

## RESOLUÇÃO Nº 750, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2018

Estabelece requisitos específicos para ciclomotores, motocicletas, motonetas, triciclos e quadriciclos movidos à propulsão híbrida, híbrida *plug-in* e elétrica.

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN), no uso da competência que lhe confere o art. 12, inciso I, da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro e nos termos do disposto no Decreto nº 4.711, de 29 de maio de 2003, que trata da coordenação do Sistema Nacional de Trânsito (SNT);

Considerando a necessidade de aumentar a segurança nos veículos por meio da harmonização dos requisitos nacionais de segurança veicular com os requisitos internacionais equivalentes, conforme previsto no Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito – PNATRANS; e

Considerando o que consta no Processo Administrativo nº 80000.036570/2017-23,

RESOLVE:

Art. 1º Esta Resolução estabelece requisitos específicos de ciclomotores, motocicletas, motonetas, triciclos e quadriciclos movidos à propulsão híbrida, híbrida *plug-in* e elétrica.

Parágrafo único. Os requisitos técnicos estão contidos nos Anexos desta Resolução.

Art. 2º Os requisitos constantes desta Resolução aplicar-se-ão a ciclomotores, motocicletas, motonetas, triciclos e quadriciclos produzidos ou importados, a partir de 1º de janeiro de 2022.

Art. 3º Para comprovação do atendimento dos requisitos mencionados no Art. 1º desta Resolução, serão aceitos os resultados de ensaios que cumpram com o Regulamento UN R136, das Nações Unidas.

Art. 4º Os anexos desta Resolução encontram-se disponíveis no sítio eletrônico [www.denatran.gov.br](http://www.denatran.gov.br).

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, sendo facultado antecipar sua adoção total ou parcial.

Maurício José Alves Pereira  
Presidente

Adilson Antônio Paulus  
Ministério da Justiça e Segurança Pública

Rone Evaldo Barbosa  
Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil

Djailson Dantas de Medeiros  
Ministério da Educação

Luiz Otávio Maciel Miranda  
Ministério da Saúde

Thomas Paris Caldellas  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

João Eduardo Moraes de Melo  
Ministério das Cidades

João Paulo de Souza  
Agência Nacional de Transportes Terrestres

## ANEXO I

### 1. Escopo

O presente regulamento não abrange os requisitos de segurança pós-colisão.

1.1. Parte I: Requisitos de segurança em relação ao sistema elétrico de transmissão de veículos da categoria L com uma velocidade de projeto máxima superior a 6 km/h, equipada com um ou mais motores de tração operados por energia elétrica e não conectados permanentemente à rede, bem como seus componentes e sistemas de alta tensão que estão conectados galvanicamente ao barramento de alta tensão do sistema elétrico de transmissão.

1.2. Parte II: Requisitos de segurança em relação ao Sistema de Armazenamento de Energia Elétrica Recarregável (REESS) de veículos da categoria L com uma velocidade de projeto máxima superior a 6 km/h, equipada com um ou mais motores de tração operados por energia elétrica e não conectados permanentemente à rede.

A Parte II do presente regulamento não se aplica a REESS(s) cuja principal utilização é fornecer energia para a partida do motor e/ou iluminação e/ou outros sistemas auxiliares do veículo.

### 2. Definições

Para efeitos do presente regulamento, aplicam-se as seguintes definições:

2.1. "Modo de condução ativa" significa a aplicação da pressão ao pedal do acelerador (ou controle equivalente) ou a liberação do sistema de freio que fará com que o sistema elétrico de transmissão coloque o veículo em movimento.

2.2. "Barreira" é um componente que fornece proteção contra contato direto com as partes energizadas de qualquer direção de acesso.

2.3. "Isolamento básico" é aplicado às peças energizadas para proteção contra contato direto em condições livres de falhas.

2.4. "Célula" significa uma única unidade eletroquímica encapsulada contendo um eletrodo positivo e um negativo que exibe um diferencial de tensão em seus dois terminais.

2.5. "Chassis ligado ao circuito elétrico" são circuitos elétricos AC e DC, conectados galvanicamente ao chassi elétrico.

2.6. "Conexão condutora" significa a conexão usando conectores a uma fonte de alimentação externa quando o REESS é carregado.

2.7. "Sistema de acoplamento para carregar o REESS" significa o circuito elétrico usado para carregar o REESS de uma fonte de alimentação elétrica externa, incluindo a entrada do veículo ou um cabo de carga afixado permanentemente.

- 2.8. “Taxa C” de “n C” é definida como a corrente constante do dispositivo objeto do ensaio, que necessita de 1/n horas para carregar ou descarregar o dispositivo testado de 0 % a 100 % do estado de carga.
- 2.9 “Contato direto” é o contato de pessoas com peças energizadas.
- 2.10 "Isolamento Duplo" é o isolamento constituído de um isolamento básico e um isolamento suplementar.
- 2.11. “Chassis elétrico” é um conjunto constituído por componentes condutores ligados eletricamente entre si, cujo potencial seja tomado como referência.
- 2.12. "Circuito elétrico" é um conjunto de componentes energizados conectados, projetado para estar eletricamente energizado em condições normais de funcionamento.
- 2.13. "Sistema de conversão de energia elétrica” é um sistema capaz de gerar e fornecer energia elétrica para propulsão.
- 2.14. “Grupo motopropulsor elétrico” é o circuito elétrico que inclui o(s) motor(es) de tração, podendo incluir o REESS, o sistema de conversão de energia elétrica, os conversores eletrônicos, os cabos de alimentação e conectores associados e o sistema de ligação para carregar o REESS.
- 2.15. “Conversor eletrônico” é um aparelho que permite o controle e/ou a conversão de energia elétrica para propulsão.
- 2.16. “Invólucro” é um componente que contém as unidades internas e que proporciona proteção contra o contato direto a partir de qualquer direção de acesso.
- 2.17. “Componente condutor exposto” é um componente com a qual se pode entrar em contato de acordo com os requisitos de proteção IPXXB, e suscetível de ficar eletricamente energizado em caso de falha com o isolamento. Incluem-se componentes sob uma cobertura que pode ser retirada sem utilizar ferramentas.
- 2.18. “Explosão” é uma liberação súbita de energia suficiente para gerar ondas de pressão e/ou projéteis que possam causar danos estruturais e/ou físicos nas imediações do dispositivo testado.
- 2.19 “Fonte externa de energia elétrica” é uma fonte no exterior do veículo que fornece uma corrente alternada (CA) ou uma corrente contínua (CC).
- 2.20. “Alta tensão” é a classificação de um componente ou circuito elétrico se a sua tensão de trabalho for  $> 60 \text{ V}$  e  $\leq 1500 \text{ V CC}$  ou  $> 30 \text{ V}$  e  $\leq 1\,000 \text{ V CA}$ , como valor quadrático médio de tensão (rms).
- 2.21. “Fogo” é a emissão de chamas de um dispositivo testado. Faíscas e centelhas não devem ser consideradas como chamas.
- 2.22. “Eletrólito inflamável” é o que contém substâncias classificadas como “líquido inflamável” de Classe 3 de acordo com as “Recomendações da ONU relativas ao transporte de mercadorias perigosas, regulamentos-tipo (revisão 17, de junho de 2011), volume I, capítulo 2.3.

2.23. “Barramento de alta tensão” é o circuito elétrico, incluindo o sistema de ligação para carregar o REESS, que funciona em alta tensão.

Nos casos em que os circuitos elétricos que estão galvanicamente ligados uns aos outros, estiverem galvanicamente ligados ao quadro elétrico e a tensão máxima entre qualquer componente energizado e o quadro elétrico ou qualquer parte condutora exposta for  $\leq 30$  V CA e  $\leq 60$  V CC, somente os componentes ou peças do circuito elétrico que funcionam em alta tensão são classificados como um barramento de alta tensão.

2.24. “Contato indireto” é o contato de pessoas com as peças condutoras expostas.

2.25. “Componentes energizados” é qualquer componente condutor(es) destinado(s) a ser(em) energizado(s) eletricamente em condições normais de utilização.

2.26. “Compartimento de bagagens” é o espaço destinado para acomodamento de bagagem.

2.27. “Fabricante” é a pessoa ou entidade responsável pela fabricação do veículo.

2.28. “Sistema de monitoramento interno (*onboard*) da resistência do isolamento” é o dispositivo que controla a resistência do isolamento entre os barramentos de alta tensão e o quadro elétrico.

2.29. “Bateria de tração de tipo aberto” é um tipo de bateria de eletrólito líquido que requer reabastecimento de água e que libera hidrogênio para a atmosfera.

2.30. “Compartimento de passageiro” é o espaço para alojar os ocupantes, delimitado pelo teto, piso, paredes laterais, portas, superfícies envidraçadas, porta traseira, ou ainda pelas barreiras e pelos invólucros concebidos para protegerem os ocupantes do contato direto com os componentes energizados.

2.31. “Grau de proteção” é o tipo de proteção proporcionada por uma barreira/invólucro ao contato com os componentes energizados, determinado por sonda de ensaio, como um dedo de ensaio (IPXXB) ou um fio de ensaio (IPXXD), conforme definidos no Anexo II.

2.32. “Sistema recarregável de armazenamento de energia (REESS)” é o sistema que fornece energia elétrica ao sistema de propulsão. O REESS pode incluir subsistema(s), juntamente com sistemas auxiliares necessários para o suporte físico, gestão térmica, controle eletrônico e invólucros.

2.33. “Isolamento reforçado” é o isolamento de componentes energizados para proteção contra o choque elétrico equivalente ao isolamento duplo. O isolamento pode comprometer diversas camadas que não podem ser testadas individualmente como isolamento básico ou suplementar.

2.34. “REESS removível” é um componente que, por projeto, pode ser removido do veículo para carga externa (*offboard*).

2.35. “Ruptura(s)” é(são) a(s) abertura(s) através do invólucro de um conjunto funcional de células, criadas ou alargadas por um evento suficientemente grande para permitir que um dedo de ensaio de 12 mm de diâmetro (IPXXB) penetre e entre em contato com os componentes energizados (ver Anexo II).

- 2.36. “Corta-circuito de serviço” é o dispositivo para desativação do circuito elétrico quando se efetuam controles e manutenções do REESS, das células de combustível, etc.
- 2.37. “Estado de carga (SOC)” é a carga elétrica disponível num dispositivo de ensaio expressa em porcentagem da sua capacidade nominal.
- 2.38. “Isolador sólido” é o revestimento de isolamento da fiação destinado a cobrir e proteger os componentes energizados do contato direto a partir de qualquer direção de acesso; as coberturas de isolamento dos componentes energizados dos conectores e o verniz ou pintura utilizado para isolamento.
- 2.39. “Subsistema” é qualquer conjunto funcional de componentes REESS.
- 2.40. “Isolamento suplementar” é o isolamento independente aplicado em adição ao isolamento básico para proteção contra choque elétrico em caso de falha do isolamento básico.
- 2.41. “Dispositivo objeto de ensaio” é tanto um REESS completo quanto um subsistema de um REESS que é submetido aos ensaios previstos no presente regulamento.
- 2.42. “Tipo de REESS” são os sistemas que não apresentam entre si diferenças significativas em aspetos essenciais como:
- a) Marca ou designação comercial;
  - b) Química, capacidade e as dimensões físicas das suas células;
  - c) Número de células, modo de ligação das células e suporte físico das células;
  - d) Construção, materiais e dimensões físicas do invólucro;
  - e) Dispositivos auxiliares necessários para o suporte físico, a gestão térmica e o controle eletrônico.
- 2.43. “Modelo de veículo” é aqueles que não diferem entre si quanto aos seguintes aspectos essenciais:
- a) Instalação do grupo motopropulsor elétrico e do barramento de alta tensão ligado galvanicamente;
  - b) Natureza e tipo do grupo motopropulsor elétrico e dos componentes de alta tensão ligados galvanicamente.
- 2.44. “Tensão de suporte” é aquela aplicada a uma amostra sob condições de teste prescritas que não causam quebras e/ou descarga elétrica de uma amostra satisfatória.
- 2.45. “Tensão de funcionamento” é o valor de tensão mais elevado de um circuito elétrico, especificado pelo fabricante, que quaisquer partes condutoras podem suportar em condições de circuito aberto ou em condições normais de funcionamento. Se o circuito elétrico estiver dividido por isolamento galvânico, a tensão de funcionamento é definida para cada segmento do circuito, respetivamente.

### 3. Parte I: Exigências para um veículo com relação à sua segurança elétrica.

#### 3.1. Proteção contra choque elétrico

Estes requisitos de segurança elétrica aplicam-se a barramentos de alta voltagem em condições onde não estão conectados a fontes de alimentação externas de alta tensão.

##### 3.1.1. Proteção contra contato direto

A proteção contra contato direto com peças em alta tensão é também necessária para veículos equipados com qualquer tipo REESS aprovado nos termos da Parte II deste Regulamento.

A proteção contra contato direto com as partes energizadas deve cumprir os parágrafos

##### 3.1.1.1 e 3.1.1.2.

Estas proteções (isolador sólido, barreira, gabinete, etc.) não podem ser abertas, desmontadas ou removidas sem o uso de ferramentas adequadas.

3.1.1.1. Para a proteção de peças energizadas dentro do compartimento de passageiros ou compartimento de bagagem, o grau de proteção IPXXD deve ser fornecido.

3.1.1.2. Proteção de peças energizadas em áreas diferentes do compartimento de passageiros ou do compartimento de bagagem:

3.1.1.2.1. Para veículos com compartimento de passageiros, o grau de proteção IPXXB deve ser atendido.

3.1.1.2.2. Para veículos sem compartimento de passageiros, o grau de proteção IPXXD deve ser atendido.

##### 3.1.1.3. Conectores

Os conectores (incluindo a entrada do veículo) são considerados em conformidade a este requisito se:

- (a) Cumprirem com os itens 3.1.1.1 e 3.1.1.2 quando separados sem o uso de ferramentas; ou
- (b) Estiverem localizados por baixo do assoalho e estão providos de um mecanismo de bloqueio; ou
- (c) Forem providos de um mecanismo de bloqueio e outros componentes devem ser removidos com o uso de ferramentas adequadas para separar o conector; ou
- (d) A tensão das partes energizadas for igual ou inferior a 60 V CC ou igual ou inferior a 30 V AC (rms) dentro de um segundo após a separação do conector.

##### 3.1.1.4. Desconexão de serviço

Para uma desconexão de serviço que pode ser aberta, desmontada ou removida sem ferramentas, é aceitável se o grau de proteção IPXXB for satisfeito sob uma condição em que seja aberto, desmontado ou removido sem ferramentas.

#### 3.1.1.5. Marcação

3.1.1.5.1. No caso de um REESS com capacidade de alta tensão, o símbolo mostrado na Figura 1 deve aparecer sobre ou próximo do REESS. O fundo do símbolo deve ser **amarelo**, a borda e a seta devem ser pretas.

### Figura 1

Marcação de equipamentos de alta tensão



3.1.1.5.2. O símbolo deve também estar visível nos gabinetes e barreiras, que, quando removidos, expõem partes energizadas de circuitos de alta tensão. Esta disposição é opcional para qualquer conector para barramento de alta tensão. Esta disposição não se aplica a nenhum dos seguintes casos:

- (a) Onde barreiras ou gabinetes não podem ser acessados fisicamente, abertos ou removidos; a menos que outros componentes do veículo sejam removidos com o uso de ferramentas;
- (b) Onde barreiras ou gabinetes estão localizados por baixo do piso do veículo.

3.1.1.5.3. Os cabos para barramento de alta tensão que não estão localizados dentro de gabinetes devem ser identificados por ter uma cobertura externa com a cor laranja.

#### 3.1.2. Proteção contra contato indireto

A proteção contra contato indireto também é necessária para veículos com componentes em alta voltagem, equipados com qualquer tipo de REESS aprovado nos termos da Parte II deste Regulamento.

3.1.2.1. Para proteção contra choque elétrico resultante de contato indireto, os componentes condutores expostos, como a barreira condutora e o gabinete, devem ser conectados de forma galvânica firmemente ao chassi elétrico por conexão com fio elétrico ou aterramento, ou por soldagem ou por conexão usando parafusos, etc., de modo que não seja produzido perigo potencial.

3.1.2.2. A resistência entre todos os componentes condutores expostos e o chassi elétrico deve ser inferior a  $0,1\Omega$  quando houver fluxo de corrente de pelo menos 0,2 A.

Este requisito é atendido se a conexão galvânica for estabelecida por soldagem.



3.1.23. No caso de veículos motorizados que se destinem a ser conectados à fonte de alimentação elétrica externa aterrada através da conexão condutora, deve ser fornecido um dispositivo para permitir a conexão galvânica do chassi elétrico à terra.

O dispositivo deve permitir a conexão à terra antes da tensão externa ser aplicada ao veículo e reter a conexão até que a tensão externa seja removida do veículo.

O cumprimento deste requisito deve ser demonstrado pelo uso do conector especificado pelo fabricante do veículo, ou por análise.

3.1.24. O requisito do item 3.1.2.3 acima não se aplica aos veículos que satisfaçam as alíneas (a) ou (b) abaixo:

(a) O REESS do veículo pode ser carregado através da fonte de alimentação elétrica externa somente usando um carregador externo (*offboard*) com isolamento duplo ou estrutura de isolamento reforçada entre entrada e saída.

Os requisitos de desempenho relativos à estrutura de isolamento anteriormente mencionada devem cumprir os seguintes requisitos do item 3.1.2.4.1 e o item 3.1.2.4.3 e declarado em sua documentação.

(b) O carregador interno do veículo (*onboard*) tem uma estrutura de isolamento dupla ou reforçada entre a entrada e os componentes condutores expostos/chassi elétrico do veículo.

Os requisitos de desempenho relativos à estrutura de isolamento anteriormente mencionada devem cumprir os seguintes requisitos dos itens 3.1.2.4.1, 3.1.2.4.2 e 3.1.2.4.3.

Se ambos os sistemas estiverem instalados, (a) e (b) devem ser cumpridos.

3.1.2.4.1. Tensão suportável

3.1.2.4.1.1. Para o veículo com carregador interno (*onboard*), o ensaio deve ser conduzido de acordo com o Anexo VII-A deste regulamento.

3.1.2.4.1.2. Critérios de aceitação

A resistência de isolamento deve ser igual ou superior a 7 MΩ ao aplicar 500 V DC entre todas as entradas conectadas entre si e as peças condutoras expostas / chassi elétrico do veículo.

3.1.2.4.2. Proteção contra a entrada de água

3.1.2.4.2.1. Este teste deve ser conduzido de acordo com o Anexo VII-B deste regulamento.

3.1.2.4.2.2. Critérios de aceitação

A resistência de isolamento deve ser igual ou superior a 7 MΩ, ao aplicar 500 V DC.

3.1.2.4.3. Instruções de manuseio

As instruções apropriadas para carga devem ser fornecidas e incluídas no manual do proprietário.

Exemplo do conteúdo no manual: "Se durante o carregamento, o seu veículo ou carregador ficar submerso em água, você não deve tocar o veículo nem o carregador devido ao perigo de choque elétrico. Além disso, não use a bateria nem o veículo e peça ao seu revendedor que tome medidas apropriadas".

### 3.1.3. Resistência ao isolamento

Este parágrafo não se aplica aos circuitos elétricos conectados ao chassi, onde a tensão máxima entre qualquer parte energizada e o chassi elétrico ou qualquer peça condutora exposta não exceda 30 V AC (rms) ou 60 V DC.

#### 3.1.3.1. Sistema de transmissão elétrico composto por barramentos de corrente contínua ou alternada separadamente

Se os barramentos DC e os barramentos AC estiverem isolados galvanicamente um do outro, a resistência de isolamento entre o barramento de alta tensão e o chassi elétrico deve ter um valor mínimo de 100  $\Omega$ /V da tensão de trabalho para barramentos DC e um valor mínimo de 500  $\Omega$ /V da tensão de trabalho para barramentos AC.

A medição deve ser realizada de acordo com o Anexo III-A "Método de medição da resistência de isolamento para ensaios realizados em veículos".

#### 3.1.3.2. Sistema de transmissão elétrico composto por barramentos DC e AC combinados

Se os barramentos AC e os barramentos DC estiverem conectados galvanicamente, a resistência de isolamento entre qualquer barramento de alta tensão e o chassi elétrico deve ter um valor mínimo de 500  $\Omega$ /V da tensão de trabalho.

No entanto, se todos os barramentos de alta tensão AC estiverem protegidos por uma das duas medidas a seguir, a resistência de isolamento entre qualquer barramento de alta tensão e o chassi elétrico deve ter um valor mínimo de 100  $\Omega$ /V da tensão de trabalho:

- (a) Dupla ou mais camadas de isoladores sólidos, barreiras ou gabinetes que atendam aos requisitos do item 3.1.1 independentemente, por exemplo, chicotes;
- (b) proteções mecanicamente robustas que possuem durabilidade suficiente sobre a vida útil do veículo, como carcaças de motor, invólucros de conversor eletrônico ou conectores;

A resistência de isolamento entre o barramento de alta tensão e o chassi elétrico pode ser demonstrada por cálculo, medição ou combinação de ambos.

A medição deve ser realizada de acordo com o Anexo III-A "Método de medição da resistência de isolamento para ensaios realizados em veículos".

#### 3.1.3.3. Veículos com célula de combustível

Se o requisito mínimo de resistência ao isolamento não puder ser mantido ao longo do tempo, a proteção deve ser obtida por qualquer um dos métodos abaixo:

(a) Dupla ou mais camadas de isoladores sólidos, barreiras ou gabinetes que atendam aos requisitos do item 3.1.1;

(b) Sistema de monitoramento de resistência de isolamento interno (*onboard*) juntamente com um aviso ao condutor se a resistência de isolamento cair abaixo do valor mínimo exigido. A resistência de isolamento entre o barramento de alta tensão do sistema de acoplamento para carregar o REESS e o chassi elétrico não precisa ser monitorada, porque o sistema de acoplamento para carregamento é energizado somente durante o carregamento do REESS. A função do sistema de monitoramento da resistência de isolamento interno (*onboard*) deve ser confirmada conforme descrito no Anexo IV.

3.134. Requisito de resistência ao isolamento para o sistema de acoplamento usado para carregar o REESS

Para o sistema de acoplamento (usado para carregar o REESS e destinado a ser conectado de forma condicional à fonte de alimentação AC externa aterrada), a resistência de isolamento deve ser de pelo menos  $1M\Omega$  quando o acoplador do carregador estiver desconectado. Durante a medição, o REESS pode ser desconectado.

## 3.2. REESS

3.2.1. Para um veículo com REESS, o requisito dos itens 3.2.1.1 ou 3.2.1.2 deve ser atendido.

3.2.1.1. Para um REESS ensaiado conforme a Parte II do presente regulamento, a instalação deve estar de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante do REESS.

3.2.1.2. O REESS deve cumprir os respectivos requisitos do item 4 deste regulamento.

### 3.2.2. Acúmulo de gás

Os espaços para baterias de tração do tipo aberto que podem produzir gás hidrogênio devem estar equipados com ventilador, ventilação ou qualquer outro meio adequado para evitar o acúmulo de gás hidrogênio.

### 3.2.3. Proteção contra derramamento eletrolítico

Os veículos devem prever que nenhum eletrólito derramado do REESS e seus componentes devem chegar ao condutor, passageiro ou qualquer pessoa ao redor do veículo em condições normais de uso e/ou operação funcional.

Quando o REESS está na posição de cabeça para baixo, nenhum eletrólito deve derramar.

### 3.2.4. Remoção acidental ou involuntária

O REESS e seus componentes devem ser instalados no veículo de forma a evitar a possibilidade de desconexão inadvertida ou involuntária.

O REESS no veículo não deve ser ejetado quando o veículo estiver inclinado.

Os componentes REESS não devem ser ejetados quando o REESS é colocado de cabeça para baixo.

### 3.3. Segurança funcional

Uma indicação momentânea mínima deve ser dada ao condutor quando o veículo estiver em "modo de condução ativo".

No entanto, esta disposição não se aplica em condições em que um motor de combustão interna forneça, direta ou indiretamente, o poder de propulsão do veículo.

Ao sair do veículo, o condutor deve ser informado por um sinal (por exemplo, sinal óptico ou sonoro) se o veículo ainda estiver no modo ativo de condução.

Se o REESS de bordo pode ser carregado externamente pelo usuário, o movimento causado pelo sistema de propulsão do veículo não será possível enquanto a fonte de alimentação externa estiver fisicamente conectada à entrada do veículo.

Para os veículos com um cabo de recarga conectado permanentemente, o requisito acima não é aplicável se o uso do cabo para carregar o veículo evitar o uso do veículo (por exemplo, o assento não pode ser fechado, a posição do cabo não permite que o condutor se sente ou entre no veículo). Este requisito deve ser demonstrado pelo uso do conector especificado pelo fabricante do veículo. A condição da unidade de controle de propulsão deve ser identificada ao condutor.

#### 3.3.1. Requisitos de segurança funcional adicionais

3.3.1.1. Pelo menos duas ações deliberadas e distintas devem ser realizadas pelo condutor no início para selecionar o modo de condução ativa possível.

3.3.1.2. Só é necessária uma única ação para desativar o modo de condução ativa.

3.3.1.3. Indicação de energia temporária reduzida (ou seja, não resultando de uma falha) e/ou de estado de carga (SOC) do REESS.

3.3.1.3.1. O veículo deve ter uma função/dispositivo que indique ao condutor se a energia for reduzida automaticamente abaixo de um determinado nível (por exemplo, devido à ativação do controlador de saída para proteger o REESS ou o sistema de propulsão) ou devido a um SOC baixo.

3.3.1.3.2. As condições em que essas indicações são fornecidas devem ser determinadas pelo fabricante.

3.3.1.4. Condução em marcha a ré

Não será possível ativar a função de controle reverso do veículo enquanto o veículo estiver em movimento para frente.

### 3.4. Determinação das emissões de hidrogênio

3.4.1. Este ensaio deve ser efetuado em todos os veículos equipados com baterias de tração do tipo aberto. Se o REESS tiver sido aprovado nos termos da Parte II deste Regulamento e instalado de acordo com o item 3.2.1.1, este teste não precisa ser apresentado para aprovação do veículo.

3.4.2. O ensaio deve ser efetuado de acordo com o método constante do Anexo V do presente regulamento. A amostragem e análise de hidrogênio devem ser estabelecidas. Outros métodos de análise podem ser aprovados se comprovada sua equivalência.

3.4.3. Durante um procedimento de carga normal nas condições indicadas no Anexo V, as emissões de hidrogênio devem ser inferiores a 125g durante 5h ou inferiores a  $25 \times t_2$  g durante  $t_2$  (em h).

3.4.4. Durante uma carga efetuada por um carregador que apresenta uma falha (condições indicadas no Anexo V), as emissões de hidrogênio devem ser inferiores a 42g. O carregador deve limitar tal falha no máximo a 30 minutos.

3.4.5. Todas as operações ligadas ao carregamento de REESS devem ser controladas automaticamente, incluídas a parada para carga.

3.4.6. Não será possível o controle manual das fases de carregamento.

3.4.7. As operações normais de conexão e desconexão na rede ou em cortes de energia não devem afetar o sistema de controle das fases de carga.

3.4.8. Falhas de carregamento importantes devem ser indicadas permanentemente. Uma falha importante é aquela que pode levar ao mau funcionamento do carregador durante o carregamento posterior.

3.4.9. O fabricante deve indicar a conformidade do veículo no manual do proprietário com esses requisitos.

3.4.10. Os resultados de ensaio de um tipo de veículo relativo às emissões de hidrogênio podem ser estendidos a diferentes tipos de veículos pertencentes à mesma família, de acordo com a definição da família apresentada no Anexo V, Apêndice II.

**4. Parte II: Exigências para um Sistema de Armazenamento de Energia Recarregável (REESS) com relação à sua segurança**

4.1. Geral

São aplicados os procedimentos previstos no Anexo VI do presente regulamento.

4.2. Vibração

4.2.1. O ensaio deve ser efetuado em conformidade com o Anexo VI-A do presente regulamento.

4.2.2. Critérios de aceitação

4.2.2.1. Durante o teste, não deve haver evidências de:

(a) Vazamento de eletrólito;

(b) Ruptura (aplicável somente a REESS(s) de alta tensão);

- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

A evidência de vazamento de eletrólitos deve ser verificada por inspeção visual sem desmontar qualquer parte do dispositivo testado.

4.2.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o ensaio em conformidade com o Anexo III-B do presente regulamento não deve ser inferior a 100  $\Omega/V$ .

#### 4.3. Choque térmico e ciclagem

4.3.1. O ensaio deve ser efetuado em conformidade com o Anexo VI-B do presente regulamento.

##### 4.3.2. Critérios de aceitação

4.3.2.1. Durante o teste, não deve haver evidências de:

- (a) Vazamento de eletrólito;
- (b) Ruptura (aplicável somente a REESS(s) de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

A evidência de vazamento de eletrólitos deve ser verificada por inspeção visual sem desmontar qualquer parte do dispositivo testado.

4.3.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o ensaio em conformidade com o Anexo III-B do presente regulamento não deve ser inferior a 100  $\Omega/V$ .

#### 4.4. Testes mecânicos

##### 4.4.1. Teste de queda para REESS removível

4.4.1.1. O ensaio deve ser efetuado em conformidade com o Anexo VI-C do presente regulamento.

##### 4.4.1.2. Critérios de aceitação

4.4.1.2.1. Durante o teste, não poderá haver evidências de:

- (a) Vazamento de eletrólito;
- (b) Ruptura (aplicável somente a REESS(s) de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

A evidência de vazamento de eletrólitos deve ser verificada por inspeção visual sem desmontar qualquer parte do dispositivo testado.

4.4.1.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o ensaio em conformidade com o Anexo III-B do presente regulamento não deve ser inferior a 100  $\Omega/V$ .

#### 4.4.2. Choque mecânico

4.4.2.1. Este teste deve aplicar-se aos veículos com um cavalete central e/ou lateral.

O ensaio deve ser realizado em conformidade com o Anexo VI-D do presente regulamento.

4.4.2.2. Critérios de aceitação

4.4.2.2.1. Durante o teste, não poderá haver evidências de:

- (a) Vazamento de eletrólito;
- (b) Ruptura (aplicável somente a REESS(s) de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

A evidência de vazamento de eletrólitos deve ser verificada por inspeção visual sem desmontar qualquer parte do dispositivo testado.

4.4.2.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento do dispositivo testado deve garantir pelo menos 100  $\Omega/V$  para todo o REESS medido após o teste de acordo com o Anexo III-B do presente Regulamento.

#### 4.5. Resistência ao fogo

Este teste aplica-se apenas a veículos com um compartimento de passageiros.

Este teste é necessário para REESS contendo eletrólito inflamável.

O ensaio deve ser efetuado em uma amostra de ensaio.

À escolha do fabricante, o teste pode ser realizado como:

- (a) Teste em veículo de acordo com o o item 4.5.1 deste regulamento, ou
- (b) Teste em componentes de acordo com o o item 4.5.2 deste regulamento.

##### 4.5.1. Teste em veículo

O teste deve ser efetuado de acordo com o Anexo VI-E, levando em consideração o item 3.2.1 do Anexo VI-E.

A aprovação de um REESS testado de acordo com este item deve ser limitada às aprovações para um tipo de veículo específico.

#### 4.5.2. Teste em componente

O teste deve ser efetuado de acordo com o Anexo VI-E, levando em consideração o item 3.2.2 do Anexo VI-E.

#### 4.5.3. Critérios de aceitação

4.5.3.1. Durante o teste, o dispositivo testado não deve apresentar evidências de explosão.

#### 4.6. Proteção externa contra curto-circuito

4.6.1. O ensaio deve ser efetuado em conformidade com o Anexo VI-F do presente regulamento.

#### 4.6.2. Critérios de aceitação

4.6.2.1. Durante o teste, não deverá haver evidências de:

- (a) vazamento de eletrólito;
- (b) Ruptura (aplicável somente a REESS(s) de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

A evidência de vazamento de eletrólitos deve ser verificada por inspeção visual sem desmontar qualquer parte do dispositivo testado.

4.6.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o ensaio em conformidade com o Anexo III-B do presente regulamento não deve ser inferior a 100  $\Omega/V$ .

#### 4.7. Proteção contra sobrecarga

4.7.1. O ensaio deve ser efetuado em conformidade com o Anexo VI-G do presente regulamento.

#### 4.7.2. Critérios de aceitação

4.7.2.1. Durante o teste, não deverá haver evidências de:

- (a) Vazamento de eletrólito;
- (b) Ruptura (aplicável somente a REESS(s) de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.



A evidência de vazamento de eletrólitos deve ser verificada por inspeção visual sem desmontar qualquer parte do dispositivo testado.

4.7.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o ensaio em conformidade com o Anexo III-B do presente regulamento não deve ser inferior a 100  $\Omega/V$ .

#### 4.8. Proteção de descarga excessiva

4.8.1. O ensaio deve ser efetuado em conformidade com o Anexo VI-H do presente regulamento.

#### 4.8.2. Critérios de aceitação

4.8.2.1. Durante o teste, não deverá haver evidências de:

- (a) Vazamento de eletrólito;
- (b) Ruptura (aplicável somente a REESS(s) de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

A evidência de vazamento de eletrólitos deve ser verificada por inspeção visual sem desmontar qualquer parte do dispositivo testado.

4.8.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o ensaio em conformidade com o Anexo III-B do presente regulamento não deve ser inferior a 100  $\Omega/V$ .

#### 4.9. Proteção contra superaquecimento

4.9.1. O ensaio deve ser efetuado em conformidade com o Anexo VI-I do presente regulamento.

#### 4.9.2. Critérios de aceitação

4.9.2.1. Durante o teste, não poderá haver evidências de:

- (a) Vazamento de eletrólito;
- (b) Ruptura (aplicável somente a REESS(s) de alta tensão);
- (c) Fogo;
- (d) Explosão.

A evidência de vazamento de eletrólitos deve ser verificada por inspeção visual sem desmontar qualquer parte do dispositivo testado.

4.9.2.2. Para um REESS de alta tensão, a resistência ao isolamento medida após o ensaio em conformidade com o Anexo III-B do presente regulamento não deve ser inferior a 100  $\Omega/V$ .

#### 4.10. Emissão

É considerada a possível emissão de gases causada pelo processo de conversão de energia durante o uso normal.

4.10.1. As baterias de tração de tipo aberto devem atender aos requisitos do item 3.4 deste Anexo no que se refere às emissões de hidrogênio.

Os sistemas com um processo químico fechado devem ser considerados como livres de emissão sob operação normal (por exemplo, bateria de íon de lítio).

Outras tecnologias devem ser avaliadas pelo fabricante e pelo serviço técnico em relação a possíveis emissões em operação normal.

4.10.2. Critérios de aceitação

Para as emissões de hidrogênio, ver o item 3.4 deste Anexo.

Para sistemas livres de emissão com processo químico fechado, não é necessária nenhuma verificação.

## **ANEXO II**

Proteção contra o contato direto com partes sob tensão

### **1. Sondas de acesso**

As sondas de acesso para verificar a proteção das pessoas contra o acesso a partes energizadas são dadas na Tabela 1.

### **2. Condição de teste**

A sonda de acesso é pressionada contra as aberturas do gabinete com a força especificada na Tabela 1. Se penetrar em parte ou totalmente, a sonda deve ser colocada em todas as posições possíveis, e em nenhum caso a superfície penetrará completamente através da abertura.

As barreiras internas são consideradas parte do gabinete.

Um fornecimento de baixa tensão (inferior ou igual a 40 V e não superior a 50 V) em série com uma lâmpada adequada deve ser conectado, se necessário, entre a sonda e as partes energizadas dentro da barreira ou gabinete.

O método do circuito de sinal também deve ser aplicado às partes em movimento do equipamento de alta tensão.

As partes móveis internas podem ser operadas lentamente, onde isso é possível.

### 3. Condições de aceitação

A sonda de acesso não deve tocar partes energizadas.

Se este requisito for verificado por um circuito de sinal entre a sonda e partes energizadas, a lâmpada não deve acender.

No caso do teste para IPXXB, a sonda de teste articulada pode penetrar até um comprimento de 80 mm, mas a face de parada (diâmetro 50 mm x 20 mm) não deve passar pela abertura. Partindo da posição direta, ambas as juntas da sonda de teste devem ser dobradas sucessivamente a um ângulo de até 90 graus em relação ao eixo da seção adjacente da sonda e devem ser colocadas em todas as posições possíveis.

No caso dos testes para IPXXD, a sonda de acesso pode penetrar em seu comprimento total, mas a face de parada não deve penetrar completamente através da abertura.

Tabela 1

Sondas de acesso para testes de proteção de pessoas contra acesso a componentes perigosos

Primeiro algarismo	Letra adicional	Sonda de acessibilidade (em mm)	Força de ensaio
2	B	<p style="text-align: center;"><b>Dedo de ensaio articulado</b></p> <p>Ver Figura 1 para dimensões totais</p> <p>Material isolante</p> <p>Superfície batente (Ø 50 x 20)</p> <p>Ø 12</p> <p>Dedo de ensaio articulado (Metal)</p> <p>80</p>	10 N ± 10 %

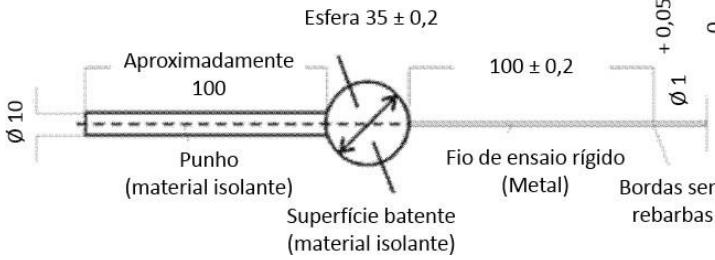
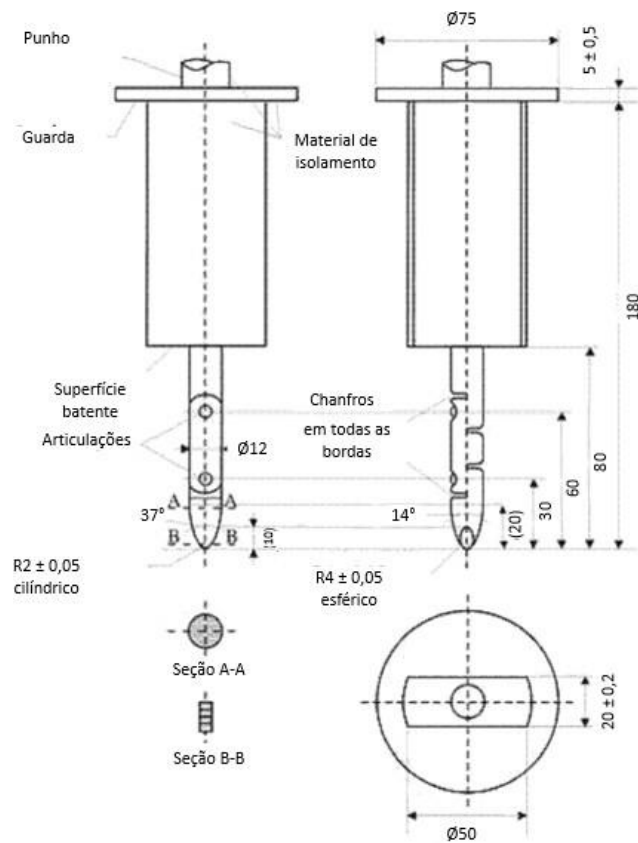
4, 5, 6	D	<p style="text-align: center;"><b>Fio de ensaio: 1,0 mm de diâmetro, 100 mm de comprimento</b></p> 	$1N \pm 10$ %
---------	---	---	------------------

Figura 1

Dedo de ensaio articulado



Material: metal, exceto quando especificado de outra forma.

Dimensões lineares em milímetros.

Tolerâncias nas dimensões sem tolerância específica:

(a) Em ângulos: 0/-10°;

(b) Em dimensões lineares: até 25 mm: 0/-0,05 mm acima de 25 mm: ±0.2 mm

Ambas as juntas devem permitir o movimento no mesmo plano e na mesma direção através de um ângulo de 90 ° com uma tolerância de 0 a + 10°.

### **ANEXO III**

#### **ANEXO III-A**

##### **Método de medição da resistência ao isolamento para testes de veículos**

#### **1. Geral**

A resistência de isolamento para cada barramento de alta tensão do veículo deve ser medida ou determinada pelo cálculo usando valores de medição de cada parte ou componente de um barramento de alta tensão (a seguir designado por "medição dividida").

#### **2. Método de medição**

A medição da resistência ao isolamento deve ser realizada selecionando um método de medição apropriado entre os listados nos itens 2.1 a 2.2 deste Anexo, dependendo da carga elétrica das partes energizadas ou da resistência ao isolamento, etc.

O alcance do circuito elétrico a ser medido deve ser esclarecido antecipadamente, usando diagramas de circuitos elétricos, etc.

Além disso, a modificação necessária para medir a resistência ao isolamento pode ser realizada, como a remoção da tampa, a fim de alcançar os componentes energizados, desenho de linhas de medição, mudança de software, etc.

Nos casos em que os valores medidos não são estáveis devido à operação do sistema de monitoramento de resistência de isolamento interna (*onboard*), etc., pode ser realizada a modificação necessária para a medição, como a interrupção da operação do dispositivo em questão ou a remoção dele. Além disso, quando o dispositivo for removido, deve ser comprovado, usando desenhos, etc., que não irá alterar a resistência de isolamento entre os componentes energizados e o chassi elétrico.

O cuidado máximo deve ser exercido em relação a curto-circuito, choque elétrico, etc., pois esta confirmação pode exigir operações diretas do circuito de alta tensão.

## 2.1. Método de medição usando tensão de fontes de fora do veículo

### 2.1.1. Instrumento de medição

Um instrumento de teste de resistência ao isolamento capaz de aplicar uma tensão DC superior à tensão de trabalho do barramento de alta tensão deve ser usado.

### 2.1.2. Método de medição

Um instrumento de teste de resistência isolador deve ser conectado entre as partes energizadas e o chassi elétrico. Em seguida, a resistência de isolamento deve ser medida aplicando uma tensão DC de, pelo menos, metade da tensão de trabalho do barramento de alta tensão.

Se o sistema tiver várias faixas de tensão (por exemplo, por causa do conversor de impulso) no circuito conectado galvanicamente e alguns dos componentes não podem suportar a tensão de trabalho de todo o circuito, a resistência de isolamento entre esses componentes e o chassi elétrico pode ser medida separadamente aplicando ao menos metade de sua própria tensão de trabalho com o componente desconectado.

## 2.2. Método de medição utilizando o próprio REESS como fonte de tensão DC

### 2.2.1. Teste das condições do veículo

O barramento de alta tensão deve ser energizado pelo sistema de conversão de energia e/ou energia do veículo e o nível de tensão do sistema REESS e/ou de conversão de energia ao longo do teste deve ser, pelo menos, a tensão nominal de operação conforme especificado pelo fabricante do veículo.

### 2.2.2. Instrumento de medição

O voltímetro utilizado neste teste deve medir os valores DC e deve ter uma resistência interna de pelo menos 10 MΩ.

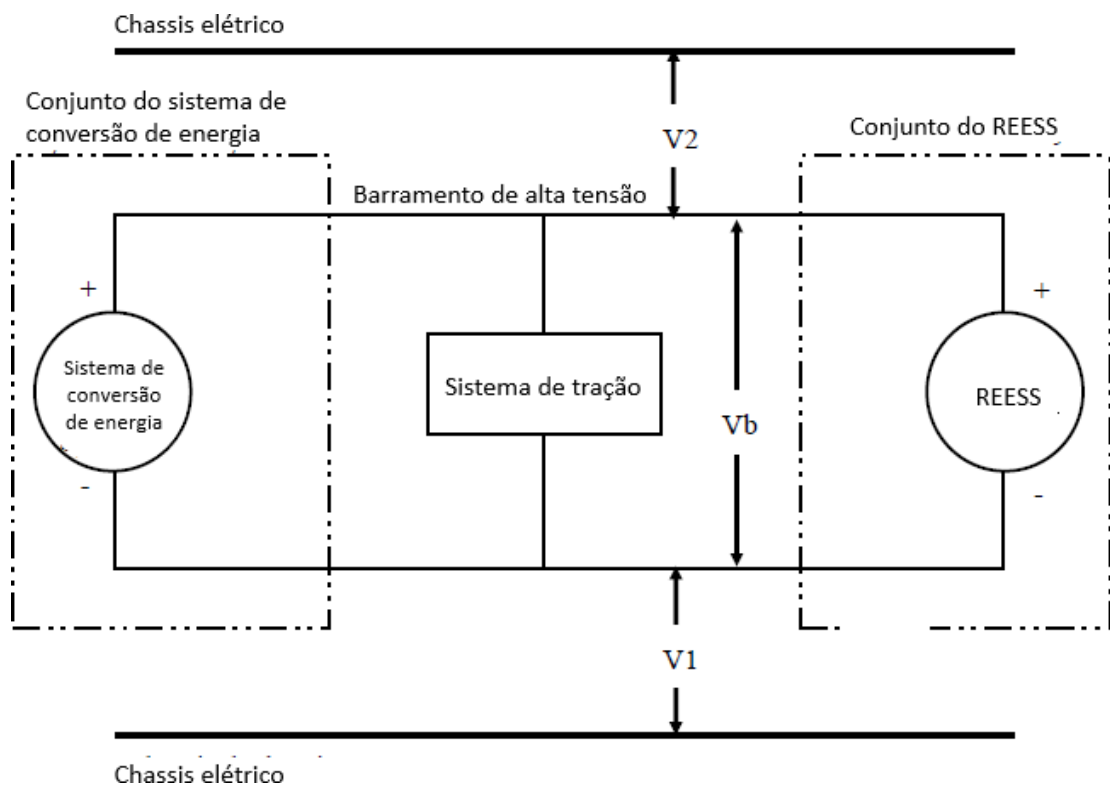
### 2.2.3. Método de medição

#### 2.2.3.1. Primeiro passo

A tensão é medida como mostrado na Figura 1 e a tensão do barramento de alta tensão ( $V_b$ ) é gravada.  $V_b$  deve ser igual ou superior à tensão de operação nominal do sistema REESS e ou de conversão de energia conforme especificado pelo fabricante do veículo.

**Figura 1**

#### **Medição de $V_b$ , $V_1$ , $V_2$**



#### 2.2.3.2. Segundo passo

Medir e gravar a tensão ( $V_1$ ) entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o chassi elétrico (veja a Figura 1).

#### 2.2.3.3. Terceiro passo



Medir e gravar a tensão (V2) entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o chassi elétrico (veja a Figura 1).

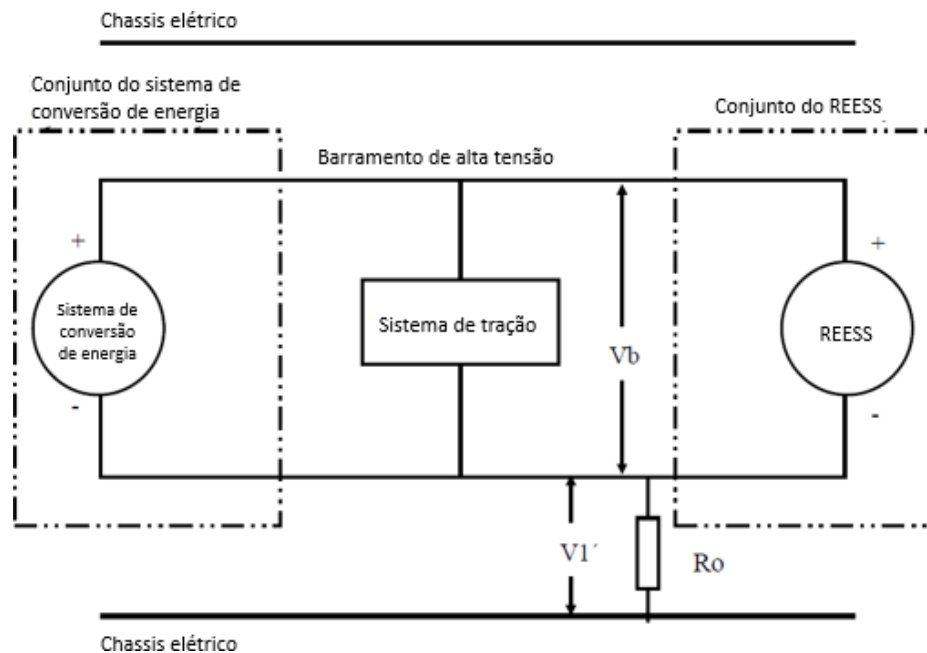
#### 2.2.3.4. Quarto passo

Se V1 for maior ou igual a V2, insira uma resistência conhecida padrão (Ro) entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o chassi elétrico. Com Ro instalado, meça a tensão (V1') entre o lado negativo do barramento de alta tensão e o chassi elétrico (veja a Figura 2).

Calcule o isolamento elétrico (Ri) de acordo com a seguinte fórmula:

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_1' - V_b / V_1) \text{ or } R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_1' - 1 / V_1)$$

**Figura 2**  
**Medição de V1'**

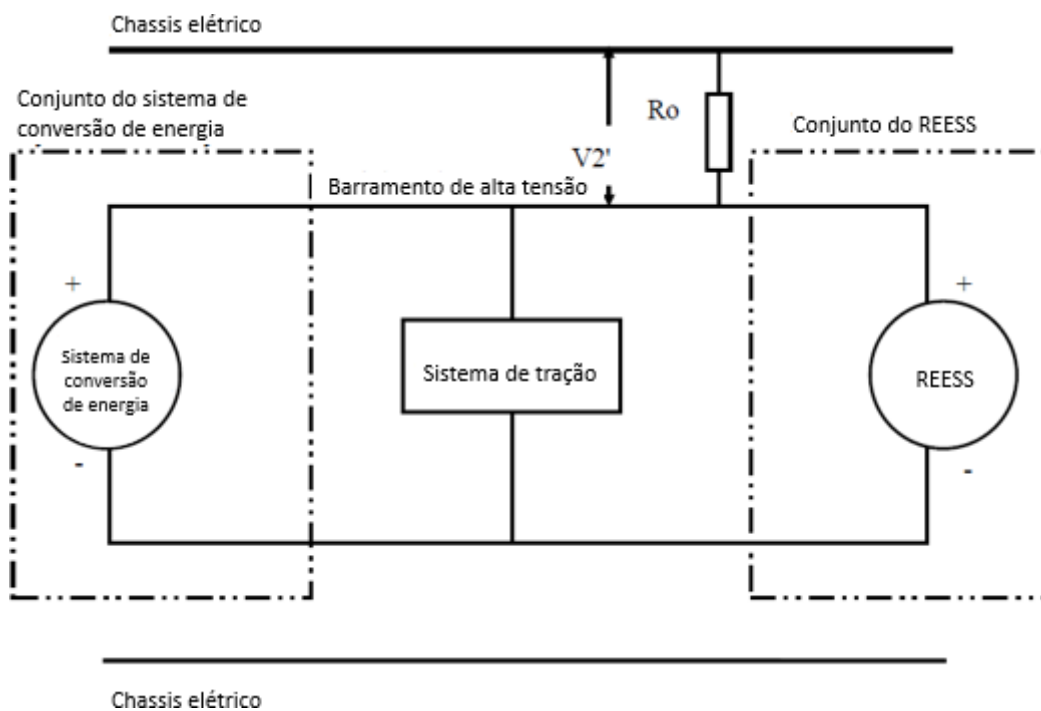


Se V2 for maior do que V1, insira uma resistência conhecida padrão (Ro) entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o chassi elétrico. Com Ro instalado, meça a tensão (V2') entre o lado positivo do barramento de alta tensão e o chassi elétrico (veja a Figura 3). Calcule o isolamento elétrico (Ri) de acordo com a fórmula mostrada. Divida este valor de isolamento elétrico (em Ω) pela tensão de operação nominal do barramento de alta tensão (em Volts).

Calcule o isolamento elétrico (Ri) de acordo com a seguinte fórmula:

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_2' - V_b / V_2) \text{ ou } R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_2' - 1 / V_2)$$

**Figura 3**  
**Medição de  $V_2'$**



#### 2.2.3.5. Quinto passo

O valor de isolamento elétrico  $R_i$  (em  $\Omega$ ) dividido pela tensão de trabalho do barramento de alta tensão (em volts) resulta na resistência ao isolamento (em  $\Omega/V$ ).

Nota: A resistência padrão conhecida  $R_o$  (em  $\Omega$ ) deve ser o valor da resistência de isolamento mínima exigida (em  $\Omega/V$ ) multiplicada pela tensão de trabalho do veículo mais ou menos 20 %

(em V).  $R_o$  não é obrigado a ser precisamente esse valor, uma vez que as equações são válidas para qualquer  $R_o$ ; no entanto, um valor  $R_o$  nesta faixa deve fornecer boa resolução para as medições de tensão.

## ANEXO III-B

### Método de medição da resistência ao isolamento para testes de componentes de um REESS

#### 1. Método de medição

A medição da resistência ao isolamento deve ser realizada selecionando um método de medição apropriado entre os listados nos itens 1.1 a 1.2 deste Anexo, dependendo da carga elétrica das partes energizadas ou da resistência ao isolamento, etc.

Se a tensão de operação do dispositivo testado ( $V_b$ , Figura 1) não puder ser medida (por exemplo, devido à desconexão do circuito elétrico causada por contadores principais ou operação do fusível), o teste pode ser realizado com um dispositivo modificado para permitir a medição das tensões internas (a montante dos contadores principais).

Essas modificações não devem influenciar os resultados do teste.

O alcance do circuito elétrico a ser medido deve ser esclarecido antecipadamente, usando diagramas de circuitos elétricos, etc. Se os barramentos de alta tensão estiverem isolados galvanicamente um do outro, a resistência de isolamento deve ser medida para cada circuito elétrico.

Além disso, a modificação necessária para medir a resistência ao isolamento pode ser realizada, como a remoção da tampa, a fim de alcançar os componentes energizados, desenho de linhas de medição, mudança de software, etc.

Nos casos em que os valores medidos não são estáveis devido à operação do sistema de monitoramento de resistência de isolamento, etc., pode ser realizada a modificação necessária para a realização da medição, como a interrupção da operação do dispositivo em questão ou a remoção dele. Além disso, quando o dispositivo for removido, deve ser comprovado, usando desenhos, etc., que não alterará a resistência de isolamento entre as partes energizadas e a conexão de aterramento indicada pelo fabricante como um ponto a ser conectado ao chassi elétrico quando instalado no veículo.

O cuidado máximo deve ser exercido em relação a curto-circuito, choque elétrico, etc., pois esta confirmação pode exigir operações diretas do circuito de alta tensão.

#### 1.1. Método de medição usando tensão de fontes externas

##### 1.1.1. Instrumento de medição

Deve ser usado um instrumento de teste de resistência ao isolamento capaz de aplicar uma tensão DC superior à tensão nominal do dispositivo testado.

##### 1.1.2. Método de medição

Um instrumento de teste de resistência de isolamento deve ser conectado entre as partes energizadas e a conexão aterrada. Então, a resistência ao isolamento deve ser medida.

Se o sistema tiver várias faixas de tensão (por exemplo, por causa do conversor de impulso) no circuito conectado galvanicamente e alguns dos componentes não podem suportar a tensão de trabalho de todo o circuito, a resistência de isolamento entre esses componentes e a conexão aterrada pode ser medida separadamente aplicando ao menos metade de sua própria tensão de trabalho com o componente desconectado.

#### 1.2. Método de medição usando o dispositivo testado como fonte de tensão DC

##### 1.2.1. Condição de teste

O nível de tensão do dispositivo testado ao longo do ensaio deve ser pelo menos a tensão de operação nominal do dispositivo testado.

##### 1.2.2. Instrumento de medição

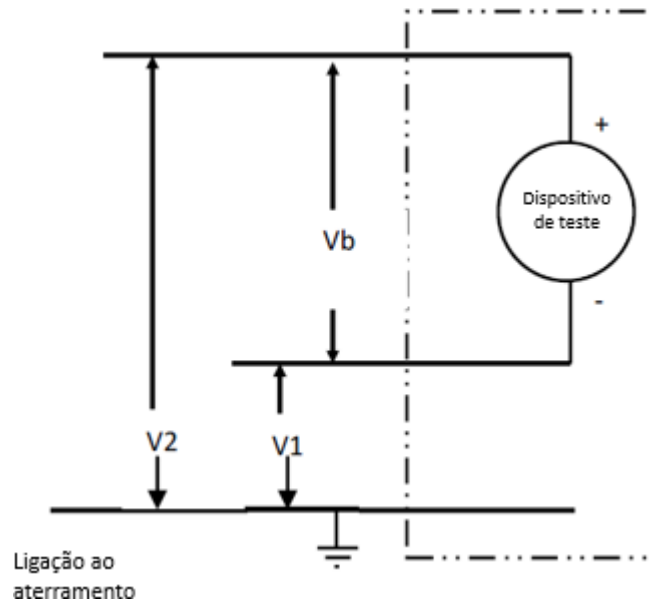
O voltímetro utilizado neste teste deve medir os valores DC e deve ter uma resistência interna de pelo menos 10 M $\Omega$ .

##### 1.2.3. Método de medição

###### 1.2.3.1. Primeiro passo

A tensão é medida como mostrado na Figura 1 e a tensão de operação do dispositivo testado ( $V_b$ , Figura 1) é gravada.  $V_b$  deve ser igual ou superior à tensão de operação nominal do dispositivo testado.

### **Figura 1**



#### 1.2.3.2. Segundo passo

Medir e gravar a tensão ( $V_1$ ) entre o pólo negativo do dispositivo testado e a conexão de aterramento (Figura 1).

#### 1.2.3.3. Terceiro passo

Medir e gravar a tensão ( $V_2$ ) entre o pólo positivo do dispositivo testado e a conexão de aterramento (Figura 1).

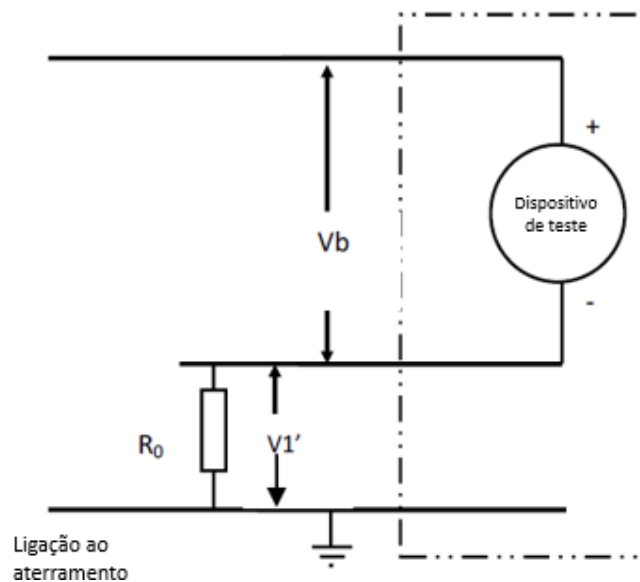
#### 1.2.3.4. Quarto passo

Se  $V_1$  for maior ou igual a  $V_2$ , insira uma resistência conhecida padrão ( $R_o$ ) entre o pólo negativo do dispositivo testado e a conexão de aterramento. Com  $R_o$  instalado, meça a tensão ( $V_1'$ ) entre o pólo negativo do dispositivo testado e a conexão de aterramento (veja a Figura 2).

Calcule o isolamento elétrico ( $R_i$ ) de acordo com a seguinte fórmula:

$$R_i = R_o \cdot (V_b / V_1' - V_b / V_1) \text{ or } R_i = R_o \cdot V_b \cdot (1 / V_1' - 1 / V_1)$$

**Figura 2**

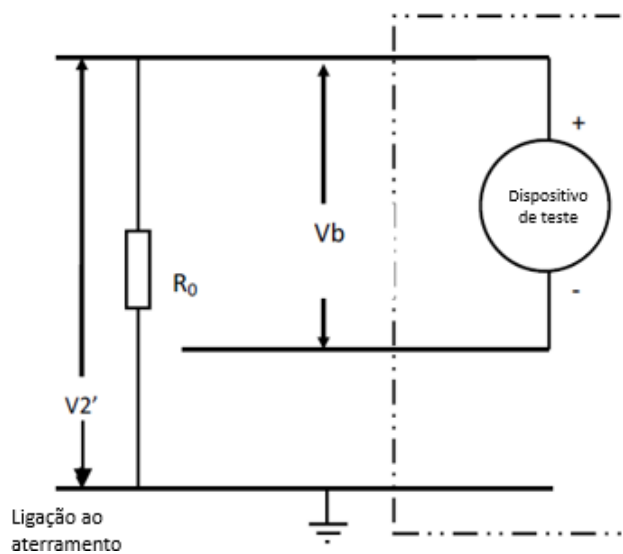


Se  $V_2$  for maior do que  $V_1$ , insira uma resistência conhecida padrão ( $R_0$ ) entre o pólo positivo do dispositivo testado e a conexão de aterramento. Com  $R_0$  instalado, meça a tensão ( $V_2'$ ) entre o pólo positivo do dispositivo testado e a conexão de aterramento (veja a Figura 3).

Calcule o isolamento elétrico ( $R_i$ ) de acordo com a seguinte fórmula:

$$R_i = R_0 \cdot (V_b/V_2' - V_b/V_2) \text{ ou } R_i = R_0 \cdot V_b \cdot (1/V_2' - 1/V_2)$$

Figura 3



### 1.2.3.5. Quinto passo

O valor de isolamento elétrico  $R_i$  (em  $\Omega$ ) dividido pela tensão nominal do dispositivo testado (em Volts) resulta na resistência ao isolamento (em  $\Omega/V$ ).

*Nota 1:* A resistência padrão conhecida  $R_o$  (em  $\Omega$ ) deve ser o valor da resistência de isolamento mínima exigida (em  $\Omega/V$ ) multiplicada pela tensão nominal do veículo testado mais ou menos 20 por cento (em V).  $R_o$  não é obrigado a ser precisamente esse valor, uma vez que as equações são válidas para qualquer  $R_o$ ; no entanto, um valor  $R_o$  nesta faixa deve fornecer boa resolução para as medições de tensão.

## ANEXO IV

### **Método de confirmação para a função do sistema de monitoramento de resistência de isolamento interno (*onboard*)**

A função do sistema de monitoramento de resistência de isolamento a bordo deve ser confirmada pelo seguinte método:

Insira um resistor que não cause a resistência de isolamento entre o terminal que está sendo monitorado e o chassi elétrico cair abaixo do valor mínimo de resistência de isolamento requerido. O aviso deve ser ativado.

## **ANEXO V**

### **Determinação de emissões de hidrogênio durante os procedimentos de carregamento do REESS**

#### **1. Introdução**

Este Anexo descreve o procedimento para a determinação das emissões de hidrogênio durante os procedimentos de carga do REESS de todos os veículos, de acordo com o item 3.4. do Anexo I.

#### **2. Descrição do teste**

O teste de emissão de hidrogênio (Figura 5.1 do presente Anexo) é conduzido para determinar as emissões de hidrogênio durante os procedimentos de carga do REESS com o carregador. O teste consiste nas seguintes etapas:



- (a) Preparação do veículo/REESS,
- (b) Descarga do REESS,
- (c) Determinação das emissões de hidrogênio durante uma carga normal,
- (d) Determinação das emissões de hidrogênio durante uma carga realizada com a falha do carregador.

### 3. Testes

#### 3.1. Teste em veículo

3.1.1. O veículo deve estar em boas condições mecânicas e ter sido conduzido pelo menos por 300 km durante sete dias antes do teste. O veículo deve estar equipado com o REESS sujeito ao ensaio de emissões de hidrogênio durante este período.

3.1.2. Se o REESS for utilizado a uma temperatura acima da ambiente, o operador deve seguir o procedimento do fabricante para manter a temperatura do REESS no intervalo de funcionamento normal.

O representante do fabricante deve certificar que o sistema de condicionamento de temperatura do REESS não está danificado nem apresenta um defeito de capacidade.

#### 3.2. Teste de componente

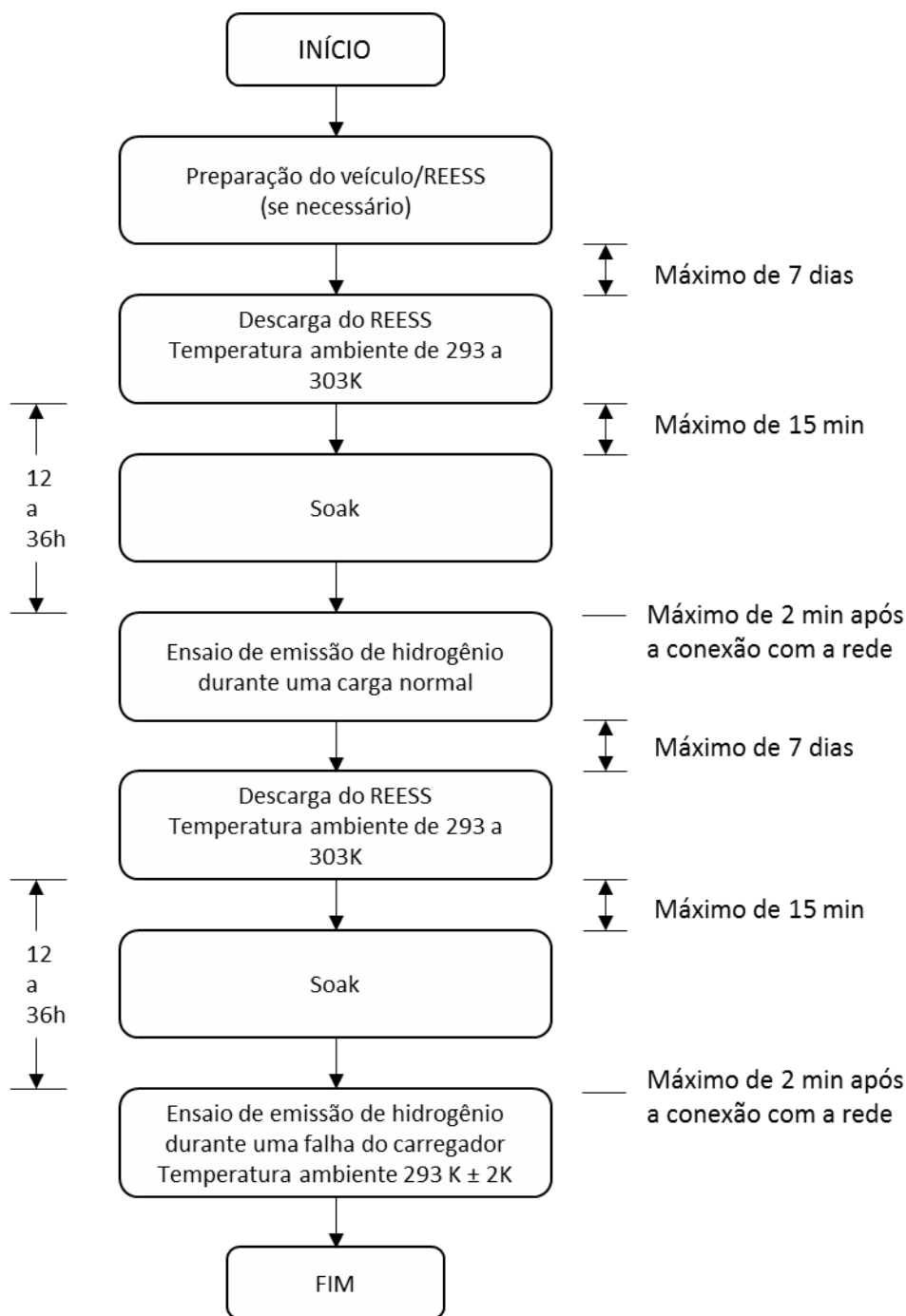
3.2.1. O REESS deve estar em boas condições mecânicas e ter sido sujeito a um mínimo de 5 ciclos como padrão (conforme especificado no Anexo VI, Apêndice I).

3.2.2. Se o REESS for utilizado a uma temperatura acima da ambiente, o operador deve seguir o procedimento do fabricante para manter a temperatura do REESS no intervalo de funcionamento normal.

O representante do fabricante deve certificar que o sistema de condicionamento de temperatura do REESS não está danificado nem apresenta um defeito de capacidade.

### **Figura 5.1**

Determinação de emissões de hidrogênio durante os procedimentos de carga do REESS



#### 4. Equipamento de teste para emissão de hidrogênio

##### 4.1. Gabinete de medição de emissão de hidrogênio

O gabinete de medição de emissão de hidrogênio deve ser uma câmara de medição estanque aos gases capaz de conter o veículo/REESS sob teste. O veículo/REESS deve ser acessível de todos os lados e o gabinete, quando selado, deve ser estanque aos gases de acordo com o apêndice 1 deste Anexo. A superfície interna do gabinete deve ser impermeável e não reativa ao hidrogênio. O sistema de condicionamento de temperatura deve ser capaz de controlar a temperatura do ar do compartimento interno para seguir a temperatura prescrita ao longo do teste, com uma tolerância média de  $\pm 2K$  ao longo da prova.

Para acomodar as mudanças de volume devido às emissões de hidrogênio do gabinete, pode ser usado um volume variável ou outro equipamento de teste. O gabinete de volume variável expande e se contrai em resposta às emissões de hidrogênio no gabinete. Dois meios potenciais para acomodar as mudanças de volume internas são painéis móveis ou um design de fole, em que sacos impermeáveis dentro do gabinete se expandem e se contraem em resposta a mudanças de pressão interna trocando ar de fora do gabinete. Qualquer design para acomodação em volume deve manter a integridade do gabinete conforme especificado no Apêndice 1 deste Anexo.

Qualquer método de acomodação de volume deve limitar o diferencial entre a pressão interna do gabinete e a pressão barométrica até um valor máximo de  $\pm 5$  hPa.

O gabinete deve ser capaz de se encaixar em um volume fixo. Um gabinete de volume variável deve ser capaz de acomodar uma mudança de seu "volume nominal" (ver Anexo V, Apêndice I, item 2.1.1), levando em consideração as emissões de hidrogênio durante o teste.

## 4.2. Sistemas analíticos

### 4.2.1. Analisador de hidrogênio

421.1. A atmosfera dentro da câmara é monitorada usando um analisador de hidrogênio (tipo de detector eletroquímico) ou um cromatógrafo com detecção de condutividade térmica. O gás de amostra deve ser retirado do ponto médio de uma parede lateral ou do teto da câmara e qualquer fluxo de derivação deve ser devolvido ao gabinete, de preferência a um ponto imediatamente a jusante do ventilador de mistura.

421.2. O analisador de hidrogênio deve ter um tempo de resposta para 90% da leitura final de ao menos 10 segundos. A sua estabilidade deve ser superior a 2% da escala total em zero e a  $80\% \pm 20\%$  da escala total, durante um período de 15 minutos para todas as faixas operacionais.

421.3. A repetibilidade do analisador expressa como um desvio padrão deve ser superior a 1% da escala total, em zero e em  $80\% \pm 20\%$  da escala total em todos os intervalos utilizados.

421.4. As faixas operacionais do analisador devem ser escolhidas para obter a melhor resolução nos procedimentos de medição, calibração e verificação de vazamentos.

### 4.2.2. Sistema de gravação de dados do analisador de hidrogênio

O analisador de hidrogênio deve ser equipado com um dispositivo para registrar a saída do sinal elétrico, a uma frequência de pelo menos uma vez por minuto. O sistema de gravação deve ter características operacionais pelo menos equivalentes ao sinal que está sendo gravado e deve fornecer um registro permanente de resultados. A gravação deve mostrar uma indicação clara do início e fim do teste de carga normal e operação de falha de carregamento.

## 4.3. Gravação de temperatura

4.3.1. A temperatura na câmara é registrada em dois pontos por sensores de temperatura, que estão conectados de modo a mostrar um valor médio. Os pontos de medição são estendidos aproximadamente 0,1 m para dentro do compartimento da linha central vertical de cada parede lateral a uma altura de  $0,9 \pm 0,2$  m.

4.3.2. As temperaturas na proximidade das células são registradas por meio dos sensores.

4.3.3. As temperaturas devem, durante as medições das emissões de hidrogênio, serem registradas a uma frequência de pelo menos uma vez por minuto.

4.3.4. A precisão do sistema de gravação de temperatura deve estar dentro de  $\pm 1,0$  K e a temperatura deve ser capaz de ser determinada com uma precisão de  $\pm 0,1$  K.

4.3.5. O sistema de gravação ou processamento de dados deve ter precisão de  $\pm 15$  segundos.

#### 4.4. Gravação de pressão

4.4.1. A diferença  $\Delta p$  entre a pressão barométrica dentro da área de teste e a pressão interna do gabinete deve, durante as medições de emissão de hidrogênio, ser registrada a uma frequência de pelo menos uma vez por minuto.

4.4.2. A precisão do sistema de gravação de pressão deve estar dentro de  $\pm 2$  hPa e a pressão deve ser medida com precisão de  $\pm 0,2$  hPa.

4.4.3. O sistema de gravação ou processamento de dados deve possuir precisão de  $\pm 15$  segundos.

#### 4.5. Gravação de intensidade de tensão e corrente

4.5.1. A tensão do carregador e a intensidade da corrente (bateria) devem, durante as medições das emissões de hidrogênio, serem registradas a uma frequência de pelo menos uma vez por minuto.

4.5.2. A precisão do sistema de gravação de tensão deve estar dentro de  $\pm 1$  V e a tensão deve ser medida com precisão de  $\pm 0,1$  V.

4.5.3. A precisão do sistema de gravação de intensidade atual deve estar dentro de  $\pm 0,5$  A e a intensidade da corrente deve ser medida com precisão de  $\pm 0,05$  A.

4.5.4. O sistema de gravação ou processamento de dados deve ser capaz de medir a  $\pm 15$  segundos.

#### 4.6. Ventiladores

A câmara deve estar equipada com um ou mais ventiladores com um possível fluxo de 0,1 a 0,5 m<sup>3</sup>/segundo para misturar completamente a atmosfera no gabinete. Deverá ser possível atingir

uma temperatura homogênea e concentração de hidrogênio na câmara durante as medições. O veículo no gabinete não deve ser submetido a um fluxo direto de ar dos ventiladores ou sopradores.

#### 4.7. Gases

4.7.1. Os seguintes gases puros devem estar disponíveis para calibração e operação:

(a) Ar sintético purificado (pureza <1 ppm C1 equivalente; <1 ppm CO; <400 ppm CO<sub>2</sub>; <0,1 ppm NO); teor de oxigênio entre 18 e 21% em volume,

(b) Hidrogênio (H<sub>2</sub>), 99,5% de pureza mínima.

4.7.2. Os gases de calibração e de extensão devem conter misturas de hidrogênio (H<sub>2</sub>) e de ar sintético purificado. As concentrações reais de um gás de calibração devem ser de  $\pm 2\%$  dos valores nominais. A precisão dos gases diluídos obtidos ao usar um divisor de gás deve ser de  $\pm 2\%$  do valor nominal. As concentrações especificadas no Apêndice 1 também podem ser obtidas por um divisor de gás usando ar sintético como o gás de diluição.

#### 5. Procedimento de teste

O teste consiste nas cinco etapas a seguir:

(a) Preparação do veículo/REESS;

(b) Descarga do REESS;

(c) Determinação de emissões de hidrogênio durante uma carga normal;

(d) Descarga da bateria de tração;

(e) Determinação das emissões de hidrogênio durante uma carga realizada com a falha do carregador.

Se o veículo/REESS tiver que ser movido entre duas etapas, ele deve ser empurrado para a seguinte área de teste.

##### 5.1. Teste em veículo

###### 5.1.1. Preparação do veículo

O envelhecimento do REESS deve ser verificado, provando que o veículo realizou pelo menos 300 km durante sete dias antes do teste. Durante este período, o veículo deve estar equipado com a bateria de tração submetida ao teste de emissão de hidrogênio. Se isso não puder ser demonstrado, o seguinte procedimento será aplicado.

###### 5.1.1.1. Descargas e cargas iniciais do REESS

O procedimento começa com a descarga do REESS do veículo durante a condução na pista de teste a uma velocidade constante de  $70\% \pm 5\%$  da velocidade máxima do veículo durante 30 minutos.

A descarga é interrompida:

- (a) Quando o veículo não é capaz de funcionar a 65% da velocidade máxima de trinta minutos, ou
- (b) Quando uma indicação para parar o veículo é dada ao condutor pela instrumentação de bordo padrão, ou
- (c) Depois de ter coberto a distância de 100 km.

#### 5.1.1.2. Carga inicial do REESS

A carga é realizada:

- (a) Com o carregador;
- (b) Em uma temperatura ambiente entre 293 K e 303 K.

O procedimento exclui todos os tipos de carregadores externos.

O fim dos critérios de carga do REESS corresponde a uma parada automática dada pelo carregador.

Este procedimento inclui todos os tipos de carregadores especiais que podem ser iniciados automaticamente ou manualmente como, por exemplo, as cargas de equalização ou as cargas de serviço.

5.1.1.3. O procedimento dos itens 5.1.1.1 e 5.1.1.2 deve ser repetido duas vezes.

#### 5.1.2. Descarga de REESS

O REESS é descarregado durante a condução na pista de teste a uma velocidade constante de  $70\% \pm 5\%$  da velocidade máxima durante trinta minutos.

A descarga é interrompida:

- (a) Quando uma indicação para parar o veículo é dada ao condutor pela instrumentação de bordo padrão, ou
- (b) Quando a velocidade máxima do veículo é inferior a 20 km/h.

#### 5.1.3. Soak

Dentro de quinze minutos após a conclusão da operação de descarga da bateria especificada no item 5.2, o veículo fica estacionado na área de Soak. O veículo fica estacionado por um período mínimo de 12 horas e um máximo de 36 horas, entre o final da descarga da bateria de tração e o início do teste de emissão de hidrogênio durante uma carga normal. Durante este período, o veículo deve ser colocado em Soak a uma temperatura de  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ .

#### 5.1.4. Teste de emissão de hidrogênio durante uma carga normal

5.1.4.1. Antes da conclusão do período de Soak, a câmara de medição deve ser purgada durante vários minutos até se obter um fundo de hidrogênio estável. O(s) ventilador(es) de mistura do gabinete também deve(m) ser ligado(s) no momento.

5.1.4.2. O analisador de hidrogênio deve ser zerado e expandido imediatamente antes do teste.

5.1.4.3. No final do Soak, o veículo de teste deve ser levado para a câmara de medição com o motor desligado, janelas e o compartimento de bagagem abertos.

5.1.4.4. O veículo deve estar conectado à rede elétrica. O REESS é carregado de acordo com o procedimento de carga normal conforme especificado no item 5.1.4.7 abaixo.

5.1.4.5. As portas do gabinete são fechadas e seladas com gás, dentro de dois minutos, do bloqueio elétrico do passo de carga normal.

5.1.4.6. O início de uma carga normal para o período de teste de emissão de hidrogênio começa quando a câmara é selada. A concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas para fornecer as leituras iniciais de  $\text{CH}_2\text{i}$ ,  $\text{Ti}$  e  $\text{Pi}$  para o teste de carga normal.

Esses valores são utilizados no cálculo da emissão de hidrogênio (item 6 deste Anexo). A temperatura ambiente do ambiente  $T$  não deve ser inferior a  $291\text{ K}$  e não superior a  $295\text{ K}$  durante o período de carga normal.

#### 5.1.4.7. Procedimento de carga normal

A carga normal é realizada com o carregador e consiste nas seguintes etapas:

(a) Carregamento com potência constante durante  $t_1$ ;

(b) Sobrecarga em corrente constante durante  $t_2$ . A intensidade de carga excessiva é especificada pelo fabricante e corresponde à utilizada durante o carregamento de equalização.

O fim dos critérios de carga do REESS corresponde a uma parada automática dada pelo carregador a um tempo de carregamento de  $t_1 + t_2$ . Este tempo de carregamento será limitado a

$t_1 + 5h$ , mesmo que seja dada uma indicação clara ao condutor pela instrumentação padrão de que a bateria ainda não está totalmente carregada.

5.148. O analisador de hidrogênio deve ser zerado e expandido imediatamente antes do final do teste.

5.149. O fim do período de amostragem de emissão ocorre  $t_1 + t_2$  ou  $t_1 + 5h$  após o início da amostragem inicial, conforme especificado no item 5.1.4.6. deste Anexo. Os diferentes tempos decorridos são gravados. A concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas para fornecer as leituras finais  $CH_2f$ ,  $T_f$  e  $P_f$  para o teste de carga normal, usado para o cálculo no item 6 deste Anexo.

5.1.5. Teste de emissão de hidrogênio com a falha do carregador

5.151. No prazo máximo de sete dias após ter completado o teste anterior, o procedimento começa com a descarga do REESS do veículo de acordo com o item 5.1.2 deste Anexo.

5.152. As etapas do procedimento no item 5.1.3 deste Anexo devem ser repetidas.

5.153. Antes da conclusão do período de imersão, a câmara de medição deve ser purgada durante vários minutos até se obter um fundo de hidrogênio estável. O(s) ventilador(es) de mistura do gabinete também deve(m) ser ligado(s) no momento.

5.154. O analisador de hidrogênio deve ser zerado e expandido imediatamente antes do teste.

5.155. No final do Soak, o veículo de teste deve ser levado para a câmara de medição com o motor desligado, janelas e o compartimento de bagagem abertos.

5.156. O veículo deve estar conectado à rede elétrica. O REESS é carregado de acordo com o procedimento de carga de falha conforme especificado no item 5.1.5.9 abaixo.

5.157. As portas do gabinete são fechadas de forma estanque a gás, dentro de dois minutos do bloqueio elétrico do passo de carga de falha.

5.158. O início de uma carga de falha para o período de teste de emissão de hidrogênio começa quando a câmara é selada. A concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas para fornecer as leituras iniciais de  $CH_2i$ ,  $T_i$  e  $P_i$  para o teste de carga de falha.

Esses valores são utilizados no cálculo da emissão de hidrogênio (item 6. deste Anexo). A temperatura ambiente  $T$  não deve ser inferior a 291 K e não superior a 295 K durante o período de falha de carregamento.

5.159. Procedimento de falha de carga

A falha de carregamento é realizada com o carregador adequado e consiste nas seguintes etapas:



(a) Carregamento com potência constante durante  $t'1$ ;

(b) Carregamento na corrente máxima conforme recomendado pelo fabricante durante 30 minutos. Durante esta fase, o carregador deve fornecer corrente máxima conforme recomendado pelo fabricante.

5.15.10. O analisador de hidrogênio deve ser zerado e expandido imediatamente antes do final do teste.

5.15.11. O fim do período de teste ocorre  $t'1 + 30$  minutos após o início da amostragem inicial, conforme especificado no item 5.1.5.8 acima. Os tempos decorridos são gravados. A concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas para fornecer as leituras finais  $CH_2f$ ,  $Tf$  e  $Pf$  para o teste de falha de carga, usado para o cálculo no item 6 deste Anexo.

## 5.2. Teste de componente

### 5.2.1. Preparação do REESS

O envelhecimento do REESS deve ser verificado, para confirmar que o mesmo realizou pelo menos 5 ciclos como padrão (conforme especificado no Anexo VI, Apêndice I).

### 5.2.2. Descarga do REESS

O REESS é descarregado em  $70\% \pm 5\%$  da potência nominal do sistema.

A parada da descarga ocorre quando o SOC mínimo especificado pelo fabricante é atingido.

### 5.2.3. Soak

Dentro de 15 minutos após o final da operação de descarga do REESS especificada no item 5.2.2 acima, e antes do início do teste de emissão de hidrogênio, o REESS deve ser imerso a  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$  por um período mínimo de 12 horas e um período máximo de 36 horas.

### 5.2.4. Teste de emissão de hidrogênio durante uma carga normal

5.2.4.1. Antes da conclusão do período de imersão do REESS, a câmara de medição deve ser purgada durante vários minutos até que hidrogênio esteja estável. O(s) ventilador(es) de mistura do gabinete também deve(m) ser ligado(s) no momento.

5.2.4.2. O analisador de hidrogênio deve ser zerado e expandido imediatamente antes do teste.

5.2.4.3. No final do período de soak, o REESS deve ser movido para a câmara de medição.

5.2.4.4. O REESS será carregado de acordo com o procedimento de carga normal conforme especificado no item 5.2.4.7 abaixo.

5.2.4.5. A câmara deve ser fechada de forma estanque a gás, dentro dos dois minutos do bloqueio elétrico do passo de carga normal.

5.2.4.6. O início de uma carga normal para o período de ensaio de emissão de hidrogênio deve começar quando a câmara é selada. A concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas para fornecer as leituras iniciais de CH<sub>2i</sub>, T<sub>i</sub> e P<sub>i</sub> para o teste de carga normal.

Esses valores são utilizados no cálculo da emissão de hidrogênio (item 6 deste Anexo). A temperatura ambiente T não deve ser inferior a 291 K e não superior a 295 K durante o período de carga normal.

5.2.4.7. Procedimento de carga normal

A carga normal é realizada com um carregador adequado e consiste nas seguintes etapas:

(a) Carregamento em potência constante durante t<sub>1</sub>;

(b) Sobrecarga em corrente constante durante t<sub>2</sub>. A intensidade de sobrecarga é especificada pelo fabricante e corresponde à utilizada durante o carregamento de equalização.

O fim dos critérios de carga do REESS corresponde a uma parada automática dada pelo carregador a um tempo de carregamento de t<sub>1</sub> + t<sub>2</sub>. Este tempo de carregamento será limitado a t<sub>1</sub> + 5 h, mesmo que uma indicação clara seja dada por uma instrumentação adequada que o REESS ainda não está totalmente carregado.

5.2.4.8. O analisador de hidrogênio deve ser zerado e expandido imediatamente antes do final do teste.

5.2.4.9. O fim do período de amostragem de emissão ocorre t<sub>1</sub> + t<sub>2</sub> ou t<sub>1</sub> + 5 h após o início da amostragem inicial, conforme especificado no item 5.2.4.6 acima. Os diferentes tempos decorridos são gravados. A concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas para fornecer as leituras finais de CH<sub>2f</sub>, T<sub>f</sub> e P<sub>f</sub> para o teste de carga normal, usado para o cálculo no item 6 deste Anexo

5.2.5. Teste de emissão de hidrogênio com a falha do carregador

5.2.5.1. O procedimento de ensaio deve começar no prazo máximo de sete dias após a conclusão do ensaio no item 5.2.4 acima, o procedimento deve começar com a descarga do REESS do veículo de acordo com o item 5.2.2 acima.

5.2.5.2. As etapas do procedimento no item 5.2.3 acima deve ser repetido.

5.2.5.3. Antes da conclusão do período de Soak, a câmara de medição deve ser purgada durante vários minutos até que o hidrogênio esteja estável. O(s) ventilador(es) de mistura do gabinete também deve(m) ser ligado(s) no momento.

5.2.5.4. O analisador de hidrogênio deve ser zerado e expandido imediatamente antes do teste.

5.2.5.5. No final da imersão, o REESS deve ser movido para a câmara de medição.

5.2.5.6. O REESS será carregado de acordo com o procedimento de carga de falha conforme especificado no item 5.2.5.9 abaixo.

525.7. A câmara deve ser selada de forma estanque a gás dentro de dois minutos a partir do bloqueio elétrico do passo de carga de falha.

525.8. O início de uma carga de falha para o período de teste de emissão de hidrogênio começa quando a câmara é selada. A concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas para fornecer as leituras iniciais de  $CH_{2i}$ ,  $T_i$  e  $P_i$  para o teste de carga de falha.

Esses valores são utilizados no cálculo da emissão de hidrogênio (item 6 deste Anexo). A temperatura ambiente  $T$  não deve ser inferior a 291 K e não superior a 295 K durante o período de falha de carregamento.

525.9. Procedimento de falha de carga

A falha de carga é realizada com um carregador adequado e consiste nas seguintes etapas:

(a) Carregar com potência constante durante  $t_i$ ,

(b) Carregamento na corrente máxima conforme recomendado pelo fabricante durante 30 minutos. Durante esta fase, o carregador deve fornecer corrente máxima conforme recomendado pelo fabricante.

525.10. O analisador de hidrogênio deve ser zerado e expandido imediatamente antes do final do teste.

525.11. O fim do período de teste ocorre  $t_i + 30$  minutos após o início da amostragem inicial, conforme especificado no item 5.2.5.8 acima. Os tempos decorridos são gravados. A concentração de hidrogênio, a temperatura e a pressão barométrica são medidas para fornecer as leituras finais de  $CH_{2f}$ ,  $T_f$  e  $P_f$  para o teste de falha de carga, usado para o cálculo no item 6 abaixo.

## 6. Cálculo

Os testes de emissão de hidrogênio descritos no item 5 acima permitem o cálculo das emissões de hidrogênio a partir das fases de carga e falha de carga normais. As emissões de hidrogênio de cada uma dessas fases são calculadas usando as concentrações e temperaturas iniciais e finais de hidrogênio, temperaturas e pressões no gabinete, juntamente com o volume do compartimento da rede.

A fórmula abaixo é usada:

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left[ \frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H_2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H_{2i}} \times P_i}{T_i} \right]$$

Onde:

$M_{H_2}$  = massa de hidrogênio, em gramas

$C_{H_2}$  = concentração medida de hidrogênio no gabinete, em volume ppm

V = volume líquido do gabinete em metros cúbicos ( $m^3$ ) corrigido pelo volume do veículo, com as janelas e o compartimento de bagagem abertos. Se o volume do veículo não for determinado, um volume de  $1,42 m^3$  é subtraído.

$V_{out}$  = volume de compensação em  $m^3$ , à temperatura e pressão de teste

T = temperatura ambiente da câmara, em K

P = pressão absoluta do recinto, em kPa

K = 2,42

Onde: i é a leitura inicial

f é a leitura final

### 6.1. Resultados do teste

As emissões em massa de hidrogênio para o REESS são:

Mn = emissão em massa de hidrogênio para teste de carga normal, em gramas

Md = emissão em massa de hidrogênio para teste de falha de carga, em gramas

## ANEXO V

### APÊNDICE I

#### Calibração de equipamentos para testes de emissão de hidrogênio

##### 1. Frequência e métodos de calibração

Todo o equipamento deve ser calibrado antes do seu uso inicial e depois calibrado sempre que necessário e, em qualquer caso, no mês anterior ao teste de homologação. Os métodos de calibração a serem utilizados são descritos neste apêndice.

##### 2. Calibração do gabinete

###### 2.1. Determinação inicial do volume interno do gabinete

2.1.1. Antes do seu uso inicial, o volume interno da câmara deve ser determinado da seguinte forma:

As dimensões internas da câmara são cuidadosamente medidas, levando em consideração eventuais irregularidades.

O volume interno da câmara é determinado a partir dessas medições.

O gabinete deve ser encaixado em um volume fixo quando o gabinete for mantido a uma temperatura ambiente de 293 K. Este volume nominal deve ser repetido dentro de  $\pm 0,5\%$  do valor reportado.

2.1.2. O volume interno líquido é determinado subtraindo 1,42 m<sup>3</sup> do volume interno da câmara. Alternativamente, o volume do veículo de teste com o compartimento de bagagem e as janelas abertas ou REESS pode ser usado ao invés dos 1,42 m<sup>3</sup>.

2.1.3. A câmara deve ser verificada como no item 2.3 deste apêndice. Se a massa de hidrogênio não estiver de acordo com a massa injetada para dentro de  $\pm 2\%$ , é necessária uma ação corretiva.

## 2.2. Determinação das emissões de fundo da câmara

Esta operação determina que a câmara não contenha materiais que emitam quantidades significativas de hidrogênio. A verificação deve ser realizada ao introduzir o gabinete no serviço e após qualquer operação que possa afetar as emissões de fundo e a uma frequência de pelo menos uma vez por ano.

2.2.1. O gabinete de volume variável pode ser operado em configuração de volume bloqueado ou desbloqueado, conforme descrito no item 2.1.1 acima. A temperatura ambiente deve ser mantida a  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ , ao longo do período de quatro horas mencionado abaixo.

2.2.2. O gabinete pode ser selado e o ventilador de mistura operado por um período de até 12 horas antes que o período de amostragem de fundo de quatro horas se inicie.

2.2.3. O analisador (se necessário) deve ser calibrado, depois zerado e expandido.

2.2.4. O gabinete deve ser purgado até obter uma leitura de hidrogênio estável, e o ventilador de mistura ligado.

2.2.5. A câmara é então selada e a concentração de hidrogênio de fundo, temperatura e pressão barométrica são medidas. Estas são as leituras iniciais de CH<sub>2i</sub>, T<sub>i</sub> e P<sub>i</sub> utilizadas no cálculo do fundo do gabinete.

2.2.6. O gabinete pode ficar imóvel com o ventilador de mistura ligado por um período de quatro horas.

2.2.7. No final deste tempo, o mesmo analisador é usado para medir a concentração de hidrogênio na câmara. A temperatura e a pressão barométrica também são medidas. Estas são as leituras finais de CH<sub>2f</sub>, T<sub>f</sub> e P<sub>f</sub>.

2.2.8. A alteração da massa de hidrogênio no recinto deve ser calculada ao longo do período de ensaio em conformidade com o item 2.4 deste Anexo e não deve exceder 0,5 g.

### 2.3. Calibração e teste de retenção de hidrogênio da câmara

O teste de calibração e retenção de hidrogênio na câmara fornece uma verificação do volume calculado (item 2.1 acima) e também mede qualquer taxa de vazamento. A taxa de vazamento do gabinete deve ser determinada na introdução do mesmo ao serviço, após qualquer operação que possa afetar a sua integridade e, pelo menos, mensalmente depois. Se seis verificações de retenção mensais consecutivas forem concluídas com sucesso, sem a ação corretiva, a taxa de vazamento do gabinete pode ser determinada trimestralmente depois disso, desde que nenhuma ação corretiva seja necessária.

2.3.1. O gabinete deve ser purgado até atingir uma concentração estável de hidrogênio. O ventilador de mistura deve ser ligado. O analisador de hidrogênio é zerado, calibrado, se necessário, e expandido.

2.3.2. O gabinete deve ser encaixado na posição nominal do volume.

2.3.3. O sistema de controle de temperatura ambiente é então ligado e ajustado para uma temperatura inicial de 293 K.

2.3.4. Quando a temperatura do gabinete se estabiliza a  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ , o gabinete é selado e medida a concentração de fundo, temperatura e pressão barométrica. Estas são as leituras iniciais de CH<sub>2i</sub>, Ti e Pi utilizadas na calibração do gabinete.

2.3.5. O gabinete deve ser destravado do volume nominal.

2.3.6. Uma quantidade de aproximadamente 100g de hidrogênio é injetada no gabinete. Esta massa de hidrogênio deve ser medida com uma precisão de  $\pm 2\%$  do valor medido.

2.3.7. O conteúdo da câmara deve ser misturado durante cinco minutos e a concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas. Estas são as leituras finais de CH<sub>2f</sub>, Tf e Pf para a calibração do gabinete, bem como as leituras iniciais de CH<sub>2i</sub>, Ti e Pi para a verificação de retenção.

2.3.8. Com base nas leituras feitas nos itens 2.3.4 e 2.3.7 acima e na fórmula do item 2.4 abaixo, calcula-se a massa de hidrogênio no recinto. Esta deve ser de  $\pm 2\%$  da massa de hidrogênio medida no item 2.3.6 acima.

2.3.9. O conteúdo da câmara deve ser misturado durante um período mínimo de 10 horas. Na conclusão do período, a concentração final de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são medidas e registradas. Estas são as leituras finais de CH<sub>2f</sub>, Tf e Pf para a verificação de retenção de hidrogênio.

2.3.10. Usando a fórmula no item 2.4 abaixo, a massa de hidrogênio é calculada a partir das leituras feitas nos itens 2.3.7 e 2.3.9 acima. Esta massa não pode diferir em mais de 5% da massa de hidrogênio prevista no item 2.3.8 acima.

## 2.4. Cálculo

O cálculo da variação da massa de hidrogênio líquido dentro do gabinete é usado para determinar o fundo de hidrocarbonetos da câmara e a taxa de vazamento. As leituras iniciais e finais da concentração de hidrogênio, temperatura e pressão barométrica são utilizadas na seguinte fórmula para calcular a mudança de massa:

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left[ \frac{(1 + \frac{V_{out}}{V}) \times C_{H_2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H_2i} \times P_i}{T_i} \right]$$

Onde:

$M_{H_2}$  = massa de hidrogênio, em gramas

$C_{H_2}$  = concentração medida de hidrogênio no gabinete, em volume ppm

$V$  = volume do gabinete em metros cúbicos ( $m^3$ ), conforme medido no item 2.1.1 acima.

$V_{out}$  = volume de compensação em  $m^3$ , à temperatura e pressão de teste

$T$  = temperatura ambiente da câmara, em K

$P$  = pressão absoluta do gabinete, em kPa

$K$  = 2,42

Onde:  $i$  é a leitura inicial

$f$  é a leitura final

## 3. Calibração do analisador de hidrogênio

O analisador deve ser calibrado usando hidrogênio no ar e ar sintético purificado. Veja o item 4.7.2 do Anexo V.

Cada um dos intervalos operacionais normalmente utilizados são calibrados pelo seguinte procedimento:

3.1. Estabeleça a curva de calibração em pelo menos cinco pontos de calibração espaçados o mais uniformemente possível ao longo da faixa de operação. A concentração nominal do gás de calibração com as maiores concentrações é pelo menos 80% da escala total.

3.2. Calcule a curva de calibração pelo método dos mínimos quadrados. Se o grau polinomial resultante for superior a três, o número de pontos de calibração deve ser pelo menos o número do grau polinomial mais dois.

3.3. A curva de calibração não deve diferir em mais de 2% do valor nominal de cada gás de calibração.

3.4. Usando os coeficientes do polinômio derivados do item 3.2 acima, uma tabela de leituras do analisador contra concentrações reais deve ser desenhada por etapas não superiores a 1% da escala total. Isso deve ser realizado para cada faixa de analisador calibrada.

Esta tabela também deve conter outros dados relevantes, tais como:

- (a) Data da calibração;
- (b) Leituras do potenciômetro de intervalo e zero (quando aplicável);
- (c) Escala nominal;
- (d) Dados de referência de cada gás de calibração utilizado;
- (e) Valor real e indicado de cada gás de calibração utilizado em conjunto com as diferenças percentuais;
- (f) Pressão de calibração do analisador.

3.5. Métodos alternativos (por exemplo, computador, comutador de alcance controlado eletronicamente) podem ser usados se for provado ao serviço técnico que esses métodos fornecem precisão equivalente.

## ANEXO V

### APÊNDICE II

#### Características essenciais da família do veículo

1. Parâmetros que definem a família em relação às emissões de hidrogênio

A família pode ser definida por parâmetros básicos de projeto que devem ser comuns aos veículos dentro da família. Em alguns casos, pode haver interação de parâmetros. Esses efeitos também devem ser levados em consideração para garantir que apenas veículos com características similares de emissão de hidrogênio estejam incluídos na família.

2. Para este fim, os tipos de veículos cujos parâmetros descritos abaixo são idênticos são considerados como pertencendo às mesmas emissões de hidrogênio.

#### REESS:

(a) Nome comercial ou marca do REESS;



- (b) Indicação de todos os tipos de casais eletroquímicos utilizados;
- (c) Número de células do REESS;
- (d) Número de subsistemas do REESS;
- (e) Tensão nominal do REESS (V);
- (f) Energia do REESS (kWh);
- (g) Taxa de combinação de gás (em percentagem);
- (h) Tipo(s) de ventilação para o(s) subsistema(s) do REESS;
- (i) Tipo de sistema de resfriamento (se houver).

Carregador a bordo:

- (a) Marca e tipo de peças de carregador diferentes;
- (b) Potência nominal de saída (kW);
- (c) Tensão máxima de carga (V);
- (d) Intensidade máxima de carga (A);
- (e) Marca e tipo de unidade de controle (se houver);
- (f) Diagrama de operação, controles e segurança;
- (g) Características dos períodos de carga.

## **ANEXO VI**

### **PROCEDIMENTOS DE TESTE DO REESS**

## **ANEXO VI**

## APÊNDICE

### Procedimento para a realização de um ciclo padrão

Um ciclo padrão começará com uma descarga padrão seguida por uma carga padrão.

#### Descarga padrão:

Taxa de descarga: O procedimento de descarga, incluindo os critérios de interrupção, deve ser definido pelo fabricante. Se não for especificado, então deve ser uma descarga com corrente 1C.

Limite de descarga (tensão final): Especificado pelo fabricante

Período de repouso após a descarga: Mínimo de 30 minutos

Carga padrão: O procedimento de carga, incluindo os critérios de interrupção, deve ser definido pelo fabricante. Se não for especificado, então deve ser uma carga com corrente C/3.

## ANEXO VI-A

### Teste de vibrações

#### 1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho de segurança do REESS sob um ambiente de vibração que o REESS provavelmente estará sujeito durante o funcionamento normal do veículo.

#### 2. Instalações

2.1. Este teste deve ser realizado com o REESS completo ou com o(s) subsistema(s) relacionado(s) de REESS incluindo as células e suas conexões elétricas. Se o fabricante optar por testar com o (s) subsistema (s) relacionado (s), o fabricante deve demonstrar que o resultado do teste pode representar o desempenho do REESS completo em relação ao seu desempenho de segurança nas mesmas condições. Se a unidade de gerenciamento eletrônico para o REESS não estiver integrada no invólucro das células, a unidade de gerenciamento eletrônico pode ser dispensada da instalação no dispositivo testado, se solicitado pelo fabricante.

2.2. O dispositivo testado deve estar firmemente seguro na plataforma da máquina de vibração de modo a garantir que as vibrações sejam diretamente transmitidas para o dispositivo testado.

### 3. Procedimentos

#### 3.1. Condições gerais de teste

As seguintes condições devem ser aplicadas ao dispositivo de teste:

- (a) O ensaio deve ser realizado a uma temperatura ambiente de  $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ;
- (b) No início do teste, o SOC deve ser ajustado para um valor nos 50% superiores da faixa normal de SOC operacional do dispositivo testado;
- (c) No início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetam a(s) função(ões) do dispositivo testado que são relevantes para o resultado do teste devem ser operacionais.

#### 3.2. Procedimentos de teste

Os dispositivos testados devem ser submetidos a uma vibração com uma forma de onda senoidal com varredura logarítmica entre 7Hz e 200 Hz e de volta a 7Hz percorrida em 15 minutos

Este ciclo deve ser repetido 12 vezes por um total de 3 horas na direção vertical da orientação de montagem do REESS conforme especificado pelo fabricante.

A correlação entre frequência e aceleração deve ser conforme demonstrado nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1**

**Frequência e aceleração (massa bruta do dispositivo testado com menos de 12 kg)**

Frequência [Hz]	Aceleração [m/s <sup>2</sup> ]
7 – 18	10
18 - aproximadamente 50 1)	Aumento gradual de 10 para 80
50 – 200	80

**Tabela 2**

**Frequência e aceleração (massa bruta do dispositivo testado de 12 kg ou mais)**

<i>Frequência [Hz]</i>	<i>Aceleração [m/s<sup>2</sup>]</i>
7 – 18	10
18 - aproximadamente 25 <sup>1)</sup>	Aumento gradual de 10 para 20
25 – 200	20

*Nota 1: A amplitude é então mantida a 0,8 mm (1,6 mm total) e a frequência é aumentada até a aceleração máxima descrita na tabela 1 ou 2.*

A pedido do fabricante pode-se usar um nível de aceleração maior e uma maior frequência máxima.

A pedido do fabricante, um perfil de teste de vibração determinado pelo fabricante do veículo, verificado para a aplicação do veículo e concordado com o Serviço Técnico, pode ser usado como substituto da correlação frequência-aceleração da Tabela 1 ou 2. A aprovação de um REESS testado de acordo com esta condição deve ser limitada às aprovações para um tipo de veículo específico.

Após a vibração, deve ser conduzido um ciclo padrão, conforme descrito no Anexo VI, Apêndice I, se não for inibido pelo dispositivo testado.

O teste deve terminar com um período de observação de 1h nas condições de temperatura ambiente de teste.

## ANEXO VI-B

### Teste de choque térmico e teste de ciclagem

#### 1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar a resistência do REESS a mudanças bruscas de temperatura. O REESS deve passar por um número específico de ciclos de temperatura, que começam a temperatura ambiente seguido de ciclo de alta e baixa temperatura. Simula uma rápida mudança de temperatura ambiental que um REESS provavelmente estaria sujeito durante sua vida.

#### 2. Instalações

Este teste deve ser realizado com o REESS completo ou com o(s) subsistema(s) do REESS relacionado do REESS incluindo as células e suas conexões elétricas. Se o fabricante optar por testar com o (s) subsistema (s) relacionado (s), o mesmo deve demonstrar que o resultado do teste pode representar o desempenho do REESS completo em relação ao seu desempenho de segurança nas mesmas condições. Se a unidade de gerenciamento eletrônico para o REESS não estiver integrada no invólucro das células, a unidade de gerenciamento eletrônico pode ser dispensada da instalação no dispositivo testado, se solicitado pelo fabricante.

#### 3. Procedimentos

##### 3.1. Condições gerais de teste

As seguintes condições devem ser aplicadas ao dispositivo testado no início do teste:

- (a) O SOC deve ser ajustado para um valor nos 50% superiores da faixa normal de SOC operacional;
- (b) Todos os dispositivos de proteção, que afetariam a função do dispositivo testado e que são relevantes para o resultado do teste, devem estar operacionais.

### 3.2. Procedimento de teste

O dispositivo testado deve ser armazenado durante pelo menos seis horas a uma temperatura de teste igual a  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  ou superior, se solicitado pelo fabricante, seguido de armazenamento durante pelo menos seis horas a uma temperatura de teste igual a  $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  ou menor se solicitado pelo fabricante. O intervalo de tempo máximo entre temperaturas de teste extremas deve ser de 30 minutos. Este procedimento deve ser repetido até um mínimo de 5 ciclos totais, após o que o dispositivo testado deve ser armazenado durante 24 horas a uma temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .

Após o armazenamento durante 24 horas, um ciclo padrão deve ser conduzido, se não for inibido pelo dispositivo testado, conforme descrito no Anexo VI, Apêndice I.

O teste deve terminar com um período de observação de 1h nas condições de temperatura ambiente de teste.

## ANEXO VI-C

### Teste de queda mecânica para REESS removível

#### 1. Objetivo

Simula uma carga de impacto mecânica que pode ocorrer em uma queda não intencional após a remoção de REESS.

#### 2. Procedimentos

##### 2.1. Condições gerais de teste

As seguintes condições se aplicam ao REESS removido no início do teste:

- (a) Ajustar o SOC a pelo menos 90% da capacidade nominal;
- (b) O ensaio deve ser realizado a  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .

## 2.2. Procedimento de teste

A queda livre do REESS a partir de uma altura de 1,0 m (da parte inferior do REESS) para um bloco de concreto liso, horizontal ou outro tipo de revestimento com dureza equivalente.

O REESS deve sofrer queda seis vezes de diferentes orientações conforme definido pelo Serviço Técnico. O fabricante pode decidir usar um REESS diferente para cada queda.

Imediatamente após o término do teste de queda, deve ser realizado um ciclo padrão, conforme descrito no Anexo VI, Apêndice I, se não for inibido.

O teste deve terminar com um período de observação de 1h nas condições de temperatura ambiente do ambiente de teste.

## ANEXO VI-D

### Choque mecânico

#### 1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho de segurança do REESS sob choque mecânico, que pode ocorrer durante uma queda em situação em que o veículo estiver parado ou estacionado.

#### 2. Instalações

2.1. Este teste deve ser realizado com o REESS completo ou com subsistemas relacionados do REESS incluindo as células e suas conexões elétricas.

Se o fabricante optar por testar com o (s) subsistema (s) relacionado (s), ele deve demonstrar que o resultado do teste possa representar o desempenho do REESS completo em relação a segurança nas mesmas condições.

Se a unidade de gerenciamento eletrônico para o REESS não estiver integrada, a mesma pode ser dispensada da instalação no dispositivo testado se solicitado pelo fabricante.

2.2. O dispositivo testado deve ser conectado ao acessório de teste apenas pelas montagens previstas fornecidas com o objetivo de anexar o subsistema REESS ou REESS ao veículo.

#### 3. Procedimentos

##### 3.1. Condições e requisitos gerais de teste

A seguinte condição deve ser aplicada ao teste:

- (a) O ensaio deve ser realizado a uma temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .
- (b) No início do teste, o SOC deve ser ajustado para um valor nos 50% superiores da faixa normal de SOC operacional;
- (c) No início do teste, todos os dispositivos de proteção que efetuam a função do dispositivo testado e que sejam relevantes para o resultado do teste devem estar operacionais.

### 3.2. Procedimento de teste

O dispositivo testado deve ser fixado à máquina de teste por meio de um suporte rígido que apoiará todas as superfícies de montagem do dispositivo testado.

O dispositivo que tenha:

- (a) Uma massa bruta inferior a 12kg deve ser submetida a um choque semi-seno de aceleração máxima de  $1.500 \text{ m/s}^2$  e duração do pulso de 6 milissegundos.
- (b) Uma massa bruta de 12kg ou mais deve ser submetida a um choque semi-seno de aceleração de pico de  $500 \text{ m/s}^2$  e duração de impulso de 11 milissegundos.

Para ambos, o dispositivo testado deve ser submetido a três choques na direção positiva seguida por três choques na direção negativa de cada três posições de montagem mutuamente perpendiculares do dispositivo testado para um total de 18 choques.

Imediatamente após o término da prova de choque mecânico, deve ser realizado um ciclo padrão, conforme descrito no Anexo VI, Apêndice I, se não for inibido.

O teste deve terminar com um período de observação de 1h nas condições de temperatura do ambiente de teste.

## ANEXO VI-E

### Resistência ao fogo

#### 1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar a resistência do REESS, contra a exposição ao fogo de fora do veículo devido a, por exemplo, um derrame de combustível de um veículo (seja o próprio veículo ou um veículo próximo). Esta situação deve deixar o motorista e os passageiros com tempo suficiente para evacuação.

## 2. Instalações

2.1. Este teste deve ser realizado com o REESS completo ou com o(s) subsistema(s) relacionado(s) de REESS incluindo as células e suas conexões elétricas. Se o fabricante optar por testar com o (s) subsistema (s) relacionado (s), o mesmo deve demonstrar que o resultado do teste pode representar o desempenho do REESS completo em relação ao seu desempenho de segurança nas mesmas condições. Se a unidade de gerenciamento eletrônico para o REESS não estiver integrada no invólucro que envolva as células, a unidade de gerenciamento eletrônico pode ser dispensada da instalação no dispositivo testado, se solicitado pelo fabricante. Onde os subsistemas relevantes de REESS são distribuídos por todo o veículo, o teste pode ser conduzido em cada um dos subsistemas relevantes do REESS.

## 3. Procedimentos

### 3.1. Condições gerais de teste

Os seguintes requisitos e condições são aplicáveis ao teste:

- (a) O ensaio deve ser conduzido a uma temperatura de pelo menos 0°C;
- (b) No início do teste, o SOC deve ser ajustado para um valor nos 50% superiores da faixa normal de SOC operacional;
- (c) No início do teste, todos os dispositivos de proteção que efetuam a função do dispositivo testado e são relevantes para o resultado do teste devem estar operacionais.

### 3.2. Procedimento de teste

Um teste em veículo ou em componentes deve ser realizado a critério do fabricante.

#### 3.2.1. Teste em veículo

O dispositivo testado deve ser montado em uma instalação de teste simulando condições reais de montagem tanto quanto possível; Nenhum material combustível deve ser usado para isso, com exceção do que faz parte do REESS. O método pelo qual o dispositivo testado é fixado deve corresponder às especificações relevantes para a sua instalação em um veículo. No caso de um REESS projetado para uso específico, as partes do veículo que afetem o curso do fogo devem ser levadas em consideração.

#### 3.2.2. Teste em componente

O dispositivo testado deve ser colocado em uma bancada de grade posicionada acima do coletor, em uma orientação de acordo com o projeto do fabricante.

A grade deve ser construída com tubos de aço, com diâmetro de 6-10 mm, espaçadas entre si de 4 a 6 cm. Se necessário, as hastes de aço podem ser apoiadas em peças de aço plana.



33. A chama à qual o dispositivo testado está exposto deve ser obtida pela queima de combustível comercial para motores à combustão em um coletor. A quantidade de combustível deve ser suficiente para permitir que a chama se mantenha em condições de queima livre durante todo o procedimento de teste.

O fogo deve cobrir toda a área do coletor durante a sua exposição total. As dimensões do coletor devem ser escolhidas de modo a garantir que os lados do dispositivo testado sejam expostos à chama. O coletor deve, portanto, exceder a projeção horizontal do dispositivo testado em pelo menos 20 cm, mas não mais de 50 cm. As paredes laterais do coletor não devem projetar mais de 8 cm acima do nível do combustível no início do teste.

34. O coletor cheio de combustível deve ser colocado sob o dispositivo testado de tal forma que a distância entre o nível do combustível no coletor e a parte inferior do dispositivo testado corresponda à altura de projeto do dispositivo testado acima da superfície do solo na massa sem carga se o item 3.2.1 acima é aplicado, ou aproximadamente 50 cm se o item 3.2.2 acima é aplicado. O coletor ou o dispositivo de teste ou ambos devem poder ser deslocados livremente.

35. Durante a fase C do teste, o coletor deve ser coberto por uma tela. A tela deve ser colocada a  $3 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$  acima do nível de combustível medido antes da ignição do combustível. A tela deve ser feita de um material refratário, conforme prescrito no Anexo VI-E - Apêndice I. Não deve haver espaço entre os tijolos, e devem ser apoiados sobre o coletor de combustível de tal maneira que os orifícios nos tijolos não estejam obstruídos. O comprimento e a largura da armação devem ser de 2 a 4 cm menores do que as dimensões interiores do coletor, de modo que exista um espaço de 1 a 2 cm entre a estrutura e a parede do coletor para permitir a ventilação. Antes do teste, a tela deve estar pelo menos à temperatura ambiente. Os tijolos podem ser molhados para garantir condições de teste repetitivas.

36. Se os ensaios forem realizados ao ar livre, deve ser fornecida proteção suficiente contra o vento e a velocidade do vento ao nível do coletor não deve exceder 2,5 km/h.

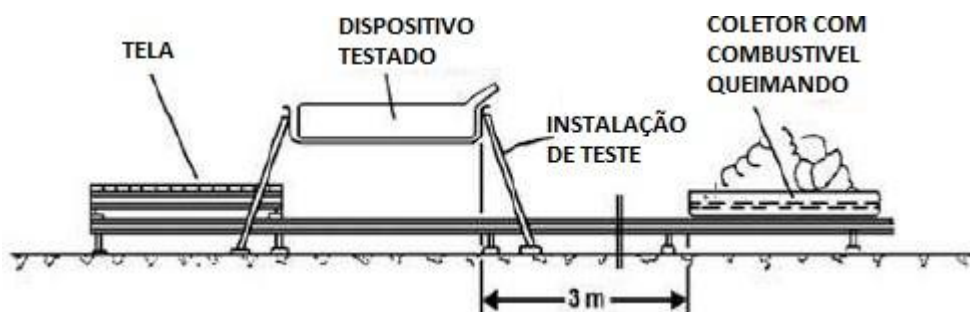
37. O ensaio deve compreender três fases B-D, se o combustível for pelo menos a uma temperatura de 20°C. Caso contrário, o teste deve incluir quatro fases A-D.

#### 3.7.1. Fase A: Pré-aquecimento (Figura 1)

O combustível no coletor deve ser inflamado a uma distância mínima de 3 m do dispositivo testado. Após 60 segundos de pré-aquecimento, o coletor deve ser colocado sob o dispositivo testado. Se o tamanho do coletor for muito grande para ser movido sem risco de derramamento, o dispositivo testado e a plataforma de teste podem ser movidos pelo coletor.

**Figura 1**

**Fase A: Pré-aquecimento**

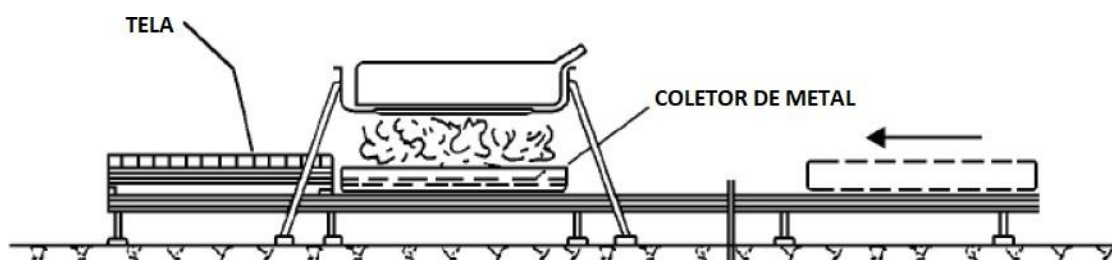


3.7.2. Fase B: Exposição direta à chama (Figura 2)

O dispositivo testado deve ser exposto à chama do combustível que queima livremente por 70 segundos.

**Figura 2**

**Fase B: Exposição direta a chama**



3.7.3. Fase C: Exposição indireta à chama (Figura 3)

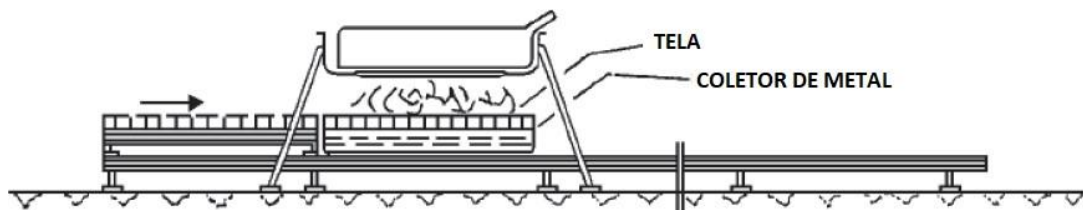
Assim que a fase B for concluída, a tela deve ser colocada entre a bandeja de queima e o dispositivo testado. O dispositivo testado deve ser exposto a essa chama reduzida por mais 60 segundos.

Em vez de realizar a fase C do teste, a fase B pode, a critério do fabricante, continuar por mais 60 segundos.

No entanto, isso só deve ser permitido se não demonstrar redução no rigor do teste.

**Figura 3**

**Fase C: Exposição Indireta a chama**

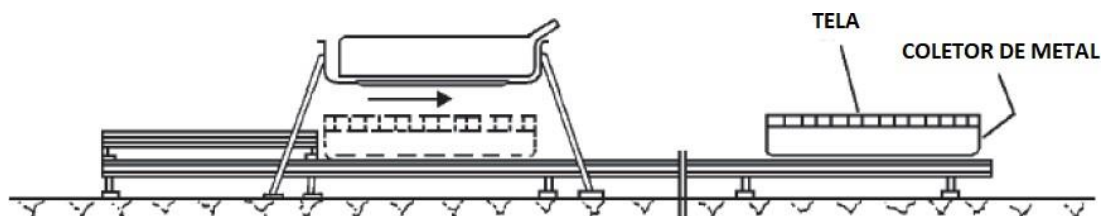


3.7.4. Fase D: Fim do teste (Figura 4)

O coletor em chamas coberto com a tela deve ser movido de volta à posição descrita na fase A. Não deve ser efetuada a extinção das chamas no dispositivo testado. Após a remoção do coletor, o dispositivo testado deve ser observado até que a temperatura de sua superfície atinja a temperatura ambiente ou apresente queda durante um mínimo de 3 horas.

**Figura 4**

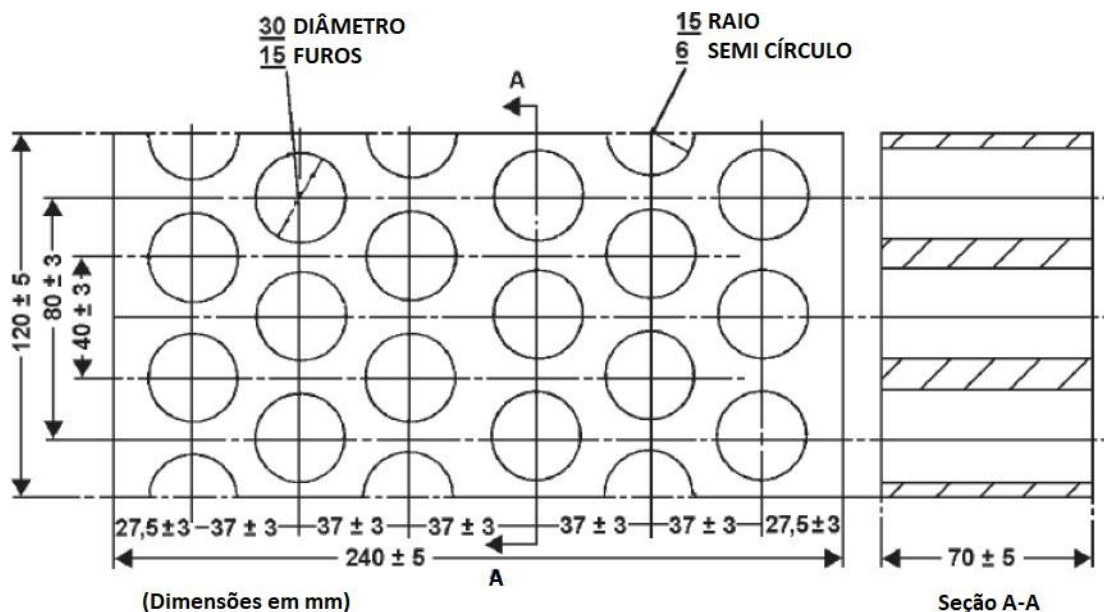
**Fase D: Fim de teste**



ANEXO VI-E

APÊNDICE

## Dimensão e dados técnicos dos tijolos refratários



Resistência ao fogo (Seger-Kegel) SK 30

Conteúdo  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 30 – 33%

Porosidade aberta

(Po): 20 - 22% de vol.

Densidade: 1,900 - 2,000  $\text{kg/m}^3$

Área efetiva dos

furos: 44.18%

## ANEXO VI-F

Proteção externa contra curto-circuito

### 1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho da proteção de curto-circuito. Esta funcionalidade, se implantada, deve interromper ou limitar a corrente de curto-circuito para evitar que o REESS seja afetado por quaisquer outros eventos graves relacionados a uma corrente de curto-circuito.

## 2. Instalações

Este teste deve ser realizado com o REESS completo ou com o(s) subsistema(s) relacionado(s) de REESS incluindo as células e suas conexões elétricas. Se o fabricante optar por testar com o (s) subsistema (s) relacionado (s), este deve demonstrar que o resultado do teste pode representar o desempenho do REESS completo em relação à segurança nas mesmas condições. Se a unidade de gerenciamento eletrônico para o REESS não estiver integrada no invólucro que envolva as células, a unidade de gerenciamento eletrônico pode ser dispensada da instalação no dispositivo testado, se solicitado pelo fabricante.

## 3. Procedimentos

### 3.1. Condições gerais de teste

A seguinte condição deve ser aplicada ao teste:

- (a) O teste deve ser realizado a uma temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  ou a uma temperatura mais elevada, se solicitado pelo fabricante;
- (b) No início do teste, o SOC deve ser ajustado para um valor nos 50% superiores da faixa normal de SOC operacional;
- (c) No início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetariam a função do dispositivo testado e que sejam relevantes para o resultado do teste devem ser operacionais.

### 3.2. Curto circuito

No início do teste, todos os contadores principais relevantes para carga e descarga devem estar fechados para representar o modo de condução ativa, bem como o modo para permitir o carregamento externo. Se isso não puder ser concluído em um único teste, então dois ou mais testes serão realizados.

Os terminais positivo e negativo do dispositivo testado devem estar conectados entre si para produzir um curto-circuito. A conexão utilizada para este fim deve ter uma resistência não superior a  $5\text{ m}\Omega$ .

A condição do curto-circuito deve continuar até o funcionamento da função de proteção do REESS para interromper ou limitar a corrente do curto-circuito, ou durante pelo menos uma hora após a estabilização da temperatura medida no gabinete do dispositivo testado, de modo que o gradiente de temperatura varia menos de  $4^{\circ}\text{C}$  em 1 hora.

### 3.3. Ciclo padrão e período de observação

Imediatamente após o término do curto-circuito, deve ser realizado um ciclo padrão, conforme descrito no Anexo VI, Apêndice I, se não for inibido pelo dispositivo testado. O teste deve terminar com um período de observação de 1h nas condições de temperatura do ambiente de teste.

## ANEXO VI-G

### Proteção contra sobrecarga

#### 1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho da proteção de sobrecarga.

#### 2. Instalações

Este teste deve ser conduzido, em condições normais de operação, seja com o REESS completo (este talvez, um veículo completo) ou com o(s) subsistema(s) de REESS relacionado, incluindo as células e suas conexões elétricas. Se o fabricante optar por testar com o (s) subsistema (s) relacionado (s), este deve demonstrar que o resultado do teste pode representar o desempenho do REESS completo em relação ao seu desempenho de segurança nas mesmas condições.

O teste pode ser realizado com um dispositivo testado modificado. Essas modificações não devem influenciar os resultados do teste.

#### 3. Procedimentos

##### 3.1. Condições gerais de teste

Os seguintes requisitos e condições são aplicáveis ao teste:

(a) O teste deve ser realizado a uma temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  ou a uma temperatura mais elevada, se solicitado pelo fabricante;

(b) No início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetariam a função do dispositivo testado e que sejam relevantes para o resultado do teste devem estar operacionais.

##### 3.2. Carga

No início, todos os contatores principais relevantes para carga devem estar fechados.

Os limites de controle de carga do equipamento de teste devem estar desativados.

O dispositivo testado deve ser carregado com uma corrente de carga de, pelo menos, uma taxa de  $1/3C$ , mas não excedendo a corrente máxima dentro da faixa de operação normal conforme especificado pelo fabricante.

A carga deve continuar até o dispositivo testado (automaticamente) interromper ou limitar o carregamento. Quando uma função de interrupção automática não funciona, ou se não houver tal função, o carregamento deve continuar até que o dispositivo testado seja carregado duas vezes em sua capacidade nominal de carga.

### 3.3. Ciclo padrão e período de observação

Imediatamente após o término da carga, um ciclo padrão conforme descrito no Anexo VI, Apêndice I deve ser conduzido, se não for inibido pelo dispositivo testado.

O teste deve terminar com um período de observação de 1h nas condições de temperatura do ambiente de teste.

## ANEXO VI-H

### Proteção contra sobrecarga

#### 1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho da proteção de sobrecarga. Esta funcionalidade, se implantada, deve interromper ou limitar a corrente de descarga para prevenir o REESS de quaisquer eventos graves causados por um SOC baixo como especificado pelo fabricante.

#### 2. Instalações

Este teste deve ser conduzido, em condições normais de operação, seja com o REESS completo (este talvez, um veículo completo) ou com o(s) subsistema(s) de REESS relacionado, incluindo as células e suas conexões elétricas. Se o fabricante optar por testar com o (s) subsistema (s) relacionado (s), o fabricante deve demonstrar que o resultado do teste pode representar o desempenho do REESS completo em relação ao seu desempenho de segurança nas mesmas condições.

O teste pode ser realizado com um dispositivo testado modificado. Essas modificações não devem influenciar os resultados do teste.

#### 3. Procedimentos

##### 3.1. Condições gerais de teste

Os seguintes requisitos e condições são aplicáveis ao teste:

(a) O teste deve ser realizado a uma temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  ou a uma temperatura mais elevada, se solicitado pelo fabricante;

(b) O início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetariam a função do dispositivo testado e que sejam relevantes para o resultado do teste devem estar operacionais.

### 3.2. Descarga

No início do teste, todos os contadores principais relevantes devem estar fechados.

Uma descarga deve ser realizada com pelo menos uma taxa de  $1/3\text{ C}$ , mas não deve exceder a corrente máxima dentro da faixa de operação normal conforme especificado pelo fabricante.

A descarga deve continuar até o dispositivo testado (automaticamente) interromper ou limitar a descarga. Quando uma função de interrupção automática não funciona, ou se não existe tal função, a descarga deve continuar até que o dispositivo testado seja descarregado para 25% do seu nível de tensão nominal.

### 3.3. Carga padrão e período de observação

Imediatamente após o término da descarga, o dispositivo testado deve ser carregado com uma carga padrão conforme especificado no Anexo VI, Apêndice I, se não for inibido pelo dispositivo testado.

O teste deve terminar com um período de observação de 1h nas condições de temperatura do ambiente de teste.

## ANEXO VI-I

### Proteção contra superaquecimento

#### 1. Objetivo

O objetivo deste teste é verificar o desempenho das medidas de proteção do REESS contra o superaquecimento interno durante a operação, mesmo sob a falha da função de resfriamento, se aplicável. No caso de não serem necessárias medidas de proteção específicas para evitar que o REESS atinja um estado inseguro devido à temperatura excessiva interna, esta operação segura deve ser demonstrada.

#### 2. Instalações



21. O seguinte teste deve ser conduzido com o REESS completo (talvez como um veículo completo) ou com subsistemas relacionados com REESS, incluindo as células e suas conexões elétricas. Se o fabricante optar por testar com o (s) subsistema (s) relacionado (s), este deve demonstrar que o resultado do teste pode representar o desempenho do REESS completo em relação ao seu desempenho de segurança nas mesmas condições. O teste pode ser realizado com um dispositivo testado modificado. Essas modificações não devem influenciar os resultados do teste.

22. No caso de um REESS estar equipado com uma função de resfriamento e se o REESS permanecer funcional sem um sistema de função de resfriamento operacional, o sistema de refrigeração deve ser desativado para o teste.

23. A temperatura do dispositivo testado deve ser medida continuamente dentro do invólucro na proximidade das células durante o teste, a fim de monitorar as mudanças de temperatura. O sensor interno (*onboard*), se existente, pode ser usado.

### 3. Procedimentos

31. No início do teste, todos os dispositivos de proteção que afetam a função do dispositivo testado e são relevantes para o resultado do teste devem estar operacionais, exceto para qualquer desativação do sistema implantada de acordo com o item 2.2 acima.

32. Durante o teste, o dispositivo testado deve ser carregado continuamente e descarregado com uma corrente constante que aumentará a temperatura das células o mais rápido possível dentro da faixa de operação normal conforme definido pelo fabricante.

33. O dispositivo testado deve ser colocado em um forno de convecção ou em uma câmara climática. A temperatura da câmara ou do forno deve ser gradualmente aumentada até atingir a temperatura determinada de acordo com os itens 3.3.1 ou 3.3.2 abaixo, conforme aplicável e depois mantidos a uma temperatura igual ou superior a esta, até o final do teste.

33.1. Quando o REESS estiver equipado com medidas de proteção contra o superaquecimento interno, a temperatura deve ser aumentada para a temperatura definida pelo fabricante como sendo o limiar de temperatura operacional para tais medidas de proteção, para assegurar que a temperatura do dispositivo testado aumentará conforme especificado no item 3.2 acima.

33.2. Quando o REESS não estiver equipado com medidas específicas contra o excesso de aquecimento interno, a temperatura deve ser aumentada até a temperatura operacional máxima especificada pelo fabricante.

34. Fim do teste: O teste terminará quando uma das medidas abaixo for observada:

(a) O dispositivo testado inibe e/ou limita a carga e/ou a descarga para evitar que a temperatura aumente;

(b) A temperatura do dispositivo testado é estabilizada, o que significa que a temperatura varia de um gradiente inferior a 4°C até 2 horas;

(c) Qualquer falha nos critérios de aceitação previstos no item 4.9.2.1 do Anexo I.

## **ANEXO VII**

### **ANEXO VII-A**

#### **Teste de tensão suportável**

Continuação da RESOLUÇÃO Nº 750, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2018.

## 1. Geral

A resistência de isolamento deve ser medida após a aplicação da tensão de teste ao veículo com o carregador interno (*onboard*).

## 2. Procedimento

O seguinte procedimento de teste deve ser aplicável aos veículos com carregadores internos (*onboard*):

Entre todas as entradas do carregador (plugues) e os componentes condutores expostos do veículo, incluindo o chassi elétrico, se presente, aplique uma tensão de teste AC de  $2 \times (U_n + 1200)$  V rms a uma frequência de 50 Hz ou 60 Hz por um minuto, onde  $U_n$  é a tensão de entrada AC (rms);

O ensaio deve ser realizado no veículo completo;

Todos os dispositivos elétricos devem estar conectados.

Em vez da tensão AC especificada, a tensão DC cujo valor é equivalente ao valor de pico da tensão AC especificada pode ser aplicada por um minuto.

Após o teste, medir a resistência de isolamento ao aplicar 500 V D.C. entre todas as entradas e os componentes condutores expostos do veículo, incluindo o chassi elétrico, se presente.

## ANEXO VII-B

### Teste de resistência à água

#### 1. Geral

A resistência ao isolamento deve ser medida após o teste de desempenho da resistência à água ter sido realizado.

#### 2. Procedimento

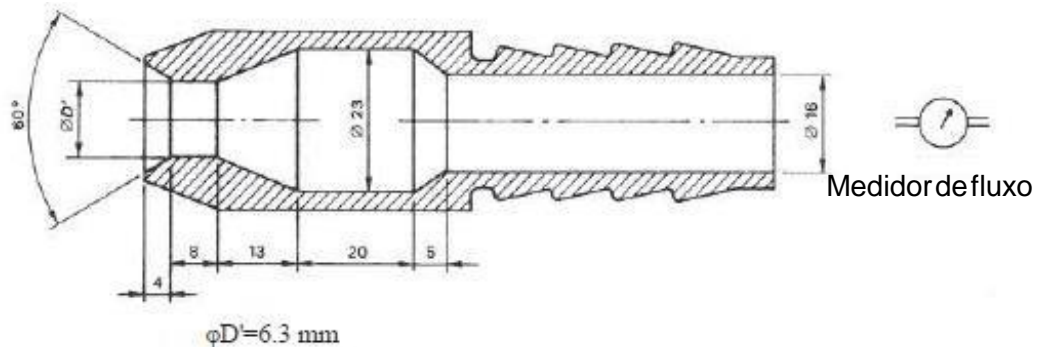
O seguinte procedimento de teste deve ser aplicável aos veículos com carregador interno (*onboard*).

De acordo com o procedimento de teste para avaliar a proteção IPX5 contra a entrada de água, a resistência à água deve ser realizada por:

(a) Pulverização com um fluxo de água do invólucro de todas as direções praticáveis com um bocal de teste padrão como mostrado na Figura 1.

**Figura 1**

**Dispositivo de teste para verificar a proteção contra jatos de água (bocal da mangueira)**



As condições a serem observadas são as seguintes:

- (i) Diâmetro interno do bocal: 6,3 mm;
- (ii) Taxa de entrega: 12,5 l/min  $\pm$  5%;
- (iii) Pressão da água: a ser ajustada para atingir a taxa de entrega especificada;
- (iv) Núcleo da corrente substancial: círculo de aproximadamente 40 mm de diâmetro a 2,5 m de distância do bocal;
- (v) Duração do teste por metro quadrado da área de superfície do invólucro susceptível de ser pulverizada: 1 minuto;
- (vi) Duração mínima do teste: 3 min;
- (vii) Distância do bocal até a superfície do invólucro: entre 2,5 m e 3 m.

(b) Posteriormente, aplique 500 V DC entre todas as entradas de alta tensão e os componentes condutores expostos/chassi elétrico do veículo, se presente para medir a resistência ao isolamento.