Só os textos originais da UNECE fazem fé ao abrigo do direito internacional público. O estatuto e a data de entrada em vigor do presente regulamento devem ser verificados na versão mais recente do documento UNECE comprovativo do seu estatuto, TRANS/WP.29/343, disponível no seguinte endereço: https://unece.org/transport/road-transport/status-1958-agreement-and-annexed-regulations

Regulamento n.º 95 da ONU — Prescrições uniformes relativas à homologação de veículos no que respeita à proteção dos ocupantes em caso de colisão lateral [2026/1095]

Integra todo o texto válido até:
Suplemento 1 à série 06 de alterações — Data de entrada em vigor: 12 de junho de 2025

O presente documento constitui apenas um instrumento documental. Os textos que fazem fé e são juridicamente vinculativos são os seguintes:

ECE/TRANS/WP.29/2020/108

ECE/TRANS/WP.29/2021/62

ECE/TRANS/WP.29/2021/117

ECE/TRANS/WP.29/2023/48

ECE/TRANS/WP.29/2023/117 e retificação 1.

ECE/TRANS/WP.29/2023/108

ECE/TRANS/WP.29/2024/133

ÍNDICE

Regulamento

1. Âmbito de aplicação
2. Definições
3. Pedido de homologação
4. Homologação
5. Especificações e ensaios
6. Modificação do modelo de veículo
7. Conformidade da produção
8. Sanções por não conformidade da produção
9. Cessação definitiva da produção
10. Designações e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação e das entidades homologadoras
11. Disposições transitórias

Anexos

1 Comunicação

2 Disposições da marca de homologação

3 Procedimento para a determinação do ponto «H» e do ângulo real do tronco para lugares sentados em veículos a motor

Apêndice 1 — Descrição da máquina tridimensional do ponto «H» (máquina 3-D H)

Apêndice 2 — Sistema de referência tridimensional

Apêndice 3 — Dados de referência relativos aos lugares sentados

4 Método de ensaio de colisão

Apêndice 1 — Determinação dos dados de desempenho

Apêndice 2 — Método de cálculo do critério viscoso para EUROSID 1

5 Características da barreira móvel deformável

Apêndice 1 — Curvas força-deflexão para ensaios estáticos

Apêndice 2 — Curvas força-deflexão para ensaios dinâmicos

6 Descrição técnica do manequim a utilizar no ensaio de colisão lateral

7 Instalação do manequim a utilizar no ensaio de colisão lateral

8 Ensaio parcial

9 Procedimentos de ensaio para veículos equipados com grupo motopropulsor elétrico

10 Condições e procedimentos de ensaio para a avaliação da integridade pós-colisão do sistema de combustível hidrogénio

1. Âmbito de aplicação

O presente regulamento é aplicável aos veículos da categoria M_1 com uma massa máxima admissível não superior a 3 500 kg, aos veículos da categoria M_1 com uma massa máxima admissível superior a 3 500 kg em que a distância do ponto «R» do banco mais baixo ao solo não exceda 700 mm, com o veículo nas condições correspondentes à massa de referência definida no ponto 2.10 do presente regulamento, e aos veículos da categoria N_1 ([1]).

2. Definições

Para os efeitos do presente regulamento, entende-se por:

2.1. «*Homologação de um veículo*», a homologação de um modelo de veículo no que diz respeito ao comportamento da estrutura do habitáculo em caso de colisão lateral.

2.2. «*Modelo de veículo*», uma categoria de veículos a motor que não diferem nos seguintes aspetos essenciais, na medida em que tenham um efeito adverso no resultado do ensaio de colisão prescrito no presente regulamento da ONU:

a) O comprimento, a largura e a distância do veículo ao solo;

b) A estrutura, as dimensões, as formas e os materiais das paredes laterais do habitáculo;

c) As formas e dimensões interiores do habitáculo e o tipo de sistema de proteção;

d) A posição (à frente, atrás ou ao centro) e a orientação (transversal ou longitudinal) do motor;

e) A massa sem carga;

f) As configurações ou acessórios interiores opcionais;

g) O tipo de banco ou bancos da frente e a posição do ponto «R»;

h) A localização do SRAEE;

i) A configuração de base e as principais características do sistema de armazenamento de hidrogénio comprimido.

2.3. «*Habitáculo*», o espaço destinado aos ocupantes, delimitado pelo teto, pelo piso, pelas paredes laterais, pelas portas, pelas vidraças exteriores, pela antepara da frente e pelo plano da antepara do compartimento da retaguarda ou pelo plano do apoio do encosto dos bancos traseiros.

2.3.1. «*Habitáculo no que respeita à proteção dos ocupantes*», o espaço destinado aos ocupantes, delimitado pelo teto, pelo piso, pelas paredes laterais, pelas portas, pelas vidraças exteriores, pela antepara da frente e pelo plano da antepara do compartimento da retaguarda ou pelo plano do apoio do encosto dos bancos traseiros.

2.3.2. «*Habitáculo no que respeita à avaliação da segurança elétrica e/ou da segurança do hidrogénio*», o espaço destinado aos ocupantes, delimitado pelo teto, pelo piso, pelas paredes laterais, pelas portas, pelas vidraças exteriores, pelas anteparas da frente e da retaguarda, ou porta traseira, bem como pelas barreiras de proteção elétrica previstas e pelas caixas de proteção destinadas a proteger os ocupantes do contacto direto com partes sob alta tensão.

2.4. «*Ponto R*» ou «*ponto de referência de um lugar sentado*», o ponto de referência especificado pelo fabricante do veículo:

2.4.1. Cujas coordenadas são estabelecidas em relação à estrutura do veículo;

2.4.2. Corresponde à posição teórica do ponto de rotação tronco/coxas (ponto H) para o lugar de condução ou de utilização normal mais baixa e mais recuada, indicada pelo fabricante do veículo, para cada um dos lugares sentados previstos por aquele.

([1]) Conforme definido na Resolução consolidada sobre a construção de veículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, ponto 2 — https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions.

2.5. «*Ponto H*» é o definido no anexo 3 do presente regulamento.

2.6. «*Capacidade do reservatório de combustível*», a capacidade do reservatório de combustível especificada pelo fabricante do veículo.

2.7. «*Plano transversal*», um plano vertical perpendicular ao plano vertical longitudinal médio do veículo.

2.8. «*Sistema de proteção*», os dispositivos cujo objetivo é reter e/ou proteger os ocupantes.

2.9. «*Tipo de sistema de proteção*», uma categoria de dispositivos de proteção que não diferem entre si em aspetos essenciais como:

a tecnologia;

a geometria;

os materiais constituintes.

2.10. «*Massa de referência*», a massa do veículo sem carga acrescida de uma massa de 100 kg (correspondente à massa do manequim utilizado no ensaio de colisão lateral e da respetiva aparelhagem).

2.11. «*Massa sem carga*», a massa do veículo em ordem de marcha sem condutor, sem passageiros e sem carga, mas com o reservatório de combustível cheio a 90 % da sua capacidade, as ferramentas habituais e a roda sobresselente, se aplicável.

2.12. «*Barreira móvel deformável*», o dispositivo que é levado a colidir contra o veículo submetido a ensaio. É constituído por um carro e por um impactador.

2.13. «*Impactador*», um elemento de esmagamento montado na parte frontal da barreira móvel deformável.

2.14. «*Carro*», uma estrutura montada sobre rodas, capaz de se deslocar ao longo do seu eixo longitudinal até ao ponto de impacto. A sua parte frontal suporta o impactador.

2.15. «*Alta tensão*», a classificação de um componente ou circuito elétrico, se o valor quadrático médio (rms) da sua tensão de funcionamento for > 60 V e ≤ 1 500 V em corrente contínua (CC) ou > 30 V e ≤ 1 000 V em corrente alternada (CA).

2.16. «*Sistema recarregável de armazenamento de energia elétrica (SRAEE)*», o sistema recarregável de armazenamento de energia que fornece energia elétrica para a propulsão elétrica.

Uma bateria cuja função principal é fornecer energia para o arranque do motor e/ou da iluminação e/ou de outros sistemas auxiliares do veículo não é considerada um SRAEE.

O SRAEE pode incluir os sistemas necessários para o suporte físico, a gestão térmica, os controlos eletrónicos e o invólucro.

2.17. «*Barreira de proteção elétrica*», a parte que oferece proteção contra qualquer contacto direto com as partes sob alta tensão.

2.18. «*Grupo motopropulsor elétrico*», o circuito elétrico que inclui o(s) motor(es) de tração, podendo incluir o SRAEE, o sistema de conversão de energia elétrica, os conversores eletrónicos, os cabos de alimentação e conectores associados, bem como o sistema de ligação para carregar o SRAEE.

2.19. «*Partes sob tensão*», parte(s) condutora(s) destinada(s) a ser(em) alimentada(s) eletricamente em condições normais de utilização.

2.20. «*Parte condutora exposta*», a parte condutora com a qual se pode entrar em contacto, quando cumpridos os requisitos do grau de proteção IPXXB, que normalmente não é alimentada a energia elétrica, mas que é suscetível de ficar sob tensão em caso de anomalia do isolamento. Incluem-se partes sob uma cobertura que possa ser retirada sem utilizar ferramentas.

2.21. «*Contacto direto*», o contacto de pessoas com partes sob alta tensão.

2.22. «*Contacto indireto*», o contacto de pessoas com as partes condutoras expostas.

2.23. «*Grau de proteção IPXXB*», a proteção contra o contacto com partes sob alta tensão, oferecida por uma barreira de proteção elétrica ou caixa de proteção e ensaiada utilizando um dedo de ensaio articulado (grau de proteção IPXXB), conforme descrito no ponto 4 do anexo 9.

2.24. «*Tensão de funcionamento*», o valor quadrático médio (rms) 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.

2.25. «*Sistema de ligação para carregamento do sistema recarregável de armazenamento de energia (SRAEE)*», o circuito elétrico utilizado para carregar o SRAEE a partir de uma fonte externa de alimentação em energia elétrica, incluindo a entrada de carregamento.

2.26. «*Massa elétrica*», um conjunto constituído pelas partes condutoras ligadas eletricamente entre si e cujo potencial elétrico é tomado como referência.

2.27. «*Circuito elétrico*», um conjunto de partes ativas ligadas entre si e concebido para deixar passar uma corrente elétrica em condições normais de funcionamento.

2.28. «*Sistema de conversão de energia elétrica*», um sistema (por exemplo, células de combustível) que produz e fornece energia elétrica para propulsão elétrica.

2.29. «*Conversor eletrónico*», um dispositivo que permite o controlo e/ou a conversão de energia elétrica em propulsão elétrica.

2.30. «*Caixa de proteção*», a parte que envolve as unidades internas e que oferece proteção contra qualquer contacto direto.

2.31. «*Barramento de alta tensão*», o circuito elétrico, incluindo o sistema de ligação para carregar o SRAEE, que funciona em alta tensão.

Quando os circuitos elétricos estiverem galvanicamente ligados entre si e cumprirem a condição de tensão específica, apenas os componentes ou partes do circuito elétrico que funcionam com alta tensão são classificados como barramento de alta tensão.

2.32. «*Isolamento sólido*», a camada isolante dos feixes de cabos, destinada a cobrir e impedir o contacto direto com as partes sob alta tensão.

2.33. «*Corte automático*», um dispositivo que, quando acionado, separa galvanicamente as fontes de energia elétrica do resto do circuito de alta tensão do grupo motopropulsor elétrico.

2.34. «Bateria de tração de tipo aberto», um tipo de bateria que requer enchimento com líquido e que produz hidrogénio, que é libertado para a atmosfera.

2.35. «*Sistema de bloqueio de portas ativado automaticamente*», um sistema que bloqueia as portas automaticamente a uma velocidade pré-determinada ou em função de qualquer outra condição definida pelo fabricante.

2.36. «*Fechamento*», qualquer estado de acoplamento do sistema de fecho da porta, em que o fecho está numa posição de fechamento completo, numa posição de fechamento intermédio ou entre uma posição de fechamento completo e uma posição de fechamento intermédio.

2.37. «*Fecho*», um dispositivo utilizado para manter a porta em posição fechada em relação à carroçaria do veículo e dotado de mecanismo para ser aberto deliberadamente.

2.38. «*Posição de fechamento completo*», a posição de acoplamento do fecho em que a porta está completamente fechada.

2.39. «*Posição de fechamento intermédio*», a posição de acoplamento do fecho em que a porta fica em posição de fechamento parcial.

2.40. «*Sistema de deslocação*», um dispositivo que permite uma translação ou rotação do banco ou de uma das suas partes, sem posição intermédia fixa, para possibilitar um fácil acesso dos ocupantes ao espaço situado por detrás do banco em questão.

2.41. «*Eletrólito aquoso*», um eletrólito cujo solvente para os compostos é a água (por exemplo, ácidos ou bases), que fornece iões condutores após dissociação.

2.42. «*Fuga de eletrólito*», a fuga de eletrólito do SRAEE sob forma líquida.

2.43. «*Eletrólito não aquoso*», um eletrólito cujo solvente não é a água.

2.44. «*Condições normais de utilização*», os modos e condições de funcionamento que possam razoavelmente ocorrer durante o funcionamento normal do veículo, incluindo a condução a velocidades autorizadas, o estacionamento ou a paragem no tráfego, bem como a recarga por meio de carregadores compatíveis com as tomadas de carregamento específicas instalados no veículo. Não inclui condições em que o veículo está danificado, quer por um acidente, detritos rodoviários ou atos de vandalismo, incendiado ou imerso em água, ou veículo num estado que necessita de reparação ou manutenção ou que está em reparação ou manutenção.

2.45. «*Condições específicas de tensão*», a condição em que a tensão máxima de um circuito elétrico galvanicamente ligado entre uma parte sob corrente contínua e qualquer outra parte sob tensão (CC ou CA) é ≤ 30 V CA (rms) e ≤ 60 V CC.

Nota 1: quando uma parte em corrente contínua de tal circuito elétrico estiver ligada à massa e quando se aplica a condição de tensão específica, a tensão máxima entre qualquer parte sob tensão e a massa elétrica é ≤ 30 V CA (rms) e ≤ 60 V CC.

Nota 2: para tensões CC pulsantes (correntes alternadas sem mudança da polaridade) aplica-se o limiar da CC.

2.46. «*Estado de carga (SOC)*», a carga elétrica disponível num SRAEE expressa em percentagem da sua capacidade nominal.

2.47. «*Incêndio*», a emissão de chamas do veículo. As faíscas e a formação de arco não devem ser consideradas como chamas.

2.48. «*Explosão*», uma libertação súbita de energia suficiente para gerar ondas de pressão e/ou projéteis suscetíveis de causar danos estruturais e/ou físicos nas imediações do veículo.

2.49. «*Sistema de armazenamento de hidrogénio comprimido (CHSS)*», um sistema concebido para armazenar o combustível hidrogénio comprimido em veículos movidos a hidrogénio e constituído por um reservatório, eventualmente com acessórios, e todos os dispositivos de fecho primário necessários para isolar o hidrogénio armazenado do resto do sistema de alimentação de combustível e do ambiente.

2.50. «*Reservatório*» (para armazenamento de hidrogénio), o componente que suporta a pressão no veículo que armazena o volume primário de combustível hidrogénio numa única câmara ou em várias câmaras permanentemente interligadas.

2.51. «*Acessórios do reservatório*», as partes não sujeitas à pressão fixadas ao reservatório que lhe fornecem apoio e/ou proteção adicionais e que só podem ser removidas temporariamente para manutenção e/ou inspeção mediante a utilização de ferramentas.

2.52. «*Veículo a hidrogénio*», qualquer veículo a motor que utilize hidrogénio gasoso comprimido como combustível para a sua propulsão, incluindo os veículos com pilha de combustível e com motor de combustão interna. O combustível hidrogénio para os veículos é especificado nas normas ISO 14687:2019 e SAE J2719_202003.

2.53. «*Válvula de fecho (para veículos a hidrogénio)*», uma válvula entre o reservatório e o sistema de combustível do veículo, que deve estar predefinida para a posição «fechada» quando não estiver ligada a uma fonte de energia.

3. Pedido de homologação

3.1. O pedido de homologação de um modelo de veículo no que respeita à proteção dos ocupantes em caso de colisão lateral deve ser apresentado pelo fabricante do veículo ou pelo seu representante devidamente acreditado.

3.2. Deve ser acompanhado dos documentos mencionados adiante, em triplicado, e das seguintes indicações:

3.2.1. Uma descrição pormenorizada do modelo de veículo no tocante à sua estrutura, dimensões, formas e materiais constituintes;

3.2.2. Fotografias e/ou diagramas e desenhos do veículo representando o modelo do veículo em alçado frontal, lateral e traseiro, bem como pormenores de projeto da parte lateral da estrutura;

3.2.3. Indicação da massa do veículo, tal como definida no ponto 2.11 do presente regulamento;

3.2.4. Forma e dimensões interiores do habitáculo;

3.2.5. Descrição dos acessórios interiores laterais relevantes e dos sistemas de proteção instalados no interior do veículo;

3.2.6. Descrição geral do tipo de fonte de energia elétrica, da localização e do grupo motopropulsor elétrico (por exemplo, híbrido, elétrico).

3.3. O requerente da homologação pode apresentar quaisquer dados e resultados de ensaios suscetíveis de permitir concluir, com um grau de exatidão considerado suficiente, que é possível obter em protótipos de veículos a conformidade com os requisitos aplicáveis.

3.4. Um veículo representativo do modelo a homologar deve ser apresentado ao serviço técnico responsável pela realização dos ensaios de homologação.

3.4.1. Pode ser aceite para ensaios um veículo que não inclua todos os componentes inerentes ao modelo, desde que possa ser demonstrado que a ausência dos referidos componentes em nada prejudica o comportamento funcional previsto pelo presente regulamento.

3.4.2. É da responsabilidade do requerente da homologação demonstrar que a aplicação do disposto no ponto 3.4.1 está em conformidade com as disposições do presente regulamento.

4. Homologação

4.1. Se o modelo de veículo apresentado para homologação nos termos do presente regulamento cumprir o disposto no ponto 5 seguinte, a homologação é concedida a esse modelo de veículo.

4.2. Deve ser atribuído um número de homologação a cada modelo homologado em conformidade com o anexo 4 do Acordo (E/ECE/TRANS/505/Rev.3).

4.3. A homologação ou a recusa de homologação de um modelo de veículo nos termos do presente regulamento deve ser notificada às partes contratantes do Acordo que apliquem este regulamento, através do envio de um formulário de acordo com o modelo do anexo 1 deste regulamento.

4.4. A homologação, a extensão ou recusa da homologação de um modelo de veículo nos termos do presente regulamento devem ser notificadas às partes contratantes do acordo que apliquem o presente regulamento por meio de um formulário conforme ao modelo do anexo 1 do presente regulamento e de fotografias e/ou diagramas ou desenhos fornecidos pelo requerente da homologação, num formato que não exceda o A4 (210 × 297 mm), ou dobrados segundo esse formato, e a uma escala adequada.

4.5. Em cada um dos veículos conforme ao modelo homologado nos termos do presente regulamento, deve ser afixada de forma bem visível, num local facilmente acessível indicado na ficha de homologação, uma marca de homologação internacional constituída por:

4.5.1. Um círculo envolvendo a letra «E», seguida do número distintivo do país que concedeu a homologação; ([2])

4.5.2. O número do presente regulamento, seguido da letra «R», de um travessão e do número de homologação, à direita do círculo previsto no ponto 4.5.1.

4.6. Se o veículo for conforme a um modelo homologado em aplicação de um outro ou de vários outros regulamentos anexos ao Acordo, no mesmo país que concedeu a homologação em aplicação do presente regulamento, o símbolo previsto no ponto 4.5.1 não tem de ser repetido; neste caso, os números do regulamento e de homologação e os símbolos adicionais de todos os regulamentos nos termos dos quais a homologação foi concedida no país que a emitiu em aplicação do presente regulamento devem ser dispostos em colunas verticais, situadas à direita do símbolo previsto no ponto 4.5.1 acima.

4.7. A marca de homologação deve ser claramente legível e indelével.

4.8. O anexo 2 do presente regulamento contém exemplos de disposições relativas às marcas de homologação.

4.9. O anexo 2 do presente regulamento contém exemplos de marcas de homologação.

5. Especificações e ensaios

5.1. O veículo deve ser submetido ao ensaio descrito no anexo 4 do presente regulamento.

5.1.1. O ensaio é efetuado do lado do condutor, salvo quando se trate de estruturas laterais assimétricas e tão discrepantes que sejam suscetíveis de afetar o comportamento funcional em caso de colisão lateral. Nesse caso, mediante acordo entre o fabricante e a entidade responsável pelo ensaio, é possível optar por qualquer uma das alternativas previstas nos pontos 5.1.1.1 e 5.1.1.2.

5.1.1.1. O fabricante deve fornecer à entidade responsável pela homologação informações relativas à compatibilidade dos comportamentos funcionais comparados com os do lado do condutor, quando o ensaio é efetuado desse lado.

5.1.1.2. Se tiver dúvidas quanto à construção do veículo, a entidade homologadora deve tomar a decisão de realizar o ensaio do lado oposto ao do condutor, que é considerado o menos favorável.

([2]) Os números distintivos das partes contratantes no Acordo de 1958 são reproduzidos no anexo 3 da Resolução consolidada sobre a construção de veículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 7, Anexo 3 — https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions.

5.1.2. O serviço técnico, depois de consultado o fabricante, pode exigir que o ensaio seja efetuado com o banco numa posição diferente da prevista no ponto 5.5.1 do anexo 4. Essa posição deve ser indicada no relatório de ensaio ([3]).

5.1.3. O resultado desse ensaio deve ser considerado satisfatório se as condições enunciadas nos pontos 5.2 e 5.3 seguintes forem cumpridas.

5.2. Critérios de desempenho

Além disso, os veículos equipados com um grupo motopropulsor elétrico devem satisfazer os requisitos do ponto 5.3.8 abaixo. Estes requisitos podem ser cumpridos com um ensaio de impacto separado a pedido do fabricante, e após validação pelo serviço técnico, desde que os componentes elétricos não influenciem o comportamento funcional da proteção dos ocupantes do modelo de veículo, tal como definida nos pontos 5.2.1 a 5.3.5 do presente regulamento. Se tal for o caso, os requisitos do ponto 5.3.8 devem ser verificados em conformidade com os métodos definidos no anexo 4 do presente regulamento, salvo os pontos 6 e 7 e os apêndices 1 e 2. No entanto, o manequim destinado ao ensaio de impacto lateral deve ser instalado no banco da frente do lado da colisão.

5.2.1. Os critérios de comportamento funcional determinados no ensaio de colisão em conformidade com o disposto no apêndice 1 do anexo 4 devem preencher as seguintes condições:

5.2.1.1. O critério do comportamento funcional da cabeça (HPC) deve ser inferior ou igual a 1 000; se não houver contacto da cabeça, o HPC não é medido nem calculado, registando-se a frase «sem contacto da cabeça».

5.2.1.2. Os critérios do comportamento da caixa torácica devem ser:

a) Critério de deflexão das costelas (RDC), inferior ou igual a 42 mm;

b) Critério viscoso (VC), inferior ou igual a 1,0 m/s.

Durante um período de transição de dois anos a contar da data referida no ponto 10.2 do presente regulamento, o valor de V * C não deve constituir um critério de aprovação ou rejeição no ensaio de homologação, embora deva ser inscrito no relatório de ensaio e registado pelas entidades homologadoras. Após esse período transitório, o valor VC de 1,0 m/s deve ser aplicado como um critério de aprovação ou rejeição no ensaio de homologação, exceto decisão em contrário das partes contratantes que apliquem o presente regulamento.

5.2.1.3. O critério do comportamento da bacia deve ser:

Força máxima exercida na sínfise púbica (PSPF), inferior ou igual a 6 kN.

5.2.1.4. O critério do comportamento do abdómen deve ser:

Força máxima exercida no abdómen (APF), inferior ou igual a uma força interna de 2,5 kN (equivalente a uma força externa de 4,5 kN).

5.3. Requisitos específicos

5.3.1. Durante o ensaio, nenhuma das portas se deve abrir.

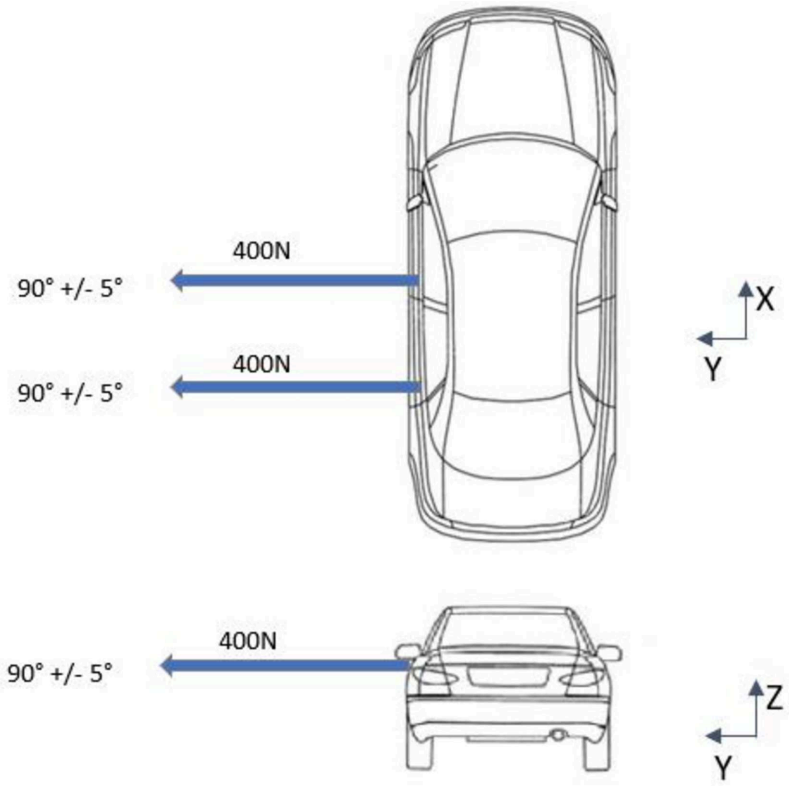
Considera-se que este requisito se encontra preenchido:

a) Se for claramente visível que a fechadura da porta está fechada; ou

b) Se a porta não abrir quando sujeita a uma força de tração estática de, pelo menos, 400 N na direção do eixo dos y, de acordo com a figura abaixo, aplicada o mais próximo possível do limiar inferior da superfície vidrada da janela e do lado da porta oposto ao das dobradiças, mas não diretamente no puxador da porta.

([3]) Até 30 de setembro de 2000, para efeitos dos requisitos de ensaio, as posições normais de regulação longitudinal devem ser tais que o ponto H fique compreendido dentro do comprimento de abertura da porta.

Figura



5.3.1.1. No caso de sistemas de bloqueio de portas ativados automaticamente, instalados a título facultativo e/ou que possam ser desativados pelo condutor, este requisito deve ser verificado através da aplicação de um dos seguintes procedimentos de ensaio, à escolha do fabricante:

5.3.1.1.1. Se o ensaio for efetuado em conformidade com o anexo 4, ponto 5.2.2.1, o fabricante deve, além disso, demonstrar, a contento do serviço técnico (por exemplo, mediante dados da empresa) que, na ausência do sistema ou em caso de desativação do mesmo, as portas não se abrem em caso de impacto.

5.3.1.1.2. Se o ensaio for efetuado em conformidade com o anexo 4, ponto 5.2.2.2, o fabricante deve, além disso, demonstrar que os requisitos do ensaio de aplicação de uma força de inércia previstos no ponto 6.1.4 da série 03 de alterações do Regulamento n.º 11 estão cumpridos no que se refere às portas laterais desbloqueadas do lado não impactado.

5.3.2. Após o impacto, as portas laterais do lado não impactado devem estar desbloqueadas.

5.3.2.1. No caso de veículos equipados com um sistema de bloqueio de portas ativado automaticamente, as portas devem ser bloqueadas antes do momento do impacto e ser desbloqueadas após o impacto, pelo menos no lado não impactado.

5.3.2.2. No caso de sistemas de bloqueio de portas ativados automaticamente, instalados a título facultativo e/ou que possam ser desativados pelo condutor, este requisito deve ser verificado através da aplicação de um dos seguintes procedimentos de ensaio, à escolha do fabricante:

5.3.2.2.1. Se o ensaio for efetuado em conformidade com o anexo 4, ponto 5.2.2.1, o fabricante deve, além disso, demonstrar, a contento do serviço técnico (por exemplo, mediante dados da empresa) que, na ausência do sistema ou em caso de desativação do mesmo, as portas laterais do lado não impactado estão desbloqueadas após o impacto.

5.3.2.2.2. Se o ensaio for efetuado em conformidade com o anexo 4, ponto 5.2.2.2, o fabricante deve, além disso, demonstrar que, aquando do ensaio de aplicação de uma força de inércia nos termos do ponto 6.1.4 da série 03 de alterações do Regulamento n.º 11, as portas laterais desbloqueadas do lado não impactado se mantêm nessa condição.

5.3.3. Depois da colisão, deve ser possível, sem recurso a ferramentas:

5.3.3.1. Abrir pelo menos uma porta por fila de bancos. Se não existir uma porta deste tipo, deve ser possível evacuar todos os ocupantes, ativando, se necessário, o sistema de deslocação dos bancos. Caso não haja um sistema de deslocação que permita evacuar um ocupante sentado à retaguarda, deve demonstrar-se que é possível evacuar um manequim de percentil 50 sem utilizar quaisquer dispositivos para suportar o seu peso nem quaisquer outras ferramentas.

Para os veículos da categoria N_1, esta evacuação pode ser efetuada através de uma janela de emergência, se esta puder ser facilmente aberta; se forem necessárias ferramentas (por exemplo, para quebrara a janela), estas devem ser fornecidas pelo fabricante e ser visíveis e estar localizadas na proximidade imediata dessa janela de emergência.

Tal deve ser avaliado para todas as configurações ou para a configuração mais desfavorável e relativamente a todas as portas de cada lado do veículo, tanto para os veículos de condução à esquerda como para os veículos de condução à direita, quando aplicável.

5.3.3.2. Libertar o manequim do sistema de proteção;

5.3.3.3. Retirar o manequim do veículo;

5.3.4. Nenhum componente ou dispositivo interior deve desprender-se de tal forma que possa aumentar claramente o risco de ferimentos causados por pontas aguçadas ou arestas vivas;

5.3.5. É admissível a ocorrência de roturas devidas a deformações permanentes, desde que não aumentem o risco de ferimentos;

5.3.6. Se, após a colisão, houver um derrame contínuo de líquido do sistema de alimentação de combustível, o respetivo caudal não pode exceder 30 g/min; se o líquido derramado pelo circuito de alimentação de combustível se misturar com líquidos provenientes de outros circuitos e não for possível identificar e separar facilmente esses líquidos, o derrame contínuo deve ser avaliado tendo em conta todos os líquidos recolhidos.

5.3.7. No caso de um veículo movido a hidrogénio comprimido, deve indicar-se a conformidade com os pontos 5.3.7.1 a 5.3.7.3.

5.3.7.1. A taxa de fuga de hidrogénio (V_{H2}) determinada em conformidade com o ponto 4 do anexo 12, para o hidrogénio, ou com o ponto 5 do anexo 12, para o hélio, não deve exceder uma média de 118 NL por minuto para o intervalo de tempo, Δt minutos, depois da colisão.

5.3.7.2. Os valores da concentração do gás (hidrogénio ou hélio, segundo o caso) no ar em volume determinados para o habitáculo e o compartimento de bagagens, em conformidade com o ponto 6 do anexo 12, não deve exceder 4,0 % para o hidrogénio ou 3,0 % para o hélio em qualquer momento do período de medição de 60 minutos após a colisão. Este requisito é cumprido caso se confirme que a válvula de corte de cada sistema de armazenamento de hidrogénio comprimido fechou nos cinco segundos seguintes ao primeiro contacto do veículo com a barreira e não há fugas do(s) sistema(s) de armazenamento de hidrogénio comprimido.

5.3.7.3. O(s) reservatório(s) (para armazenamento de hidrogénio) devem permanecer fixados ao veículo por, pelo menos, um ponto de fixação.

5.3.8. Após o ensaio realizado em conformidade com o método definido no anexo 4 do presente regulamento, o grupo de tração elétrica que funciona em alta tensão, bem como os componentes e sistemas sob alta tensão, que estejam galvanicamente ligados ao barramento de alta tensão do grupo motopropulsor elétrico, devem cumprir os seguintes requisitos:

5.3.8.1. Proteção contra choques elétricos

Após o impacto, os barramentos de alta tensão devem cumprir pelo menos um dos quatro critérios especificados nos pontos 5.3.7.1.1 a 5.3.7.1.4.2.

Se o veículo tiver uma função de corte automático, ou um ou mais dispositivo(s) que dividam galvanicamente o circuito do grupo motopropulsor elétrico durante a condução, é aplicável pelo menos um dos critérios seguintes ao circuito desligado ou a cada circuito dividido individualmente após a função de corte ter sido ativada.

Contudo, os critérios definidos no ponto 5.3.7.1.4 não se aplicam se mais do que um só potencial de uma parte do barramento de alta tensão não estiverem protegidos nas condições do grau de proteção IPXXB.

No caso de o ensaio de colisão ser realizado na condição de a(s) parte(s) do sistema de alta tensão não estar sob tensão e com exceção de qualquer sistema de ligação para carregamento do SRAEE que não seja alimentado durante a condução, a proteção contra choques elétricos deve ser demonstrada em conformidade quer com o ponto 5.3.7.1.3 ou com o ponto 5.3.7.1.4 para a(s) parte(s) relevante(s).

5.3.8.1.1. Ausência de alta tensão

As tensões U_b, U_1 e U_2 dos barramentos de alta tensão devem ser iguais ou inferiores a 30 VCA ou 60 VCC no intervalo de 60 s depois do impacto, quando medido em conformidade com o ponto 2 do anexo 9.

5.3.8.1.2. Baixa energia elétrica

A energia total (TE) nos barramentos de alta tensão deve ser inferior a 0,2 joules quando medida em conformidade com os procedimentos de ensaio especificados no ponto 3 do anexo 9 com a fórmula a). Em alternativa, a energia total (TE) pode ser calculada através da tensão medida U_b do barramento de alta tensão e da capacidade dos condensadores X (C_x) especificada pelo fabricante de acordo com a fórmula b) do ponto 3 do anexo 9.

A energia armazenada nos condensadores Y (TE_{y1}, TE_{y2}) também deve ser inferior a 0,2 joules. Este valor deve ser calculado através da medição dos valores das tensões U_1 e U_2 dos barramentos de alta tensão e da massa elétrica, e da capacitância dos condensadores Y, como especificado pelo fabricante, segundo a fórmula c) do ponto 3 do anexo 9.

5.3.8.1.3. Proteção física

Deve ser garantido o grau de proteção IPXXB contra o contacto direto com as partes sob alta tensão.

A avaliação deve ser realizada em conformidade com o anexo 9, ponto 4.

Além disso, para efeitos da proteção contra choques elétricos que possam decorrer do contacto indireto, a resistência entre todas as partes condutoras acessíveis de barreiras ou caixas de proteção elétrica e a massa elétrica deve ser inferior a 0,1 Ω, e a resistência entre duas partes condutoras simultaneamente acessíveis de barreiras ou caixas de proteção elétrica situadas a menos de 2,5 m entre si deve ser inferior a 0,2 Ω, quando se verificar a existência de uma corrente com intensidade mínima de 0,2 A. Esta resistência pode ser calculada utilizando as resistências medidas separadamente das partes relevantes da trajetória elétrica.

Consideram-se estes requisitos cumpridos se a ligação galvânica tiver sido feita através de soldadura. Em caso de dúvida ou se a ligação foi estabelecida por outros meios que não a soldadura, devem ser efetuadas medições em conformidade com um dos procedimentos de ensaio descritos no ponto 4 do anexo 9.

5.3.8.1.4. Resistência do isolamento

Os critérios especificados nos pontos 5.3.7.1.4.1 e 5.3.7.1.4.2 seguintes devem ser cumpridos.

A medição deve ser realizada em conformidade com o ponto 5 do anexo 9.

5.3.8.1.4.1. Grupo motopropulsor elétrico composto por barramentos de CC e de CA separados

Se os barramentos de CA ou de CC de alta tensão estiverem isolados galvanicamente entre si, a resistência do isolamento entre o barramento de alta tensão e a massa elétrica (R_i, tal como definida no ponto 5 do anexo 9) deve ter um valor mínimo de 100 Ω/V da tensão de funcionamento, para barramentos de CC, e um valor mínimo de 500 Ω/V da tensão de funcionamento, para os barramentos de CA.

5.3.8.1.4.2. Grupo motopropulsor elétrico composto por barramentos de CC e de CA combinados

Se os barramentos de CA de alta tensão e os barramentos de CC de alta tensão estiverem ligados galvanicamente, devem cumprir um dos seguintes requisitos:

a) A resistência do isolamento entre o barramento de alta tensão e a massa elétrica deve ter um valor mínimo de 500 Ω/V da tensão de funcionamento;

b) A resistência do isolamento entre o barramento de alta tensão e a massa elétrica deve ter um valor mínimo de 100 Ω/V da tensão de funcionamento e o barramento de CA deve satisfazer a proteção física descrita no ponto 5.3.7.1.3;

c) A resistência do isolamento entre o barramento de alta tensão e a massa elétrica deve ter um valor mínimo de 100 Ω/V da tensão de funcionamento e o barramento de CA deve satisfazer a ausência de alta tensão como descrita no ponto 5.3.7.1.1.

5.3.8.2. Derramamento de eletrólitos

5.3.8.2.1. No caso de um SRAEE de eletrólito aquoso.

Durante um período compreendido entre o impacto e 60 minutos após o impacto, não deve haver derramamento de eletrólito do SRAEE para o habitáculo nem mais de 7 %, em volume, com um máximo de 5,0 l do eletrólito do SRAEE para o exterior do habitáculo. Após a sua recolha, a quantidade de eletrólito derramado pode ser medida através das técnicas habituais de determinação dos volumes líquidos. No caso dos recipientes que contenham Stoddard, um fluido de arrefecimento colorido e eletrólito, podem separar-se os fluidos por gravidade específica antes de os medir.

5.3.8.2.2. No caso de um SRAEE de eletrólito não aquoso.

Durante um período compreendido entre o impacto e 60 minutos após o impacto, não deve haver derramamento de eletrólito líquido do SRAEE para o habitáculo ou para o compartimento de bagagens, nem qualquer derramamento de eletrólito líquido para o exterior do veículo. Este requisito deve ser verificado por inspeção visual sem desmontagem de qualquer peça do veículo.

5.3.8.3. Retenção do SRAEE

O SRAEE deve permanecer preso ao veículo através, pelo menos, de uma fixação, um suporte ou qualquer estrutura que transfira as cargas sofridas pelo SRAEE para a estrutura do veículo. As partes do SRAEE instaladas fora do habitáculo não podem entrar no habitáculo.

5.3.8.4. Riscos de incêndio do SRAEE

Durante um período compreendido entre o impacto e 60 minutos após o impacto, não deve haver sinais de incêndio ou explosão por parte do SRAEE.

5.3.9. O sistema de combustível e o sistema de alta tensão devem ser avaliados para todas as configurações ou para a configuração mais desfavorável, tanto para os veículos de condução à esquerda como para os veículos de condução à direita, quando aplicável.

6. Modificação do modelo de veículo

6.1. Qualquer modificação de um modelo de veículo no que diz respeito ao presente regulamento deve ser notificada à entidade homologadora que o homologou. A entidade homologadora pode então:

a) Decidir conceder uma nova homologação, em consulta com o fabricante; ou

b) Aplicar o procedimento constante do ponto 6.1.1 (Revisão) e, se aplicável, o procedimento constante do ponto 6.1.2 (Extensão).

6.1.1. Revisão

Se as informações registadas nas fichas de informação tiverem sido modificadas e se a entidade homologadora considerar que as modificações introduzidas não são suscetíveis de ter efeitos adversos apreciáveis e que, em qualquer caso, os comandos de pedal continuam a obedecer aos requisitos estabelecidos, a alteração é designada «revisão».

Nesses casos, a entidade homologadora procede, se necessário, à emissão das páginas revistas das fichas de informação, assinalando claramente, em cada uma delas, a natureza das modificações e a data da reemissão. Considera-se que uma versão atualizada e consolidada das fichas de informação, acompanhada de uma descrição pormenorizada da modificação, cumpre este requisito.

6.1.2. Extensão

A modificação deve ser designada «extensão» se, para além da alteração das informações registadas no dossiê de informação:

a) Forem necessárias novas inspeções ou novos ensaios; ou

b) A informação constante do documento de comunicação (com exclusão dos anexos) tiver sido alterada; ou

c) For pedida uma homologação ao abrigo de uma série de alterações ulterior após a data da sua entrada em vigor.

6.1.2.1. Qualquer modificação de um veículo que afete a forma geral da sua estrutura ou qualquer variação da massa de referência superior a 8 % e que, no entender da entidade competente, possa influenciar de modo significativo os resultados do ensaio, requer a repetição do ensaio descrito no anexo 4.

6.1.2.2. Se, após consulta do fabricante do veículo, o serviço técnico considerar que as modificações introduzidas num determinado modelo de veículo não justificam a repetição do ensaio completo, pode efetuar-se um ensaio parcial. Para isso, a massa de referência não pode diferir mais de 8 % da do veículo original e o número de bancos da frente deve permanecer inalterado. As alterações do tipo de banco ou dos acessórios interiores não implicam necessariamente a realização de um novo ensaio completo. O anexo 8 exemplifica o tratamento a dar a esta questão.

6.2. A confirmação, extensão ou recusa da homologação deve ser comunicada, pelo procedimento especificado no ponto 4.3, às partes contratantes no Acordo que apliquem o presente regulamento. Além disso, o índice das fichas de informação e dos relatórios de ensaios, em anexo à comunicação do anexo 1, deve ser alterado em conformidade, de modo a indicar a data da última extensão ou revisão.

7. Conformidade da produção

Os procedimentos relativos à conformidade da produção devem estar em conformidade com os indicados no apêndice 1 do acordo (E/ECE/TRANS/505/Rev.3).

7.1. Os veículos homologados nos termos do presente regulamento devem ser fabricados de modo que sejam conformes ao modelo homologado, cumprindo os requisitos indicados nas partes do presente regulamento que lhes são aplicáveis;

7.2. Para verificar se os requisitos do ponto 7.1 são cumpridos, devem ser realizados controlos adequados da produção.

7.3. A entidade homologadora que tiver concedido a homologação pode verificar, em qualquer momento, os métodos de controlo da conformidade aplicados em cada unidade de produção. A periodicidade normal dessas verificações é a cada dois anos.

8. Sanções por não conformidade da produção

8.1. A homologação concedida a um modelo de veículo nos termos do presente regulamento pode ser revogada se as prescrições enunciadas no ponto 7.1 não forem cumpridas.

8.2. Se uma parte contratante no Acordo que aplique o presente regulamento revogar uma homologação que tenha previamente concedido, deve notificar imediatamente desse facto as restantes partes contratantes que apliquem o regulamento, utilizando uma cópia do formulário de homologação contendo no final, em letras maiúsculas, a seguinte anotação devidamente assinada e datada: «HOMOLOGAÇÃO REVOGADA».

9. Cessação definitiva da produção

Se o titular da homologação deixar completamente de fabricar um modelo de veículo homologado nos termos do presente regulamento, deve informar desse facto a entidade homologadora que concedeu a homologação. Após receber a comunicação, essa autoridade deve do facto informar as outras partes no Acordo que apliquem o presente regulamento por meio de uma cópia do certificado de homologação que ostente no final, em letras grandes, a anotação assinada e datada «CESSAÇÃO DA PRODUÇÃO».

10. Designações e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação e das entidades homologadoras

As partes contratantes no acordo que apliquem o presente regulamento devem comunicar ao Secretariado da Organização das Nações Unidas as designações e os endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização de ensaios de homologação e das entidades que concedem essas homologações e aos quais devem ser enviados os formulários que certificam a concessão, extensão, recusa ou revogação da homologação emitidos por outros países.

11. Disposições transitórias

11.1. A contar da data oficial de entrada em vigor da série 06 de alterações, nenhuma parte contratante que aplique o presente regulamento pode recusar conceder ou aceitar homologações ao abrigo do presente regulamento com a redação que lhe foi dada pela série 06 de alterações.

11.2. A partir de 1 de setembro de 2027, as partes contratantes que apliquem o presente regulamento não são obrigadas a aceitar homologações de veículos de acordo com séries precedentes de alterações, que tenham sido concedidas, pela primeira vez, após 1 de setembro de 2027.

11.3. As partes contratantes que apliquem o presente regulamento podem continuar a aceitar homologações de veículos de acordo com séries precedentes de alterações, que tenham sido emitidas, pela primeira vez, antes de 1 de setembro de 2027, desde que as disposições transitórias das séries respetivas prevejam esta possibilidade.

11.4. As partes contratantes que apliquem o presente regulamento podem conceder homologações ao abrigo de qualquer série precedente de alterações do presente regulamento.

11.5. As partes contratantes que apliquem o presente regulamento devem continuar a conceder extensões a homologações existentes conformes a qualquer série precedente de alterações do presente regulamento.

11.6. Sem prejuízo das disposições transitórias anteriores, as partes contratantes que comecem a aplicar o presente regulamento após a data de entrada em vigor da série mais recente de alterações não são obrigadas a aceitar homologações que tenham sido concedidas em conformidade com qualquer uma das séries precedentes de alterações ao presente regulamento.

ANEXO 1

Comunicação

(formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



Emitida por: Designação da entidade administrativa competente:
.....
.....
.....

Referente a: (2) Concessão da homologação
Extensão da homologação
Recusa da homologação
Revogação da homologação
Cessação definitiva da produção

de um modelo de veículo no que respeita à proteção dos ocupantes em caso de colisão lateral, nos termos do Regulamento n.º 95

N.º de homologação ..... N.º de extensão .....

1. Marca ou designação comercial do veículo a motor: .....
2. Modelo do veículo: .....
3. Nome e endereço do fabricante: .....
4. Se aplicável, nome e endereço do representante do fabricante: .....
5. Veículo apresentado para homologação em: .....
6. Manequim utilizado no ensaio de colisão lateral ES-1/ES-2: (2) .....
7. Localização da fonte de energia elétrica: .....
8. Serviço técnico responsável pela realização dos ensaios de homologação: .....
9. Data do relatório de ensaio: .....
10. Número do relatório: .....
11. A homologação foi objeto de concessão/recusa/extensão/revogação (2) .....
12. Posição da marca de homologação no veículo: .....
13. Local: .....

(1) Número distintivo do país que procedeu à concessão/extensão/recusa/revogação da homologação (ver disposições relativas à homologação no texto do regulamento).
(2) Riscar o que não interessa.

14. Data: .....

15. Assinatura: .....

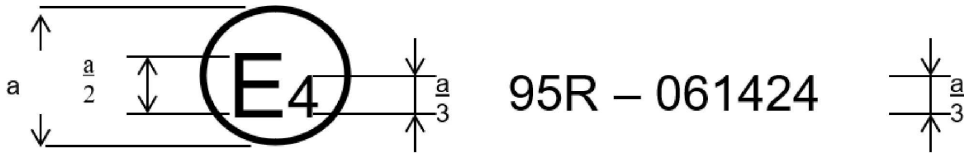
16. A lista dos documentos entregues à entidade homologadora que concedeu a homologação é anexada à presente comunicação e pode ser obtida mediante pedido.

ANEXO 2

Disposições da marca de homologação

MODELO A

(Ver ponto 4.5 do presente regulamento)

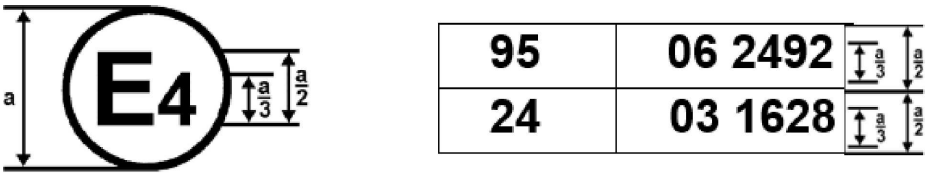


a = 8 mm mín.

A marca de homologação acima indicada, afixada num veículo, indica que o modelo de veículo em causa foi homologado, no que respeita à proteção dos ocupantes em caso de colisão lateral, nos Países Baixos (E 4), nos termos do Regulamento n.º 95, com o número 061424. O número de homologação indica que a homologação foi concedida em conformidade com os requisitos do Regulamento n.º 95 com a redação que lhe foi dada pela série 06 de alterações.

MODELO B

(Ver ponto 4.6 do presente regulamento)



a = 8 mm mín.

A marca de homologação acima indicada, afixada num veículo, indica que o modelo de veículo em causa foi homologado nos Países Baixos (E 4) nos termos dos Regulamentos n.os 95 e 24. ([1]) Os dois primeiros algarismos do número de homologação indicam que, na data de concessão da homologação, o Regulamento n.º 95 da ONU incluía a série 06 de alterações e o Regulamento n.º 24 da ONU incluía a série 03 de alterações.

([1]) Este último número é dado apenas a título de exemplo.

ANEXO 3

Procedimento para a determinação do ponto «H» e do ângulo real do tronco para lugares sentados em veículos a motor ([1])

Apêndice 1 — Descrição da máquina tridimensional para determinar o ponto «H» (máquina 3-D H)[1]

Apêndice 2 — Sistema de referência tridimensional[1]

Apêndice 3 — Dados de referência relativos aos lugares sentados[1]

([1]) O procedimento é descrito na adenda 6 da Resolução Mútua n.º 1 (RM1) (documento ECE/TRANS/WP.29/1101/Amend.5); ver https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions.

ANEXO 4

Método de ensaio de colisão

1. Instalações

1.1. Local de ensaio

O recinto de ensaio deve ter espaço suficiente para a instalação do sistema de propulsão da barreira móvel deformável, para permitir a projeção do veículo na sequência da colisão e a instalação do equipamento utilizado no ensaio. A zona em que se produzirá a colisão e o deslocamento do veículo deve ser horizontal, plana e limpa e ser representativa de um pavimento rodoviário normal, que se apresente seco e limpo.

2. Condições de ensaio

2.1. O veículo a ensaiar deve estar imóvel.

2.2. A barreira móvel deformável deve possuir as características previstas no anexo 5 do presente regulamento. Os requisitos a ter em conta no exame da barreira figuram nos apêndices do anexo 5. A barreira móvel deformável deve estar equipada com um dispositivo adequado para impedir um segundo impacto no veículo.

2.3. A trajetória do plano longitudinal médio vertical da barreira móvel deformável deve ser perpendicular ao plano longitudinal médio vertical do veículo que sofre a colisão.

2.4. O plano longitudinal médio vertical da barreira móvel deformável deve coincidir, a ±25 mm, com o plano transversal vertical que passa no ponto «R» do banco da frente adjacente ao lado do veículo ensaiado que sofre a colisão. No momento da colisão, o plano horizontal médio limitado pelos dois planos verticais laterais da face frontal deve estar situado entre dois planos, determinados antes do ensaio, situados 25 mm acima e abaixo do plano acima definido.

2.5. Os instrumentos utilizados devem ser conformes à norma ISO 6487:1987, salvo indicação em contrário no presente regulamento.

2.6. A temperatura estabilizada do manequim no momento do ensaio de colisão lateral deve ser de 22 ± 4 °C.

3. Velocidade

A velocidade da barreira móvel deformável no momento da colisão deve ser de 50 ±1 km/h. A velocidade da barreira deve ser estabilizada pelo menos 0,5 m antes da colisão. Exatidão da medição: 1 %. No entanto, se o ensaio for realizado a uma velocidade de colisão superior e o veículo cumprir os requisitos, o ensaio é considerado satisfatório.

4. Estado do veículo

4.1. Especificação geral

O veículo a ensaiar deve ser representativo da série de produção, deve ser portador de todo o equipamento de origem e deve estar em ordem de marcha normal. Alguns dos seus componentes poderão ser removidos ou substituídos por massas equivalentes, se for evidente que a sua remoção ou substituição não influenciará os resultados do ensaio.

Mediante acordo entre o fabricante e o serviço técnico, é permitido alterar o sistema de alimentação de combustível, a fim de que uma quantidade adequada de combustível possa ser utilizada para fazer funcionar o motor ou o sistema de conversão de energia elétrica.

4.2. Especificação referente aos equipamentos do veículo

O veículo a ensaiar deve estar equipado com os equipamentos e acessórios opcionais suscetíveis de influenciar os resultados do ensaio.

4.3. Massa do veículo

4.3.1. A massa do veículo a ensaiar deve ser a massa de referência definida no ponto 2.10 do presente regulamento. A massa do veículo deve ser ajustada ±1 % da massa de referência.

4.3.2. O reservatório de combustível deve ser enchido com água equivalente a 90 % da massa de um reservatório de combustível cheio, de acordo com as especificações do fabricante com uma tolerância de ± 1 %.

Este requisito não é aplicável aos reservatórios de hidrogénio.

4.3.3. Todos os outros sistemas (de travagem, de arrefecimento, etc.) podem estar vazios; nesse caso, a massa dos líquidos correspondentes deve ser compensada.

4.3.4. Se a massa dos aparelhos de medição a bordo do veículo exceder os 25 kg autorizados, esse excesso pode ser compensado por reduções que não tenham efeitos significativos nos resultados do ensaio.

4.3.5. A massa dos aparelhos de medição não deve alterar a carga de referência em cada eixo em mais de 5 % e nenhuma variação pode exceder 20 kg.

5. Preparação do veículo

5.1. As janelas laterais devem estar fechadas, pelo menos do lado da colisão.

5.2. As portas devem estar fechadas, mas não bloqueadas.

5.2.1. Contudo, no caso de veículos equipados com um sistema de bloqueio de portas ativado automaticamente, deve garantir-se que todas as portas laterais forem bloqueadas antes do ensaio.

5.2.2. No caso de veículos equipados com um sistema de bloqueio de portas ativado automaticamente instalado a título facultativo e/ou que possam ser desativados pelo condutor, este requisito deve ser verificado através da aplicação de um dos seguintes procedimentos de ensaio, à escolha do fabricante:

5.2.2.1. Todas as portas laterais devem ser bloqueadas manualmente antes do início do ensaio.

5.2.2.2. Deve garantir-se que as portas laterais do lado da colisão estão desbloqueadas e que as portas laterais do lado não impactado estão bloqueadas antes do impacto; o sistema de bloqueio de portas ativado automaticamente pode ser desprezado para o efeito deste ensaio.

5.3. A transmissão deve ser colocada em ponto morto e o travão de estacionamento deve ser libertado.

5.4. Os sistemas de regulação dos bancos, caso existam, devem ser regulados na posição indicada pelo fabricante do veículo.

5.5. Se for regulável, o banco onde é instalado o manequim e os seus elementos devem ser ajustados da seguinte forma:

5.5.1. O dispositivo de regulação longitudinal deve ser fixado, recorrendo ao dispositivo de bloqueio, na posição que mais se aproxime do meio curso entre as suas posições mais avançada e mais recuada; se essa posição se situar entre dois pontos de bloqueio, deve fixar-se o banco no mais recuado.

5.5.2. O apoio de cabeça deve ser regulado para que a sua superfície superior fique ao nível do centro de gravidade da cabeça do manequim; se tal não for possível, o apoio de cabeça deve estar na sua posição mais elevada.

5.5.3. Salvo especificação do fabricante em contrário, o encosto do banco deve ser regulado para que a linha de referência do tronco da máquina tridimensional para a determinação do ponto H faça um ângulo de 25° ±1° para a retaguarda.

5.5.4. Todos os outros dispositivos de regulação do banco devem ser colocados no ponto médio do curso respetivo; constitui exceção o dispositivo de regulação em altura, que, se o modelo de veículo em questão existir com bancos reguláveis e bancos fixos, deve ser regulado na posição correspondente à do banco fixo. Caso não exista bloqueio nas posições médias respetivas, devem utilizar-se, consoante o caso, as posições situadas imediatamente atrás, imediatamente abaixo ou o mais próximo possível, no sentido da parede lateral adjacente, dos pontos de meio curso correspondentes. No caso de regulações que envolvam a rotação em torno de um eixo (inclinação), entende-se por «para a retaguarda» o sentido de regulação que desloca a cabeça do manequim para trás. Se o manequim ultrapassar os limites do volume normalmente ocupado pelo passageiro, por exemplo se a cabeça tocar no revestimento do tejadilho, é necessário garantir um afastamento de 1 cm por meio de: regulações secundárias, ângulo de inclinação do encosto do banco ou regulação para a frente ou para trás (por essa ordem).

5.6. Salvo especificação do fabricante em contrário, os outros bancos da frente devem ser regulados numa posição idêntica à do banco destinado ao manequim, se tal for possível.

5.7. Se o volante for regulável, todos os seus dispositivos de regulação devem ser regulados a meio curso.

5.8. A pressão dos pneus deve ser a especificada pelo fabricante do veículo.

5.9. O veículo a ensaiar deve ser colocado numa posição em que o seu eixo de rotação longitudinal fique horizontal e deve ser mantido nessa posição, por meio de dispositivos de apoio, até à instalação do manequim e à conclusão de todos os preparativos.

5.10. O veículo deve estar na sua posição normal correspondente às condições previstas no ponto 4.3 acima. Os veículos com suspensão de altura regulável devem ser ensaiados nas condições normais de utilização a 50 km/h, conforme especificado pelo fabricante do veículo. Para o efeito, poderá recorrer-se, se necessário, a dispositivos de apoio suplementares, desde que estes não tenham qualquer efeito no comportamento do veículo ensaiado durante a colisão.

5.11. Regulação do grupo motopropulsor elétrico

5.11.1. Procedimentos de regulação do estado de carga

5.11.1.1. A regulação do estado de carga deve ser efetuada a uma temperatura ambiente de 20 ± 10 °C.

5.11.1.2. O estado de carga é regulado com um dos seguintes procedimentos, conforme aplicável. Se forem possíveis diferentes procedimentos de carga, o SRAEE deve ser carregado utilizando o procedimento que produz o estado de carga mais elevado:

a) No caso de um veículo com um SRAEE concebido para ser carregado externamente, o SRAEE deve ser carregado no estado de carga mais elevado em conformidade com o procedimento especificado pelo fabricante para o funcionamento normal até o processo de carregamento estar normalmente concluído.

b) Para um veículo com um SRAEE concebido para ser carregado apenas por uma fonte de energia no veículo, o SRAEE deve ser carregado ao estado de carga mais elevado que seja possível obter nas condições de funcionamento normal do veículo. O fabricante deve indicar o modo de funcionamento do veículo para alcançar este estado de carga.

5.11.1.3. Ao ensaiar-se o veículo, o estado de carga não deve ser inferior a 95 % do estado de carga previsto nos pontos 5.11.1.1 e 5.11.1.2 para um SRAEE concebido para ser carregado externamente e não deve ser inferior a 90 % do estado de carga, em conformidade com os pontos 5.11.1.1 e 5.11.1.2, para um SRAEE concebido para ser carregado apenas por uma fonte de energia no veículo. O estado de carga será confirmado por um método fornecido pelo fabricante.

5.11.2. O grupo motopropulsor elétrico deve ser colocado sob tensão com ou sem o funcionamento das fontes de energia elétrica originais (por exemplo, motor-gerador, SRAEE ou sistema de conversão de energia elétrica). No entanto:

5.11.2.1. Mediante acordo entre o serviço técnico e o fabricante, é permitido realizar o ensaio sem que a totalidade ou partes do grupo motopropulsor elétrico estejam sob tensão, desde que tal não prejudique o resultado. Para as partes do grupo motopropulsor elétrico que não são colocadas sob tensão, a proteção contra choques elétricos deve ser demonstrada por proteção física ou por resistência do isolamento e elementos de prova adicionais adequados.

5.11.2.2. Na presença do corte automático, é permitido, a pedido do fabricante, realizar o ensaio com a função de corte automático ativada. Neste caso, deve ser demonstrado que o corte automático teria funcionado durante o ensaio de colisão. Inclui-se aqui o sinal de ativação automática, bem como a separação galvânica tendo em conta as condições observadas durante o impacto.

6. Manequim de colisão lateral e sua instalação

6.1. O manequim de colisão lateral deve cumprir o disposto no anexo 6 e ser instalado no banco da frente do lado da colisão, conforme descrito no anexo 7 do presente regulamento.

6.2. Os cintos de segurança, ou outros sistemas de retenção especificados para o veículo, devem ser utilizados. Os cintos devem ser de um tipo homologado em conformidade com o Regulamento n.º 16, ou com outras disposições equivalentes, e as suas fixações devem ser conformes ao Regulamento n.º 14, ou a outras disposições equivalentes.

6.3. O cinto de segurança ou sistema de retenção deve ser regulado para o manequim segundo as instruções do fabricante. Na ausência destas, a regulação em altura deve ser ajustada a meio curso; se essa posição não existir, deve utilizar-se a posição imediatamente abaixo.

7. Medições a efetuar no manequim de colisão lateral

7.1. Devem ser registadas as seguintes leituras feitas pelos dispositivos de medição.

7.1.1. Medições na cabeça do manequim

A aceleração triaxial resultante será referida ao centro de gravidade da cabeça. A aparelhagem do canal da cabeça deve ser conforme à norma ISO 6487:1987, com:

CFC: 1 000 Hz e

CAC: 150 g

7.1.2. Medições no tórax do manequim

Os três canais de medida da deflexão da caixa torácica devem ser conformes à norma ISO 6487:1987, com:

CFC: 1 000 Hz

CAC: 60 mm

7.1.3. Medições na bacia do manequim

O canal de medição da força exercida sobre a bacia deve ser conforme à norma ISO 6487:1987, com:

CFC: 1 000 Hz

CAC: 15 kN

7.1.4. Medições no abdómen do manequim

Os canais de medição da força exercida sobre o abdómen devem ser conformes à norma ISO 6487:1987, com:

CFC: 1 000 Hz

CAC: 5 kN

Anexo 4 — Apêndice 1

Determinação dos dados de desempenho

Os resultados exigidos nos ensaios são especificados no ponto 5.2 do presente regulamento.

1. Critério do comportamento da cabeça (HPC)

   Havendo contacto da cabeça, este critério de comportamento funcional é calculado para a totalidade do período compreendido entre o contacto inicial e o último instante do contacto final.

   O HPC será o valor máximo da expressão:

$$(t_2 - t_1)\left(\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} a\, dt\right)^{2.5}$$

   em que «a» é a aceleração resultante do centro de gravidade da cabeça em metros por segundo, dividida por 9,81, registada em função do tempo e filtrada na classe de frequência de canal de 1 000 Hz; t1 e t2 são dois quaisquer instantes compreendidos entre o contacto inicial e o contacto final.

2. Critérios de comportamento para o tórax

2.1. Deflexão da caixa torácica: a deflexão máxima da caixa torácica é o valor máximo da deflexão de qualquer costela determinado pelos transdutores de deslocamento do tórax, filtrado na classe de frequência de canal de 180 Hz.

2.2. Critério viscoso: a resposta viscosa máxima é o valor máximo do critério viscoso (VC) em qualquer costela, calculado pelo produto, em cada instante, da compressão relativa do tórax em relação à largura do hemitórax pela velocidade de compressão obtida por derivação da compressão, filtrada no canal de classe de frequência 180 Hz. Para efeitos deste cálculo, a largura normalizada do hemitórax será de 140 mm,

$$VC = \text{máx.}\left(\frac{D}{0.14}.\frac{dD}{dt}\right)$$

   em que D (metros) = deflexão das costelas

   O algoritmo de cálculo a utilizar figura no apêndice 2 do anexo 4.

3. Critério de proteção do abdómen

   O valor da força máxima exercida sobre o abdómen é o valor máximo da soma das três forças medidas pelos três transdutores montados 39 mm abaixo da superfície, do lado da colisão, numa CFC de 600 Hz.

4. Critério da proteção funcional da bacia

   O valor da força máxima exercida na sínfise púbica (PSPF) é a força máxima medida por uma célula de carga na sínfise púbica da bacia, filtrada na classe de frequência de canal de 600 Hz.

Anexo 4 — Apêndice 2

Método de cálculo do critério viscoso para EUROSID 1

O critério viscoso (VC) é calculado como o produto instantâneo da compressão e da velocidade de deflexão das costelas. Ambas são obtidas a partir da medição da deflexão das costelas. A resposta da deflexão das costelas é filtrada uma vez no canal de classe de frequência 180. A compressão no instante (t) é calculada como o desvio deste sinal filtrado expresso como fração da metade da largura da caixa torácica do EUROSID 1, medida nas costelas metálicas (0,14 m):

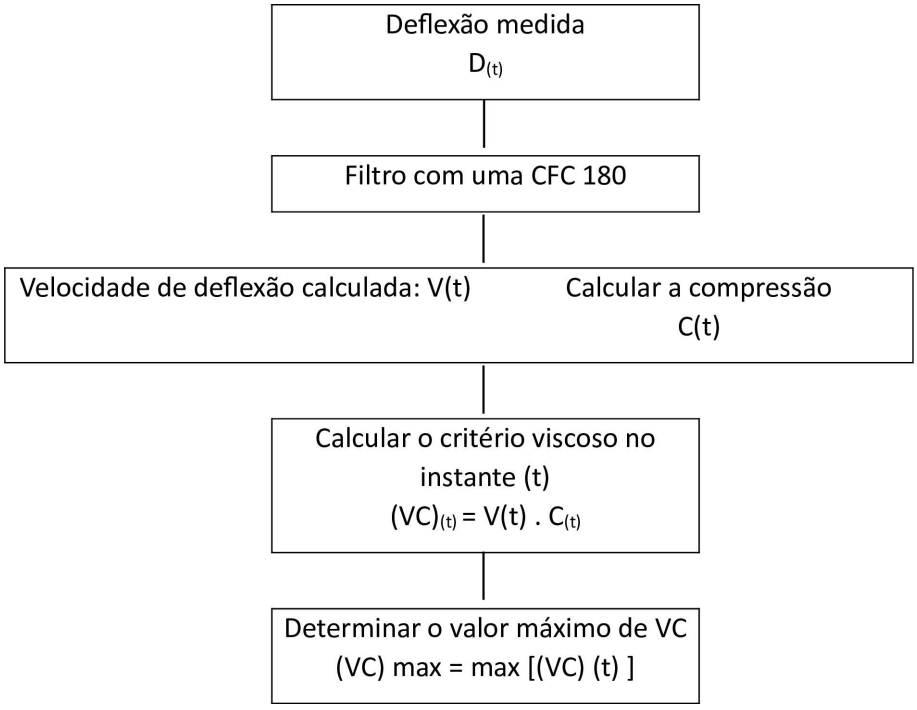
$$C_{(t)} = \frac{D_{(t)}}{0.14}$$

A velocidade de deflexão das costelas no instante (t) é calculada a partir da deflexão filtrada como:

$$V_{(t)} = \frac{8\left[D_{(t+1)} - D_{(t-1)}\right] - \left[D_{(t+2)} - D_{(t-2)}\right]}{12\partial t}$$

em que D(t) é a deflexão no instante (t) em metros e ∂t é o intervalo de tempo em segundos entre as medições da deflexão. O valor máximo de ∂t deve ser $1{,}25 \times 10^{-4}$ segundos.

Este método de cálculo é indicado no diagrama seguinte:



ANEXO 5

Características da barreira móvel deformável

1. Características da barreira móvel deformável

1.1. A barreira móvel deformável (MDB) deve incluir um carro e um impactador.

1.2. A massa total da barreira deve ser de 950 ±20 kg.

1.3. O centro de gravidade deve estar situado a não mais de 10 mm do plano longitudinal vertical médio, 1 000 ± 30 mm para trás do eixo dianteiro e 500 ± 30 mm acima do solo.

1.4. A distância entre a face frontal do impactador e o centro de gravidade da barreira deve ser de 2 000 ±30 mm.

1.5. A distância do impactador ao solo, medida em condições estáticas e antes da colisão, e a partir do rebordo inferior da placa anterior inferior deve ser de 300 ±5 mm.

1.6. A distância entre rodas do carro deve ser de 1 500 ± 10 mm à frente e à retaguarda.

1.7. A distância entre eixos do carro deve ser de 3 000 ± 10 mm.

2. Características do impactador

O impactador é composto por seis blocos independentes de alumínio alveolado, preparados para transmitirem um nível progressivamente crescente de força com o aumento da deformação (ver ponto 2.1). As chapas de alumínio dianteiras e da retaguarda estão ligadas aos blocos de alumínio alveolado.

2.1. Blocos alveolados

2.1.1. Características geométricas

2.1.1.1. O impactador deve ser constituído por seis zonas ligadas, cujas formas e posição são representadas nas figuras 1 e 2. As zonas são definidas como 500 ± 5 mm × 250 ± 3 mm nas figuras 1 e 2. Os 500 mm devem corresponder à direção W e os 250 mm à direção L do dispositivo em alumínio alveolado (ver figura 3).

2.1.1.2. O impactador está dividido em duas filas. A fila de baixo deve ter 250 ± 3 mm de altura e 500 ± 2 mm de profundidade após esmagamento prévio (ver ponto 2.1.2), mais 60 ± 2 mm do que a profundidade da fila superior.

2.1.1.3. Os blocos devem estar centrados nas seis zonas definidas na figura 1 e cada um dos blocos (incluindo as células incompletas) deve cobrir completamente a área definida para cada uma das zonas.

2.1.2. Esmagamento prévio

2.1.2.1. O esmagamento prévio deve realizar-se na superfície dos blocos alveolados à qual são fixadas as chapas frontais.

2.1.2.2. Antes do ensaio, os blocos 1, 2 e 3 devem ser submetidos a um esmagamento de 10 ±2 mm sobre a sua superfície superior para se atingir uma profundidade de 500 ±2 mm (ver figura 2).

2.1.2.3. Antes do ensaio, os blocos 4, 5, e 6 devem ser submetidos a um esmagamento de 10 ±2 mm sobre a sua superfície superior para se atingir uma profundidade de 440 ±2 mm.

2.1.3. Características dos materiais

2.1.3.1. As dimensões das células devem ser 19 mm ±10 % para cada bloco (ver figura 4).

2.1.3.2. As células para a fila de cima devem ser feitas de alumínio 3003.

2.1.3.3. As células para a fila de baixo devem ser feitas de alumínio 5052.

2.1.3.4. Os blocos de alumínio alveolado devem ser preparados de modo que a curva força-deformação para o esmagamento estático (segundo o procedimento previsto no ponto 2.1.4) se situe nas faixas definidas para cada um dos seis blocos no apêndice 1 do presente anexo. Além disso, o material alveolado preparado, utilizado nos blocos alveolados da barreira, deve ser limpo para remover eventuais resíduos produzidos durante a sua preparação.

2.1.3.5. A massa dos blocos em cada lote não deve diferir mais de 5 % da massa média dos blocos do lote em causa.

2.1.4. Ensaios estáticos

2.1.4.1. Uma amostra retirada de cada lote de material alveolado preparado deve ser ensaiada em conformidade com o método de ensaio estático descrito no ponto 5 do presente anexo.

2.1.4.2. Os pontos força-compressão para cada bloco ensaiado devem situar-se dentro das faixas de força-deformação definidas no apêndice 1. Para cada bloco ou barreira são definidas faixas de força-deformação estáticas.

2.1.5. Ensaio dinâmico

2.1.5.1. As características de deformação dinâmica sob impacto em conformidade com o procedimento descrito no ponto 6 do presente anexo.

2.1.5.2. São admissíveis desvios em relação aos limites das faixas de força-deformação que caracterizam a rigidez do impactador, como definidas no apêndice 2 do presente anexo, desde que:

2.1.5.2.1. O desvio ocorra após o início da colisão e antes de a deformação do impactador ter atingido 150 mm;

2.1.5.2.2. O desvio não exceda 50 % do valor instantâneo mais próximo fixado para a faixa;

2.1.5.2.3. A deflexão correspondente a cada desvio não exceda 35 mm e a soma destas deflexões não exceda 70 mm (ver apêndice 2 do presente anexo).

2.1.5.2.4. A soma da energia resultante do desvio para fora da faixa não exceda 5 % da energia bruta associada ao bloco correspondente.

2.1.5.3. Os blocos 1 e 3 são idênticos. A sua rigidez deve ser tal que as curvas força-deformação correspondentes se inscrevam nas faixas indicadas na figura 2a.

2.1.5.4. Os blocos 5 e 6 são idênticos. A sua rigidez deve ser tal que as curvas força-deformação correspondentes se inscrevam nas faixas indicadas na figura 2d.

2.1.5.5 A rigidez do bloco 2 deve ser tal que as curvas força-deformação correspondentes se inscrevam nas faixas indicadas na figura 2b.

2.1.5.6. A rigidez do bloco 4 deve ser tal que as curvas força-deformação correspondentes se inscrevam nas faixas indicadas na figura 2c.

2.1.5.7. A curva força-deformação do impactador no seu conjunto deve situar-se entre as faixas indicadas na figura 2e.

2.1.5.8. As curvas força-deformação devem ser verificadas através do ensaio descrito no ponto 6 do anexo 5, baseado na colisão do conjunto impactador contra uma parede dinamométrica a 35 ± 0,5 km/h.

2.1.5.9. A energia dissipada ([1]) em cada um dos blocos 1 e 3, no decurso do ensaio, deve ser igual a 9,5 ± 2 kJ.

2.1.5.10. A energia dissipada em cada um dos blocos 5 e 6, no decurso do ensaio, deve ser igual a 3,5 ± 1 kJ.

2.1.5.11. A energia dissipada no bloco 4 deve ser igual a 4 ± 1 kJ.

2.1.5.12. A energia dissipada no bloco 2 deve ser igual a 15 ± 2 kJ.

2.1.5.13. A energia total dissipada durante a colisão deve ser igual a 45 ± 3 kJ.

2.1.5.14. A deformação máxima do impactador a partir do ponto inicial de contacto, calculada em conformidade com o ponto 6.6.3 do presente anexo, com base na integração dos dados dos acelerómetros, deve ser igual a 330 ±20 mm.

2.1.5.15. A deformação residual e estática final do impactador, medida após o ensaio dinâmico do nível B (figura 2), deve ser igual a 310 ±20 mm.

2.2. Placas anteriores

2.2.1. Características geométricas

2.2.1.1. As placas anteriores devem ter 1 500 ± 1 mm de largura e 250 ± 1 mm de altura. A espessura é de 0,5 ± 0,06 mm.

2.2.1.2. Quando montado, as dimensões totais do impactador (definidas na figura 2) devem ser: 1 500 ±2,5 mm de largura e 500 ±2,5 mm de altura.

2.2.1.3. O rebordo superior da placa anterior inferior e o bordo inferior da placa anterior superior devem estar alinhados com um afastamento inferior a 4 mm.

2.2.2. Características dos materiais

2.2.2.1. As placas anteriores são fabricadas com alumínio das séries $AlMg_2$ a $AlMg_3$ com uma extensão ≥ 12 % e uma tensão de rotura à tração ≥ 175 N/mm^2.

2.3. Placa posterior

2.3.1. Características geométricas

2.3.1.1. As características geométricas são as indicadas nas figuras 5 e 6.

2.3.2. Características dos materiais

2.3.2.1. A placa posterior deve consistir numa chapa de alumínio de 3 mm. A placa posterior deve ser fabricada com alumínio das séries AlMg2 a AlMg3 com uma dureza Brinell compreendida entre 50 e 65. Esta chapa deve ser perfurada com orifícios para ventilação: a localização, o diâmetro e o espaçamento são os indicados nas figuras 5 e 7.

([1]) As energias indicadas são as energias absorvidas pelo sistema na situação de esmagamento máximo do impactador.

2.4. Localização dos blocos alveolados

2.4.1. Os blocos alveolados devem estar centrados na zona perfurada da placa posterior (figura 5).

2.5. Colagem

2.5.1. Tanto nas placas anteriores como na placa posteriores, deve ser aplicada diretamente, de forma uniforme, em toda a superfície da placa, uma quantidade máxima de cola de 0,5 kg/m^2, correspondente a uma espessura máxima de 0,5 mm. Convém utilizar uma cola de poliuretano com dois componentes (tais como a resina XB5090/1 e o endurecedor XB5304 da Ciba-Geigy ou equivalente).

2.5.2. Para a placa posterior, a resistência de ligação mínima deve ser de 0,6 MPa (87 psi), ensaiada em conformidade com o ponto 2.5.3.

2.5.3. Ensaios de resistência da ligação:

2.5.3.1. Os ensaios de tração na perpendicular à superfície são utilizados para medir a resistência da ligação das colas em conformidade com ASTM C297-61.

2.5.3.2. O provete deve ter 100 mm × 100 mm e 15 mm de profundidade e ser colado a uma amostra do material da placa posterior com ventilação. O bloco alveolado deve ser representativo do utilizado no impactador, isto é, com uma decapagem química de grau equivalente ao da placa posterior da barreira, mas sem esmagamento prévio.

2.6. Rastreabilidade

2.6.1. Os impactadores devem ser portadores de números de série consecutivos que são marcados, gravados ou fixados de forma permanente e a partir dos quais seja possível determinar os lotes e a data de fabrico dos diferentes blocos.

2.7. Fixação do impactador

2.7.1. A instalação no carro deve ser a indicada na figura 8. A instalação é feita utilizando seis parafusos M8, e nada deve sobressair da barreira à frente das rodas do carro. Devem ser utilizados espaçadores apropriados entre a flange inferior da chapa traseira e a superfície exterior do carro para evitar o encurvamento da placa posterior quando os parafusos de fixação forem apertados.

3. Sistema de ventilação

3.1. A interface entre o carro e o sistema de ventilação deve ser sólida, rígida e plana. O dispositivo de ventilação faz parte do carro e não do impactador, conforme fornecido pelo fabricante. As características geométricas do dispositivo de ventilação devem ser as indicadas na figura 9.

3.2. Processo de montagem do dispositivo de ventilação

3.2.1. Montar o dispositivo de ventilação na placa anterior do carro;

3.2.2. Verificar se não é possível, em qualquer dos pontos, inserir uma bitola de 0,5 mm de espessura entre o dispositivo de ventilação e a superfície exterior do carro. Se existir uma folga superior a 0,5 mm, a estrutura de ventilação tem de ser substituída ou ajustada de forma à folga ser menor ou igual a 0,5 mm.

3.2.3. Desmontar o dispositivo de ventilação da dianteira do carro;

3.2.4. Fixar uma camada de cortiça com a espessura de 1,0 mm à face dianteira do carro;

3.2.5. Voltar a montar o dispositivo de ventilação na parte dianteira do carro e ajustá-lo de modo a excluir espaços de ar.

4. Conformidade da produção

Os procedimentos relativos à conformidade da produção devem estar de acordo com os indicados no apêndice 2 do acordo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2), tendo em conta o seguinte:

4.1. O fabricante é responsável pelos procedimentos relativos à conformidade da produção e, para o efeito, deve em especial:

4.1.1. Assegurar a existência de procedimentos eficazes que permitam controlar a qualidade dos produtos;

4.1.2. Ter acesso ao equipamento de ensaio necessário para inspecionar a conformidade de cada produto;

4.1.3. Assegurar que os resultados dos ensaios sejam registados e que os documentos anexados se mantenham disponíveis durante um período de 10 anos após a realização dos ensaios;

4.1.4. Demonstrar que as amostras ensaiadas constituem uma medida fiável do comportamento funcional do lote (em seguida, são dados exemplos de métodos de recolha de amostras segundo a produção de lotes);

4.1.5. Analisar os resultados dos ensaios para verificar e garantir a estabilidade das características da barreira, tendo em conta as variações próprias de uma produção industrial, tais como a temperatura, a qualidade das matérias-primas, o tempo de imersão em produtos químicos, concentração dos produtos químicos, neutralização, etc., e controlo do material transformado para remoção de qualquer resíduo resultante do processo de transformação.

4.1.6. Assegurar que qualquer conjunto de amostras ou provetes que evidenciem não conformidade deem lugar a uma nova recolha de amostras e a um novo ensaio. Deverão ser todas as medidas necessárias para restabelecer a conformidade da produção correspondente.

4.2. O nível de certificação do fabricante deve ser, no mínimo, correspondente ao da norma ISO 9002.

4.3. Condições mínimas para o controlo da produção: o titular de um acordo deve assegurar o controlo de conformidade com base nos métodos abaixo descritos.

4.4. Exemplos de recolha de amostras com base no lote

4.4.1. Se vários exemplares de um tipo de bloco forem construídos a partir de um bloco inicial de alumínio alveolado e sofrerem o mesmo banho de tratamento (produção paralela), um desses exemplares deve ser selecionado como amostra, desde que seja assegurado que o mesmo tratamento será aplicado uniformemente a todos os blocos. Caso contrário, poderá ser necessário selecionar mais de um exemplar.

4.4.2. Se um número limitado de blocos semelhantes (por exemplo, três de entre vinte) for tratado com o mesmo banho de tratamento (produção em série), então o primeiro e o último bloco tratados de um lote, tendo todos eles sido construídos a partir de um bloco inicial de alumínio alveolado, devem ser considerados amostras representativas. Se a primeira amostra for conforme aos requisitos e a última não, pode ser necessário selecionar outras amostras produzidas anteriormente até se encontrar uma amostra que seja conforme. Só os blocos produzidos entre estas duas amostras devem ser considerados homologados.

4.4.3. Uma vez adquirida experiência com o controlo de produção, poderá ser viável combinar ambos os métodos de recolha de amostras, de modo que mais de um grupo de produção paralela possa ser considerado um lote, desde que as amostras do primeiro e último grupo de produção sejam conformes.

5. Ensaios estáticos

5.1. Uma ou mais amostras (segundo o método dos lotes) retirada de cada lote de blocos alveolares deve ser ensaiada em conformidade com o seguinte método de ensaio:

5.2. As dimensões da amostra de alumínio alveolar para ensaios estáticos devem ser as de um bloco normal do impactador, ou seja, 250 mm × 500 mm × 440 mm, para a fila de cima, e 250 mm × 500 mm × 500 mm, para a fila de baixo.

5.3. As amostras devem ser comprimidas entre duas placas de carga paralelas que sejam, pelo menos, 20 mm mais largas que a secção transversal dos blocos.

5.4. A velocidade de compressão deve ser de 100 milímetros por minuto, com uma tolerância de 5 %.

5.5. A aquisição de dados para compressão estática deve ser efetuada a um mínimo de 5 Hz.

5.6. O ensaio estático deve prosseguir até a compressão dos blocos ser, pelo menos, 300 mm, para os blocos 4 a 6, e 350 mm, para os blocos 1 a 3.

6. Ensaios dinâmicos

Para cada 100 faces de barreiras produzidas, o fabricante deve efetuar um ensaio dinâmico contra parede dinamométrica, escorada por uma parede rígida fixa, segundo o método descrito em seguida.

6.1. Instalação

6.1.1. Local de ensaio

6.1.1.1. O recinto de ensaio deve ter uma área suficiente para se poder instalar a pista de aproximação da barreira móvel deformável, a barreira rígida e o equipamento técnico necessário para o ensaio. O último troço da pista (no mínimo, os 5 m imediatamente anteriores à barreira rígida) deve ser horizontal, plano e regular.

6.1.2. Barreira rígida fixa e parede dinamométrica

6.1.2.1. A parede rígida é constituída por um bloco de betão armado com uma largura mínima de 3 metros e uma altura mínima de 1,5 metros. A espessura da parede rígida deve ser tal que a sua massa não seja inferior a 70 toneladas.

6.1.2.2. A face frontal deve ser vertical e perpendicular ao eixo da pista de aproximação e deve estar equipada com seis células de carga, permitindo cada uma delas medir a carga total no bloco correspondente do impactador da barreira móvel deformável no momento do impacto. Os centros das zonas de impacto das células de carga devem estar alinhados com os das seis zonas de impacto da face da barreira móvel deformável. Os respetivos rebordos devem distar 20 mm das áreas adjacentes, de modo que, dentro da tolerância de alinhamento do impacto da barreira móvel deformável, as zonas de impacto não entrem em contacto com as zonas de impacto adjacentes. A montagem das células e as superfícies das placas devem cumprir o disposto no anexo da norma ISO 6487:1987.

6.1.2.3. Uma proteção de superfície, constituída por uma face de contraplacado (espessura: 12 ±1 mm), é adicionada a cada célula de carga de modo a não afetar as respostas dos transdutores.

6.1.2.4. A parede rígida deve estar fixada ao solo ou assentar neste, se necessário, por meio de dispositivos suplementares de travagem que limitem a sua deflexão. Pode ser utilizada uma parede rígida (na qual estão fixadas as células de carga) com características distintas, desde que os resultados obtidos sejam, no mínimo, igualmente conclusivos.

6.2. Propulsão da barreira móvel deformável

No momento da colisão, a barreira móvel deformável já não deve estar sujeita à ação de qualquer sistema de guiamento ou de propulsão exterior. Deve atingir o obstáculo segundo uma trajetória perpendicular à superfície frontal da parede dinamométrica. No momento da colisão, o desalinhamento das duas barreiras não poderá ser superior a 10 mm.

6.3. Instrumentos de medição

6.3.1. Velocidade

A velocidade de colisão deve ser de 35 ± 0,5 km/h. O aparelho utilizado para registar a velocidade no momento do impacto deve ter uma precisão de 0,1 %.

6.3.2. Cargas

Os aparelhos de medição devem cumprir as especificações da norma ISO 6487:1987.

CFC para todos os blocos:	60 Hz
CAC para os blocos 1 e 3:	200 kN
CAC para os blocos 4, 5 e 6:	100 kN
CAC para o bloco 2:	200 kN

6.3.3. Aceleração

6.3.3.1. A aceleração na direção longitudinal deve ser medida em três posições diferentes do carro, uma central e uma de cada um dos lados, em pontos não sujeitos a flexão.

6.3.3.2. O acelerómetro central não deve distar mais de 500 mm do centro de gravidade da barreira móvel deformável e deve estar contido num plano vertical longitudinal a ±10 mm do centro de gravidade da barreira móvel deformável.

6.3.3.3. Os acelerómetros laterais devem ser colocados à mesma altura ± 10 mm e à mesma distância da superfície frontal da barreira móvel deformável ± 20 mm.

6.3.3.4. A aparelhagem deve ser conforme à norma ISO 6487:1987 e respeitar as seguintes especificações:

CFC: 1 000 Hz (antes da integração)

CAC: 50 g

6.4. Características gerais da barreira

6.4.1. As características específicas de cada barreira devem cumprir o disposto no ponto 1 do presente anexo, devendo igualmente ser registadas.

6.5. Características gerais do impactador

6.5.1. Se os sinais de saída de cada uma das seis células de carga cumprirem o disposto no presente anexo, considera-se confirmada a adequação de um impactador no tocante aos requisitos do ensaio dinâmico.

6.5.2. Os impactadores devem ser portadores de números de série consecutivos que são marcados, gravados ou fixados de forma permanente e a partir dos quais seja possível determinar os lotes e a data de fabrico dos diferentes blocos.

6.6. Procedimento para tratamento de dados

6.6.1. Dados brutos: no instante $T = T_0$, todos os desvios devem ser eliminados dos dados. O método utilizado para eliminar os desvios deve ser registado no relatório de ensaio.

6.6.2. Filtragem

6.6.2.1. Os dados serão filtrados antes do seu tratamento/dos cálculos.

6.6.2.2. Os dados do acelerómetro para a integração devem ser filtrados na CFC 180, norma ISO 6487:1987.

6.6.2.3. Os dados do acelerómetro para cálculo dos impulsos são filtrados na CFC 60, norma ISO 6487:1987.

6.6.2.4. Os dados das células de carga devem ser filtrados na CFC 60, norma ISO 6487:1987.

6.6.3. Cálculo da deflexão da face da barreira móvel deformável

6.6.3.1. Os dados fornecidos pelos três acelerómetros (após filtragem na CFC 180) são integrados duas vezes para se obter a deflexão do elemento deformável da barreira.

6.6.3.2. As condições iniciais de deflexão são:

6.6.3.2.1. Velocidade = velocidade de impacto (do dispositivo de medição da velocidade).

6.6.3.2.2. Deflexão = 0

6.6.3.3. As deflexões do lado esquerdo, do centro e do lado direito da barreira móvel deformável são inscritas num gráfico em função do tempo.

6.6.3.4. As deflexões máximas calculadas a partir de cada um dos três acelerómetros devem estar compreendidas num intervalo de 10 mm. Caso contrário, o valor anómalo deve ser eliminado e deve verificar-se se as deflexões calculadas pelos dois outros acelerómetros diferem menos de 10 mm.

6.6.3.5. Se as deflexões medidas pelos acelerómetros do lado esquerdo, do centro e do lado direito estiverem compreendidas num intervalo de 10 mm, então a aceleração média dos três acelerómetros deve ser utilizada para calcular a deflexão da face da barreira.

6.6.3.6. Se a deflexão de apenas dois acelerómetros cumprir o requisito de 10 mm, então a aceleração média desses dois acelerómetros deve ser utilizada para calcular a deflexão da face da barreira.

6.6.3.7. Se as deflexões calculadas pelos três acelerómetros em conjunto (do lado esquerdo, do centro e do lado direito) NÃO cumprirem o requisito dos 10 mm, então os dados brutos devem ser reanalisados para determinar a causa de uma tão grande variação. Neste caso, a entidade que realiza este ensaio específico deve determinar quais os dados dos acelerómetros que devem ser utilizados para calcular a deflexão da barreira móvel deformável ou se nenhuma das leituras dos acelerómetros poderá ser usada, o que implicará a repetição do ensaio de certificação. Do relatório de ensaio deve constar uma explicação pormenorizada deste facto.

6.6.3.8. Os dados médios tempo-deflexão devem ser combinados com os dados força-tempo das células de carga da parede para gerar o resultado força-deflexão de cada bloco.

6.6.4. Cálculo da energia

A energia absorvida por cada um dos blocos e por toda a barreira móvel deformável deve ser calculada até ao ponto máximo de deflexão da barreira.

$$E_n = \int_{t_0}^{t_1} F_n . ds_{média}$$

Em que:

t_0 é o tempo do primeiro contacto,

t_1 é o tempo em que o carro se imobiliza; isto é, em que u = 0,

s é a deflexão do elemento deformável do carro, calculada em conformidade com o disposto no ponto 6.6.3.

6.6.5. Verificação dos dados relativos à força dinâmica

6.6.5.1. Comparar o impulso total, I, calculado a partir da integração da força total durante o período de contacto, com a variação da quantidade de movimento durante esse período (M*ΔV).

6.6.5.2. Comparar a variação da energia total com a variação da energia cinética da barreira móvel deformável através da seguinte fórmula:

$$E_K = \frac{1}{2} M V_i^2$$

em que V_i é a velocidade de impacto e *M* a massa total da barreira móvel deformável.

Se a variação da quantidade de movimento ($M^*\Delta V$) não for igual ao impulso total (I) ± 5 %, ou se a energia total absorvida (ΣE_n) não for igual à energia cinética, E_K ± 5 %, os dados do ensaio devem ser analisados para determinar a causa deste erro.

Figura 1

Representação do impactador ([2])

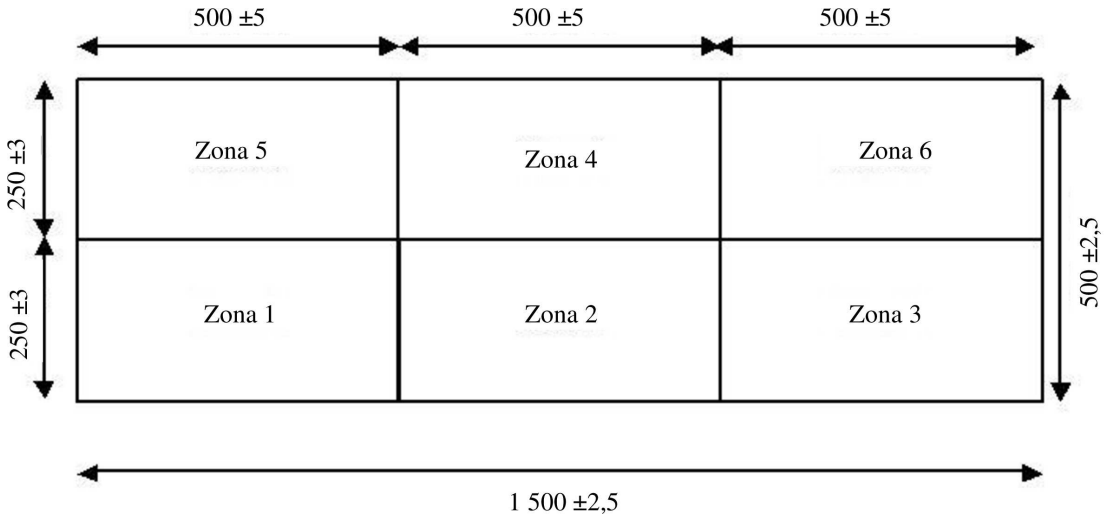
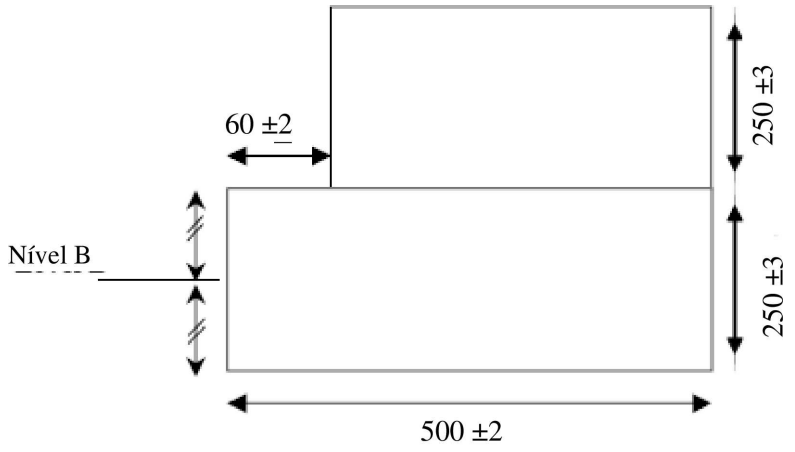


Figura 2

Topo da colisão



(incluindo a placa anterior, mas não a posterior)

([2]) Todas as dimensões estão em mm. As tolerâncias nas dimensões dos blocos têm em conta as dificuldades de medição do alumínio alveolado cortado. A tolerância para a dimensão total do impactador é menor do que para cada um dos blocos, pois os blocos alveolados podem ser ajustados, com sobreposições se necessário, de forma a obter uma dimensão da face de impacto mais precisa.

Figura 3

Orientação do alumínio alveolado

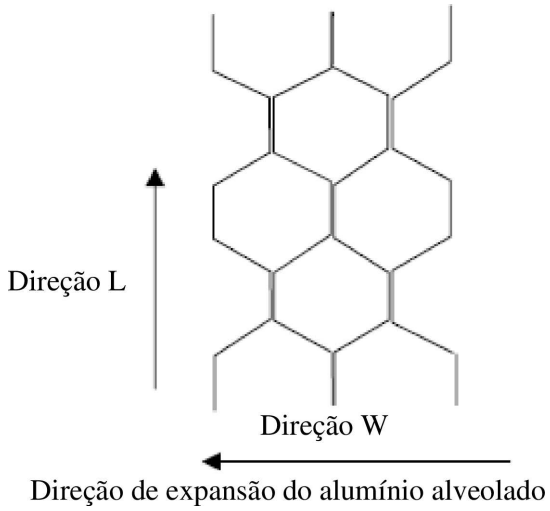


Figura 4

Dimensão das células de alumínio alveolado

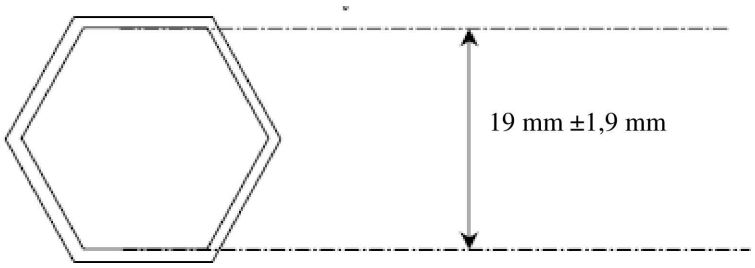


Figura 5

Representação da placa posterior

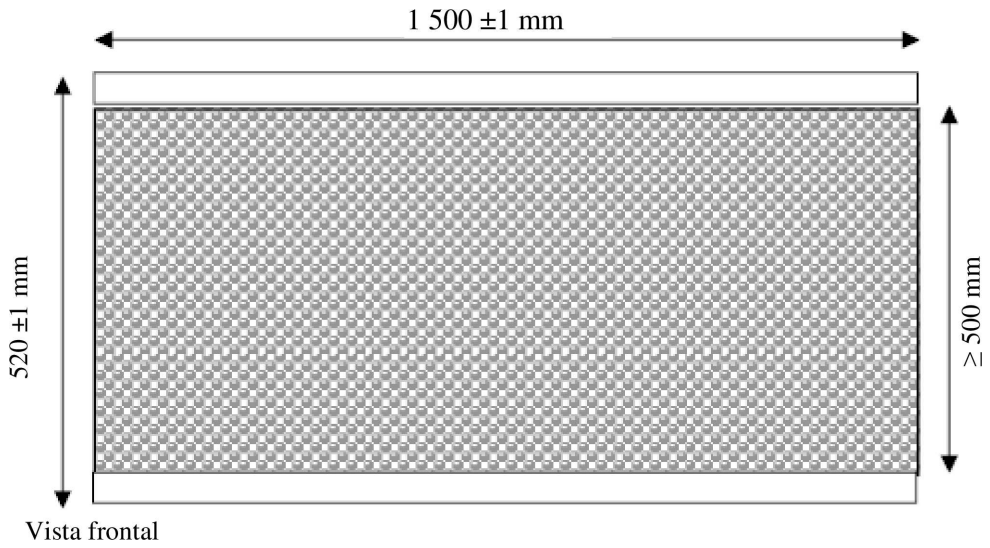


Figura 6

Fixação da chapa traseira ao dispositivo de ventilação e chapa frontal do carro

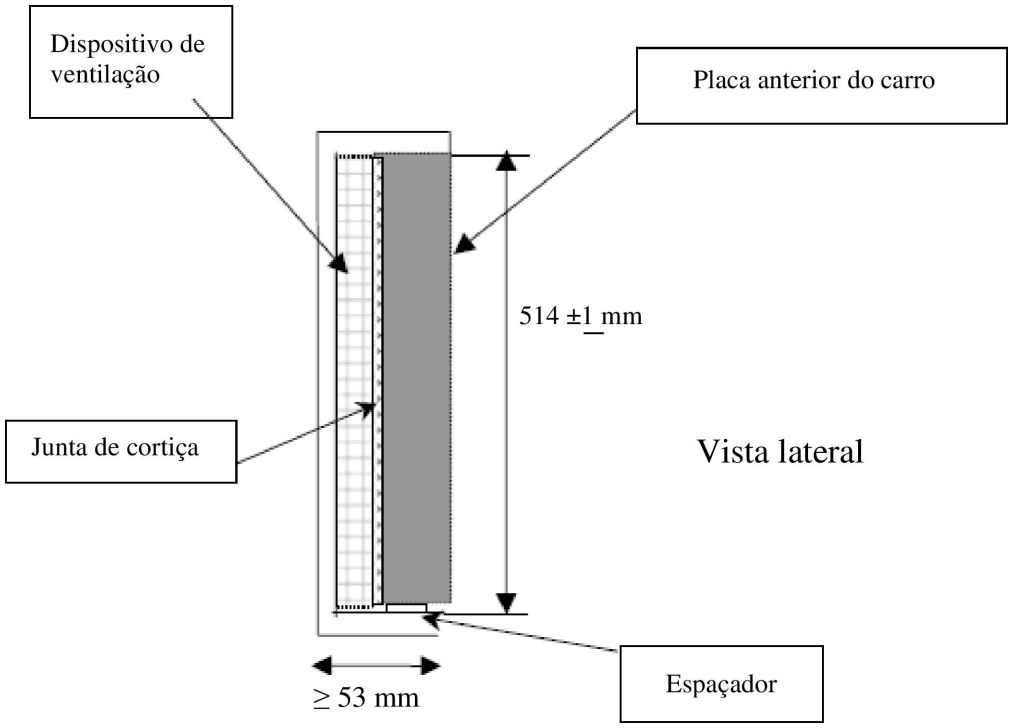
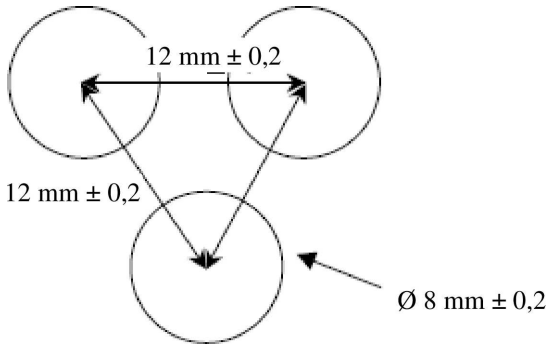
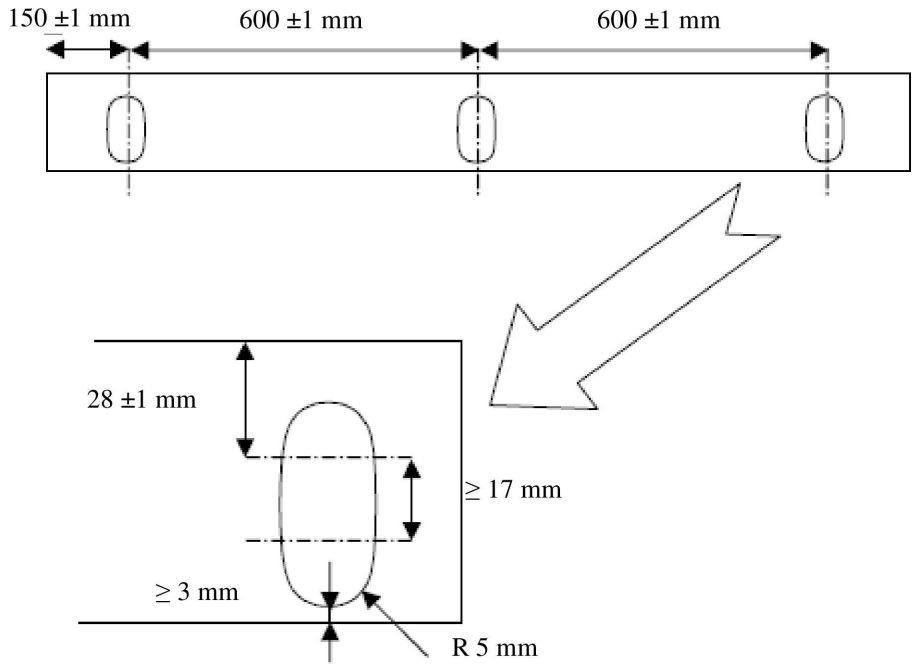


Figura 7

Distância dos orifícios de ventilação da placa posterior



Flanges superior e inferior da placa posterior



Nota: Os orifícios de fixação na flange inferior podem ser na forma de ranhuras, conforme abaixo ilustrado, para facilitar a fixação, desde que se possa desenvolver resistência suficiente para evitar o desprendimento durante todo o ensaio de colisão.

Figura 8

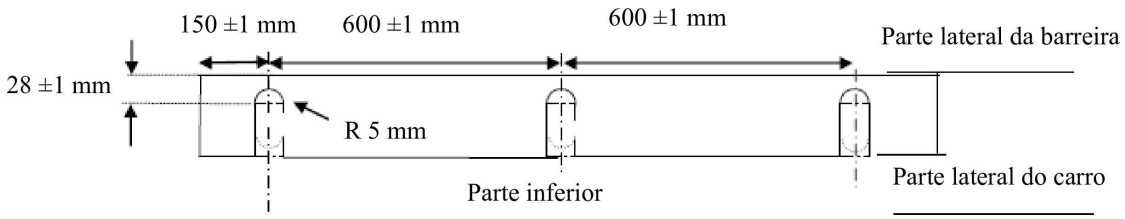
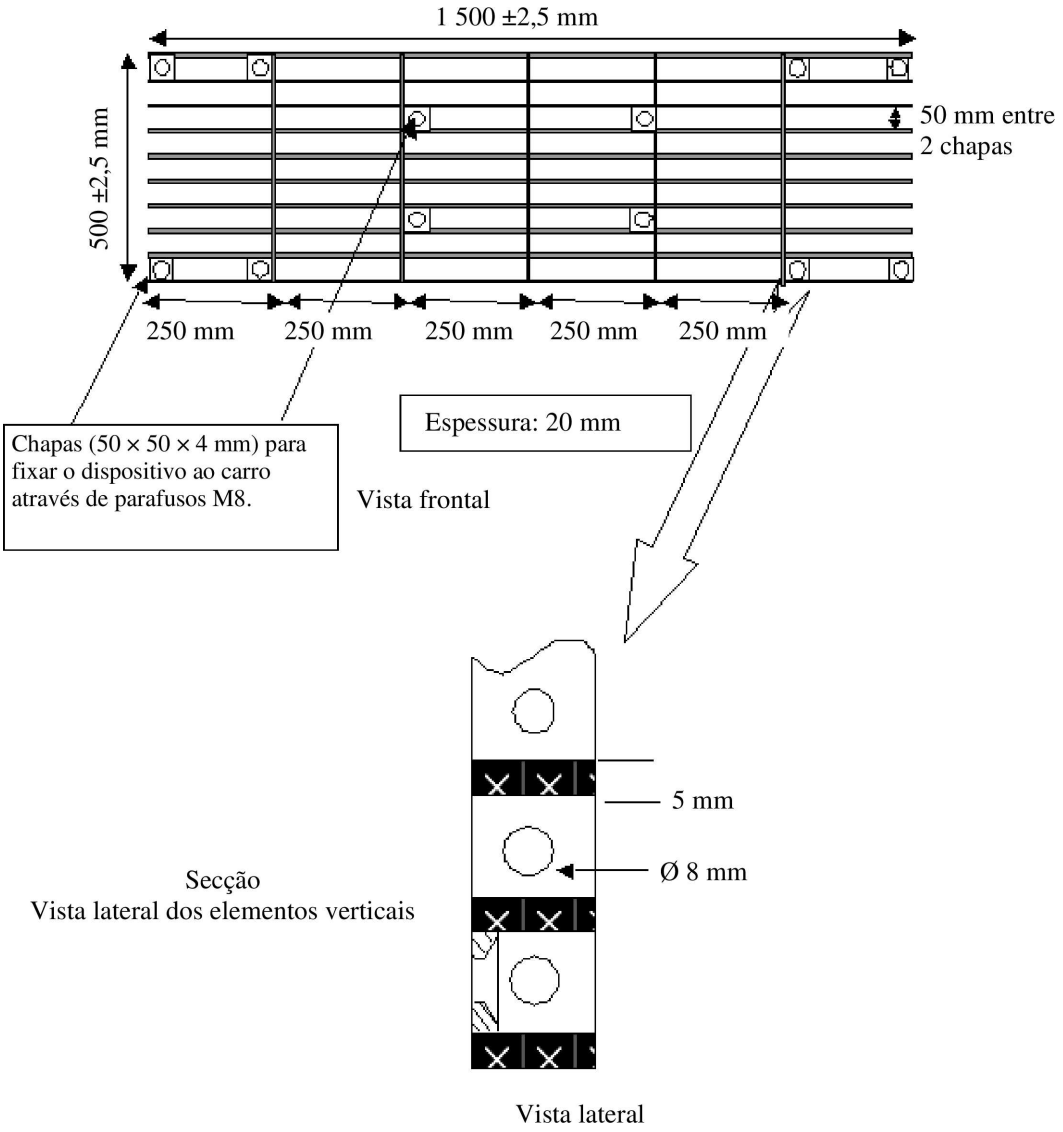


Figura 9

Sistema de ventilação

O dispositivo de ventilação é uma estrutura constituída por uma chapa de 5 mm de espessura e 20 mm de largura. Só as chapas verticais são perfuradas, com nove orifícios de 8 mm, para que o ar possa circular horizontalmente.



Anexo 5 — Apêndice 1

Curvas força-deflexão para ensaios estáticos

Figura 1-A

Blocos 1 e 3

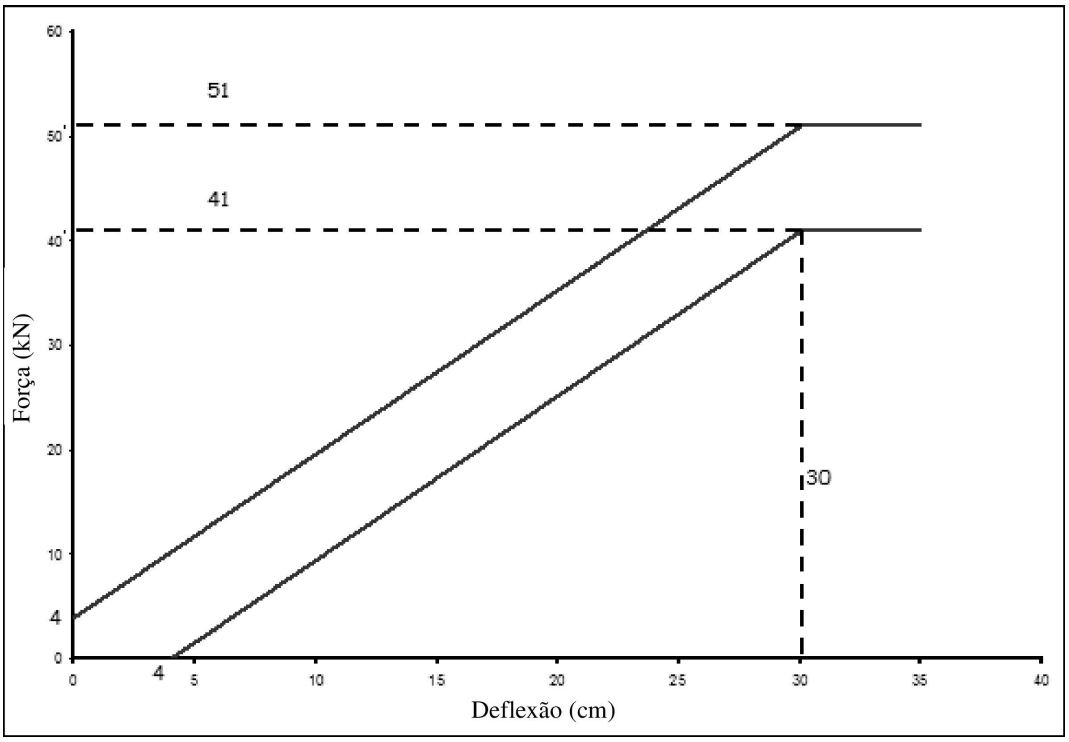


Figura 1-B

Bloco 2

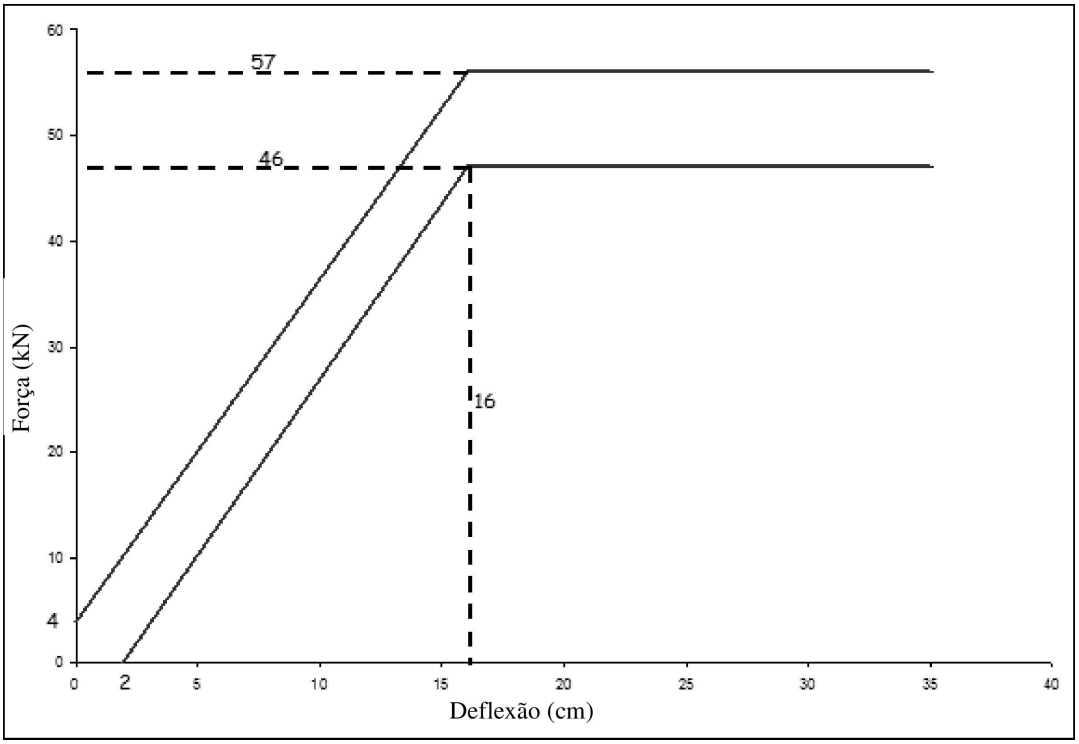


Figura 1-C

Bloco 4

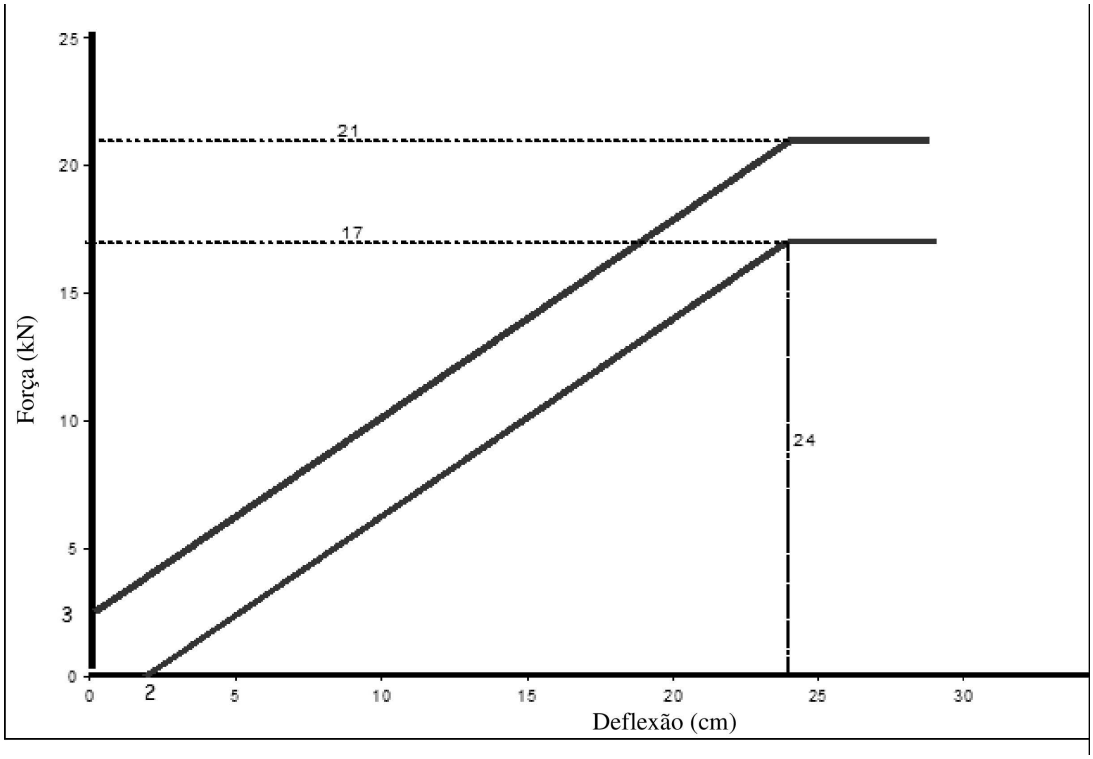
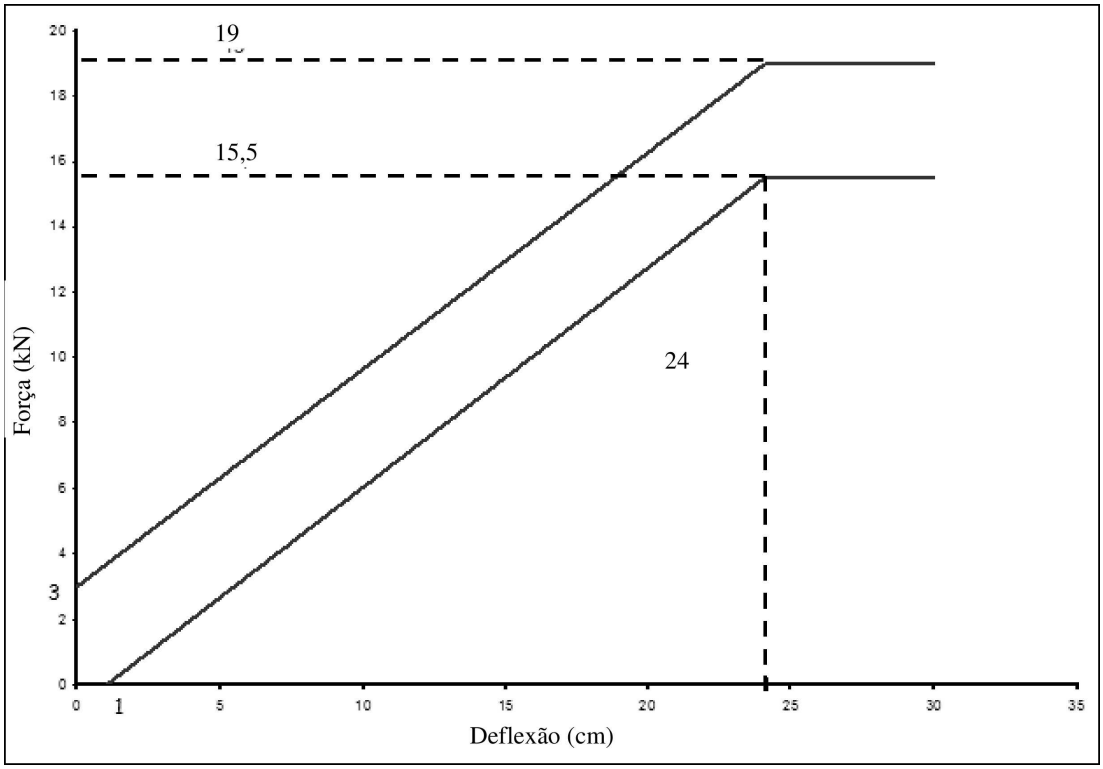


Figura 1-D

Blocos 5 e 6

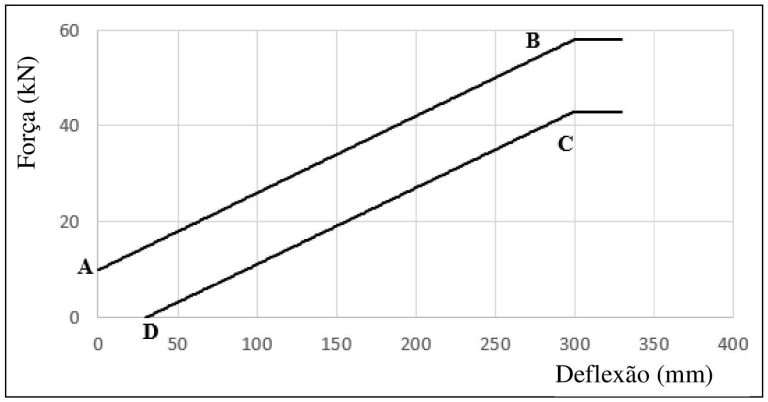


Anexo 5 — Apêndice 2

Curvas força-deflexão para ensaios dinâmicos

Figura 2-A

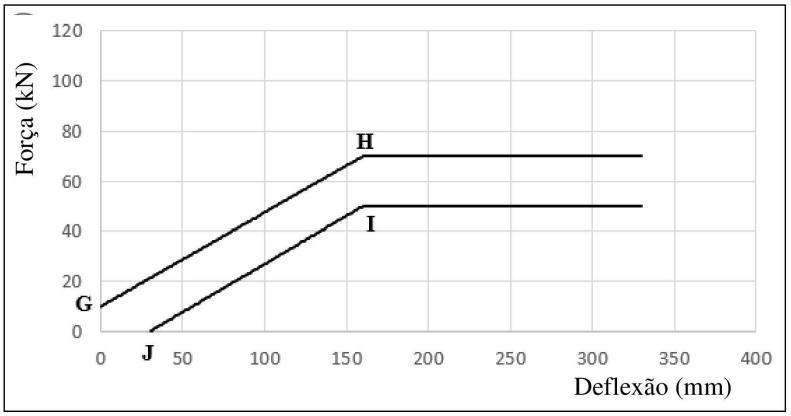
Blocos 1 e 3



	Deflexão	Força
A	0 mm	10 kN
B	300 mm	58 kN
C	300 mm	43 kN
D	30 mm	0 kN

Figura 2-B

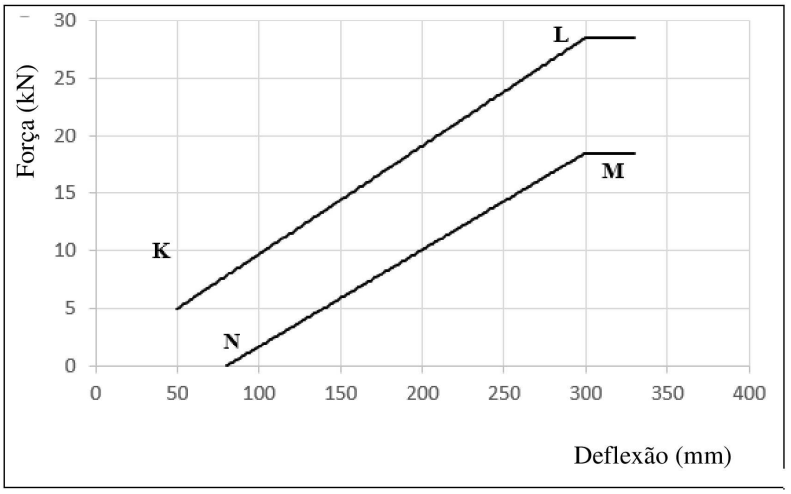
Bloco 2



	Deflexão	Força
G	0 mm	10 kN
H	160 mm	70 kN
I	160 mm	50 kN
J	30 mm	0 kN

Figura 2-C

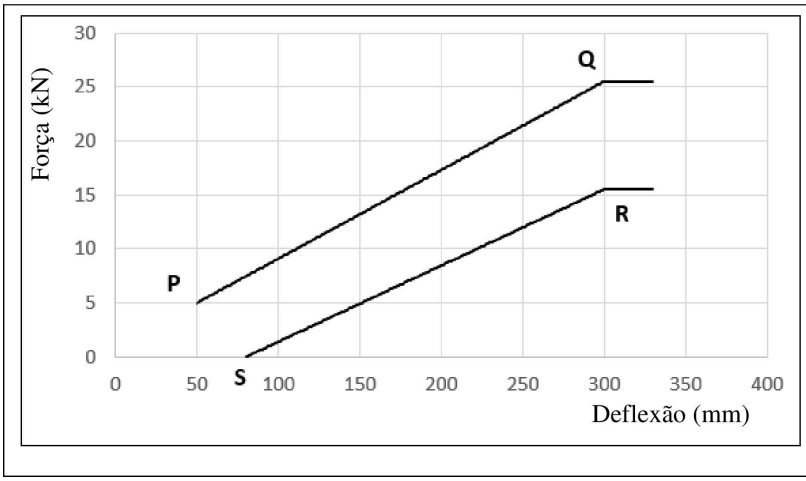
Bloco 4



	Deflexão	Força
K	50 mm	5,0 kN
L	300 mm	28,5 kN
M	300 mm	18,5 kN
N	80 mm	0 kN

Figura 2-D

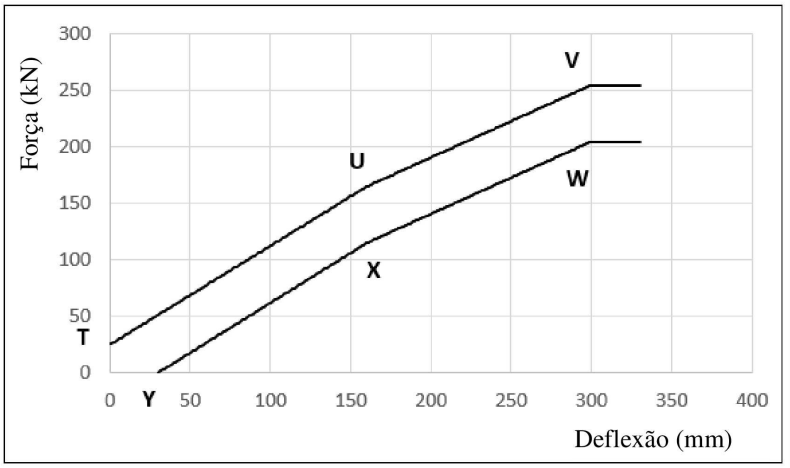
Blocos 5 e 6



	Deflexão	Força
P	50 mm	5,0 kN
Q	300 mm	25,5 kN
R	300 mm	15,5 kN
S	80 mm	0 kN

Figura 2-E

Conjunto dos blocos



	Deflexão	Força
T	0 mm	25 kN
U	160 mm	165 kN
V	300 mm	255 kN
W	300 mm	205 kN
X	160 mm	115 kN
Y	30 mm	0 kN

ANEXO 6

Descrição técnica do manequim a utilizar no ensaio de colisão lateral

1. Considerações gerais

1.1. O manequim de colisão lateral prescrito no presente regulamento, incluindo a aparelhagem a instalar e a sua calibração, encontra-se descrito em desenhos técnicos e dispõe de um manual do utilizador. ([1])

1.2. As dimensões e massas do manequim a utilizar no ensaio de colisão lateral correspondem às de um adulto do sexo masculino do percentil 50, sem a metade inferior dos membros superiores.

1.3. O manequim a utilizar no ensaio é constituído por um esqueleto de metal e de plástico coberto com borracha, plástico e espuma, a simular os tecidos moles.

2. Construção

2.1. O manequim a utilizar no ensaio de colisão lateral está representado num esquema geral na figura 1 e, no quadro 1 do presente anexo, figuram os seus diferentes componentes.

2.2. Cabeça

2.2.1. A cabeça é o componente n.º 1 representado na figura 1 do presente anexo.

2.2.2. A cabeça é constituída por um casco de alumínio coberto de uma pele flexível de plástico vinílico. O interior do casco é uma cavidade, onde estão alojados os acelerómetros triaxiais e o lastro.

2.2.3. Na interface cabeça-pescoço é integrada uma peça de substituição da célula de carga. Esta peça pode ser substituída por uma célula de carga na parte superior do pescoço.

2.3. Pescoço

2.3.1. O pescoço é o componente n.º 2 representado na figura 1 do presente anexo.

2.3.2. O pescoço é constituído por um elemento de interface cabeça-pescoço, um componente de interface pescoço--tórax e um elemento central que estabelece a ligação entre essas duas interfaces.

2.3.3. A interface cabeça-pescoço (componente n.º 2a) e a interface pescoço-tórax (componente n.º 2c) são ambos constituídos por dois discos de alumínio unidos por um parafuso de cabeça redonda e oito amortecedores de borracha.

2.3.4. O elemento cilíndrico central (componente n.º 2b) é de borracha. Em cada um dos seus topos, existe um disco de alumínio moldado na borracha.

2.3.5. O pescoço está montado no suporte do pescoço, que é o componente n.º 2d representado na figura 1 do presente anexo. Esse suporte pode, em alternativa, ser substituído por uma célula de carga na parte inferior do pescoço.

2.3.6. O ângulo entre as duas faces do suporte do pescoço é de 25°. Dado que o bloco dos ombros está inclinado para trás 5°, o ângulo resultante entre o pescoço e o tronco é de 20°.

2.4. Ombros

2.4.1. Os ombros são o componente n.º 3 representado na figura 1 do presente anexo.

([1]) O manequim corresponde à especificação do manequim ES-2. O número de referência no índice de desenhos técnicos é o seguinte: E-AA-DRAWING-LIST-7-25-032, de 25 de julho de 2003. O conjunto completo de desenhos técnicos do ES-2 e o Manual do Utilizador ES-2 estão depositados junto da Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa (UNECE), Palácio das Nações, Genebra, Suíça, e podem ser consultados, mediante pedido, no Secretariado.

2.4.2. O conjunto «ombros» é constituído por um bloco, duas clavículas e uma cobertura dos ombros em espuma.

2.4.3. O bloco dos ombros (componente n.º 3a) é constituído por um bloco espaçador de alumínio e por dois pratos de alumínio, um fixado na sua parte superior e o outro na sua parte inferior. Ambas os pratos estão revestidos de politetrafluoretileno (PTFE).

2.4.4. As clavículas (componente n.º 3b), em resina de poliuretano (PU) moldada, estão articuladas com o bloco espaçador. São mantidas na sua posição neutra por dois elásticos (componente n.º 3c) ligados à parte posterior do bloco dos ombros. O rebordo exterior das clavículas tem uma configuração que permite colocar os braços na posição normal.

2.4.5. A cobertura dos ombros (componente n.º 3d) é de espuma de poliuretano de baixa densidade e está fixada ao bloco dos ombros.

2.5. Tórax

2.5.1. O tórax é o componente n.º 4 representado na figura l do presente anexo.

2.5.2. O tórax é constituído por uma coluna torácica rígida e três módulos de costelas idênticos.

2.5.3. A coluna torácica (componente n.º 4a) é de aço. Na face posterior, é montado um espaçador em aço incluído numa placa côncava de resina de poliuretano (PU) (ver componente n.º 4b).

2.5.4. A superfície superior da coluna torácica está inclinada para trás 5°.

2.5.5. Na parte inferior da coluna torácica, monta-se uma célula de carga T12 ou uma célula de carga de substituição (componente n.º 4j).

2.5.6. Cada módulo «costelas» (componente n.º 4c) é constituído por uma costela de aço coberta de espuma de poliuretano (PU) de estrutura alveolar aberta, que simula tecidos musculares (componente n.º 4d), um sistema de guiamento linear ou conjunto êmbolo-cilindro (componente n.º 4e), que estabelece a ligação entre a costela e a coluna torácica, um amortecedor hidráulico (componente n.º 4f) e uma mola amortecedora rígida (componente n.º 4g).

2.5.7. O sistema de guiamento linear (componente n.º 4e) permite a deflexão do lado flexível da costela (componente n.º 4d) em relação à coluna torácica (componente n.º 4a) e ao seu lado rígido. O sistema de guiamento linear está equipado com rolamentos de agulhas lineares.

2.5.8. No sistema de guiamento linear, está localizada uma mola de regulação (componente n.º 4h).

2.5.9. Pode instalar-se um transdutor de deslocamento da costela (componente n.º 4i) na coluna torácica, no sistema de guiamento linear (componente n.º 4e), ligado à extremidade externa do sistema de guiamento linear no lado flexível da costela.

2.6. Braços

2.6.1. Os braços são o componente n.º 5 representado na figura 1 do presente anexo.

2.6.2. Os braços são constituídos por um esqueleto de plástico coberto de poliuretano (PU), que simula tecidos musculares, com uma pele de policloreto de vinilo (PVC). Na parte superior do braço, a simulação dos tecidos musculares é feita por poliuretano de alta densidade (PU), e, na parte inferior, por uma cobertura de espuma de poliuretano (PU).

2.6.3. A articulação ombro-braço permite regular a posição do braço nos ângulos de 0°, 40° e 90° em relação ao eixo do tronco.

2.6.4. A articulação ombro-braço permite apenas uma rotação de tipo flexão-extensão.

2.7. Coluna lombar

2.7.1. A coluna lombar é o componente n.º 6 representado na figura 1 do presente anexo.

2.7.2. A coluna lombar é constituída por um cilindro de borracha maciça com dois pratos de união de aço em cada extremidade; no interior do cilindro existe um cabo de aço.

2.8. Abdómen

2.8.1. O abdómen é o componente n.º 7 representado na figura 1 do presente anexo.

2.8.2. O abdómen é constituído por uma peça central rígida e uma cobertura de espuma.

2.8.3. A parte central do abdómen é constituída por uma peça metalizada (componente n.º 7a). Na parte superior desta peça, está montada uma placa de cobertura.

2.8.4. A cobertura (componente n.º 7b) é de espuma de poliuretano (PU). A cobertura de espuma encerra de ambos os lados uma placa recurva de borracha com esferas de chumbo.

2.8.5. Entre a cobertura de espuma e a peça metálica rígida, de cada lado do abdómen, podem ser instalados três transdutores de força (componentes n.º 7c) ou três peças de substituição (não medidoras).

2.9. Bacia

2.9.1. A bacia é o componente n.º 8 representado na figura 1 do presente anexo.

2.9.2. A bacia é constituída por um bloco sagrado, duas asas ilíacas, duas articulações da anca e uma cobertura de espuma que simula tecidos musculares.

2.9.3. O sacro (componente n.º 8a) é constituído por um bloco de metal lastrado e por uma placa de metal montada no topo do bloco. Na parte de trás do bloco, existe uma cavidade para facilitar a aplicação dos instrumentos.

2.9.4. As asas ilíacas (componentes n.º 8b) são de resina de poliuretano (PU).

2.9.5. As duas articulações da anca (componente n.º 8c) são formadas por peças de aço. São constituídas por um suporte superior do fémur e uma articulação de esfera, ligada a um eixo que passa pelo ponto H do manequim.

2.9.6. Os tecidos musculares (componente n.º 8d) são constituídos por uma pele de cloreto de polivinil (PVC) com espuma de poliuretano (PU) no interior. Na zona do ponto H, a pele é substituída por um bloco de espuma de poliuretano (PU) de estrutura alveolar aberta (componente n.º 8e), ligado a uma placa de aço fixada à asa ilíaca por um eixo que atravessa a articulação esférica.

2.9.7. As asas ilíacas estão fixadas à parte de trás do bloco sagrado e unidas na sínfise púbica por um transdutor de força (componente n.º 8f) ou um transdutor de substituição.

2.10. Pernas

2.11. As pernas são o componente n.º 9 representado na figura 1 do presente anexo.

2.11.1. As pernas são constituídas por um esqueleto metálico coberto de espuma de poliuretano (PU), que simula tecidos musculares, com uma pele de cloreto de polivinil (PVC).

2.11.2. A simulação dos tecidos musculares das coxas é feita através de poliuretano de alta densidade (PU) moldado com uma pele de cloreto de polivinil (PVC).

2.11.3. As articulações do joelho e do tornozelo permitem apenas uma rotação de tipo flexão/extensão.

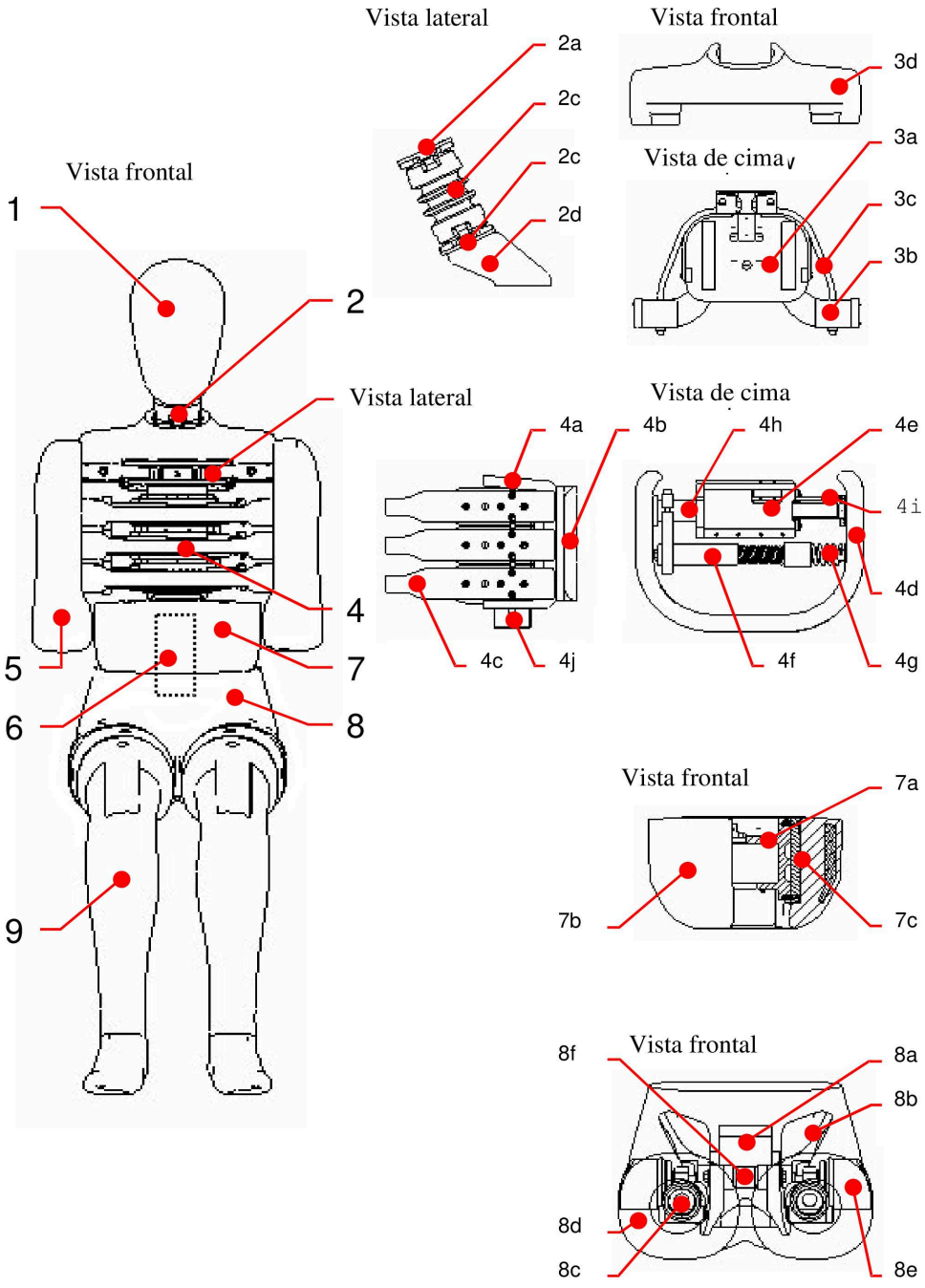
2.12. Vestuário

2.12.1. O vestuário não está representado na figura 1 do presente anexo.

2.12.2. O vestuário é de borracha e cobre os ombros, o tórax, a parte superior dos braços, o abdómen, a coluna lombar e a parte superior da bacia.

Figura 1

Constituição do manequim a utilizar no ensaio de colisão lateral



Quadro 1

Componentes do manequim a utilizar no ensaio de colisão lateral (ver figura 1)

Parte	N.º	Descrição	Número	
1		Cabeça	1	
2		Pescoço	1	
	2 a	Interface cabeça-pescoço		1
	2b	Secção central		1
	2c	Interface pescoço-tórax		1
	2d	Suporte do pescoço		1
3		Ombros	1	
	3 a	Caixa dos ombros		1
	3b	Clavículas		2
	3c	Elástico		2
	3d	Cobertura de espuma dos ombros		1
4		Tórax	1	
	4 a	Coluna torácica		1
	4b	Placa posterior (côncava)		1
	4c	Módulo de costelas		3
	4d	Costela coberta de um material que simula tecidos musculares		3
	4e	Conjunto pistão-cilindro		3
	4f	Amortecedor		3
	4 g	Mola do amortecedor rígida		3
	4h	Mola de regulação		3
	4i	Transdutor de deslocamento		3
	4j	Célula de carga T12 ou peça de substituição da célula de carga		1
5		Braços	2	
6		Coluna lombar	1	
7		Abdómen	1	
	7a	Peça metálica central		1
	7b	Cobertura de tecidos moles		1
	7c	Transdutor de força		3
8		Bacia	1	
	8a	Bloco sagrado		1
	8b	Asas ilíacas		2
	8c	Conjunto da articulação da anca		2
	8d	Cobertura de tecidos moles		1
	8e	Bloco de espuma do ponto H		2
	8f	Transdutor de força ou peça de substituição		1
9		Perna	2	
10		Vestuário	1	

3. Montagem do manequim

3.1. Cabeça-pescoço

3.1.1. O momento de torção a aplicar aos parafusos de cabeça redonda para a montagem do pescoço é de 10 Nm.

3.1.2. O conjunto cabeça-célula de carga é montado na placa de interface cabeça-pescoço por meio de quatro parafusos.

3.1.3. A placa de interface pescoço-tórax é fixado ao suporte do pescoço com quatro parafusos.

3.2. Pescoço-ombros-tórax

3.2.1. O suporte do pescoço é fixado ao bloco dos ombros com quatro parafusos.

3.2.2. O bloco dos ombros é fixado na superfície superior da coluna torácica através de três parafusos.

3.3. Ombros-braços

3.3.1. Os braços são fixados às clavículas por um parafuso e um rolamento axial. O parafuso deve ser apertado por forma a o braço poder resistir a uma aceleração de 1 a 2 g no pivô.

3.4. Tórax-coluna lombar-abdómen

3.4.1. Os módulos das costelas devem ser montados no tórax com uma orientação adaptada ao lado do impacto.

3.4.2. Um adaptador da coluna lombar é fixado a uma célula de carga T12 ou na célula de carga de substituição na parte inferior da coluna torácica através de dois parafusos.

3.4.3. O adaptador da coluna lombar é fixado no topo da coluna lombar através de quatro parafusos.

3.4.4. A flange superior da peça metálica central do abdómen é fixada entre o adaptador da coluna lombar e a placa superior da coluna lombar.

3.4.5. A localização dos transdutores de força abdominais deve ser adaptada ao lado do impacto.

3.5. Coluna lombar-bacia-pernas

3.5.1. A coluna lombar é fixada à placa de cobertura do bloco sagrado através de três parafusos. No caso de ser utilizada a célula de carga da coluna lombar, são necessários quatro parafusos.

3.5.2. O prato inferior da coluna lombar é fixado com três parafusos ao bloco sagrado da bacia.

3.5.3. As pernas são fixadas à articulação da cabeça do fémur com a anca por meio de um parafuso.

3.5.4. As fixações dos joelhos e dos tornozelos às pernas podem ser reguladas para poderem resistir a uma aceleração de 1 a 2 g.

4. Características principais:

4.1. Massa

4.1.1. As massas dos principais componentes do manequim figuram no quadro 2 do presente anexo.

Quadro 2

Massas dos componentes do manequim

Componente (parte do corpo)	Massa (kg)	Tolerância ± (kg)	Principais elementos
Cabeça	4,0	0,2	Cabeça completa, incluindo o acelerómetro triaxial e a célula de carga na parte superior do pescoço ou peça de substituição.
Pescoço	1,0	0,05	Pescoço, excluindo o suporte do pescoço
Tórax	22,4	1,0	Suporte do pescoço, cobertura dos ombros, conjunto dos ombros, parafusos de fixação dos braços, coluna torácica, placa posterior do tronco, módulos das costelas, transdutores de deflexão das costelas, célula de carga da placa posterior do tronco ou peça de substituição, célula de carga T12 ou peça de substituição, peça metálica central do abdómen, transdutores de força abdominais, 2/3 do vestuário
Braços (cada um)	1,3	0,1	Braço, incluindo o seu prato de posicionamento (cada um)
Abdómen e coluna lombar	5,0	0,25	Cobertura de tecidos moles do abdómen e coluna lombar
Bacia	12,0	0,6	Bloco sagrado, placa de suporte da coluna lombar, articulações de esfera da anca, suportes superiores dos fémures, asas ilíacas, transdutor de força púbico, cobertura de tecidos musculares da bacia, 1/3 do vestuário
Pernas (cada uma)	12,7	0,6	Pé, perna e coxa e respetiva cobertura de tecidos moles, até à junção com a parte superior do fémur (cada um)
Total por manequim	72,0	1,2	

4.2. Dimensões principais

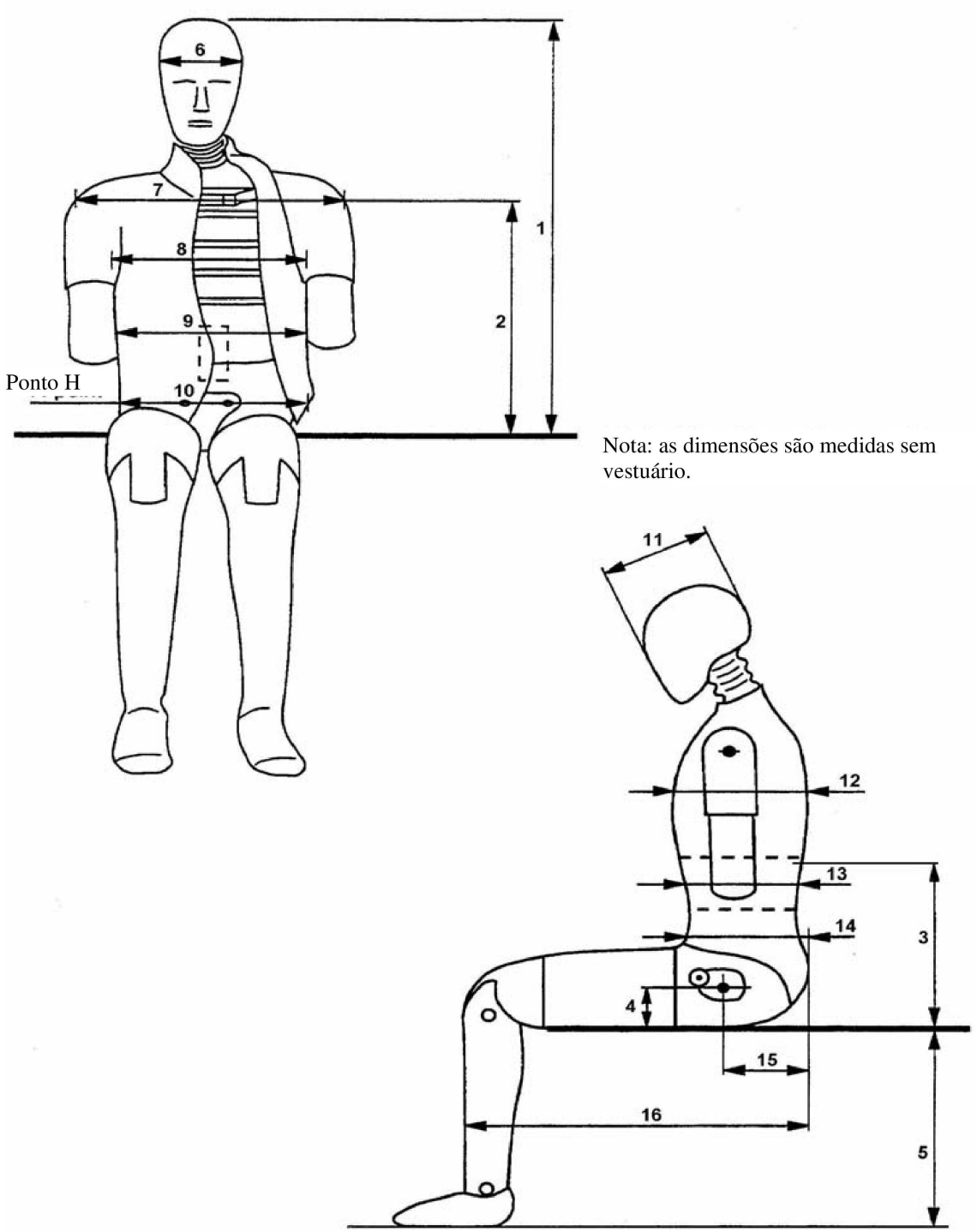
4.2.1. As dimensões principais do manequim de colisão lateral (incluindo o vestuário) que figuram no quadro 3 e estão representadas na figura 2 do presente anexo.

As dimensões são medidas sem vestuário.

Figura 2

Representação das dimensões principais do manequim

(ver quadro 3)



Quadro 3

Dimensões principais do manequim

N.º	Parâmetro	Dimensões (mm)
1	Altura na posição sentada	909 ±9
2	Distância do banco à união dos ombros	565 ±7
3	Distância do banco à superfície inferior da coluna torácica	351 ±5
4	Distância do banco à articulação da anca (centro do parafuso)	100 ±3

N.º	Parâmetro	Dimensões (mm)
5	Distância da planta do pé ao banco, na posição sentada	442 ±9
6	Largura da cabeça	155 ±3
7	Largura dos ombros/braços	470 ±9
8	Largura do tórax	327 ±5
9	Largura do abdómen	290 ±5
10	Largura da bacia	355 ±5
11	Profundidade da cabeça	201 ±5
12	Profundidade do tórax	276 ±5
13	Profundidade do abdómen	199 ±5
14	Profundidade da bacia	240 ±5
15	Distância da parte posterior das nádegas à articulação da anca (centro do parafuso)	155 ±5
16	Parte posterior das nádegas — parte anterior do joelho	606 ±9

5. Certificação do manequim

5.1. Lado da colisão

5.1.1. Dependendo do lado do veículo que irá sofrer a colisão, as peças do manequim devem ser homologadas para o lado esquerdo ou para o lado direito.

5.1.2. As configurações do manequim relativamente à direção de montagem dos módulos das costelas e a localização dos transdutores de força abdominais devem ser adaptadas ao lado que irá ser objeto do ensaio de colisão.

5.2. Aparelhagem de medição

5.2.1. Toda a aparelhagem deve ser calibrada em conformidade com os requisitos da documentação referida no ponto 1.1 do presente anexo.

5.2.2. Todos os canais de instrumentação devem cumprir o disposto na norma ISO 6487:2000 ou na norma SAE J211 (março de 1995) relativamente aos requisitos de registo de canais de dados.

5.2.3. Em conformidade com o presente regulamento, o número mínimo de canais de medição exigidos é dez:

Acelerações da cabeça (3),

Deslocamentos das costelas/tórax (3),

Cargas abdominais (3); e

Carga na sínfise púbica (1)

5.2.4. Além disso, estão disponíveis outros canais de instrumentação opcionais (38):

Cargas na parte superior do pescoço (6),

Cargas na parte inferior do pescoço (6),

Cargas nas clavículas (3),

Cargas na placa posterior do tronco (4),

Acelerações da célula T1 (3),

Acelerações da célula T12 (3),

Acelerações das costelas (6, duas por costela),

Cargas na célula T12 da coluna (4),

Cargas na parte inferior da coluna lombar (3),

Acelerações da bacia (3); e

Cargas no fémur (6).

Estão disponíveis quatro canais adicionais indicadores de posição facultativos:

Rotações do tórax (2); e

Rotações da bacia (2)

5.3. Controlo visual

5.3.1. Antes do ensaio de certificação, devem verificar-se visualmente todas as peças do manequim, substituindo as peças danificadas.

5.4. Instalação de ensaio de utilização geral

5.4.1. A figura 3 do presente anexo ilustra a instalação de ensaio aplicável a todos os ensaios de certificação do manequim de colisão lateral.

5.4.2. A instalação para o ensaio de certificação e os métodos de ensaio devem ser conformes aos requisitos da documentação referida no ponto 1.1.

5.4.3. Os ensaios da cabeça, do pescoço, do tórax e da coluna lombar são efetuados nos subconjuntos de componentes do manequim.º

5.4.4. Os ensaios dos ombros, do abdómen e da bacia são efetuados num manequim completo (sem roupa, roupa interior e calçado). Para a realização desses ensaios, o manequim é sentado numa superfície plana, colocando-se duas folhas de politetrafluoretileno (PTFE) de espessura não superior a 2 mm entre o manequim e a dita superfície plana.

5.4.5. Antes de dar início a um ensaio, todos os componentes a homologar devem ser mantidos no local onde será realizado o ensaio durante, pelo menos, quatro horas, a uma temperatura compreendida entre 18 ºC a 22 ºC (inclusive) e a uma humidade relativa compreendida entre 10 % e 70 % (inclusive).

5.4.6. O intervalo entre dois ensaios de certificação com o mesmo componente deve ser, no mínimo, de 30 minutos.

5.5. Cabeça

5.5.1. Para efeitos de homologação, deixa-se cair o subconjunto da cabeça, incluindo a peça de substituição da célula de carga da parte superior do pescoço, de uma altura de 200 ±1 mm sobre uma superfície de impacto rígida e plana.

5.5.2. O ângulo entre a superfície de impacto e o plano sagital médio da cabeça deve ser de 35 ±1°, de modo que o impacto se dê na parte lateral superior da cabeça (tal pode ser efetuado com um arnês ou dispositivo de suporte com uma massa de 0,075 ±0,005 kg).

5.5.3. A aceleração máxima resultante da cabeça, filtrada, em conformidade com a norma ISO 6487:2000, na CFC 1000, deve situar-se entre 100 g e 150 g (inclusive).

5.5.4. O comportamento funcional da cabeça pode ser ajustado para cumprir as disposições aplicáveis, alterando as características de fricção na interface caixa craniana-pele (por exemplo, lubrificando-a com pó de talco ou com um aerossol de politetrafluoretileno — PTFE).

5.6. Pescoço

5.6.1. Na interface pescoço-cabeça, é montado um simulador da cabeça especialmente homologado, com 3,9 ± 0,05 kg de massa (ver a figura 6), por meio de uma placa com uma espessura de 12 mm e uma massa de 0,205 ± 0,05 kg.

5.6.2. O simulador da cabeça e o pescoço são montados em posição invertida na parte inferior de um pêndulo de flexão do pescoço ([2]) que permite o movimento lateral do sistema.

5.6.3. O pêndulo do pescoço está equipado com um acelerómetro uniaxial, instalado em conformidade com as especificações aplicáveis (ver figura 5).

5.6.4. Deve deixar-se cair livremente o pêndulo do pescoço de uma altura escolhida, de modo a atingir uma velocidade de impacto de 3,4 ± 0,1 m/s, medida no ponto onde se encontra instalado o acelerómetro.

5.6.5. O pêndulo passa da velocidade de impacto a zero por meio de um dispositivo apropriado ([3]), conforme descrito nas especificações relativas ao pêndulo do pescoço (ver figura 5), o que se traduz por uma variação velocidade--tempo dentro da faixa representada na figura 7 e no quadro 4 do presente anexo. Todos os canais devem ser registados em conformidade com a norma ISO 6487:2000 ou a norma SAE J211 (março de 1995) relativamente aos requisitos de registo de canais de dados e filtrados digitalmente com CFC 180 (ISO 6487:2000 ou SAE J211:1995). A desaceleração do pêndulo é filtrada, em conformidade com CFC 60 (ISO 6487:2000 ou SAE J211:1995).

Quadro 4

Variação velocidade-tempo do pêndulo na faixa representativa no ensaio de certificação do pescoço

Limite máximo Tempo (s)	Velocidade (ms)	Limite mínimo Tempo (s)	Velocidade (ms)
0,001	0,0	0	- 0,05
0,003	- 0,25	0,0025	- 0,375
0,014	- 3,2	0,0135	- 3,7
		0,017	- 3,7

5.6.6. O ângulo de flexão máximo do simulador da cabeça em relação ao pêndulo (ângulo dϑA + dϑC, na figura 6) deve estar compreendido entre os 49,0° e os 59,0° (inclusive) e deve ocorrer entre os 54,0 e os 66,0 ms (inclusive).

5.6.7. Os deslocamentos máximos do centro de gravidade do simulador da cabeça medidos nos ângulos dϑA e dϑB (ver figura 6) devem ser: para a frente da base do pêndulo, o ângulo dϑA deve estar compreendido entre 32,0°º e 37,0° (inclusive) e ocorrer entre 53,0 e 63,0 ms (inclusive) e, para trás da base do pêndulo, o ângulo dϑB deve estar compreendido entre 0,81*(ângulo dϑA) +1,75 e 0,81*(ângulo dϑA) +4,25° e ocorrer entre 54,0 e 64,0 ms (inclusive).

5.6.8. O comportamento funcional do pescoço pode ser ajustado substituindo os oito amortecedores de secção circular por amortecedores de dureza Shore apropriada.

5.7. Ombros

5.7.1. O comprimento do elástico deve ser ajustado de modo a ser necessária uma força entre 27,5 N e 32,5 N (inclusive), aplicada de trás para a frente a 4 ±1 mm do rebordo exterior da clavícula no plano do movimento desta, para mover a clavícula para a frente.

5.7.2. O manequim deve estar sentado numa superfície plana, horizontal e rígida, sem encosto. O tórax é colocado na vertical e os braços são posicionados num ângulo de 40° ±2° para a frente, em relação à vertical. As pernas são posicionadas na horizontal.

([2]) O pêndulo do pescoço está em conformidade com o American Code of Federal Regulation 49 CFR, capítulo V, parte 572.33(a) (10-1-00 Edition) (ver igualmente a figura 5).

([3]) Recomenda-se a utilização de alvéolos de três polegadas (ver figura 5).

5.7.3. O impactador é um pêndulo com uma massa de 23,4 ±0,2 kg, um diâmetro de 152,4 ±0,25 mm e um raio de curvatura de 12,7 mm ([4]). O impactador está suspenso de articulações rígidas por quatro cabos metálicos, de modo que o eixo do impactador fique situado, pelo menos, 3,5 m abaixo das articulações (ver figura 4).

5.7.4. O impactador deve estar equipado com um acelerómetro sensível na direção do impacto, instalado no eixo do impactador.

5.7.5. O impactador deve balançar livremente contra o ombro do manequim e colidir a uma velocidade de 4,3 ± 0,1 m/s.

5.7.6. A direção do impacto deve ser perpendicular ao eixo anterior-posterior do manequim e o eixo do impactador deve coincidir com o eixo do pivô do braço.

5.7.7. A aceleração máxima do impactador, filtrada na CFC 180 em conformidade com a norma ISO 6487:2000, deve situar-se entre 7,5 e 10,5 g (inclusive).

5.8. Braços

5.8.1. Não é definido qualquer processo de certificação dinâmico para os braços.

5.9. Tórax

5.9.1. Os módulos de costelas são homologados separadamente.

5.9.2. O módulo de costelas é posicionado na vertical num dispositivo próprio para ensaios de queda; o cilindro do módulo é firmemente fixado no suporte do dispositivo.

5.9.3. O impactador é uma massa em queda livre de 7,78 ± 0,01 kg com face plana e 150 ± 2 mm de diâmetro.

5.9.4. O eixo do impactador deve ficar alinhado com o eixo do sistema de guiamento das costelas.

5.9.5. A força do impacto depende da altura da queda, que pode ser de 815, 204 e 459 mm. Destas alturas de queda resultam velocidades de, aproximadamente, 4, 2 e 3 m/s, respetivamente. As alturas de queda aplicadas não devem desviar-se em mais de 1 % dos valores indicados.

5.9.6. Para o efeito, poderá utilizar-se, por exemplo, o transdutor de deslocamento das próprias costelas.

5.9.7. No quadro 5 deste anexo figuram os requisitos de certificação das costelas.

5.9.8. O comportamento funcional do módulo de costelas pode ser ajustado substituindo a mola de regulação existente no interior do cilindro por uma mola de rigidez apropriada.

Quadro 5

Requisitos para a certificação de um módulo de costelas completo

Sequência de ensaio	Altura da queda (exatidão: 1 %) (mm)	Deslocamento mínimo (mm)	Deslocamento máximo (mm)
1	815	46,0	51,0
2	204	23,5	27,5
3	459	36,0	40,0

([4]) O pêndulo está em conformidade com o American Code of Federal Regulation 49 CFR, capítulo V, parte 572.36(a) (10-1-00 Edition) (ver igualmente a figura 4).

5.10. Coluna lombar

5.10.1. A coluna lombar é montada num simulador da cabeça especialmente concebido para a certificação, cuja massa é de 3,9 ± 0,05 kg (ver a figura 6), através de uma placa com 12 mm de espessura e uma massa de 0,205 ± 0,05 kg.

5.10.2. O simulador da cabeça e a coluna lombar são montados em posição invertida na parte inferior de um pêndulo do pescoço ([5]), que permite um movimento lateral do sistema.

5.10.3. O pêndulo do pescoço está equipado com um acelerómetro uniaxial, instalado em conformidade com as especificações aplicáveis (ver figura 5).

5.10.4. Deve deixar-se cair livremente o pêndulo do pescoço de uma altura escolhida, de modo a atingir uma velocidade de impacto de 6,05 ± 0,1 m/s, medida no ponto onde se encontra instalado o acelerómetro.

5.10.5. O pêndulo passa da velocidade de impacto a zero por meio de um dispositivo apropriado ([6]), conforme descrito nas especificações relativas ao pêndulo do pescoço (ver figura 5), o que se traduz por uma variação velocidade--tempo dentro da faixa representada na figura 8 e no quadro 6 do presente anexo. Todos os canais devem ser registados em conformidade com a norma ISO 6487:2000 ou a norma SAE J211 (março de 1995) relativamente aos requisitos de registo de canais de dados e filtrados digitalmente com CFC 180 (ISO 6487:2000 ou SAE J211:1995). A desaceleração do pêndulo é filtrada, em conformidade com CFC 60 (ISO 6487:2000 ou SAE J211:1995).

Quadro 6

Variação da velocidade-tempo do pêndulo na faixa representativa no ensaio de certificação da coluna lombar

Limite temporal máximo (s)	Velocidade (m/s)	Limite temporal mínimo (s)	Velocidade (m/s)
0,001	0,0	0	- 0,05
0,0037	- 0,2397	0,0027	- 0,425
0,027	- 5,8	0,0245	- 6,5
		0,03	- 6,5

5.10.6. O ângulo de flexão máximo do simulador da cabeça em relação ao pêndulo (ângulo dϑA + dϑC, na figura 6) deve estar compreendido entre os 45,0° e os 55,0° (inclusive) e deve ocorrer entre os 39,0 e os 53,0 ms (inclusive).

5.10.7. Os deslocamentos máximos do centro de gravidade do simulador da cabeça medidos nos ângulos dϑA e dϑB (ver figura 6) devem ser: Para a frente da base do pêndulo, o ângulo dϑA deve estar compreendido entre 31,0° e 35,0° (inclusive) e ocorrer entre 44,0 e 52,0 ms (inclusive) e, para trás da base do pêndulo, o ângulo dϑB deve estar compreendido entre 0,8*(ângulo dϑA) + 2,00 e 0,8* (ângulo dϑA) + 4,50° e ocorrer entre 44,0 e 52,0 ms (inclusive).

5.10.8. O comportamento funcional da coluna lombar pode ser ajustado regulando a tensão do cabo.

5.11. Abdómen

5.11.1. O manequim deve estar sentado numa superfície plana, horizontal e rígida, sem encosto. O tórax deve ser colocado na vertical e os braços e as pernas devem ser posicionadas na horizontal.

([5]) O pêndulo do pescoço está em conformidade com o American Code of Federal Regulation 49 CFR, capítulo V, parte 572.33 (10-1-00 Edition) (ver igualmente a figura 5).

([6]) Recomenda-se a utilização de alvéolos de seis polegadas (ver figura 5).

5.11.2. O impactador é um pêndulo com uma massa de 23,4 ±0,2 kg, um diâmetro de 152,4 ±0,25 mm e um raio de curvatura de 12,7 mm ([7]). O impactador está suspenso de articulações rígidas por quatro cabos metálicos, de modo que o eixo do impactador fique situado, pelo menos, 3,5 m abaixo das articulações (ver figura 4).

5.11.3. O impactador deve estar equipado com um acelerómetro sensível na direção do impacto, instalado no eixo do impactador.

5.11.4. O pêndulo deve estar equipado com um elemento impactador horizontal de 1,0 ± 0,01 kg que simula um «apoio de braço». A massa total do impactador, incluindo o elemento que simula o apoio de braço, é de 24,4 ± 0,21 kg. O simulador do apoio de braço é um dispositivo rígido com 70 ±1 mm de altura e 150 ±1 mm de largura, que deve poder penetrar, pelo menos, 60 mm no abdómen. O eixo do pêndulo coincide com o centro do elemento que simula o «apoio de braço».

5.11.5. O impactador deve balançar livremente contra o ombro do manequim e colidir a uma velocidade de 4,0 ± 0,1 m/s.

5.11.6. A direção do impacto deve ser perpendicular ao eixo anterior-posterior do manequim e o eixo do impactador deve passar no centro do transdutor de força abdominal intermédio.

5.11.7. A força máxima exercida pelo impactador, obtida por multiplicação da aceleração do impactador, filtrada na CFC 180 em conformidade com a norma ISO 6487:2000, pela massa impactador/apoio de braço, deve estar compreendida entre 4,0 e 4,8 kN (inclusive) e ocorrer entre os 10,6 e os 13,0 ms (inclusive).

5.11.8. As variações no tempo das forças medidas pelos três transdutores de força abdominais devem ser somadas e filtradas na CFC 600 em conformidade com a norma ISO 6487:2000. A força máxima obtida nesse somatório deve estar compreendida entre 2,2 e 2,7 kN (inclusive) e ocorrer entre os 10,0 e os 12,3 ms (inclusive).

5.12. Bacia

5.12.1. O manequim deve estar sentado numa superfície plana, horizontal e rígida, sem encosto. O tórax deve ser colocado na vertical e os braços e as pernas devem ser posicionadas na horizontal.

5.12.2. O impactador é um pêndulo com uma massa de 23,4 ±0,2 kg, um diâmetro de 152,4 ±0,25 mm e um raio de curvatura de 12,7 mm ([8]). O impactador está suspenso de articulações rígidas por oito cabos metálicos, de modo que o eixo do impactador fique situado, pelo menos, 3,5 m abaixo das articulações (ver figura 4).

5.12.3. O impactador deve estar equipado com um acelerómetro sensível na direção do impacto, instalado no eixo do impactador.

5.12.4. O impactador deve balançar livremente contra a bacia do manequim e colidir a uma velocidade de 4,3 ± 0,1 m/s.

5.12.5. A direção do impacto deve ser perpendicular ao eixo anterior-posterior do manequim e o eixo do impactador deve estar alinhado com o centro da placa posterior do ponto H.

5.12.6. A força máxima exercida pelo impactador, obtida por multiplicação da aceleração do impactador, filtrada na CFC 180 em conformidade com a norma ISO 6487:2000, pela massa do impactador, deve estar compreendida entre 4,4 e 5,4 kN (inclusive) e ocorrer entre os 10,3 e os 15,5 ms (inclusive).

5.12.7. A força exercida na sínfise púbica, filtrada na CFC 600 em conformidade com a norma ISO 6487:2000, deve estar compreendida entre 1,04 e 1,64 kN (inclusive) e ocorrer entre os 9,9 e os 15,9 ms (inclusive).

([7]) O pêndulo está em conformidade com o American Code of Federal Regulation 49 CFR, capítulo V, parte 572.36(a) (10-1-00 Edition) (ver igualmente a figura 4).

([8]) O pêndulo está em conformidade com o American Code of Federal Regulation 49 CFR, capítulo V, parte 572.36(a) (10-1-00 Edition) (ver igualmente a figura 4).

5.13. Pernas

5.13.1. Não é definido qualquer processo de certificação dinâmico para as pernas.

Figura 3

Ilustração de uma instalação de ensaio para a certificação de um manequim de colisão lateral

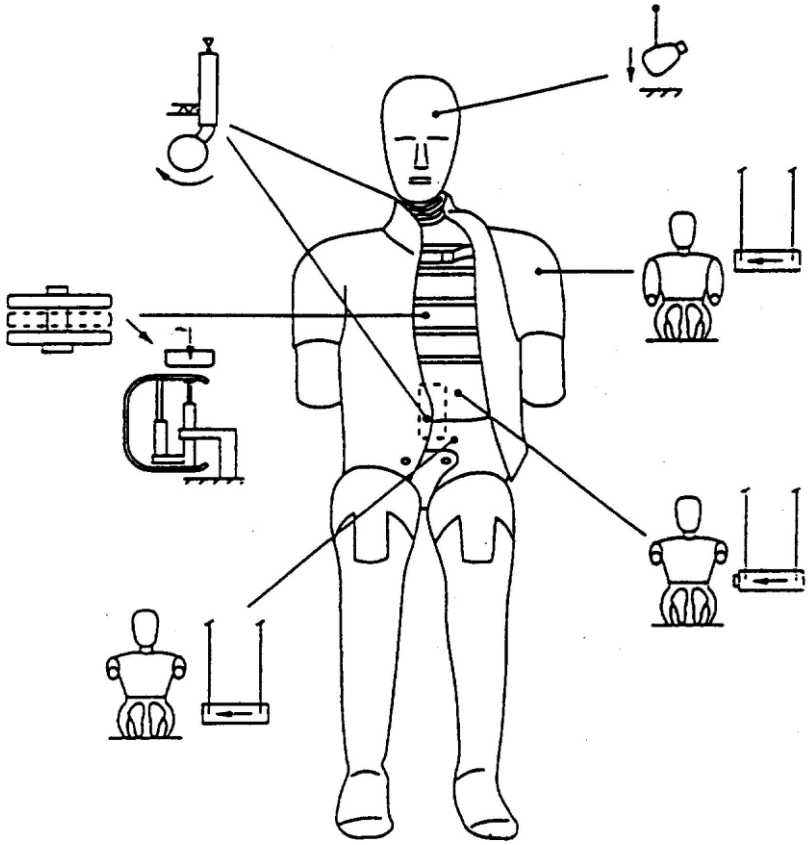


Figura 4

Suspensão do pêndulo impactador de 23,4 kg

À esquerda: Suspensão por quatro cabos metálicos (sem cabos cruzados)

À direita: Suspensão por oito cabos metálicos

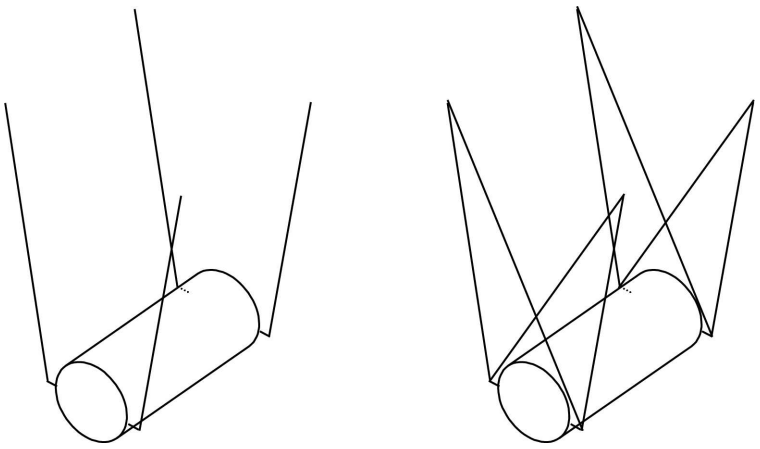


Figura 5

Valores-limite do tempo de desaceleração do pêndulo para o ensaio de certificação do pescoço

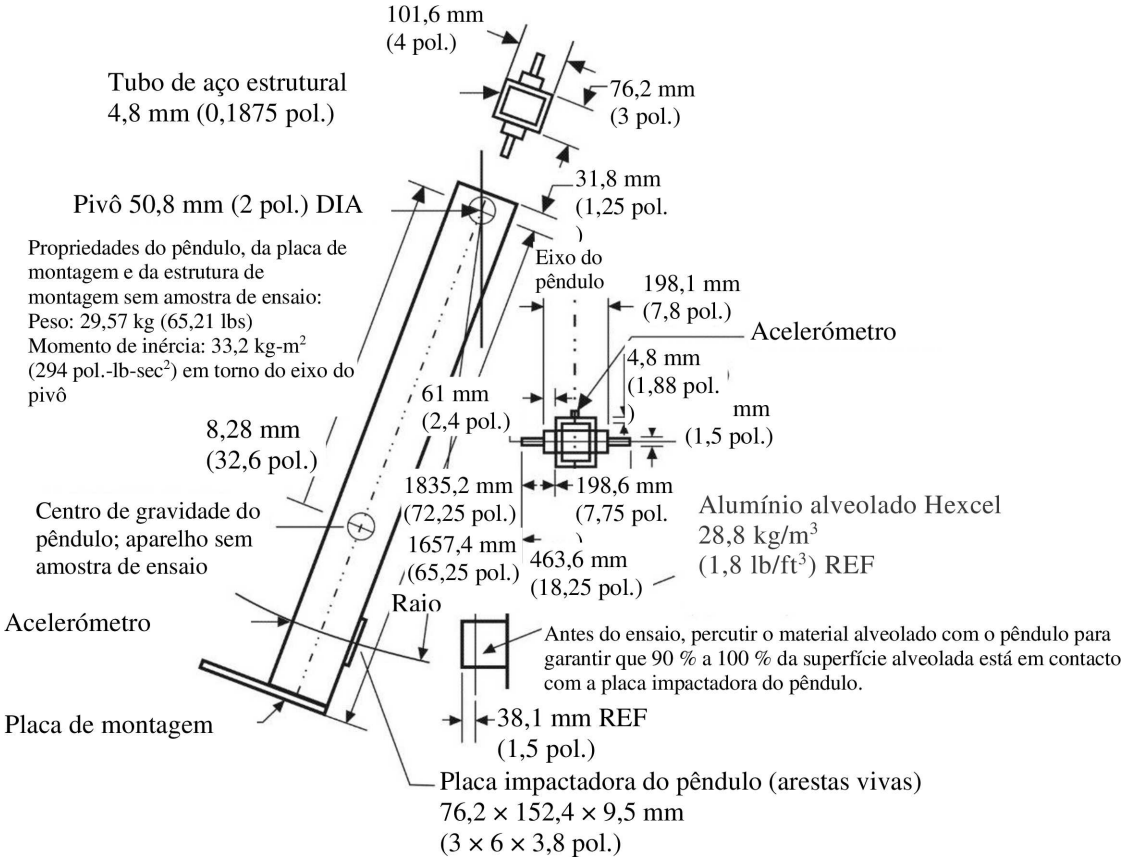


Figura 6

Valores-limite do tempo de desaceleração do pêndulo para o ensaio de certificação da coluna lombar

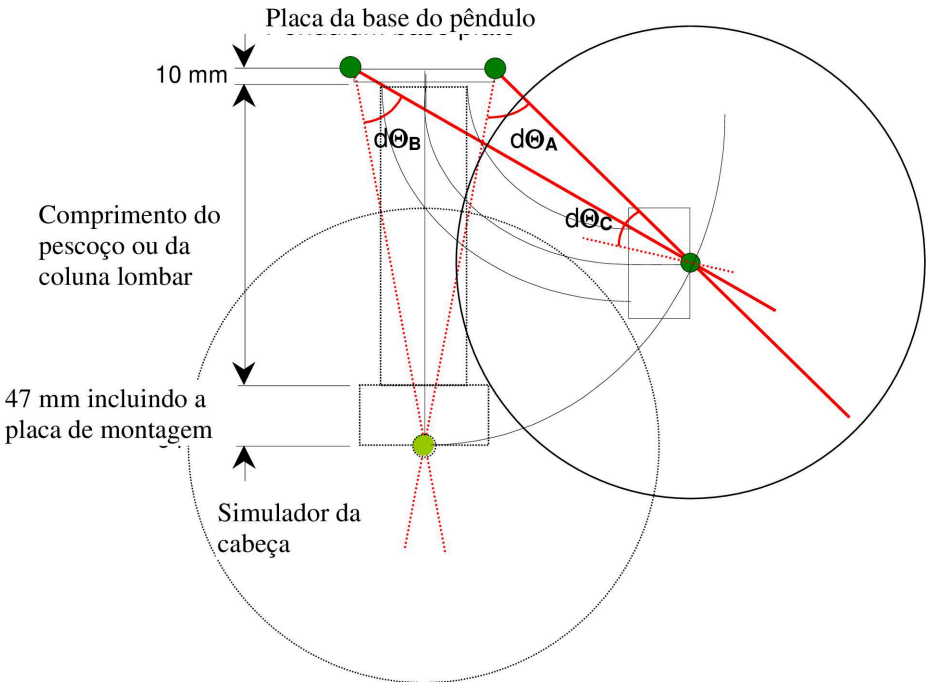


Figura 7

Variação velocidade-tempo do pêndulo na faixa representativa no ensaio de certificação do pescoço

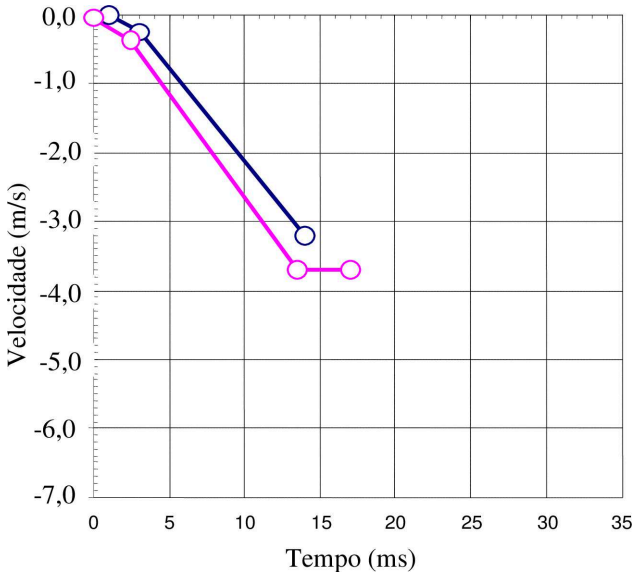
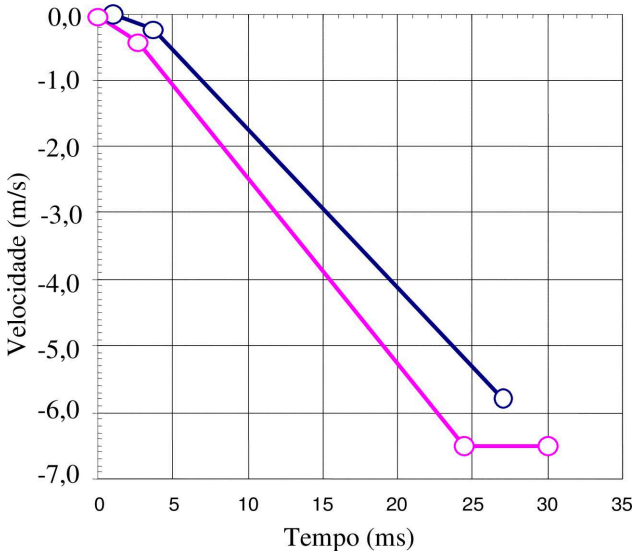


Figura 8

Variação da velocidade-tempo do pêndulo na faixa representativa no ensaio de certificação da coluna lombar



ANEXO 7

Instalação do manequim a utilizar no ensaio de colisão lateral

1. Considerações gerais

1.1. O manequim de colisão lateral descrito no anexo 6 do presente regulamento deve ser utilizado de acordo com o seguinte procedimento de instalação.

2. Instalação

2.1. Regular as articulações do joelho e do tornozelo para que exerçam o aperto necessário para sustentar a perna e o pé apenas quando estes se encontrarem na posição horizontal (1 a 2 g — regulação).

2.2. Verificar se o manequim está bem adaptado à direção de impacto pretendida.

2.3. Vestir o manequim com roupa de algodão extensível e bem justa ao corpo (camisa de manga curta e calças pelo meio da barriga da perna).

2.4. Calçar um sapato em cada pé.

2.5. Instalar o manequim no banco lateral da frente do lado que vai sofrer a colisão, conforme especificado na descrição do ensaio de colisão lateral.

2.6. O plano de simetria do manequim deve coincidir com o plano vertical médio do lugar sentado indicado.

2.7. A bacia do manequim deve ser posicionada de modo que a linha lateral que passa nos pontos H do manequim seja perpendicular ao plano longitudinal central do banco. A linha que passa nos pontos H do manequim deve ser horizontal, admitindo-se uma inclinação máxima de ±2° ([1]).

A posição correta da bacia do manequim pode ser verificada em relação ao ponto H por meio dos orifícios M_3 existentes nas placas posteriores do ponto H, de cada lado da bacia do manequim ES-2. Os orifícios M_3 estão indicados com a menção «Hm». Devem situar-se num círculo com um raio de 10 mm em torno do ponto H do manequim.

Posição correta da bacia do manequim

2.8. A parte superior do tronco deve ser primeiro inclinada para a frente e, a seguir, bem recostada contra o encosto do banco (ver nota 1). Os ombros do manequim devem ser totalmente puxados para trás.

2.9. Independentemente do lugar onde o manequim for instalado, o ângulo entre o braço e a linha de referência tronco-braço de cada lado deve ser de 40° ±5°. A linha de referência tronco-braço é definida como a intersecção do plano tangente à superfície anterior das costelas com o plano vertical longitudinal do manequim que contém o braço.

2.10. Para a posição sentada do condutor, sem provocar movimentos da bacia ou do tronco, apoiar o pé direito do manequim no pedal do acelerador, sem pressão, e com o calcanhar assente o mais à frente possível no piso. Assentar o pé esquerdo perpendicularmente à perna, com o calcanhar apoiado no piso e na mesma linha lateral que o calcanhar do pé direito. Ajustar os joelhos do manequim por forma que as suas superfícies exteriores passem a distar 150 ±10 mm do plano de simetria do manequim. Se tal for possível nas condições descritas, apoiar as coxas do manequim na almofada do banco.

2.11. Para a posição sentada do condutor, sem provocar movimentos da bacia ou do tronco, apoiar os calcanhares do manequim o mais à frente possível no piso, sem exercer na almofada do banco uma pressão superior à devida ao peso das próprias pernas. Ajustar os joelhos do manequim por forma que as suas superfícies exteriores passem a distar 150 ±10 mm do plano de simetria do manequim.

([1]) O manequim pode estar equipado com sensores de inclinação no tórax e na bacia. Esses instrumentos servem para se obter a posição pretendida.

ANEXO 8

Ensaio parcial

1. Objetivo

O objetivo dos ensaios descritos é verificar se um veículo modificado apresenta características de absorção de energia, pelo menos, equivalentes (ou superiores) às do modelo de veículo homologado ao abrigo do presente regulamento.

2. Procedimentos e instalações

2.1. Ensaios de referência

2.1.1. Efetuam-se dois ensaios dinâmicos com dois impactadores diferentes (figura 1), utilizando, para o efeito, os acolchoamentos ensaiados durante a homologação do veículo, montados numa nova estrutura lateral do veículo a homologar.

2.1.1.1. O impactador em forma de cabeça descrito no ponto 3.1.1 abaixo deve embater, a 24,1 km/h, na zona atingida pela cabeça EUROSID aquando da homologação do veículo. O resultado do ensaio deve ser registado e deve proceder-se ao cálculo do HPC. Contudo, não será necessário efetuar este ensaio se, nos ensaios descritos no anexo 4 do presente regulamento: a cabeça só tiver embatido nas vidraças das portas, desde que estas não sejam de vidro laminado.

2.1.1.2. O bloco impactador em forma de tronco, definido no ponto 3.2.1 abaixo, deve embater, a 24,1 km/h, na zona lateral atingida pelos ombros, braços e tórax do EUROSID durante a homologação do veículo. O resultado do ensaio deve ser registado e deve proceder-se ao cálculo do HPC.

2.2. Ensaio de homologação

2.2.1. Repetem-se os ensaios especificados nos pontos 2.1.1.1 e 2.1.1.2 acima com os novos acolchoamentos, banco, etc., apresentados para a extensão da homologação e instalados numa nova estrutura lateral do veículo, procedendo-se ao registo dos novos resultados e ao cálculo dos HPC correspondentes.

2.2.1.1. Se os HPC calculados a partir dos resultados dos dois ensaios de homologação forem inferiores aos obtidos nos ensaios de referência (efetuados com os acolchoamentos ou bancos originalmente homologados), deve ser concedida a extensão.

2.2.1.2. Se os novos HPC forem superiores aos obtidos nos ensaios de referência, deve ser efetuado um novo ensaio completo (com os acolchoamentos, bancos, etc., propostos).

3. Equipamento de ensaio

3.1. Impactador em forma de cabeça (figura 2)

3.1.1. É constituído por um impactor linear rígido e totalmente dirigido com uma massa de 6,8 kg. A sua superfície de impacto é hemisférica, com um diâmetro de 165 mm.

3.1.2. O simulador da cabeça deve estar equipado com dois acelerómetros e um dispositivo de medição da velocidade, todos eles capazes de medir valores na direção do impacto.

3.2. Bloco impactador em forma de tronco (figura 3)

3.2.1. É constituído por um impactador linear rígido e totalmente dirigido com uma massa de 30 kg. As suas dimensões, incluindo as da secção transversal, são as representadas na figura 3.

3.2.2. Deve estar equipado com dois acelerómetros e um dispositivo de medição da velocidade, todos eles capazes de efetuar medições na direção de impacto.

ANEXO 9

Procedimentos de ensaio para veículos equipados com grupo motopropulsor elétrico

O presente anexo descreve os procedimentos de ensaio para demonstrar a conformidade com os requisitos de segurança elétrica do ponto 5.3.7. Por exemplo, as medições com um megaohmímetro ou um osciloscópio são uma alternativa adequada ao procedimento descrito a seguir para a medição da resistência do isolamento. Neste caso, pode ser necessário desativar o sistema de monitorização da resistência do isolamento a bordo.

Antes de realizar o ensaio de colisão de veículo, a tensão no barramento de alta tensão (Ub) (ver figura 1) deve ser medida e registada para confirmar que está dentro da gama de tensões de funcionamento do veículo, conforme especificado pelo fabricante do veículo.

1. Instalação e método de ensaio

Se for usada a função de corte da alta tensão, as medições devem ser efetuadas de ambos os lados do dispositivo que executa a função de corte.

No entanto, se a função de corte da alta tensão fizer parte integrante do SRAEE ou do sistema de conversão de energia e o barramento do SRAEE ou o sistema de conversão de energia estiverem protegidos de acordo com o grau de proteção IPXXB na sequência do ensaio de colisão, as medições só podem ser efetuadas entre o dispositivo que executa a função de corte e as cargas elétricas.

O voltímetro utilizado neste ensaio deve medir os valores em CC e ter uma resistência interna mínima de 10 MΩ.

2. As seguintes instruções podem ser usadas se a tensão for medida.

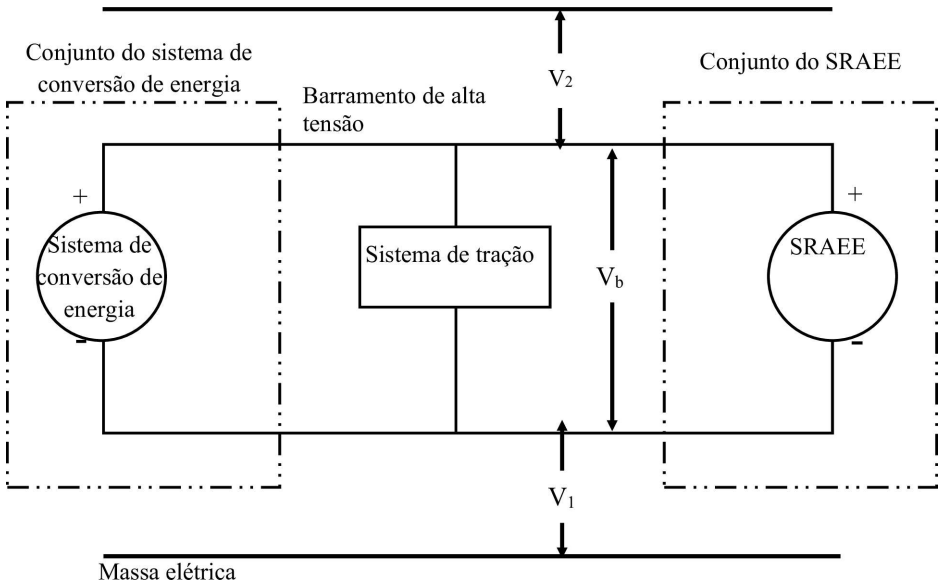
Após o ensaio de colisão, determinar as tensões do barramento de alta tensão (U_b, U_1, U_2) (ver figura 1 abaixo).

A medição da tensão deve ser efetuada entre 10 segundos e 60 segundos após a colisão.

Este procedimento não é aplicável se o ensaio for realizado sem colocar o grupo motopropulsor elétrico sob tensão.

Figura 1

Medição de U_b, U_1, U_2



3. Procedimento de avaliação para a baixa energia elétrica

Antes da colisão, ligar simultaneamente um comutador S_1 e uma resistência de descarga conhecida R_e ao condensador relevante (ver figura 2 abaixo).

a) No mínimo 10 segundos e no máximo 60 segundos após a colisão, o comutador S1 deve ser fechado e a tensão U_b e a corrente Ie medidas e registadas. O produto da tensão U_b pela corrente Ie deve ser integrado ao longo do tempo, a partir do momento em que o comutador S1 é fechado (tc) até que a tensão U_b desça abaixo do limiar de alta tensão de 60 V CC (th). O valor do integral que daí resulta é igual à energia total (TE) em joules.

$$TE = \int_{tc}^{th} \mathbf{U_b} \times I_e dt$$

b) Quando U_b é medida num ponto no tempo entre 10 segundos e 60 segundos após a colisão e a capacidade dos condensadores X (C_x) é especificada pelo fabricante, a energia total (TE) deve ser calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$TE = 0{,}5 \times C_x \times U_b^2$$

c) Quando U_1 e U_2 (ver figura 1 acima) são medidas num ponto no tempo entre 10 segundos e 60 segundos após a colisão e as capacidades dos condensadores Y (C_{y1}, C_{y2}) são indicadas pelo fabricante, a energia total (TE_{y1}, TE_{y2}) deve ser calculada de acordo com as seguintes fórmulas:

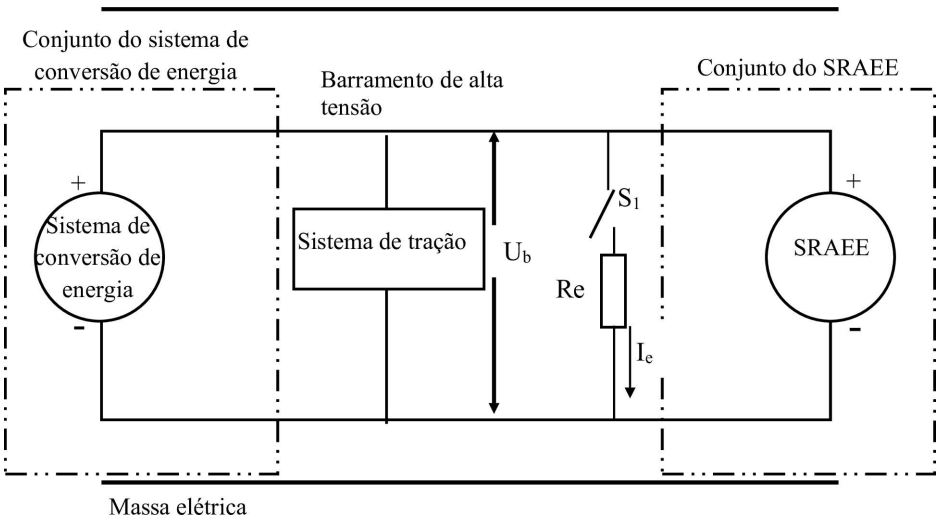
$$TE_{y1} = 0{,}5 \times C_{y1} \times U_1^2$$

$$TE_{y2} = 0{,}5 \times C_{y2} \times U_2^2$$

Este procedimento não é aplicável se o ensaio for realizado sem colocar o grupo motopropulsor elétrico sob tensão.

Figura 2

Por exemplo, medição da energia de alta tensão armazenada nos condensadores X



4. Proteção física

Após o ensaio de colisão do veículo, quaisquer partes que envolvam os componentes de alta tensão devem ser abertas, desmontadas ou removidas, sem a utilização de ferramentas. Todas as restantes partes envolventes devem ser consideradas parte da proteção física.

O dedo de ensaio articulado descrito na figura 3 deve ser inserido em todos os espaços ou aberturas da proteção física com uma força de ensaio de 10 N ± 10 % para efeitos da avaliação da segurança elétrica. Se o dedo de ensaio articulado penetrar total ou parcialmente na proteção física, o dedo de ensaio articulado deve ser colocado em todas as posições especificadas a seguir.

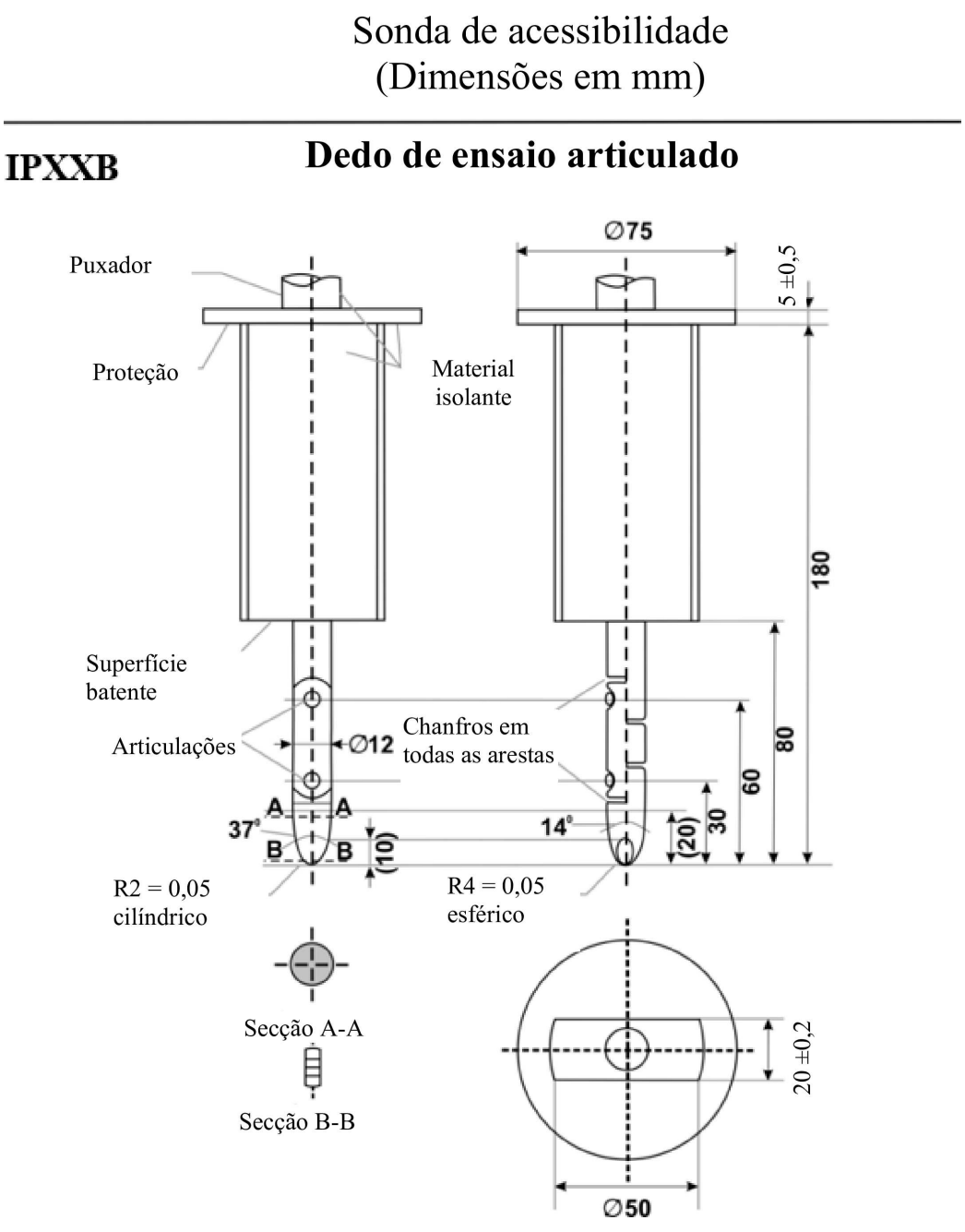
Partindo de uma posição completamente direita, ambas as articulações do dedo de ensaio devem ser progressivamente rodadas até formar um ângulo de 90° com o eixo da secção adjacente do dedo e devem ser colocadas em todas as posições possíveis.

As barreiras de proteção elétrica internas são consideradas parte da caixa de proteção.

Se for caso disso, deve ser ligada uma fonte de alimentação de baixa tensão (não menos de 40 V e não mais de 50 V), em série com uma luz adequada entre o dedo de ensaio articulado e as partes sob alta tensão no interior da barreira ou caixa de proteção elétrica.

Figura 3

Dedo de ensaio articulado



Material: metal, salvo especificação em contrário

Dimensões lineares em milímetros.

Tolerâncias ou dimensões sem tolerâncias específicas:

a) Nos ângulos: +0/-10 segundos;

b) Nas dimensões lineares:

i) até 25 mm: +0/- 0,05;

ii) superiores a 25 mm: ±0,2.

Ambas as articulações devem permitir um movimento no mesmo plano, no mesmo sentido, num ângulo de 90°, com uma tolerância de 0° a +10°.

Os requisitos do ponto 5.3.7.1.3 do presente regulamento devem considerar-se cumpridos se for impossível ao dedo de ensaio articulado descrito na figura 3 entrar em contacto com partes sob alta tensão.

Se for necessário, pode utilizar-se um espelho ou um fibroscópio para inspecionar se o dedo de ensaio articulado toca os barramentos de alta tensão.

Se este requisito for verificado através de um circuito de sinalização entre o dedo de ensaio articulado e as partes sob alta tensão, a luz não deve acender-se.

4.1. Método de ensaio para medição da resistência elétrica:

a) Método de ensaio utilizando um dispositivo de teste de resistência.

O dispositivo de teste de resistência está ligado aos pontos de medição (normalmente, a massa elétrica e a caixa de proteção condutora ou a barreira de proteção elétrica condutora) e a resistência é medida utilizando um dispositivo de teste de resistência que cumpre a especificação que se segue:

i) Dispositivo de teste de resistência: medição de corrente de, pelo menos, 0,2 A;

ii) Resolução: 0,01 Ω ou inferior;

iii) A resistência R deve ser inferior a 0,1 Ω.

b) Método de ensaio com alimentação em corrente contínua, voltímetro e amperímetro.

A alimentação em CC, o voltímetro e o amperímetro estão ligados aos pontos de medição (normalmente, a massa elétrica e a caixa de proteção condutora ou a barreira de proteção elétrica).

Regula-se a tensão da alimentação em CC de modo a obter uma intensidade igual ou superior a 0,2 A.

Mede-se a intensidade «I» e a tensão «U».

Calcula-se a resistência «R» de acordo com a seguinte fórmula:

$$R = U / I$$

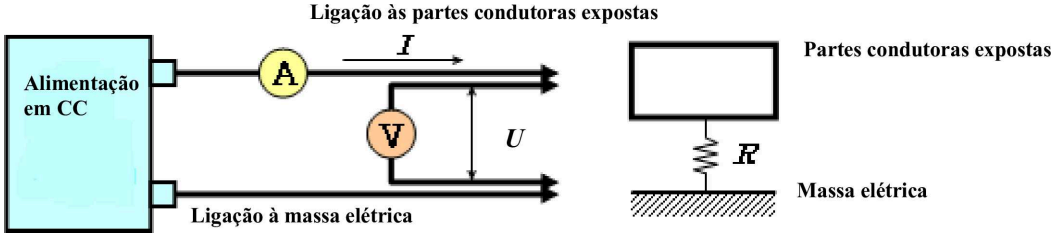
A resistência R deve ser inferior a 0,1 Ω.

Nota: se forem utilizados fios condutores para a medição da tensão e da intensidade, cada fio condutor deve estar ligado de forma independente à barreira de proteção elétrica ou caixa de proteção elétrica ou massa elétrica. O terminal pode ser comum para a medição da tensão e da intensidade.

Indica-se a seguir um exemplo de método de ensaio com alimentação em CC, voltímetro e amperímetro.

Figura 4

Exemplo de método de ensaio que utiliza alimentação em CC



5. Resistência do isolamento

5.1. Considerações gerais

A resistência do isolamento de cada barramento de alta tensão do veículo é medida ou deve ser determinada através do cálculo dos valores de medição de cada parte ou componente de um barramento de alta tensão.

Todas as medições para calcular a(s) tensão(ões) e o isolamento elétrico são efetuadas após um mínimo de 10 s após o impacto.

5.2. Método de medição.

A medição da resistência do isolamento realiza-se selecionando um método de medição apropriado de entre os enumerados nos pontos 5.2.1 a 5.2.2 do presente anexo, consoante a carga elétrica das partes sob tensão ou da resistência do isolamento.

A gama de tensões do circuito elétrico a medir é clarificada antecipadamente, utilizando diagramas do circuito elétrico. Se os barramentos de alta tensão estiverem isolados galvanicamente entre si, a resistência do isolamento deve ser medida para cada circuito elétrico.

Além disso, podem ser efetuadas as modificações necessárias para permitir medir a resistência do isolamento, nomeadamente remoção do invólucro para se aceder às partes sob tensão, colocação de cabos de medição e alterações no *software*.

Nos casos em que os valores medidos não sejam estáveis, devido ao funcionamento de um sistema a bordo de monitorização da resistência do isolamento, podem ser realizadas as modificações necessárias para efetuar a medição, ao desligar o dispositivo em funcionamento ou ao removê-lo. Além disso, quando o dispositivo é removido, convém utilizar um conjunto de esquemas para provar que a resistência do isolamento entre as partes sob tensão e a massa elétrica se mantém inalterada.

Estas alterações não devem influenciar os resultados do ensaio.

Deve ter-se o máximo cuidado para evitar curtos-circuitos e choques elétricos, pois essa comprovação pode requerer um funcionamento direto do circuito de alta tensão.

5.2.1. Método de medição utilizando CC de fontes de energia exteriores.

5.2.1.1. Instrumento de medição.

Deve ser utilizado um instrumento de ensaio da resistência do isolamento capaz de aplicar uma tensão de CC superior à tensão de funcionamento do barramento de alta tensão.

5.2.1.2. Método de medição.

Liga-se um instrumento de ensaio da resistência do isolamento entre as partes sob tensão e a massa elétrica. Em seguida, é medida a resistência do isolamento utilizando um instrumento de ensaio capaz de aplicar uma tensão de CC equivalente a, pelo menos, metade da tensão de funcionamento do barramento de alta tensão.

Se o sistema tiver diversas gamas de tensões (por exemplo, por causa de um conversor-elevador) num circuito galvanicamente ligado e alguns dos componentes não puderem resistir à tensão de funcionamento do circuito completo, a resistência do isolamento entre esses componentes e a massa elétrica pode ser medida separadamente aplicando, pelo menos, metade da própria tensão de funcionamento com esses componentes desligados.

5.2.2. Método de medição utilizando o SRAEE do veículo como fonte de alimentação de CC

5.2.2.1. Condições de ensaio do veículo

O barramento de alta tensão é alimentado a energia elétrica pelo SRAEE do veículo e/ou pelo sistema de conversão de energia, devendo o nível de tensão ao longo de todo o ensaio ser, pelo menos, igual à tensão nominal de funcionamento indicada pelo fabricante do veículo.

5.2.2.2. Instrumento de medição.

O voltímetro utilizado neste ensaio deve medir os valores em CC e ter uma resistência interna mínima de 10 MΩ.

5.2.2.3. Método de medição.

5.2.2.3.1. Primeira etapa

A tensão é medida como se indica na figura 1 e é registada a tensão do barramento de alta tensão (U_b). O valor de U_b deve ser igual ou superior à tensão nominal de funcionamento do SRAEE e/ou do sistema de conversão de energia indicado pelo fabricante do veículo.

5.2.2.3.2. Segunda etapa

A tensão (U_1) entre o polo negativo do barramento de alta tensão e a massa elétrica é medida e registada (ver figura 1).

5.2.2.3.3. Terceira etapa

A tensão (U_2) entre o polo negativo do barramento de alta tensão e a massa elétrica é medida e registada (ver figura 1).

5.2.2.3.4. Quarta etapa

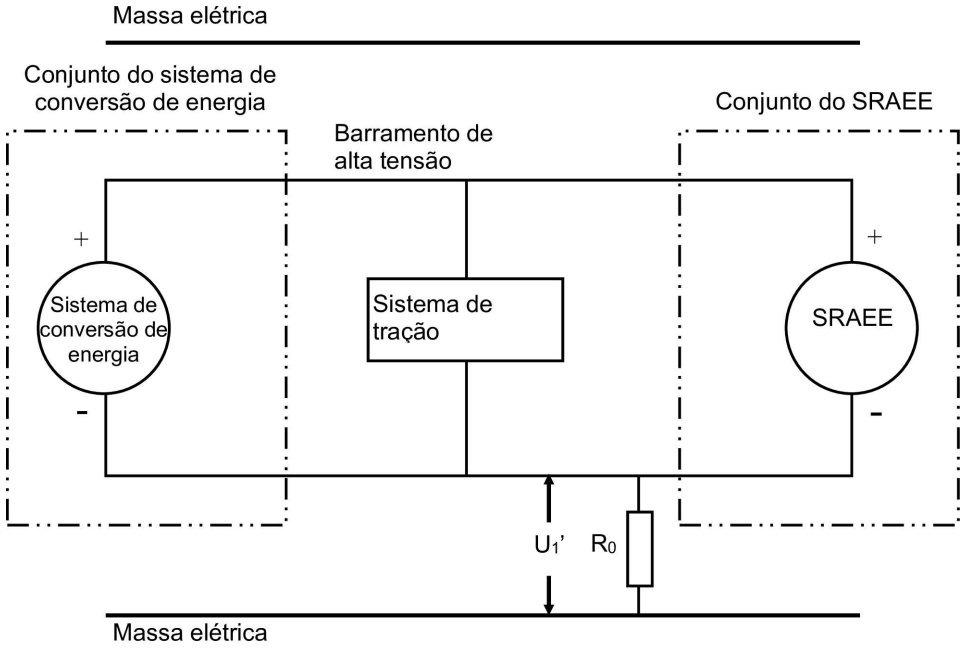
Se U_1 for igual ou maior do que U_2, insere-se uma resistência normalizada conhecida (Ro) entre o polo negativo do barramento de alta tensão e a massa elétrica. Com a Ro instalada, medir e registar a tensão (U_1') entre o polo negativo do barramento de alta tensão e a massa elétrica (ver figura 5).

O isolamento elétrico (Ri) é calculado por meio da seguinte fórmula:

$$Ri = Ro*U_b*(1/U_1' - 1/U_1)$$

Figura 5

Medição de U_1'

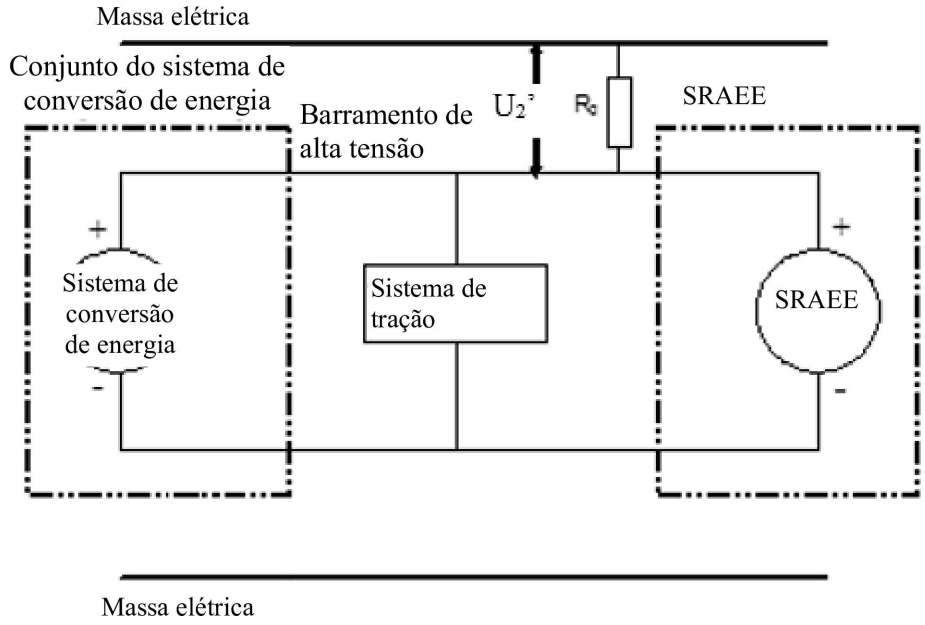


Se U_2 for maior do que U_1, inserir uma resistência normalizada conhecida (R_o) entre o polo positivo do barramento de alta tensão e a massa elétrica. Com a R_o instalada, medir e registar a tensão (U_2') entre o polo positivo do barramento de alta tensão e a massa elétrica (ver figura 6 abaixo). O isolamento elétrico (Ri) é calculado por meio da seguinte fórmula:

$$R_i = R_o * U_b * (1/U_2' - 1/U_2)$$

Figura 6

Medição de U_2'



5.2.2.3.5. Quinto passo

O isolamento elétrico Ri (em Ω), dividido pela tensão de funcionamento do barramento de alta tensão (em V), é igual à resistência do isolamento (em Ω/V).

Nota: a resistência normalizada conhecida R_o (em Ω) deve ser o valor mínimo requerido da resistência do isolamento (em Ω/V) multiplicado pela tensão de funcionamento (em V) do veículo mais/menos 20 %. Não é necessário que R_o tenha este valor preciso, uma vez que as fórmulas são válidas para qualquer R_o; no entanto, um valor R_o nesta gama deve garantir uma boa resolução para as medições da tensão.

6. Derramamento de eletrólitos

Deve ser aplicado um revestimento adequado, se necessário, à proteção física (invólucro), a fim de confirmar qualquer derramamento de eletrólito do SRAEE após o ensaio de colisão. A menos que o fabricante forneça meios para distinguir o derramamento de diferentes líquidos, todos os derramamentos de líquido são considerados como derramamentos de eletrólito.

7. A conformidade com os requisitos de retenção do SRAE deve ser determinada por inspeção visual.

ANEXO 10

Condições e procedimentos de ensaio para a avaliação da integridade pós-colisão do sistema de combustível hidrogénio

1. Objetivo

Determinação da conformidade com os requisitos do ponto 5.3.7 do presente regulamento.

2. Definições

Para efeitos do presente anexo, entende-se por:

2.1. «*Espaços fechados*», os volumes especiais no interior do veículo (ou do contorno do veículo em todas as aberturas) que são externos ao sistema de hidrogénio [sistema de armazenamento, sistema de pilha de combustível, motor de combustão interna (ICE) e sistema de gestão do caudal de combustível].

2.2. «*Compartimento de bagagens*», o espaço no veículo destinado a bagagens e/ou mercadorias, limitado por tejadilho, capô, piso, paredes laterais e separado do habitáculo pela antepara da frente ou pela antepara da retaguarda.

2.3. «*Pressão nominal de serviço (PNS)*», a pressão manométrica que caracteriza o funcionamento típico de um sistema. Para os reservatórios de hidrogénio gasoso comprimido, a PNS é a pressão estabilizada do gás comprimido num reservatório ou sistema de armazenamento completamente cheios a uma temperatura uniforme de 15 °C.

3. Preparação, instrumentos e condições de ensaio

3.1. Sistemas de armazenamento de hidrogénio comprimido e tubagens a jusante

3.1.1. Antes de realizar o ensaio de colisão, instalam-se os instrumentos no sistema de armazenamento de hidrogénio comprimido para efetuar as medições de pressão e temperatura exigidas se o veículo de série não dispuser já de instrumentos com a precisão requerida.

3.1.2. Purga-se, em seguida, o sistema de armazenamento de hidrogénio, se for caso disso, seguindo as instruções do fabricante para remover impurezas do reservatório antes de encher o sistema de armazenamento com hidrogénio ou hélio gasosos comprimidos. Dado que a pressão do sistema de armazenamento varia com a temperatura, a pressão de enchimento visada é função da temperatura. A pressão visada é determinada a partir da seguinte equação:

$$P_{target} = PNS \times (273 + T_o) / 288$$

em que PNS é a pressão nominal de serviço (MPa), T_o é a temperatura ambiente à qual se espera que o sistema de armazenamento se estabilize, e P_{target} é a pressão de enchimento visada após a temperatura de ensaio se estabilizar.

3.1.3. Enche-se o reservatório até um mínimo de 95 % da pressão de enchimento visada e deixa-se assentar (estabilizar) antes de realizar o ensaio de colisão.

3.1.4. A válvula principal de fecho e as válvulas de fecho para o hidrogénio gasoso, localizadas nas tubagens a jusante, são mantidas abertas, em condições normais de condução, imediatamente antes do impacto.

3.2. Espaços fechados

3.2.1. Os sensores são selecionados para medir quer a acumulação de hidrogénio ou de hélio gasosos, quer a redução de oxigénio (devido à deslocação de ar causada por fugas de hidrogénio/hélio).

3.2.2. Calibram-se os sensores de acordo com referências rastreáveis, a fim de garantir uma precisão de ±5 % nos critérios visados de 4 % para o hidrogénio ou 3 % para o hélio por volume em ar e de uma capacidade de medição em toda a escala de, pelo menos, 25 % acima dos critérios visados. O sensor deve ter uma resposta de 90 % a uma variação da concentração da escala completa num lapso de 10 segundos.

3.2.3. Antes do impacto da colisão, os sensores são colocados no habitáculo e no compartimento de bagagens do veículo do seguinte modo:

a) A uma distância máxima de 250 mm do revestimento do teto acima do banco do condutor ou próximo da parte central superior do habitáculo;

b) A uma distância máxima de 250 mm do piso à frente do lugar da retaguarda (ou do lugar mais recuado) do habitáculo; e

c) A uma distância máxima de 100 mm da cobertura dos compartimentos de bagagens no interior do veículo que não sejam diretamente afetados pelo impacto específico da colisão a realizar.

3.2.4. Os sensores devem ser montados de forma segura na estrutura do veículo ou nos bancos e estar protegidos, para os ensaios de colisão planeados, contra fragmentos, gases emitidos pelos sacos de ar e objetos projetados. Registam-se as medições que se seguem à colisão com instrumentos localizados no veículo ou por transmissão à distância.

3.2.5. O ensaio pode ser realizado quer no exterior, numa zona protegida do vento e de possíveis efeitos solares, quer no interior, num espaço suficientemente amplo ou ventilado, para evitar uma acumulação de hidrogénio superior a 10 % dos critérios visados no habitáculo e no compartimento de bagagens.

4. Ensaio de estanquidade pós-colisão para um sistema de armazenamento de hidrogénio comprimido cheio de hidrogénio comprimido

4.1. A pressão de hidrogénio gasoso, P_0 (MPa), e a temperatura, T_0 (°C) são medidas imediatamente antes do impacto e, em seguida, num intervalo de tempo, Δt (min.), após o impacto.

4.1.1. O intervalo de tempo Δt tem início quando o veículo se imobiliza após o impacto e continua durante, pelo menos, 60 minutos.

4.1.2. O intervalo de tempo Δt deve ser aumentado, se necessário, a fim de ter em conta a precisão de medição de um sistema de armazenamento com um grande volume que funcione a uma pressão menor ou igual a 70 MPa; nesse caso, pode calcular-se Δt com a seguinte fórmula:

$$\Delta t = V_{CHSS} \times PNS / 1\,000 \times ((-0{,}027 \times NWP + 4) \times R_s - 0{,}21) - 1{,}7 \times R_s$$

em que $R_s = P_s / PNS$, P_s é o intervalo de pressões do sensor de pressão (MPa), PNS é a pressão nominal de serviço (MPa), V_{CHSS} é o volume do sistema de armazenamento de hidrogénio comprimido (L) e Δt é o intervalo de tempo (min).

4.1.3. Se o valor calculado para Δt for inferior a 60 minutos, toma-se o valor de 60 minutos para Δt.

4.2. A massa inicial de hidrogénio no sistema de armazenamento pode calcular-se do seguinte modo:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_0)$$

$$\rho_o' = -0{,}0027 \times (P_0')^2 + 0{,}75 \times P_0' + 1{,}07$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{CHSS}$$

4.3. Da mesma forma, calcula-se a massa final de hidrogénio no sistema de armazenamento, M_f, no fim do intervalo de tempo Δt, da seguinte forma:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0{,}0027 \times (P_f')^2 + 0{,}75 \times P_f' + 1{,}07$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{CHSS}$$

em que P_f é a pressão final medida (MPa) no fim do intervalo de tempo, e T_f é a temperatura final medida (°C).

4.4. Assim, o caudal médio de hidrogénio durante o intervalo de tempo é o seguinte:

$$V_{H2} = (M_f\text{-}M_o) / \Delta t \times 22{,}41 / 2{,}016 \times (P_{target} / P_o)$$

em que V_{H2} é o caudal volumétrico médio (NL/min) durante o intervalo de tempo e o termo (P_{target}/P_o) é utilizado para compensar as diferenças entre a pressão inicial medida (P_o) e a pressão de enchimento visada (P_{target}).

5. Ensaio de estanquidade pós-colisão para um sistema de armazenamento de hidrogénio comprimido enchido com hélio comprimido.

5.1. A pressão de hélio gasoso, P_0 (MPa) e a temperatura, T_0 (C) são medidas imediatamente antes do impacto e, em seguida, num intervalo de tempo predeterminado após o impacto.

5.1.1. O intervalo de tempo Δt tem início quando o veículo se imobiliza após o impacto e continua durante, pelo menos, 60 minutos.

5.1.2. O intervalo de tempo Δt deve ser aumentado, se necessário, a fim de ter em conta a precisão de medição de um sistema de armazenamento com um grande volume que funcione a uma pressão menor ou igual a 70 MPa; nesse caso, pode calcular-se Δt com a seguinte equação:

$$\Delta t = V_{CHSS} \times PNS / 1\,000 \times ((-0{,}028 \times PNS + 5{,}5) \times R_s - 0{,}3) - 2{,}6 \times R_s$$

em que $R_s = P_s / PNS$, P_s é o intervalo de pressões do sensor de pressão (MPa), PNS é a pressão nominal de serviço (MPa), V_{CHSS} é o volume do sistema de armazenamento de hidrogénio comprimido (L) e Δt é o intervalo de tempo (min).

5.1.3. Se o valor obtido para Δt for inferior a 60 minutos, toma-se o valor de 60 minutos para Δt.

5.2. Calcula-se a massa inicial de hélio no sistema de armazenamento do seguinte modo:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_0)$$

$$\rho_o' = -0{,}0043 \times (P_0')^2 + 1{,}53 \times P_0' + 1{,}49$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{CHSS}$$

5.3. Calcula-se a massa final de hélio no sistema de armazenamento no fim do intervalo de tempo Δt, da seguinte forma:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0{,}0043 \times (P_f')^2 + 1{,}53 \times P_f' + 1{,}49$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{CHSS}$$

em que P_f é a pressão final medida (MPa) no fim do intervalo de tempo, e T_f é a temperatura final medida (°C).

5.4. Assim, o caudal médio de hélio durante o intervalo de tempo é o seguinte:

$$V_{He} = (M_f\text{-}M_o) / \Delta t \times 22{,}41 / 4{,}003 \times (P_{target} / P_o)$$

em que V_{He} é o caudal volumétrico médio (NL/min) durante o intervalo de tempo e o termo (P_{target}/P_o) é utilizado para compensar as diferenças entre a pressão inicial medida (P_o) e a pressão de enchimento visada (P_{target}).

5.5. Calcula-se a conversão do caudal volumétrico médio de hélio para o caudal médio de hidrogénio com base na seguinte fórmula:

$$V_{H2} = V_{He} / 0{,}75$$

em que V_{H2} é o caudal volumétrico médio de hidrogénio correspondente.

6. Medição da concentração pós-colisão em espaços fechados

6.1. A recolha de dados pós-colisão em espaços fechados tem início quando o veículo se imobiliza. Os dados dos sensores instalados em conformidade com o ponto 3.2 do presente anexo são recolhidos pelo menos a cada 5 segundos e devem continuar durante um período de 60 minutos após o ensaio. Um desfasamento de primeira ordem (constante de tempo), até um máximo de 5 segundos, pode ser aplicado às medições a fim de permitir um alisamento e uma filtração dos efeitos dos pontos de dados espúrios.