal “XX,XX Volts”;

a.7.3) Um número qualquer (sorteado a cada impressão) de 10 dígitos e seu HASH (SHA-512) no formato hexadecimal (128 caracteres);

a.7.4) Um número sequencial para contagem de documentos impressos;

a.7.5) Um quadrado totalmente preenchido, na cor preta, com área mínima de 1,0 cm² ± 10%, com aferição da área feita da seguinte forma:

- a.7.5.1) Medição com paquímetro em mm (divisão do nônio de 0,02mm) das dimensões vertical e horizontal do quadrado, considerando duas casas decimais;
- a.7.5.2) Conversão para cm de cada medida;
- a.7.5.3) Multiplicação das medidas para encontrar área;
- a.7.5.4) Arredondamento para uma casa decimal conforme ABNT NBR 5891:2014;
- a.7.5.5) Exemplo 1 (aprovado): altura = 9,72mm; largura = 9,84mm → altura = 0,972cm; largura = 0,984cm → altura X largura = 0,956448 cm² → Arredondamento para 1 casa decimal = 1,0cm²;
- a.7.5.6) Exemplo 2 (reprovado): altura = 9,10mm; largura = 9,34mm → altura = 0,910cm; largura = 0,934cm → altura X largura = 0,84994 cm² → Arredondamento para 1 casa decimal = 0,8cm²;
- a.7.5.7) a CAT selecionará 03 (três) documentos impressos, à sua escolha, selecionados da seguinte forma: 1º entre a 1ª e a 3ª hora dos testes, 2º entre a 4ª e 6ª horas e 3º entre a 7ª e o fim dos testes;
- a.7.5.8) Serão realizadas 03 (três) medições em cada um dos documentos;
- a.7.5.9) A média das medições deverá ficar no intervalo citado no item C.2.25.7.2.a.7.5);
- a.7.5.10) Cada média das medições fora do intervalo citado no item C.2.25.7.2.a.7.5) acarretará em penalidade de (um) período de manutenção;
- a.7.6) O leiaute da impressão deve seguir o modelo abaixo:

```
Horário: HH:MM  
Bateria: XX,XX Volts  
Aleatório: 1234567890  
Hash:  
12b03226a6d8be9c6e8cd5e55dc6c792  
0caaa39df14aab92d5e3ea9340d1c8a4  
d3d0b8e4314f1f6ef131ba4bf1ceb918  
6ab87c801af0d5c95b1befb8cedae2b9  
Sequencial: 001
```



- a.7.6.1) O leiaute acima deve possuir 9 linhas impressas, da forma ilustrada acima,
- a.7.6.2) A fonte dos números e letras deverá ser do tamanho normal, a mesma utilizada no relatório do teste do item 106.1.1, assim como deverão ter o mesmo *leading* de uma linha impressa de tal relatório, ou seja a distância entre o *baseline* de uma linha e o *baseline* da linha seguinte.
- a.7.6.3) Caso os relatórios sejam impressos com linhas impressas com leiaute diferente do especificado na ilustração acima, mas ainda mantendo as 9 (nove) linhas impressas, haverá uma penalidade de 03 (três) períodos de manutenção.
- a.7.7) O documento deverá ser cortado ao término da impressão;

a.8) A cada hora de teste serão selecionadas aleatoriamente 03 (três) amostras do documento do item C.2.25.7.2.a.7) para medição da densidade óptica de impressão no quadrado e verificação do HASH do número aleatório impresso.

a.8.1) Serão realizadas 05 (cinco) medições em cada um dos documentos, utilizando-se densitômetro óptico;

a.8.2) A menor e maior medição de cada documento serão desprezados, e os valores remanescentes de cada documento devem ter no mínimo 1,12 e a média das três medições no mínimo 1,17.

a.8.2.1) Se pelo menos um dos limites mínimos determinados no item C.2.25.7.2.a.8.2) não for obedecido em uma determinada hora, haverá penalidade de (um) período de manutenção. Se em outra hora, outro limite mínimo não for obedecido, a penalidade será aumentada em progressão geométrica na razão 2;

Exemplo:

	Medições e média alcançadas?	Penalidade de em PMs	Subtotal PM
1ª hora	Sim		0
2ª hora	Não	1	1
3ª hora	Sim		1
4ª hora	Sim		1
5ª hora	Não	2	3
6ª hora	Não	4	7
7ª hora	Não	8	15
8ª hora	OK		15
9ª hora	Não	16	31
10ª hora	Não	32	63

a.8.2.2) O Densitômetro a ser utilizado será da marca X-Rite, modelo Exact Basic, com as seguintes configurações:

- Botão VT: desativado
- Condição de Medição: M0.
- Status da Densidade: ISO Status T.
- Base Branca de Densidade: Absoluta.
- Precisão da Densidade: Alta (x.xxx).
- Todas as Densidades: CMYK.2
- Densidade / VT: Chapada – Auto.
- Valor Tonal: Murray-Davies.

a.8.3) A conferência do HASH será realizada pela geração do HASH do número impresso em um software, verificando nas amostras selecionadas se o mesmo está igual ao da impressão. O HASH impresso deve ser igual ao HASH gerado no software.

a.8.3.1) Caso o HASH não seja igual, a licitante será penalizada em 01 (um) período de manutenção, para cada HASH incorreto.

26. Critérios de aprovação: aprovado se:

26.1. ME funcionar por mais de 10 (dez) horas;

26.2. Indicação de bateria em nível crítico quando a bateria atingir tal nível, seja por meio de acendimento de led vermelho ou por mensagem no Terminal do Mesário;

26.3. Atender ao determinado no item 25.7;

27. Número de tentativas: Autonomia de no mínimo 10 horas, com apenas 1 tentativa, outros testes de acordo com o disposto no item (ou conforme procedimentos nos testes).

D. Testes de Fonte de Alimentação

D.1. Testes de não interferência de bateria descarregada, informação de controle da fonte ao software e de seleção automática de alimentação

28. Objetivo: Verificar a capacidade de a fonte gerenciar automaticamente as diversas fontes de alimentação.

29. Recursos, instrumentos e insumos:

- Bateria interna utilizada no teste de autonomia;
- Fonte de alimentação externa CC;
- Cabo de conexão dos bornes do ME com a fonte externa (trazido pela licitante);
- Varivolt.

30. Resumo dos resultados esperados:

Tabela 1 – Resultados esperados testes de precedência de fonte

Teste	Situação			Resultado esperado								
	Rede AC conectada?	Bateria Externa conectada?	Bateria interna conectada?	Posição chave Lig./Desl. ME	Funcionamento ME	Indicação Fonte Energia no TE	Medição AC em Volts no TE	Medição Bat. Ext em Volts no TE	Medição Bat. Int. em Volts no TE	Led Rede AC	Led Bat. Ext.	Led. Bat Crítico
A	NÃO	SIM	SIM, bateria nível crítico	LIG.	LIG.	BAT EXT.	NÃO	SIM	-	DESLIG.	LIG.	LIG.
B	SIM	SIM	SIM, bateria nível crítico	LIG.	LIG.	REDE AC	SIM	SIM	-	LIG.	DESLIG.	LIG.
C	SIM	NÃO	SIM, bateria nível crítico	LIG.	LIG.	REDE AC	SIM	NÃO	-	LIG.	DESLIG.	LIG.
D	SIM	NÃO	SIM, carga normal	LIG.	LIG.	REDE AC	SIM	NÃO	SIM	LIG.	DESLIG.	DESLIG.
E	SIM	SIM	SIM, carga normal	LIG.	LIG.	REDE AC	SIM	SIM	SIM	LIG.	DESLIG.	DESLIG.
F	NÃO	NÃO	SIM, carga normal	LIG.	LIG.	BAT INT.	NÃO	NÃO	SIM	DESLIG.	DESLIG.	DESLIG.
G	NÃO	SIM	SIM, carga normal	LIG.	LIG.	BAT EXT.	NÃO	SIM	SIM	DESLIG.	LIG.	DESLIG.
H	SIM	NÃO	NÃO	LIG.	LIG.	REDE AC	SIM	NÃO	NÃO	LIG.	DESLIG.	DESLIG.
I	SIM	SIM	NÃO	LIG.	LIG.	REDE AC	SIM	SIM	NÃO	LIG.	DESLIG.	DESLIG.
J	NÃO	SIM	NÃO	LIG.	LIG.	BAT EXT.	NÃO	SIM	NÃO	DESLIG.	LIG.	DESLIG.

31. Procedimentos:

31.1. Teste A:

31.1.1. Conectar bateria interna descarregada e utilizada nos testes de autonomia ao ME;

31.1.2. Conectar a fonte externa CC ligada a um multímetro, regular para 12Vcc e ligar o ME;

31.1.3. Imprimir um relatório com leiaute igual ao ilustrado abaixo e coletar uma biometria;

```
1AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
2AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
3AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
4AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
5AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
```

31.1.4. Alterar a tensão da fonte externa para o limiar inferior de 10,5Vcc (aceitável até 11Vcc);

31.1.5. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.1.6. Alterar a tensão da fonte externa para o limiar superior de 15,0Vcc (aceitável a partir de 14,5Vcc);

31.1.7. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.1.8. Avaliar o resultado esperado para o **Teste A** conforme Tabela 1, que não deverá se alterar conforme passos anteriores;

31.1.9. Retornar a tensão da fonte externa CC para 12Vcc;

31.2. Teste B:

31.2.1. Conectar o ME à rede AC;

31.2.2. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.2.3. Avaliar o resultado esperado para o **Teste B** conforme Tabela 1, que não deverá se alterar conforme passos anteriores;

31.3. Teste C:

31.3.1. Com a bateria interna ainda em estado crítico¹ e com o ME ainda conectado à rede AC, desconectar a fonte externa CC do ME;

31.3.2. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.3.3. Avaliar o resultado esperado para o **Teste C** conforme Tabela 1, que não deverá se alterar conforme passos anteriores;

31.3.4. Aguardar a bateria interna carregar durante algum tempo (ex: 30 min) para o prosseguimento dos testes

31.4. Teste D:

31.4.1. Após verificado que a bateria interna se carregou e saiu do estado crítico, imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.4.2. Avaliar o resultado esperado para o **Teste D** conforme Tabela 1;

31.5. Teste E:

¹ Caso a bateria se carregue e saia do estado crítico, a CAT poderá, em conjunto com a equipe de engenharia da licitante, um procedimento para que se garanta o estado crítico da bateria para prosseguimento do teste.

31.5.1. Conectar a fonte externa CC ligada a um multímetro e previamente regulada para 12Vcc;

31.5.2. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.5.3. Avaliar o resultado esperado para o **Teste E** conforme Tabela 1;

31.6. Teste F:

31.6.1. Desconectar a fonte externa CC e a rede AC do ME;

31.6.2. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.6.3. Avaliar o resultado esperado para o **Teste F** conforme Tabela 1;

31.7. Teste G:

31.7.1. Conectar a fonte externa CC ligada a um multímetro e previamente regulada para 12Vcc;

31.7.2. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.7.3. Alterar a tensão da fonte externa para o limiar inferior de 10,5Vcc (aceitável até 11Vcc);

31.7.4. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.7.5. Alterar a tensão da fonte externa para o limiar superior de 15,0Vcc (aceitável a partir de 14,5Vcc);

31.7.6. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.7.7. Avaliar o resultado esperado para o **Teste G** conforme Tabela 1, que não deverá se alterar conforme passos anteriores;

31.8. Teste H:

31.8.1. Conectar o ME na rede AC;

31.8.2. Desconectar a fonte externa CC e a bateria interna do ME;

31.8.3. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.8.4. Avaliar o resultado esperado para o **Teste H** conforme Tabela 1;

31.9. Teste I:

31.9.1. Conectar a fonte externa CC ligada a um multímetro e previamente regulada para 12Vcc;

31.9.2. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.9.3. Alterar a tensão da fonte externa para o limiar inferior de 10,5Vcc (aceitável até 11Vcc);

31.9.4. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.9.5. Alterar a tensão da fonte externa para o limiar superior de 15,0Vcc (aceitável a partir de 14,5Vcc);

31.9.6. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.9.7. Avaliar o resultado esperado para o **Teste I** conforme Tabela 1, que não deverá se alterar conforme passos anteriores;

31.10. Teste J:

31.10.1. Alterar a tensão da fonte externa para 12,0Vcc;

31.10.2. Desconectar o ME da rede AC;

31.10.3. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.10.4. Alterar a tensão da fonte externa para o limiar inferior de 10,5Vcc;

31.10.5. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.10.6. Alterar a tensão da fonte externa para o limiar superior de 15,0Vcc;

31.10.7. Imprimir um relatório igual ao do item 31.1.3 e coletar uma biometria;

31.10.8. Avaliar o resultado esperado para o **Teste J** conforme Tabela 1, que não deverá se alterar conforme passos anteriores;

32. Critérios de aprovação: Aprovado se:

32.1. Forem observados os resultados esperados descritos para cada teste (A a J) na Tabela 1.

33. Número de tentativas: 03 (três).

D.2. Testes da fonte de alimentação – sobrecarga e inversão de alimentação externa CC

34. Objetivo: Aferir a capacidade do ME não danificar se submetido a tensões inferiores a 10,5VCC ou superiores a 15VCC e inversão de polaridade.

35. Recursos, instrumentos e insumos:

- Fonte de alimentação externa;
- Multímetro;

36. Procedimentos:

36.1. Ajustar a fonte de alimentação externa, conectada a um multímetro, para uma tensão de 12Vcc;

36.2. Ligar o ME (caso já não esteja ligado);

36.3. Conectar o cabo da fonte CC à entrada de bateria externa;

36.4. Variar a tensão de alimentação CC externa para 30,1V;

36.5. Imprimir um relatório igual ao do item D.1.31.1.3 e coletar uma biometria;

36.6. Variar a tensão de alimentação CC externa para uma tensão menor que 10,5V e maior que 0V (ex: 8V);

36.7. Imprimir um relatório igual ao do item D.1.31.1.3 e coletar uma biometria;

36.8. Retornar a tensão para 12Vcc;

36.9. Retirar o cabo da entrada de bateria externa do ME e reinseri-lo com polaridade invertida;

36.10. Imprimir um relatório igual ao do item D.1.31.1.3 e coletar uma biometria;

36.11. Variar a tensão de alimentação CC externa para 30,1V;

36.12. Imprimir um relatório igual ao do item D.1.31.1.3 e coletar uma biometria;

36.13. Variar a tensão de alimentação CC externa para uma tensão menor que 10,5V e maior que 0V (ex: 8V);

36.14. Imprimir um relatório igual ao do item D.1.31.1.3 e coletar uma biometria;

37. Critérios de aprovação: Aprovado se:

37.1. o funcionamento do ME não sofrer alterações;

37.2. o ME continuar funcionando com bateria interna ou alimentação AC;

37.3. o funcionamento do ME não sofrer alterações e a inversão de polaridade não cause danos.

38. Número de tentativas: 03 (três).

D.3. Testes de de sinalização da chave liga/desliga

39. Objetivo: Verificar o controle pela fonte da sinalização da chave liga desliga

40. Recursos, instrumentos e insumos:

- Cronômetro;

41. Procedimentos:

41.1. Após ligar a urna, entrar na opção do software que indique a posição da chave liga/desliga;

41.2. Efetuar a mudança de posição da chave Liga/Desliga e verificar a sinalização de mudança de posição da chave liga/desliga no display do TE;

41.3. Enviar comando de desligamento do ME via software e verificar seu desligamento;

41.4. Ligar novamente o ME;

41.5. Verificar o tempo configurado na fonte para desligamento automático sem sinalização de software;

41.6. Ajustar para um valor escolhido no momento, entre 1 segundo a 2 minutos²;

41.7. Mudar a posição da chave Liga/Desliga para a posição desligado e, concomitantemente, iniciar a contagem por cronômetro;

41.8. Aguardar a urna ser desligada no tempo determinado, via software.

42. Critérios de aprovação: Aprovado se:

42.1. O ME deve sinalizar corretamente na tela do TE a mudança da posição da chave Liga/Desliga;

42.2. O ME deve ser desligado via comando de software, independentemente da posição/estado da chave Liga/Desliga;

42.3. O desligamento deve ocorrer no tempo determinado pelo requisito.

43. Número de tentativas: 05 (cinco).

D.4. Testes da fonte de alimentação – alimentação externa CA

44. Objetivo: Verificar a capacidade de a urna permanecer em funcionamento e não ser danificada na faixa de mínima de 90VAC a 240VAC.

45. Recursos, instrumentos e insumos:

- Varivolt;
- Multímetro;

46. Procedimentos:

46.1. Ligar o Varivolt e ajustá-lo para uma tensão de 220V;

46.2. Conectar o ME ao Varivolt e ligar o ME;

46.3. Ajustar a tensão do Varivolt até o limite mínimo de 89VAC;

46.4. Imprimir um relatório igual ao do item D.1.31.1.3 e coletar uma biometria;

² Ficará a critério da licitante permitir a inserção em minutos e segundos (um campo pra cada) ou somente em segundos (ex: 1min56seg = 116seg).

- 46.5. Ajustar a tensão do Varivolt até o limite mínimo de 241VAC;
- 46.6. Imprimir um relatório igual ao do item D.1.31.1.3 e coletar uma biometria;
47. Critérios de aprovação: Aprovado se:
- 47.1. O funcionamento do ME não sofrer alterações;
- 47.2. LED indicativo de rede AC funcionar na faixa determinada no teste.
48. Número de tentativas: 03 (três).

D.5. Testes das saídas DC de 24 V e 12 V

49. Objetivo: Aferir a tensão e corrente disponíveis nas saídas DC de 24V e 12V.
50. Recursos, instrumentos e insumos:
- Multímetro com voltímetro e amperímetro;
 - Rede de 10 resistores de $120\Omega/10W/5\%$ ligados em paralelo (formando uma resistência de 12Ω);
 - Cabo para permitir ligação com os conectores DC do ME e “Jack” para pino banana (a ser fornecido pela licitante);
51. Procedimentos:
- 51.1. Saída DC acoplamento direito (24Vcc)
- 51.1.1. Medir a tensão com o multímetro e aferir se está dentro da faixa de $24V_{cc} \pm 25\%$;
- 51.1.2. Ligar em série com a saída DC, a rede de resistores e o amperímetro;
- 51.1.3. Medir a corrente, que deverá ser adequada ao cálculo da lei de Ohm com base na tensão medida e na medição da resistência da rede de resistores;
- 51.2. Saída DC acoplamento esquerdo (12Vcc)
- 51.2.1. Medir a tensão com o multímetro e aferir se está dentro da faixa de $12V_{cc} \pm 25\%$;
- 51.2.2. Ligar em série com a saída DC, a rede de resistores e o amperímetro;
- 51.2.3. Medir a corrente, que deverá ser adequada ao cálculo da lei de Ohm com base na tensão medida e na medição da resistência da rede de resistores;
52. Critérios de aprovação: Aprovado se:
- 52.1. Se a tensão e corrente estiverem de acordo com os valores e tolerâncias.
53. Número de tentativas: 03 (três).

E. Testes de Desempenho

E.1. Teste de latência do Touch Screen do Terminal do Mesário

54. Objetivo: Verificar a velocidade do tempo de resposta do *touch screen* do TM.
55. Recursos, instrumentos e insumos:
- Câmera fotográfica ou de ação (ex: GoPro) com tripé;
 - Espelho;
 - Software de edição de imagem;

- Computador (diversos softwares instalados);

56. Procedimentos:

56.1. Posicionar câmera para filmagem do ato de apertar a tecla virtual do TM do ME, de maneira que haja visualização concomitante da superfície do touch screen e do feedback visual da tecla virtual.

56.2. Tal posicionamento será feito com a ajuda de um espelho, conforme Figura 3;

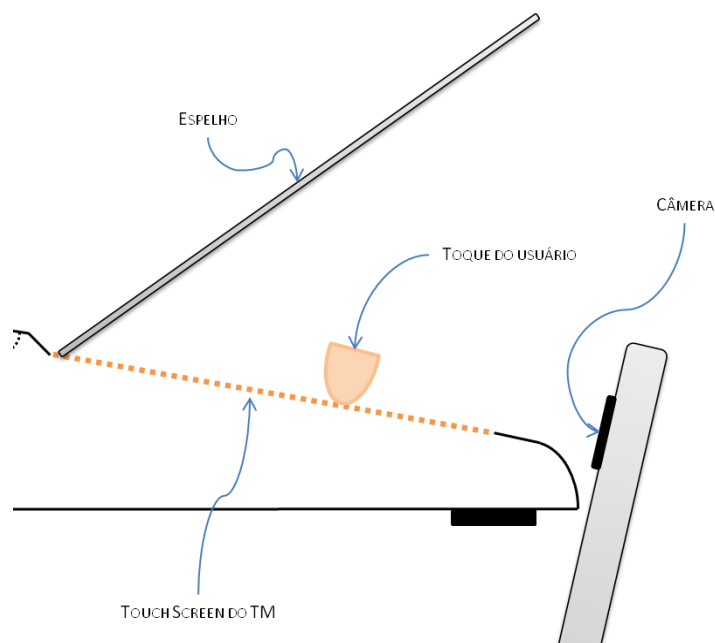


Figura 3 – Esquema ilustrativo do teste da latência do TM

56.3. O usuário apertará a tecla e, ao retirar o dedo (release), serão contados a partir do vídeo resultante quantos frames serão necessários até que apareça o feedback visual no Terminal do Mesário;

56.4. Para fins de aferição serão contados frames completos, inclusive o primeiro frame em que não há mais contato físico do dedo do usuário com a superfície do touch screen do TM e, incluindo o frame correspondente à manifestação visual correspondente ao caractere da digitada no display do TM;

56.5. A câmera e a filmagem utilizadas no teste deverão ter, pelo menos, 60 (sessenta) frames por segundo;

56.6. A velocidade do vídeo será utilizada para cálculo em milissegundos de cada frame da filmagem (t_{Frame});

56.7. Com o vídeo obtido, será contada a quantidade de frames conforme item 56.4 ($dVimg$), e será realizado o cálculo do tempo relacionado entre o momento da digitação e a visualização do número da tecla no display (l_{Tecla}), a partir da fórmula abaixo:

$$dVimg \times t_{Frame} = l_{Tecla}$$

onde:

$dVimg \rightarrow$ N° de frames da digitação até o surgimento da imagem no display

$t_{Frame} \rightarrow$ tempo para apresentação de um frame

$l_{Tecla} \rightarrow$ latência para visualização do tempo da tecla no display;

57. Critérios de aprovação: Aprovado se l_{Tecla} atingir, no máximo, 200ms.

58. Número de tentativas: A CAT realizará quantas tentativas julgar necessárias até constatar que a filmagem e posicionamento foram suficientes para aferir o resultado dos testes.

E.2. Teste de latência do teclado do Terminal do Eleitor

59. Objetivo: Verificar a latência entre a digitação de uma tecla e sua respectiva representação na tela do TE.

60. Recursos, instrumentos e insumos:

- Câmera fotográfica ou de ação (ex: GoPro);
- Espelho;
- Software de edição de imagens;
- PC.

61. Procedimentos:

61.1. Posicionar câmera para filmagem do ato de apertar a tecla do TE do ME, de maneira que haja visualização concomitante da superfície do teclado e do feedback visual no display.

61.2. Tal posicionamento será feito com a ajuda de um espelho, de forma semelhante à da Figura 3;

61.3. O usuário apertará a tecla e, ao retirar o dedo (release), serão contados a partir do vídeo resultante, quantos frames serão necessários até que apareça o feedback visual no display Terminal do Eleitor;

61.4. Para fins de aferição serão contados frames completos, inclusive o primeiro frame em que não há mais contato físico do dedo do usuário com a superfície do teclado do TE e, incluindo o frame correspondente à manifestação visual correspondente ao caractere da tecla digitada no teclado do TE;

61.5. A câmera e a filmagem utilizadas no teste deverão ter, pelo menos, 60 frames por segundo;

61.6. A velocidade do vídeo será utilizada para cálculo em milissegundos de cada frame da filmagem (t_{Frame});

61.7. Com o vídeo obtido, será contada a quantidade de frames conforme item 61.4 ($dVimg$), e será realizado o cálculo do tempo relacionado entre o momento da digitação e a visualização do número da tecla no display (l_{Tecla}), a partir da fórmula abaixo:

$$dVimg \times t_{Frame} = l_{Tecla}$$

onde:

$dVimg$ → N° de frames da digitação até o surgimento da imagem no display

t_{Frame} → tempo para apresentação de um frame

l_{Tecla} → latência para visualização do tempo da tecla no display;

62. Critérios de aprovação: Aprovado se l_{Tecla} atingir, no máximo, 200ms.

63. Número de tentativas: A CAT realizará quantas tentativas julgar necessárias até constatar que a filmagem e posicionamento foram suficientes para aferir o resultado dos testes.

E.3. Teste de performance de vídeo no Terminal do Eleitor

64. Objetivo: Verificar a performance de vídeo do Terminal do Eleitor.

65. Recursos, instrumentos e insumos:

- Câmera fotográfica ou de ação (ex: GoPro);

66. Procedimentos:

66.1. Posicionar câmera para filmagem de imagens apresentadas no display do TE;

66.2. O ME deverá apresentar no display do TE uma imagem diferente em no máximo 20ms, durante 10 segundos;

66.3. As imagens podem ser representadas por uma sequência de números no intervalo de 001 a 500;

66.4. Com o vídeo obtido, será realizado o cálculo do tempo relacionado a visualização de cada imagem diferente, um número, visualizado no display, a partir da fórmula abaixo:

$$nVimg \times tFrame = lFNumero$$

onde:

$nVimg$ → Nº de frames com imagens diferentes apresentados no display

$tFrame$ → tempo para apresentação de um frame

$lFNumero$ → latência para visualização de frames no display.

67. Critérios de aprovação: Aprovado se for possível, em um intervalo de 01 (um) segundo, perceber 50 (cinquenta) ou mais imagens distintas do display do TE. A Comissão de Assessoramento Técnico poderá avaliar vários trechos do vídeo obtido a fim de identificar a taxa mínima de atualização.

68. Número de tentativas: A CAT realizará quantas tentativas julgar necessárias até constatar que a filmagem e posicionamento foram suficientes para aferir o resultado dos testes.

E.4. Teste de performance de vídeo no Terminal do Mesário

69. Objetivo: Verificar a performance de vídeo do Terminal do Mesário.

70. Recursos, instrumentos e insumos:

- Câmera fotográfica;

71. Procedimentos:

71.1. Posicionar câmera para filmagem de imagens apresentadas no display do TM;

71.2. A UE2022 deverá apresentar no display do TM uma imagem diferente em no máximo 50ms, durante 10 segundos;

71.3. As imagens podem ser representadas por uma sequência de números no intervalo de 001 a 500;

71.4. Com o vídeo obtido, será realizado o cálculo do tempo relacionado a visualização de cada imagem diferente, um número, visualizado no display, a partir da fórmula abaixo:

$$nVimg \times tFrame = lFNumero$$

onde:

$nVimg$ → Nº de frames com imagens diferentes apresentados no display

$tFrame$ → tempo para apresentação de um frame

$lFNumero$ → latência para visualização de frames no display.

72. Critérios de aprovação: Aprovado se for possível, em um intervalo de 01 (um) segundo, perceber 50 (cinquenta) ou mais imagens distintas do display do TE. A Comissão de Assessoramento Técnico poderá avaliar vários trechos do vídeo obtido a fim de identificar a taxa mínima de atualização.

73. Número de tentativas: A CAT realizará quantas tentativas julgar necessárias até constatar que a filmagem e posicionamento foram suficientes para aferir o resultado dos testes.

E.5. Teste de Scrolling do Display do MSE

74. Objetivo: Verificar a capacidade de mostrar mensagens de 40 caracteres no display do MSE

75. Recursos, instrumentos e insumos:

- Câmera fotográfica;

76. Procedimentos:

76.1. Deverá ser apresentada no display mensagens de 40 (quarenta) caracteres, podendo fazer em forma deslizante (scrolling), desde que mostre pelo menos 20 (vinte) caracteres ao mesmo tempo.

77. Critérios de aprovação: Aprovado se for possível serem visualizados ao menos 20 (vinte) caracteres ao mesmo tempo e se a mensagem de 40 (quarenta) caracteres apareça no display.

78. Número de tentativas: 05 (cinco).

E.6. Teste de Repetição de Teclas do Teclado do TE

79. Objetivo: Verificar se o ME não permite a repetição de teclas no teclado do TE, mesmo se uma tecla for mantida pressionada.

80. Recursos, instrumentos e insumos:

- Teclado do TE;

81. Procedimentos:

81.1. Para fins de avaliação do ME, qualquer das teclas numéricas deverá ser pressionada continuamente durante 05 (cinco) segundos em alguma interface do software de testes da licitante em que seja possível a inserção de mais de um dígito.

81.2. Digitação de várias vezes o mesmo número para verificar que, na mesma interface, são aceitos vários algarismos.

82. Critérios de aprovação: Aprovado se a contínua pressão da mesma tecla não for computada como mais de uma digitação.

83. Número de tentativas: A CAT realizará quantas tentativas julgar necessárias até constatar que os procedimentos foram suficientes para aferir o resultado dos testes.

E.7. Testes de Resolução dos *displays* do TE e do TM

84. Objetivo: Aferir se o ME tem a capacidade de mostrar efetivamente imagens com a resolução adequada.

85. Recursos, instrumentos e insumos:

- Câmera fotográfica ou de ação (ex: GoPro);
- Imagens com as especificações exigidas fornecidas pela CAT e/ou pela própria licitante;

86. Procedimentos:

86.1. O ME deverá:

86.1.1. Exibir, simultaneamente nos displays do TE e do TM do ME, sem interpolação, imagem colorida com mínimo de 32 bits/pixel e com pelo menos 1024 pixels de largura e 600 pixels de altura para o display do TE e com pelo menos 800 pixels de largura e 480 pixels de altura para o display do TM;

86.1.2. Exibir, simultaneamente nos displays do TE e do TM do ME, sem interpolação, imagem colorida com mínimo de 32 bits/pixel e com resolução menor que 1024 pixels de largura e 600 pixels de altura, mantendo a mesma relação de aspecto;

86.1.3. A critério da CAT, o teste poderá ser feito e/ou repetido com a imagem da licitante e a fornecida pela CAT.

86.1.4. A CAT também poderá solicitar as imagens da licitante utilizada para os testes.

87. Critérios de aprovação: aprovado se:

87.1. A imagem exibida nos displays se apresentar sem partes faltando e com todas as cores da imagem original.

88. Número de tentativas: 03 (três) com imagens da licitante e 03 (três) com imagens da CAT.

E.8. Testes do dispositivo de leitura biométrica do TM

89. Objetivo:

89.1. Aferir:

89.1.1. Se o leitor biométrico captura imagens com a resolução exigida para o dispositivo;

89.1.2. Se o leitor biométrico captura imagens com escala de níveis de cinza com mais de 128 níveis de cinza a cada coleta;

89.1.3. Se permite a captura da impressão digital de maneira assíncrona .

90. Recursos, instrumentos e insumos:

90.1. Ambiente computacional com o software de processamento de imagens Gimp (versão 2.10.8 ou posterior) instalado;

90.2. Aplicação de coleta de impressões digitais a ser executada na urna;

90.3. Pen drive para salvar as imagens das impressões digitais coletadas;

90.4. Câmera(s) para comprovação do modo de coleta.

91. Procedimentos:

91.1. A(s) câmera(s) será(ão) posicionada(s) na direção da superfície do leitor de impressões digitais;

91.2. O ME será ligado e o software de coleta deverá ser carregado, solicitando que um dedo seja posicionado sobre a superfície do leitor de impressões digitais;

91.3. Um membro da CAT posicionará um dedo polegar sobre a superfície do leitor de impressões digitais:

91.3.1. Pressionando bastante fortemente;

91.3.2. Pressionando fortemente;

91.3.3. Pressionando normalmente;

91.3.4. Sem pressionar, mas apenas pousando levemente;

91.4. Após cada uma das 4 (quatro) vezes que o membro da CAT posicionou o dedo sobre o leitor, deve ser pressionada qualquer tecla do teclado do Terminal do Eleitor (TE) para que então a imagem correspondente seja salva, em formato *raw*, em alguma mídia do ME;

91.5. As 4 (quatro) imagens coletadas serão transferidas para um *pen drive* e entregues para análise da CAT;

91.6. As 4 (quatro) imagens serão analisadas com o software Gimp:

91.6.1. As imagens *raw* serão convertidas para o formato *bitmap* (*bmp*) de modo a preservar as resoluções espacial e da escala de níveis de cinza;

91.6.2. Será verificado se em todos os histogramas das 4 (quatro) imagens é possível distinguir mais de 128 níveis de cinza diferentes;

91.6.3. Será verificado se a resolução das 4 (quatro) imagens geradas correspondem à exigida no Anexo II – Especificações Técnicas – Hardware, seja quanto à quantidade de pixels por polegada (*dpi*), seja pela sua geometria (largura e altura em pixels);

92. Critérios de aprovação:

92.1. Na proposta técnica estejam declaradas as exigências dos requisitos do dispositivo de leitura biométrica do TM que consta no Anexo II – Especificações Técnicas – Hardware;

92.2. Na documentação técnica, estejam claramente indicadas em *datasheet* as informações exigidas nos requisitos do dispositivo de leitura biométrica do TM que consta no Anexo II – Especificações Técnicas – Hardware;

92.3. As 4 (quatro) imagens serem coletadas em formato *raw* e convertidas em formato *bitmap* (*bmp*);

92.4. As 4 (quatro) imagens terem:

92.4.1. Geometria (largura e altura em pixels) e quantidade de pixels por polegada exigidas no Anexo II – Especificações Técnicas - Hardware;

92.4.2. Pixels com mais de 128 níveis de cinza diferentes evidenciados em todos os seus histogramas. Por exemplo, se cada uma de 3 (três) imagens tiver pixels com 32 níveis de cinza diferentes e a quarta imagem tiver pixels com 33 níveis de cinza diferentes, então haverá pixels com 129 níveis de cinza diferentes e a exigência será considerada atendida. Por outro lado, se a quarta imagem tiver pixels com 32 níveis de cinza diferentes, a exigência não terá sido atendida, pois não haverá pixels com mais de 128 níveis de cinza nas 4 (quatro) imagens;

92.5. Ser constatada a presença do dispositivo ofertado em lista obtida após consulta ao sítio eletrônico <https://www.fbi biospecs.cjis.gov/certifications>, com os filtros PIV e FAP 30 aplicados.

93. Número de tentativas: 3 (três)

93.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso as verificações dos itens 92.3 e 92.4 não corresponderem ao respectivo critério de aprovação.

E.9. Teste de impressão de caracteres

94. Objetivo: Avaliar a capacidade de impressão de caracteres ISO/IEC/ 8859-1.

95. Recursos, instrumentos e insumos:

- Computador;

96. Procedimentos:

96.1. A avaliação se dará da seguinte forma:

96.1.1. A licitante deverá apresentar arquivo texto, em mídia, e que contenha lista com o número hexadecimal correspondente à respectiva codificação ISO/IEC 8859-1 do caractere, seguido do próprio caractere.

96.1.2. O arquivo deverá conter, pelo menos, os caracteres da ISO/IEC 8859-1 imprimíveis, ou seja, com codificação hexadecimal de 0020 a 007E e de 00A0 a 00FF.

96.1.3. O arquivo será impresso pelo ME da respectiva licitante.

96.1.4. Exemplo parcial de impressão:

```
TESTE DE IMPRESSÃO ISO/IEC 8859-1

HEXA    CARACTERE
-----
0020
0021    !
0022    "
0023    #
0024    $

...

007D    }
007E    ~
00A0
00A1    .

...

FIM DA IMPRESSÃO
```

97. Critérios de aprovação: Aprovado caso os caracteres do padrão ISO/IEC 8859-1, cujos códigos em hexadecimal correspondentes sejam de 0020 a 007E e de 00A0 a 00FF forem impressos pelo ME.

98. Número de tentativas: 03 (três).

E.10. Teste de impressão de imagem gráfica *bitmapped*

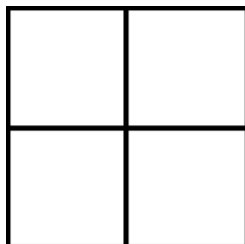
99. Objetivo: avaliar a capacidade de impressão com proporção adequada a partir de um arquivo bitmap.

100. Recursos, instrumentos e insumos:

- Paquímetro;
- Régua.

101. Procedimentos:

101.1. A Comissão de Assessoramento Técnico entregará uma imagem monocromática no formato bitmap (.bmp), com dimensões de 380 x 380 pixels, cujo conteúdo consistirá de um quadrado margeando a imagem com linhas de 6 (seis) pixels de largura e dois segmentos de reta perpendiculares se cruzando no centro da imagem com a mesma largura (6 pixels) – exemplo abaixo – que deverá ser impressa pelo ME.



102. Critérios de aprovação: Aprovado se a proporção entre o menor e o maior lado do quadrado externo impresso for maior que 0,90.

103. Número de tentativas: 05 (cinco).

E.11. Medição de comprimento e largura de documentos impressos

104. Objetivo: Avaliar se os relatórios impressos condizem com os requisitos de altura de linha e largura de impressão.

105. Recursos, instrumentos e insumos:

- Paquímetro;
- Régua;
- Trena.

106. Procedimentos:

106.1. O ME deverá imprimir quatro documentos:

106.1.1. Documento com 1.750 linhas numeradas e totalmente preenchidas por caracteres “A” no restante do espaço de impressão horizontal (ex. Linha1: “1AAA...”, Linha1750: “1750AAA...”), totalizando, pelo menos, 40 caracteres impressos por linha, utilizando a fonte de tamanho normal especificada no Anexo II, bem como o tempo de impressão, em um comprimento de área de impressão entre 5,2 e 6,0 metros e faixa de impressão entre 48mm e 52mm, conforme Figura 4;



Figura 4 – Teste relatório 1.750 linhas

106.1.2. Documento com 3.500 linhas numeradas e totalmente preenchidas por caracteres “A” no restante do espaço de impressão horizontal (ex. Linha1: “1AAA...”, Linha3500: “3500AAA...”), totalizando, pelo menos, 40 caracteres impressos por linha, utilizando a fonte de tamanho reduzido especificada no Anexo II, em um comprimento de área de impressão entre 5,2 e 6,0 metros e faixa de impressão entre 48mm e 52mm, conforme Figura 5;



Figura 5 – Teste relatório 3.500 linhas

106.1.3. Documento contendo a impressão de um Brasão das Armas de República de tamanho inserido em um quadrado, com 384 pixels de lado (semelhante ao da Figura 6), em até 03 (três) segundos;



Figura 6 – Imagem de Brasão inserida em quadrado

- a) Caso a resolução seja superior à mínima exigida para a cabeça de impressão, a licitante deverá imprimir na resolução máxima da cabeça ofertada, ou seja, quanto maior a resolução da cabeça de impressão, menor será o tamanho da imagem do brasão impressa.
- b) A CAT efetuará os cálculos para aferir o tamanho a ser impresso e medirá com o paquímetro as dimensões a largura e altura da imagem impressa, sendo que a proporção deverá ser maior que 0,90 e cada dimensão com tolerância de 10% em relação ao calculado para a resolução da impressora.
- c) A imagem do Brasão inserido em um quadrado será disponibilizada pelo TSE.

106.1.4. Documento com 10 linhas, totalmente preenchidas por caracteres “A”, e com um quadrado totalmente preenchido, conforme alínea C.2.25.7.2.a.7.5), com tempo de impressão de 03 (três) segundos;

106.1.5. Os tempos para impressão estabelecidos se darão a partir da confirmação no teclado do TE e serão finalizados quando do término do corte do papel.

106.1.6. O espaçamento de linhas em branco, para todos os documentos a serem impressos, deve ser igual ao de uma linha impressa, de acordo com o tamanho de fonte selecionado.

106.1.7. Faixa de impressão horizontal entre 48 mm e 52 mm, capaz de imprimir pelo menos 40 caracteres por linha;

106.2. A aferição do comprimento dos documentos impressos se dará entre o topo da primeira linha e a base da última, enquanto a faixa de impressão se dará a partir da base de qualquer linha.

106.3. Não atingidas as medidas, a licitante deverá abrir manutenção para corrigir o problema.

107. Critérios de aprovação: Aprovado se **ambos** os documentos tiverem:

- 107.1. o comprimento da área de impressão dos documentos medir entre 5,2 e 6,0 metros;
- 107.2. largura da impressão do documento medir entre 48 mm e 52 mm;
- 107.3. As linhas forem impressas totalizando, pelo menos, 40 caracteres;

108. Número de tentativas: 05 (cinco).

E.12. Testes de impressão/leitura de códigos de barra/QRCode

109. Objetivo: Avaliar a capacidade de impressão adequada de códigos de barra e QRCode.

110. Recursos, instrumentos e insumos:

- Smartphone ou outro equipamento capaz de realizar leitura de códigos de barra e QRCode.

111. Procedimentos:

111.1. O software deverá permitir a inserção de um número, com 2, 4, 6, 8 ou 10 dígitos para a geração de cada um dos padrões exigidos.

111.2. O código de barras no padrão Interleaved 2 of 5 deverá ser gerado e impresso pelo ME da licitante contendo o número inserido (com ou sem o dígito verificador do padrão) (e.g. 5438928732, resultando em figura semelhante abaixo);



Padrão Interleaved 2 of 5

111.3. O código de barras padrão Code 128 também deverá ser gerado com a concatenação de “TSE” adicionado do número inserido (eg: “TSE5438928732” resultando em figura semelhante abaixo).



Padrão Code 128

111.4. O código QRCode deverá ser gerado contendo o texto “TSE5438928732 UE2022” resultando em figura semelhante abaixo).



111.5. Os padrões impressos serão lidos por diferentes tipos de leitores (e.g. leitor ótico, handheld com leitura de código de barras, smartphone com câmera e software) trazidos pelas licitantes ou utilizados pela CAT.

111.6. Não há necessidade de se imprimir logo abaixo do código de barras o valor correspondente.

111.7. Para referência das licitantes e da CAT, poderá ser utilizado o site www.barcode-generator.org.

112. Critérios de aprovação: Aprovado se ocorrer uma leitura com sucesso (das cinco possíveis) de cada padrão a impressão dos códigos nos padrões exigidos impressos pelo ME da licitante corresponderem ao texto inserido conforme procedimento do teste.

113. Número de tentativas: 05 (cinco) por cada padrão.

E.13. Testes de funcionamento da impressora

114. Objetivo: Avaliar capacidades diversas do mecanismo impressor e sua interação com o Terminal do Eleitor.

115. Recursos, instrumentos e insumos:

- Não há.

116. Procedimentos:

116.1. O ME será ligado com o software carregado e o módulo impressor presente e com papel;

116.2. O software, logo após ser carregado, deve exibir as mensagens “MIR conectado”, “MIR com papel”, e “Temp: XX°C” (onde XX°C corresponderá à temperatura da cabeça de impressão em graus centígrados), indicando seu real estado (caso seu funcionamento esteja correto) e em seguida, deve imprimir um documento, conforme descrito no item C.2.25.7.2.a.7);

116.3. Ao término da impressão, as mensagens exibidas no display do TE deverão ser: “MIR conectado”, “Fim da Impressão”, “MIR com papel”, “MIR sem atolamento”, “MIR sem problemas” e “Temp: XX°C” (onde XX°C corresponderá à temperatura da cabeça de impressão em graus centígrados);

116.4. O ME deverá ser reiniciado e o referido software carregado novamente, porém agora sem o módulo impressor presente na urna;

116.5. A mensagem exibida no display do TE deve ser: “MIR não conectado”;

116.6. O ME será reiniciado e o referido software carregado novamente, com o módulo impressor presente, porém sem papel;

116.7. As mensagens exibidas no display do TE devem ser: “MIR conectado”, “MIR sem papel”;

116.8. O ME será reiniciado e o referido software carregado novamente, com o módulo impressor presente e com papel;

116.9. Será forçado o atolamento de papel durante a impressão do documento;

As mensagens exibidas no display do TE devem ser: “MIR conectado”, “MIR com papel”, “MIR com atolamento”;

116.10. O ME será reiniciado e o referido software carregado novamente, com o módulo impressor presente e com papel;

116.11. Durante a impressão o módulo impressor será retirado do ME com ela funcionando. Esse procedimento será realizado pela própria licitante;

116.12. A impressão será interrompida e a mensagem exibida no display do TE deve ser: “MIR não conectado”;

116.13. Em seguida, o módulo impressor será reconectado ao ME durante o seu funcionamento. Esse procedimento será realizado pela própria licitante;

116.14. A impressão deve prosseguir a partir do ponto em que parou;

116.15. As mensagens exibidas no display do TE ao final da impressão devem ser: “MIR conectado”, “Fim da impressão”, “MIR com papel”, “MIR sem problemas” e “Temp: XX°C” (onde XX°C corresponderá à temperatura da cabeça de impressão em graus centígrados);

117. Critérios de aprovação: Aprovado se as mensagens exibidas diante das situações descritas no procedimento forem comprovadas;

118. Número de tentativas: 03 (três)

E.14. Testes de capacidade de processamento do ME (PROC)

119. Objetivo:

119.1. Aferir a capacidade de processamento do processador principal da placa-mãe ofertado pela Licitante.

120. Recursos, instrumentos e insumos:

- software *CoreMark* versão 1.01

121. Procedimentos:

121.1. A capacidade de processamento (PROC) do ME-UE2022 será avaliada por meio da execução do software *CoreMark* versão 1.01, com executável disponibilizado pelo TSE, com as seguintes especificações:

121.1.1. Compilado com o *GNU Compiler Collection – GCC* versão 9.2, *Kernel Linux* versão 5.4.77, 64 bits e utilizando a linha de comando: `make XCFLAGS="-g -DMULTITHREAD=4 -DUSE_FORK=1 -static";`

121.1.2. O resultado final será a média aritmética do número de iterações por segundo (da linha *Iteration / Sec*), com uma casa decimal sem arredondamento, dos resultados de 3 (três) execuções realizadas com as opções da linha de comando abaixo:

```
./coremark.exe 0x0 0x0 0x66 0 7 1 2000 > run1.log  
./coremark.exe 0x3415 0x3415 0x66 0 7 1 2000 > run2.log  
./coremark.exe 0x6415 0x6415 0x66 0 7 1 2000 > run3.log
```

121.1.3. O executável do *CoreMark* disponibilizado pelo TSE será executado durante a licitação no respectivo ME de cada licitante;

121.1.4. A responsabilidade pelo sistema operacional Linux que executará o *CoreMark* será da licitante, utilizando, obrigatoriamente, os drivers necessários e o *Kernel* 5.4.77 64 bits;

121.1.5. A licitante poderá utilizar outra mídia contendo o sistema operacional Linux conforme especificado. Para tanto, poderá abrir o Modelo de Engenharia somente para troca da mídia sem que isso seja considerado manutenção. Nenhuma outra intervenção além do necessário para a troca da mídia será permitida.

121.1.6. Caso seja necessária manutenção, o Modelo de Engenharia deverá ser fechado para que, então, seja iniciado o procedimento de manutenção.

122. Critério de aprovação:

122.1. Resultado do *benchmark*, definido conforme o item 121.1.2, superior a 10.000 (dez mil) iterações por segundo.

123. Número de tentativas: 3 (três)

123.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso a verificação do item 122 não corresponda ao respectivo critério de aprovação.

F. Testes de Segurança

124. Os requisitos de segurança exigidos para o ME fazem parte do conjunto de funcionalidades que serão aferidas nos testes do dispositivo de segurança e autenticação aqui especificados:

Classe	REQUISITO	PROCEDIMENTO DE TESTE
1	a) Atender ao Teste de Compilação Repetível	Executar o Teste de Compilação Repetível do

	do <i>Firmware</i> da placa-mãe	<i>Firmware</i> da placa-mãe (subseção F.1)
1	b) Atender ao Teste de Verificação do <i>Firmware</i> da placa-mãe	Executar o Teste de Verificação do <i>Firmware</i> da placa-mãe (subseção F.2)
1	c) Atender ao Teste de Verificação do <i>Loader</i> do <i>Kernel</i>	Executar o Teste de Verificação do <i>Loader</i> do <i>Kernel</i> (subseção F.4)
1	d) Atender ao Teste de Verificação do <i>Kernel</i> de Teste	Executar o Teste de Verificação do <i>Kernel</i> de Teste (subseção F.5)

125. As licitantes deverão realizar os testes com algoritmos de criptografia das bibliotecas *libe521* e *BearSSL*, conforme indica o Anexo IV. A biblioteca *libe521* será fornecida pelo TSE na ocasião da publicação do Edital. A biblioteca *BearSSL* está incluída na biblioteca *libe521*;

126. Os testes especificados verificarão a capacidade de implementar o encadeamento de segurança para autenticação do *Firmware* da placa-mãe, *Loader* do *Kernel* e do *Kernel* de Teste, por meio da execução dos testes das subseções F.2 - Teste de Verificação do *Firmware* da placa-mãe, F.4 - Teste de Verificação do *Loader* do *Kernel* e F.5 - Teste de Verificação do *Kernel* de Teste, além da preparação e demonstração da capacidade de compilação repetível do *firmware*, conforme o teste da subseção F.1 - Teste de Compilação Repetível do *Firmware* da placa-mãe;

126.1. O *Kernel* de Teste se refere ao binário resultante da compilação do *Kernel* versão 5.4.77, cujo código-fonte está disponível em <https://mirrors.edge.kernel.org/pub/linux/kernel/v5.x/linux-5.4.77.tar.gz>.

126.1.1. O download do *Kernel* será realizado pela Licitante e submetido, em *pen drive*, para avaliação da CAT, que o devolverá às licitantes, também em *pen drive*;

126.1.2. Caso haja necessidade de uso de *patch* para correção de *bug*, a licitante deverá requerer à CAT, que providenciará seu *download* e sua entrega;

126.1.3. Um arquivo de configuração, comum a todas as Licitantes, será fornecido pelo TSE na ocasião da publicação do Edital e deverá fazer parte do *Makefile* utilizado na compilação do *Kernel*;

126.1.4. O *Makefile*, depois de editado e logo antes de ser submetido à compilação, deverá ser verificado pela CAT para que se assegure de que o arquivo de configuração entregue à Licitante faz parte dele;

a) Caso o arquivo de configuração publicado junto com o Edital não fizer parte do *Makefile*, a Licitante será penalizada ao equivalente a 2 (dois) períodos de manutenção, somados a tantos outros períodos de manutenção quanto a licitante demorar a entregar à CAT o *Makefile* na forma exigida;

126.1.5. A partir da abertura da seção pública pela CPL, cada Licitante poderá iniciar a compilação do *Kernel* com seu respectivo *Makefile*, em ambiente computacional pertencente a ela, gerando o binário que será utilizado nos testes previstos nas subseções F.3, F.4 e F.5;

a) Antes do início da compilação do *Kernel*, a Licitante deverá comunicar tal fato à CAT;

b) A compilação do *Kernel* deverá terminar em tempo para o início do teste da subseção F.3. Caso isso não ocorra, a Licitante será penalizada ao equivalente a 2 (dois) períodos de manutenção;

126.1.6. Conforme convier ao bom andamento dos testes, a CAT poderá solicitar que a compilação do *Kernel* pelas Licitantes ocorra paralelamente a outros testes em antecipação suficiente para que seus resultados sejam utilizados aos testes a que se destina;

126.1.7. A CAT poderá solicitar a entrega de uma lista de resumos digitais SHA-512 dos arquivos iniciais, intermediários ou finais, usados para a compilação do *Kernel* de Teste.

127. Para estes testes, a Licitante deverá utilizar uma Mídia de Aplicação (MA) com os arquivos necessários para cada teste. Nesta mídia, o *Loader* do *Kernel*, o Sistema Operacional (incluindo o *Kernel* de Teste), e os aplicativos (ex: *dd* para apagar dados da Mídia Interna) deverão estar contidos numa única partição;

- 127.1. Para a execução de determinados comandos, poderá ser utilizado teclado USB externo, a ser providenciado pela licitante;
- 127.2. A visualização dos comandos com o sistema operacional carregado deverá ser feita no display do TE;
128. A Licitante deverá disponibilizar, para estes testes, placas-mãe com as seguintes características:
- 128.1. uma placa sem o chip que contém o processador principal;
- 128.2. uma placa com o chip que contém o processador principal (placa original do ME ou substituída em período de manutenção);
- 128.3. os *chips* que contiverem o *firmware* da placa-mãe, em todas as placas-mãe, devem ser soqueteados;
- 128.4. todas as placas-mãe com o perímetro criptográfico sem resina e com conector que permita a leitura/gravação de informação em memória interna não-volátil e endereçável pela unidade de processamento do MSE (ex: JTAG);
- 128.5. todas as placas-mãe devem ser idênticas, ou seja, originadas do mesmo projeto e desenho.
- 128.5.1. A critério da CAT e a qualquer momento, poderá ser demandado às licitantes que retirem as placas mãe de seus MEs, para que seja realizada a comparação visual delas com as demais a serem utilizadas nos testes.
129. A Licitante deverá fornecer equipamento externo à placa-mãe, para leitura/gravação da memória do *firmware* da placa-mãe;
130. A Licitante deverá fornecer equipamento que, a partir de interface USB de um computador conectada ao respectivo conector do MSE, permita a leitura/gravação de memória não-volátil do *chip* que contiver a unidade de processamento do MSE. Essa memória não-volátil deverá, além de ser interna ao *chip*, ser endereçável pela sua unidade de processamento;
131. A Licitante deverá fornecer um ou mais computadores que executem os softwares que leiam/gravem em memórias não-voláteis;
132. A Licitante deverá fornecer todas as mídias que serão utilizadas nestes testes como Mídia Interna (MI) e Mídia de Aplicação (MA), inclusive aqueles testes que necessitarão de cópias idênticas;
133. Para os comandos de geração de chaves privadas, chaves públicas, assinatura e verificação nos testes das subseções F.1, F.2, F.4, F.5 e F.7 serão utilizados os seguintes comandos, que executam as operações criptográficas da *libe521*, cujos códigos serão fornecidos pelo TSE na ocasião da publicação do Edital:
- 133.1. Será utilizado o seguinte comando de chamada da *libe521* para a geração do par de chaves assimétricas (privada e pública) usando o algoritmo id-Ed521:
- ```
e521_eddsa_keypair chaveprivada.raw chavepublica.raw
```
- 133.2. Será utilizado o seguinte comando para gerar a assinatura de um arquivo:
- ```
e521_sign arquivo.bin chaveprivada.raw chavepublica.raw assinatura.raw
```
- 133.3. Será utilizado o seguinte comando para verificar a assinatura de um arquivo:
- ```
e521_verify assinatura.raw arquivo.bin chavepublica.raw
```
- 133.4. Os textos em *itálico* nos comandos acima são nomes variáveis, escolhidos pela CAT e se referem a:
- 133.4.1. *chaveprivada.raw* - arquivo contendo a chave privada em binário e sem qualquer estrutura (*raw*)
- 133.4.2. *chavepublica.raw* - arquivo contendo a chave pública em binário e sem qualquer estrutura (*raw*)

133.4.3. *assinatura.raw* - arquivo contendo a assinatura em binário e sem qualquer estrutura (*raw*)

133.4.4. *arquivo.bin* - arquivo binário usado como exemplo a ser assinado e verificado

133.5. O par de chaves em cada um dos testes poderá ser reutilizado em todos os testes, ou a CAT poderá, a seu critério, gerar novos pares de chaves a cada novo teste e/ou para cada licitante;

133.6. A CAT, a seu critério, poderá calcular *hashes* dos arquivos envolvidos no teste para registro;

134. Nos testes das subseções F.2, F.4, F.5 e F.7, o resultado a ser mostrado no Display do MSE deverá estar de acordo com as regras a seguir:

134.1. Os primeiros 05 (cinco) *nibbles*, em sua representação hexadecimal (“0” a “F”), deverão ser concatenados aos 05 (cinco) últimos *nibbles* da assinatura gerada;

134.2. **Exemplo** em hexadecimal de arquivo de assinatura gerado pelo comando do item 133.2:

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 64 | BF | F0 | AB | 2C | 30 | 29 | 78 | DF | 8D | 87 | D4 | 77 | C3 | B7 | 5C |
| 1F | 9F | 6D | DE | C3 | BD | 16 | 56 | 3F | B5 | EB | 3B | F3 | 14 | 4A | 59 |
| 49 | 34 | 01 | D1 | CC | 07 | 7D | 76 | B6 | BC | C2 | 64 | 8F | 00 | 09 | BC |
| A0 | C7 | 0F | E2 | 80 | 1B | CA | E4 | 3F | FD | 84 | CF | C2 | 41 | DF | B9 |
| 32 | F2 | D3 | 30 | 58 | 45 | 00 | ED | 97 | 53 | 60 | D7 | C4 | D5 | AC | 07 |
| 62 | 81 | 5D | 34 | 34 | 4B | 7E | 51 | 0F | 1F | 95 | C2 | CE | 5B | 24 | AD |
| 77 | CE | 95 | 80 | B3 | C9 | 2E | A1 | 91 | 8C | D9 | CC | 68 | C1 | CF | 2A |
| B7 | 8F | B4 | 03 | 77 | 0E | 58 | BE | 52 | 14 | 36 | 78 | EC | 9A | 3E | B6 |
| 26 | B9 | 92 | E6 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

134.3. Para a assinatura gerada no exemplo do item 133.2, o valor a ser apresentado display do MSE é **“64BFF992E6”**

135. Caso sejam observadas discrepâncias anômalas entre as medidas de tempo de assinatura do Firmware da placa-mãe (passo 143.13), do *Loader* do *Kernel* (passo 153.15) e do *Kernel* de Teste (passo 158.15), poderão ser solicitadas diligências por parte da equipe do TSE, para apurar suas causas;

135.1. Ocorreria “discrepância anômala” caso, por exemplo, a execução de assinatura de binário maior for mais rápida que a execução de assinatura de binário menor;

#### F.1. Teste de Compilação Repetível do Firmware da placa-mãe

136. Objetivo:

136.1. Verificar se diferentes compilações de um mesmo código-fonte do *firmware* da placa-mãe geram o mesmo código binário.

137. Recursos, instrumentos e insumos:

- Ambiente de desenvolvimento;
- Ambiente computacional onde será executado o ambiente de desenvolvimento;
- Código-fonte do *firmware* da placa-mãe;
- Ferramentas para geração de chaves e assinatura usando a *libe521*.

138. Procedimentos:

138.1. Para este teste, deverá ser apresentado, pela Licitante, um ambiente computacional (*hardware* e *software*) no qual seja possível:

138.1.1. Visualizar o código-fonte do *firmware* da placa-mãe;

138.1.2. Construir o(s) código(s) binário(s) do *firmware* da placa-mãe e que será(ão) utilizado(s) nos testes do subseção F.2;

138.1.3. Comprovar que o código-binário do *firmware* da placa-mãe construído pelo ambiente computacional corresponda ao código-fonte que estiver sendo visualizado;

138.2. A equipe da Licitante apresentará o referido ambiente computacional mostrando, para a equipe do TSE, as principais partes do código-fonte do *firmware* da placa-mãe;

138.3. A equipe da Licitante construirá, por meio de compilação e diante da equipe do TSE, uma versão do código binário do *firmware* da placa-mãe, demonstrando os mecanismos existentes para comprovar que o código-fonte exibido corresponde ao código binário gerado;

138.4. A equipe do TSE gerará um par de chaves assimétricas e assinará digitalmente o arquivo do código binário do *firmware* da placa-mãe gerado no passo 138.3, com a chave privada criada pelo TSE. A referida assinatura digital deverá ser registrada para posterior conferência;

138.5. A equipe da Licitante, conforme definição da equipe do TSE, realizará, no código-fonte, uma alteração totalmente reversível e então, usando o ambiente computacional apresentado no passo 138.2, reconstruirá o código binário do *firmware* da placa-mãe, a partir da versão alterada;

138.6. A equipe da Licitante, sob supervisão da equipe do TSE, reverterá a alteração realizada no passo 138.5 e então, usando o ambiente computacional apresentado no passo 138.2, reconstruirá, por meio de nova compilação, o código binário do *firmware* da placa-mãe, a partir da versão com a alteração revertida;

138.7. A equipe do TSE deverá verificar se a assinatura digital do passo 138.4 corresponde ao arquivo binário do *firmware* da placa-mãe gerado no passo 138.6. A verificação deve confirmar que o código binário gerado no passo 138.3 é igual ao código binário gerado no passo 138.6, além de ser diferente da versão gerada no passo 138.5;

138.7.1. Serão verificados os arquivos de *firmware* gerados nos passos 138.3, 138.5 e 138.6, sendo que o arquivo de assinatura empregado na verificação de assinatura será o gerado no passo 138.4;

139. Critérios de aprovação:

139.1. Verificação do item 138.7 ser bem sucedida para a verificação do binário gerado no passo 138.3;

139.2. Verificação do item 138.7 ser mal sucedida para a verificação do binário gerado no passo 138.5;

139.3. Verificação do item 138.7 ser bem sucedida para a verificação do binário gerado no passo 138.6;

140. Número de tentativas: 3 (três)

140.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso alguma verificação do item 139 não corresponder ao respectivo critério de aprovação.

## F.2. Teste de Verificação do Firmware da placa-mãe

141. Objetivo:

141.1. Verificar se o *firmware* do MSE contém mecanismo capaz de verificar a autenticidade do *firmware* da placa-mãe;

142. Recursos, instrumentos e insumos:

- Placa-mãe sem o chip do processador e que permita a retirada da memória contendo o *firmware* da placa-mãe;
- Dispositivo leitor/gravador da memória que contém o *firmware* da placa-mãe;
- Dispositivo leitor/gravador de memória interna do microcontrolador do MSE;

- Ambiente computacional para conectar os dispositivos leitores/gravadores da memória do *firmware* da placa-mãe e do MSE;
- Câmera filmadora que permita registro de 240 quadros por segundo em formato *mp4*;
- Software capaz de particionar quadro-a-quadro um vídeo *mp4 (ffmpeg)*;
- Ferramentas para geração de chaves e assinatura usando a *libe521*;
- *Pen drive* para transporte de *dumps* e chaves;

143. Procedimentos:

143.1. Para este teste, será utilizada a placa sem o chip que contém o processador principal da placa-mãe (item 128.1);

143.2. A equipe da Licitante retirará o chip onde se encontra o *firmware* da placa-mãe e o colocará em equipamento de leitura/gravação externa (a ser providenciado pela Licitante) para leitura em um computador (também da Licitante);

143.3. A equipe da Licitante realizará a leitura completa do *firmware* da placa-mãe (*dump* completo, incluindo espaço livre do chip) e o armazenará em um arquivo de computador;

143.4. A equipe do TSE preservará o arquivo de *dump* do *firmware* da placa-mãe (excluindo eventual espaço de memória não-volátil - NVRAM);

143.5. A equipe da Licitante recolocará o chip contendo o *firmware* da placa-mãe em seu respectivo soquete, no ME-UE2022;

143.6. A equipe da Licitante conectará o equipamento leitor/gravador no MSE (item 130) para que, usando um computador (item 131), implante, em memória não-volátil do microcontrolador do MSE, chave privada gerada anteriormente pelo TSE;

143.7. A equipe da Licitante desconectará o equipamento leitor/gravador do MSE;

143.8. A equipe do TSE posicionará uma câmera de vídeo em frente ao display do MSE e iniciará a gravação de um vídeo;

143.9. A equipe da Licitante deverá ligar o ME-UE2022 e o *firmware* contido no MSE deverá assinar um conteúdo equivalente a 64 (sessenta e quatro) bytes com o valor hexadecimal "AA" com a chave implantada no passo 143.6.

143.9.1. O resultado da assinatura gerada deverá ser exibido no Display do MSE conforme formato e regras definidas no item 134;

143.9.2. A assinatura gerada, sem qualquer estruturação e em binário (em *raw*) deverá ser gravada em espaço de memória não-volátil acessível por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131);

143.10. Logo em seguida, o *firmware* contido no MSE deverá assinar o resumo digital (hash SHA-512) do *firmware* da placa-mãe (excluindo eventual espaço NVRAM) com a chave implantada no passo 143.6.

143.10.1. O resultado da assinatura gerada deverá ser exibido no Display do MSE conforme formato e regras definidas no item 134;

143.10.2. A assinatura gerada, sem qualquer estruturação e em binário (em *raw*) deverá ser gravada em espaço de memória não-volátil acessível por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131);

143.11. A equipe do TSE interromperá a gravação do vídeo, iniciada no passo 143.8;

143.12. As assinaturas geradas nos itens 143.9.2 e 143.10.2 serão recuperadas em arquivos por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131) e serão utilizados para verificação de assinatura digital dos arquivos de 64 (sessenta e quatro) bytes com o valor hexadecimal “AA” e do resumo digital (hash SHA-512) do arquivo *dump* do *firmware* da placa-mãe, com a chave pública gerada pelo TSE.

143.12.1. O TSE também verificará no vídeo se os resultados exibidos são **totalmente coincidentes** com os *nibbles* das respectivas assinaturas recuperadas em arquivo, conforme formato e regras definidas no item 134;

143.13. A equipe do TSE, usando o vídeo gravado no passo 143.11, deverá calcular e registrar a diferença de tempo entre a exibição do resultado do passo 143.10 e a exibição do resultado do passo 143.9. Essa medida de tempo será utilizada para detectar eventuais discrepâncias anômalas, conforme o item 135.

143.14. A mensagem de um passo deverá ser mantida no display do MSE até que haja necessidade de apresentação de outra mensagem.

144. Critérios de aprovação:

144.1. Os resultados das verificações pela equipe do TSE, no passo 143.12, serem bem sucedidos;

144.2. Os resultados das verificações pela equipe do TSE, no passo 143.12.1, serem bem sucedidos;

144.3. Não forem constatadas discrepâncias anômalas na diferença de tempo calculada no passo 143.13.

145. Número de tentativas: 3 (três)

145.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso alguma verificação do item 144 não corresponder ao respectivo critério de aprovação.

### F.3. Tempo de inicialização do sistema operacional

146. Objetivo:

146.1. Aferir a capacidade da Licitante otimizar o tempo de inicialização do *Kernel* de Teste no equipamento ofertado.

147. Recursos, instrumentos e insumos:

147.1.1. Mídia de inicialização que conterá a versão compilada do *Kernel* de Teste, para a inicialização;

147.1.2. *Pen drive* para transporte dos arquivos do *Kernel* de Teste compilado, além de eventuais arquivos adicionais ao código-fonte utilizados para a compilação;

147.1.3. Câmera para registro dos resultados do teste;

147.1.4. O *Kernel* de Teste resultante da compilação indicada no item 126.1;

147.1.5. A ferramenta *systemd-analyze*, que deverá ser utilizada em sua configuração padrão;

148. Procedimentos:

148.1. Para a realização deste teste, eventuais verificações das cadeias de confiança devem estar desabilitadas, ou seja:

148.1.1. O MSE deverá estar configurado para não realizar a autenticação do *firmware* da placa-mãe;

148.1.2. O *firmware* da placa-mãe deverá estar configurado para não realizar a autenticação do *Loader* do *Kernel*;

148.1.3. O *Loader* do *Kernel* deverá estar configurado para não realizar a autenticação do *Kernel* de Teste;

148.2. O Modelo de Engenharia (ME) da licitante deve, após as etapas de inicialização necessárias, ser inicializado a partir da mídia de inicialização citada no item 147.1.1;

148.3. Após inicializado o sistema operacional, deverá ser executada a ferramenta *systemd-analyze* para obtenção do tempo de inicialização do *Kernel*, dividido em: (1) tempo para inicialização do *Kernel* e (2) tempo para inicialização do espaço do usuário (*userspace*);

148.4. O ME será desligado e ligado novamente por 3 (três) vezes para obtenção de 3 (três) tempos de inicialização do *Kernel*. O tempo para inicialização do *Kernel* consiste apenas da parte (1) indicada no item 148.3;

148.5. É vedado o salvamento de estados do *Kernel* entre as inicializações do sistema operacional, cada inicialização deve ser realizada “a frio”;

149. Critério de aprovação:

149.1. A média aritmética dos 3 (três) tempos de inicialização do *Kernel* obtidos conforme o item 148.4 ser **menor ou igual a 2 segundos**.

150. Número de tentativas: 3 (três)

150.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso a verificação do item 149 não corresponder ao respectivo critério de aprovação.

#### F.4. Teste de Verificação do *Loader* do *Kernel*

151. Objetivo:

151.1. Verificar se o *firmware* do MSE contém serviços que tornem o *firmware* da placa-mãe capaz de verificar a autenticidade do *Loader* do *Kernel*;

152. Recursos, instrumentos e insumos:

- Placa-mãe com o chip do processador;
- Dispositivo leitor/gravador de memória interna do microcontrolador do MSE;
- Ambiente computacional para conectar o dispositivo leitor/gravador da memória interna do microcontrolador do MSE;
- Mídia de carga
- Câmera filmadora que permita registro de 240 quadros por segundo em formato *mp4*;
- Software capaz de particionar quadro-a-quadro um vídeo *mp4* (*ffmpeg*);
- Ferramentas para geração de chaves e assinatura usando a *libe521*;
- *Pen drive* para transporte do *Loader* do *Kernel*, do próprio *Kernel* e de chaves;

153. Procedimentos:

153.1. Para este teste, será utilizada a placa com o chip que contém o processador principal da placa-mãe (item 128.2);

153.2. A equipe da Licitante deverá executar um procedimento para que os parâmetros de inicialização do ME assumam a sua configuração *default*, no que se refere à ordem de inicialização dos dispositivos (ou seja, a ordem em que a Mídia de Carga precede outras mídias);

153.3. A equipe da Licitante deverá retirar qualquer mídia que porventura esteja inserida no conector da Mídia de Aplicação (MA) do ME;

153.4. A equipe da Licitante deverá apresentar 2 (dois) arquivos na Mídia de Carga (MC): o *Loader* do *Kernel* e o arquivo de imagem do *Kernel* de Teste, que serão utilizados para os testes que utilizam a Mídia de Carga (MC);

153.4.1. Caso o *Loader* do *Kernel* tenha mais de um arquivo, as assinaturas e verificações serão feitas com base no arquivo principal (aquele que efetivamente faz a carga do Sistema Operacional);

153.5. A equipe do TSE preservará o arquivo do *Loader* do *Kernel*;

153.6. Usando o arquivo do *Loader* do *Kernel* preservado no passo 153.5, a equipe da Licitante deverá gerar uma Mídia de Carga (MC), isto é, com *Loader* do *Kernel* e Sistema Operacional (com *Kernel* de Teste);

153.7. A equipe da Licitante conectará o equipamento leitor/gravador no MSE (item 130) para que, usando um computador (item 131), implante, em memória não-volátil do microcontrolador do MSE, chave privada gerada anteriormente pelo TSE;

153.8. A equipe da Licitante desconectará o equipamento leitor/gravador do MSE;

153.9. A equipe da Licitante deverá inserir, no respectivo conector do ME, a Mídia de Carga (MC) com o *Loader* do *Kernel*;

153.10. A equipe do TSE posicionará uma câmera de vídeo em frente ao *display* do MSE e iniciará a gravação de um vídeo;

153.11. A equipe da Licitante deverá ligar o ME e o *firmware* contido no MSE deverá assinar um conteúdo equivalente a 64 (sessenta e quatro) bytes com o valor hexadecimal “AA” com a chave implantada no passo 153.7.

153.11.1. O resultado da assinatura gerada deverá ser exibido no *Display* do MSE conforme formato e regras definidas no item 134;

153.11.2. A assinatura gerada, sem qualquer estruturação e em binário (em *raw*) deverá ser gravada em espaço de memória não-volátil acessível por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131);

153.12. Logo em seguida, o *firmware* da placa-mãe, utilizando o MSE, deverá assinar o resumo digital (hash SHA-512) do *Loader* do *Kernel* com a chave implantada no passo 153.7;

153.12.1. O resultado da assinatura gerada deverá ser exibido no *Display* do MSE conforme formato e regras definidas no item 134;

153.12.2. A assinatura gerada, sem qualquer estruturação e em binário (em *raw*) deverá ser gravada em espaço de memória não-volátil acessível por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131);

153.13. A equipe do TSE interromperá a gravação do vídeo, iniciada no passo 153.10;

153.14. As assinaturas geradas nos itens 153.11.2 e 153.12.2 serão recuperadas em arquivos por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131) e serão utilizados para verificação de assinatura digital dos arquivos de 64 (sessenta e quatro) bytes com o valor hexadecimal “AA” e do resumo digital (hash SHA-512) do arquivo do *Loader* do *Kernel* preservado no passo 153.5, com a chave pública gerada pelo TSE;

153.14.1. O TSE também verificará no vídeo se os resultados exibidos são totalmente coincidentes com os respectivos *nibbles* das respectivas assinaturas recuperadas em arquivo, conforme formato e regras definidas no item 134, além de verificar se o respectivo Sistema Operacional foi completamente carregado e se, ao final da execução da carga do “*Kernel*”, foi exibido o *prompt* da linha de comando;

153.15. A equipe do TSE, usando o vídeo gravado no passo 153.13, deverá calcular e registrar a diferença de tempo entre a exibição do resultado do passo 153.12 e a exibição do resultado do passo 153.11. Essa medida de tempo será utilizada para detectar eventuais discrepâncias anômalas, conforme o item 135.

153.16. A mensagem de um passo deverá ser mantida no display do MSE até que haja necessidade de apresentação de outra mensagem.

154. Critérios de aprovação:

154.1. Os resultados das verificações pela equipe do TSE, no passo 153.14, serem bem sucedidos;

154.2. Os resultados das verificações pela equipe do TSE, no passo 153.14.1, serem bem sucedidos;

154.3. Não forem constatadas discrepâncias anômalas na diferença de tempo calculada no passo 153.15.

155. Número de tentativas: 3 (três)

155.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso alguma verificação do item 154 não corresponder ao respectivo critério de aprovação.

#### F.5. Teste de Verificação do Kernel de Teste

156. Objetivo:

156.1. Verificar se o *firmware* do MSE contém serviços que tornem o *Loader* do *Kernel* capaz de verificar a autenticidade do do *Kernel* de Teste;

157. Recursos, instrumentos e insumos:

- Placa-mãe com o *chip* do processador;
- Dispositivo leitor/gravador de memória interna do microcontrolador do MSE;
- Ambiente computacional para conectar o dispositivo leitor/gravador da memória interna do microcontrolador do MSE;
- Mídia de carga
- Câmera filmadora que permita registro de 240 quadros por segundo em formato *mp4*;
- Software capaz de particionar quadro-a-quadro um vídeo *mp4 (ffmpeg)*;
- Ferramentas para geração de chaves e assinatura usando a *libe521*;
- *Pen drive* para transporte do *Loader*, do *Kernel* e de chaves;

158. Procedimentos:

158.1. Para este teste, será utilizada a placa com o *chip* que contém o processador principal da placa-mãe (item 128.2);

158.2. A equipe da Licitante deverá executar um procedimento para que os parâmetros de inicialização do ME assumam a sua configuração *default*, no que se refere à ordem de inicialização dos dispositivos (ou seja, a ordem em que a Mídia de Carga precede outras mídias);

158.3. A equipe da Licitante deverá retirar qualquer mídia que porventura esteja inserida no conector da Mídia de Aplicação (MA) do ME;

158.4. A equipe da Licitante deverá apresentar 2 (dois) arquivos na Mídia de Carga (MC): o *Loader* do *Kernel* e o arquivo de imagem do *Kernel* de Teste, que serão utilizados para os testes que utilizam a Mídia de Carga (MC);

158.5. A equipe do TSE preservará o arquivo do *Kernel* de Teste;

158.6. Usando o arquivo do *Kernel* de Teste preservado no passo 158.5, a equipe da Licitante deverá gerar uma Mídia de Carga (MC), isto é, com o *Loader* do *Kernel* e com o Sistema Operacional (com o *Kernel* de Teste);

158.7. A equipe da Licitante conectará o equipamento leitor/gravador no MSE (item 130) para que, usando um computador (item 131), implante, em memória não-volátil do microcontrolador do MSE, chave privada gerada anteriormente pelo TSE;

158.8. A equipe da Licitante desconectará o equipamento leitor/gravador do MSE;

158.9. A equipe da Licitante deverá inserir, no respectivo conector do ME, a Mídia de Carga (MC) com o *Kernel* de Teste;

158.10. A equipe do TSE posicionará uma câmera de vídeo em frente ao *display* do MSE e iniciará a gravação de um vídeo;

158.11. A equipe da Licitante deverá ligar o ME-UE2022 e o *firmware* contido no MSE deverá assinar um conteúdo equivalente a 64 (sessenta e quatro) bytes com o valor hexadecimal “AA” com a chave implantada no passo 158.7.

158.11.1. O resultado da assinatura gerada deverá ser exibido no *Display* do MSE conforme formato e regras definidas no item 134;

158.11.2. A assinatura gerada, sem qualquer estruturação e em binário (em *raw*) deverá ser gravada em espaço de memória não-volátil acessível por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131);

158.12. Logo em seguida, o *Loader* do *Kernel*, utilizando o MSE, deverá assinar o resumo digital (SHA-512) do *Kernel* com a chave implantada no passo 158.7;

158.12.1. O resultado da assinatura gerada deverá ser exibido no *Display* do MSE conforme formato e regras definidas no item 134;

158.12.2. A assinatura gerada, sem qualquer estruturação e em binário (em *raw*) deverá ser gravada em espaço de memória não-volátil acessível por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131);

158.13. A equipe do TSE interromperá a gravação do vídeo, iniciada no passo 158.10;

158.14. As assinaturas geradas nos itens 158.11.2 e 158.12.2 serão recuperadas em arquivos por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131) e serão utilizados para verificação de assinatura digital dos arquivos de 64 (sessenta e quatro) bytes com o valor hexadecimal “AA” e do resumo digital (SHA-512) do arquivo do *Kernel* de Teste preservado no passo 158.5, com a chave pública gerada pelo TSE;

158.14.1. O TSE também verificará no vídeo se os resultados exibidos são **totalmente coincidentes** com os respectivos *nibbles* das respectivas assinaturas recuperadas em arquivo, conforme formato e regras definidas no item 134, além de verificar se o respectivo Sistema Operacional foi completamente carregado e se, ao final da execução da carga do “*Kernel*”, foi exibido o *prompt* da linha de comando;

158.15. A equipe do TSE, usando o vídeo gravado no passo 158.13, deverá calcular e registrar a diferença de tempo entre a exibição do resultado do passo 158.12 e a exibição do resultado do passo 158.11. Essa medida de tempo será utilizada para detectar eventuais discrepâncias anômalas, conforme o item 135.

158.16. A mensagem de um passo deverá ser mantida no display do MSE até que haja necessidade de apresentação de outra mensagem.

159. Critérios de aprovação:

- 159.1.1. Os resultados das verificações pela equipe do TSE no passo 158.14 serem bem sucedidos;
- 159.1.2. Os resultados das verificações pela equipe do TSE no passo 158.14.1 serem bem sucedidos;
- 159.1.3. Não forem constatadas discrepâncias anômalas na diferença de tempo calculada no passo 158.15.

160. Número de tentativas: 3 (três)

160.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso alguma verificação do item 159 não corresponder ao respectivo critério de aprovação.

#### F.6. Tempo de cifração de blocos de dados

161. Objetivo:

161.1. Aferir o tempo médio que o *firmware* do MSE, usando o *hardware* do MSE, leva para cifrar, com cifração simétrica, um bloco de dados com tamanho da ordem do tamanho do maior bloco de informação cifrado em uma operação oficial da urna (correspondente ao Kernel);

162. Recursos, instrumentos e insumos:

- 162.1.1. Placa-mãe sem o *chip* do processador;
- 162.1.2. Dispositivo leitor/gravador de memória interna do microcontrolador do MSE;
- 162.1.3. Dispositivo para leitura/gravação em memória acessível pelo MSE;
- 162.1.4. Ambiente computacional para conectar o dispositivo leitor/gravador da memória interna do microcontrolador do MSE e o dispositivo leitor/gravador de memória acessível pelo MSE;
- 162.1.5. Câmera filmadora que permita registro de 240 quadros por segundo em formato *mp4*;
- 162.1.6. Software capaz de particionar quadro-a-quadro um vídeo *mp4* (*ffmpeg*);
- 162.1.7. Scripts
  - a) Que gere um bloco aleatório de 5MBytes;
  - b) Que gere uma chave simétrica AES128 e um vetor de inicialização (IV);
  - c) Que verifique se os blocos foram corretamente cifrados;
- 162.1.8. *Pen drive* para transporte do bloco de 5MBytes e de chaves;

163. Procedimentos:

- 163.1. Para a realização deste teste, o ME-UE2022 deverá utilizar a placa-mãe sem o *chip* que contém o processador principal da placa-mãe (item 128.1);
- 163.2. Para efeito de aferição, o MSE deverá executar o algoritmo AES-CTR de 128 bits da implementação de referência da biblioteca *BearSSL* que faz parte da *libe521* fornecida, conforme indicado no Anexo IV;
- 163.3. A equipe do TSE gerará uma chave simétrica (16 bytes) e eventual vetor de inicialização (IV) (8 bytes);
- 163.4. A equipe do TSE gerará um bloco de valores aleatórios de 5MBytes;
- 163.5. A equipe da Licitante conectará o equipamento leitor/gravador no MSE (item 130) para que, usando um computador (item 131), implante em memória não-volátil interna ao microcontrolador do MSE, a chave secreta e eventual vetor de inicialização gerados no passo 163.3 e implante em memória não-volátil endereçável pelo microcontrolador do MSE, o bloco de valores aleatórios gerados no passo 163.4. A equipe da Licitante definirá a posição de memória onde será inicialmente alocado o referido bloco;

163.6. A equipe da Licitante desconectará o equipamento leitor/gravador do MSE;

163.7. A equipe da Licitante reiniciará o ME-UE2022 e o firmware do MSE deverá executar 275 (duzentos e setenta e cinco) iterações, em um procedimento iterativo de cifração AES-CTR de 128 bits com a chave implantada no passo 163.3, tendo o bloco de valores aleatórios implantado no mesmo passo como entrada da iteração inicial;

163.8. A cada iteração, o bloco de valores aleatórios, que servirá como entrada, deverá ser alterado de forma que os 10 (dez) primeiros bytes do bloco cifrado na iteração anterior ocupem, na mesma ordem, os 10 (dez) últimos bytes do bloco de entrada para a iteração corrente.

163.8.1. A cada 25 (vinte e cinco) iterações, deverão ser exibidos, no display do TSE, os 5 (cinco) primeiros *nibbles* do bloco cifrado concatenados com os 5 (cinco) últimos *nibbles* do mesmo bloco, que deverá permanecer no display, até as próximas 25 (vinte e cinco) iterações;

163.9. Para registrar o tempo total, deverá ser utilizada uma câmera de vídeo para registrar o display do MSE, bem como um cronômetro. Em caso de discrepância entre os resultados obtidos com os dois métodos, será utilizado aquele obtido com a câmera de vídeo. O resultado final desse teste é o tempo total das cifrações de 250 (duzentos e cinquenta) blocos de dados de 5MBytes, ou seja, o tempo total obtido entre a primeira e a última exibição do item 163.8.1;

163.10. O TSE analisará o vídeo, para verificar a correspondência entre as partes das cifrações exibidas no *display* do MSE, registradas em vídeo, e as cifrações geradas em processo iterativo idêntico executado anteriormente;

163.11. A mensagem de um passo deverá ser mantida no display do MSE até que haja necessidade de apresentação de outra mensagem.

164. Critérios de aprovação:

164.1. O tempo total para realizar 250 (duzentos e cinquenta) cifrações de blocos de 5MBytes ser menor que 1.250 segundos;

164.2. Os valores verificados no passo 163.10 serem **totalmente coincidentes**.

165. Número de tentativas: 3 (três)

165.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso alguma verificação do item 164 não corresponder ao respectivo critério de aprovação.

#### F.7. Tempo para assinatura de blocos de dados

166. Objetivo:

166.1. Aferir o tempo médio que o *firmware* do MSE, usando o *hardware* do MSE, leva para realizar uma assinatura digital EdDSA de um bloco de dados com tamanho da ordem do tamanho dos blocos de dados resultantes da aplicação de um resumo digital utilizado em uma operação oficial da urna;

167. Recursos, instrumentos e insumos:

167.1.1. Placa-mãe sem o *chip* do processador;

167.1.2. Dispositivo leitor/gravador de memória interna do microcontrolador do MSE;

167.1.3. Dispositivo para leitura/gravação em memória acessível pelo MSE;

167.1.4. Ambiente computacional para conectar o dispositivo leitor/gravador da memória interna do microcontrolador do MSE e o dispositivo leitor/gravador de memória acessível pelo MSE;

167.1.5. Câmera filmadora que permita registro de 240 quadros por segundo em formato *mp4*;

167.1.6. Software capaz de particionar quadro-a-quadro um vídeo *mp4 (ffmpeg)*;

167.1.7. Ferramentas para geração de chaves e assinatura usando a *libe521*;

167.1.8. Scripts

a) Que gere um bloco aleatório de 1024 bytes;

b) Que desempacote os blocos de iterações e verifique as assinaturas produzidas;

167.1.9. *Pen drive* para transporte do bloco de 1024 bytes e de chaves;

168. Procedimentos:

168.1. Para a realização deste teste, o ME-UE2022 deverá utilizar a placa-mãe sem o chip que contém o processador principal da placa-mãe (item 128.1);

168.2. Para efeito de aferição, o MSE deverá executar o algoritmo E-521 que faz parte da *libe521* fornecida, em seu modo determinístico, conforme versão indicada no Anexo IV;

168.3. A equipe do TSE gerará um par de chaves assimétricas usando o algoritmo *e521* da biblioteca *libe521*, conforme comando do item 133.1;

168.4. A equipe do TSE gerará um bloco de valores aleatórios de 1024 bytes;

168.5. A equipe da Licitante conectará o equipamento leitor/gravador no MSE (item 130) para que, usando um computador (item 131), implante, em memória não-volátil do microcontrolador do MSE, a parte privada do par de chaves gerado pelo TSE no passo 168.3 e o bloco de valores aleatórios gerados no passo 168.4. A equipe da Licitante definirá a posição de memória onde será inicialmente alocado o referido bloco;

168.6. A equipe da Licitante desconectará o equipamento leitor/gravador do MSE;

168.7. A equipe da Licitante reiniciará o ME-UE2022 e o firmware do MSE deverá executar 1.000 (hum mil) iterações, em um procedimento iterativo de assinaturas digitais EdDSA com a chave implantada no passo 168.5, do bloco de valores aleatórios implantados no mesmo passo;

168.8. A cada iteração, o bloco de valores aleatórios deverá ser alterado de forma que os 10 (dez) primeiros bytes da assinatura obtida ocupem, na mesma ordem, os 10 (dez) primeiros bytes do bloco de valores aleatórios.

168.8.1. O resultado da assinatura do bloco de valores aleatórios (modificado conforme item 168.8) deverá ser exibido no display do MSE, a cada 25 (vinte e cinco) iterações, incluindo a exibição da primeira iteração, conforme formato e regras definidas no item 134;

168.8.2. A cada uma das 1000 (hum mil) iterações, o ME da licitante deverá anexar a respectiva assinatura gerada em formato RAW, sem qualquer estrutura, em espaço de memória não-volátil acessível por meio do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130), com o auxílio de um computador (item 131);

168.9. Após o final do teste, o espaço de memória utilizado para armazenamento das informações geradas no item 168.8.2 deverá ser gravado em um arquivo no computador (item 131), com a utilização do equipamento leitor/gravador no MSE (item 130)

168.9.1. Se necessário o ME poderá ser reiniciado;

168.9.2. O arquivo deverá conter as informações geradas no item 168.8.2, referentes a todas as iterações e na mesma ordem em que foram geradas;

168.10. Para registrar o tempo total, deverá ser utilizada uma câmera de vídeo para registrar o display do MSE ao lado de um cronômetro. O resultado desse teste é o tempo total das assinaturas de 999

(novecentos e noventa e nove) blocos de dados de 1024 bytes, ou seja, o tempo total obtido com o método descrito, a partir da exibição da primeira iteração, até a 1000ª iteração;

168.10.1. A câmera de vídeo iniciará a gravação antes do passo 168.7;

168.11. O TSE irá analisar o vídeo, para verificar a correspondência entre as partes das assinaturas exibidas no display do MSE, relativas às iterações registradas em vídeo, e as respectivas assinaturas geradas e recuperadas no arquivo do item 168.9;

168.12. A mensagem de um passo deverá ser mantida no display do MSE até que haja necessidade de apresentação de outra mensagem.

169. Critérios de aprovação:

169.1. O tempo total para realizar as assinaturas de 999 (novecentos e noventa e nove) blocos de dados de 1024 bytes for menor que 999 (novecentos e noventa e nove) segundos;

169.2. Todas as verificações das assinaturas do passo 168.11 serem bem sucedidas.

170. Número de tentativas: 3 (três)

170.1. Será considerada uma tentativa frustrada caso alguma verificação do item 169 não corresponder ao respectivo critério de aprovação.

## **G. Testes diversos**

### **G.1. Testes de emissão sonora do TM**

171. Objetivo: Verificar a capacidade de emissão sonora no TM, incluindo a variação de volume e frequência.

172. Recursos, instrumentos e insumos:

- Não há;

173. Procedimentos:

173.1. Acionamento do dispositivo para emissão de sinal sonoro a partir de comando de software;

173.2. Aumento e diminuição do volume do som via software;

173.3. Aumento e diminuição da frequência do som via software;

173.4. Obs: Não será realizada verificação de intensidade sonora, decibéis, no momento da licitação, haja vista não ser possível obter-se ambiente controlado para sua verificação.

174. Critérios de aprovação: Aprovado se:

174.1. Datasheet comprovar nível de pressão sonora exigido;

174.2. Houver acionamento do dispositivo para emissão de sinal sonoro via software;

174.3. Houver aumento e diminuição de volume do som via software;

174.4. Houver aumento e diminuição da frequência do som via software;

175. Número de tentativas: 03 (três).

### **G.2. Testes de emissão sonora do TE**

176. Objetivo: Verificar a capacidade de emissão sonora no TE, incluindo a variação de volume e frequência.

177. Recursos, instrumentos e insumos:

- Não há;

178. Procedimentos:

- 178.1. Acionamento do dispositivo para emissão de sinal sonoro a partir de comando de software;
- 178.2. Aumento e diminuição do volume do som via software;
- 178.3. Aumento e diminuição da frequência do som via software;
- 178.4. Obs: Não será realizada verificação de intensidade sonora, decibéis, no momento da licitação, haja vista não ser possível obter-se ambiente controlado para sua verificação.

179. Critérios de aprovação: Aprovado se:

- 179.1. Datasheet comprovar nível de pressão sonora exigido;
- 179.2. Houver acionamento do dispositivo para emissão de sinal sonoro via software;
- 179.3. Houver aumento e diminuição de volume do som via software;
- 179.4. Houver aumento e diminuição da frequência do som via software;

180. Número de tentativas: 03 (três).

### G.3. Teste de saída de áudio para fones de ouvido

181. Objetivo: Avaliar a emissão de som pela saída de áudio para fones de ouvido.

182. Recursos, instrumentos e insumos:

- Fone de ouvido.

183. Procedimentos:

- 183.1. Inserir fone de ouvido na saída de áudio do TE;
- 183.2. Exibir no display do ME a mensagem "Fone de ouvido conectado";
- 183.3. Ajustar volume do áudio do TE via software;
- 183.4. Retirar o fone de ouvido da saída de áudio do TE;
- 183.5. Exibir no display do TE a mensagem "Fone de ouvido desconectado".

184. Critérios de aprovação: Aprovado se:

- 184.1. For possível ajustar o volume via software;
- 184.2. For verificada a indicação de presença e ausência do fone de ouvido.

185. Número de tentativas: 03 (três).

### G.4. Testes de controle de luminosidade do *display* do TE

186. Objetivo: Avaliar a capacidade de ajuste da luminosidade do display do TE, sem apagar totalmente ou clarear totalmente a tela.

187. Recursos, instrumentos e insumos:

- Chave de fenda ou Philips adequada ao potenciômetro (fornecida preferencialmente pela licitante).

188. Procedimentos:

- 188.1. Com o ME ligado e em uma tela (preferencialmente gráfica), variar a luminosidade através de ferramenta própria, se for o caso;

189. Critérios de aprovação: Aprovado se:

189.1. For possível ajustar a luminosidade via potenciômetro ou outra solução, desde que não escureça totalmente ou clareie totalmente a tela.

190. Número de tentativas: 03 (três).

#### G.5. Testes de controle de luminosidade do *display* do TM

191. Objetivo: Avaliar a capacidade de ajuste da luminosidade do display do TM, via software, sem apagar totalmente ou clarear totalmente a tela.

192. Recursos, instrumentos e insumos:

- Não há;

193. Procedimentos:

193.1. Aumentar a luminosidade ao maior nível e diminuí-la ao menor nível, via comando de software;

193.2. Configurar uma determinada luminosidade;

193.3. Desligar o ME;

193.4. Religá-lo.

193.5. Repetir procedimento com outros 02 (dois) ajustes distintos.

194. Critérios de aprovação: Aprovado se:

194.1. For possível ajustar a luminosidade via software;

194.2. ME manter o nível de luminosidade de antes do desligamento.

195. Número de tentativas: 03 (três).

#### G.6. Testes para determinação da capacidade de armazenamento da MI, MR e MA

196. Objetivo: Avaliar a capacidade declarada com a mínima exigida no Projeto Básico e seus anexos.

197. Recursos, instrumentos e insumos:

- Não há;

198. Procedimentos:

198.1. Análise da documentação técnica contendo, no mínimo, *datasheet* que permita verificar a comprovação dos requisitos mínimos exigidos neste Edital;

198.2. Análise por meio do sistema operacional instalado, a fim de se verificar a capacidade mínima de 4 GB para as Mídias Interna e de Aplicação e 1 GB para a Mídia de Resultado, com operação pela própria licitante e supervisão pela CAT.

199. Critérios de aprovação: Aprovado se:

199.1. a proposta técnica apresentar as exigências deste Edital;

199.2. possuir a capacidade de armazenamento exigida, considerando, para tanto, os prefixos do Sistema Internacional de Unidades como múltiplos de 1.000 bytes.

200. Número de tentativas: 03 (três).

### G.7. Teste de retenção de data e hora

201. Objetivo: Avaliar a capacidade do sistema de alimentação do RTC reter a data e hora por, no mínimo, 10,00 anos.

202. Recursos, instrumentos e insumos:

- Proposta técnica da licitante;

203. Procedimentos:

203.1. Cálculo do  $T_{bat}$ , conforme fórmulas abaixo, considerando dados A, B, C e D extraídos do datasheet do fornecedor do RTC, do fornecedor da bateria ou declarações com tais valores dos respectivos fornecedores.

$$TOp_{bat} = \frac{A}{\left(\frac{B}{3V} + C\right)} \times \frac{1000}{8760},$$

$$T_{bat} = \left(TOp_{bat} \times \left(1 - \frac{D \times TOp_{bat}}{100}\right)\right),$$

ONDE:

A = capacidade nominal da bateria em mAh

B = energia nominal consumida pelo RTC em  $\mu W$

C = energia consumida pelo circuito do LED da bateria em  $\mu A$

D = % de autodescarga ao ano da bateria

$TOp_{bat}$  = tempo estimado em anos sem auto descarga

$T_{bat}$  = tempo estimado em anos com auto descarga

203.2. Análise do esquema elétrico correspondente ao trecho do circuito do led da bateria CMOS;

203.3. Teste de retenção da data e hora:

203.3.1. Ajuste de data e hora;

203.3.2. Retirar o cabo de alimentação da urna da tomada e retirar a bateria do compartimento interno;

203.3.3. Verificar se a data e hora ajustada foi mantida.

204. Critérios de aprovação: Aprovado se:

204.1. se  $T_{bat} \geq 10,00$  anos, com arredondamento para duas casas decimais conforme ABNT/NBR 5891;

204.2. o ajuste de data e hora for possível por um software que execute na urna e a data e a hora forem mantidas após a retirada da alimentação de energia via rede AC e bateria interna no teste de retenção da data e hora;

204.3. existir um led para sinalização de antecipação do final de vida útil, implementado em *hardware* e acompanhado do respectivo trecho do esquema elétrico do circuito do led;

205. Número de tentativas: 03 (três), para o procedimento de teste no ME;