I

(Actos aprovados ao abrigo dos Tratados CE/Euratom cuja publicação é obrigatória)

REGULAMENTOS

REGULAMENTO (CE) N.º 631/2009 DA COMISSÃO

de 22 de Julho de 2009

que institui normas pormenorizadas para a aplicação do Anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à homologação de veículos a motor no que diz respeito à protecção dos peões e de outros utentes vulneráveis da via pública, que altera a Directiva 2007/46/CE e revoga as Directivas 2003/102/CE e 2005/66/CE

A COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS,

Tendo em conta o Tratado que institui a Comunidade Europeia,

Tendo em conta o Regulamento (CE) n.º 78/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à homologação de veículos a motor no que diz respeito à protecção dos peões e de outros utentes vulneráveis da via pública que altera a Directiva 2007/46/CE e revoga as Directivas 2003/102/CE e 2005/66/CE [1], nomeadamente o n.º 6 do artigo 4.º,

Considerando o seguinte:

(1) O Regulamento (CE) n.º 78/2009 é um dos actos regulamentares específicos no contexto do procedimento de homologação CE instituído pela Directiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Setembro de 2007, que estabelece um quadro para a homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos («Directiva-Quadro») [2].

(2) O Regulamento (CE) n.º 78/2009 estabelece os requisitos de base para a protecção dos peões e outros utentes vulneráveis da via pública sob a forma de ensaios e valores-limite para a homologação de sistemas de protecção frontal como unidades técnicas autónomas.

(3) Os ensaios definidos no Regulamento (CE) n.º 78/2009 baseiam-se nos requisitos instituídos pela Directiva 2003/102/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Novembro de 2003, relativa à protecção dos peões e outros utentes vulneráveis da estrada antes e em caso de colisão com um veículo a motor, e que altera a Directiva 70/156/CEE do Conselho [3] e pela Directiva 2005/66/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Outubro de 2005, relativa à utilização de sistemas de protecção frontal em veículos a motor e que altera a Directiva 70/156/CEE do Conselho [4].

(4) Um estudo realizado [5] relativamente a determinadas especificações de certos requisitos instituídos pela Directiva 2003/102/CE revelou a necessidade de lhe serem introduzidas alterações.

(5) As disposições técnicas necessárias para aplicar os requisitos definidos no Regulamento (CE) n.º 78/2009 devem basear-se nas especificações previstas na Decisão 2004/90/CE da Comissão, de 23 de Dezembro de 2003, respeitante às disposições técnicas de implementação do artigo 3.º da Directiva 2003/102/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à protecção dos peões e outros utentes vulneráveis da estrada antes e em caso de colisão com um veículo a motor e que altera a Directiva 70/156/CEE [6], e da Decisão 2006/368/CE da Comissão, de 20 de Março de 2006, relativa às disposições técnicas pormenorizadas aplicáveis à realização dos ensaios especificados na Directiva 2005/66/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à utilização de sistemas de protecção frontal em veículos a motor [7].

---

[1] JO L 35 de 4.2.2009, p. 1.

[2] JO L 263 de 9.10.2007, p. 1.

[3] JO L 321 de 6.12.2003, p. 15.

[4] JO L 309 de 25.11.2005, p. 37.

[5] *A Study on the feasibility of measures relating to the protection of pedestrians and other vulnerable road users* («Estudo sobre a exequibilidade de medidas relativas à protecção dos peões e de outros utentes vulneráveis da via pública») — versão final 2006, Transport Research Laboratory, Reino Unido.

[6] JO L 31 de 4.2.2004, p. 21.

[7] JO L 140 de 29.5.2006, p. 33.

(6) As medidas previstas no presente regulamento estão em conformidade com o parecer do Comité Técnico — Veículos a Motor,

ADOPTOU O PRESENTE REGULAMENTO:

Artigo1.º

O presente regulamento institui as disposições técnicas necessárias para a realização dos ensaios e o cumprimento dos requisitos constantes do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

Artigo 2.º

Os ensaios constantes do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009 devem ser realizados em conformidade com o disposto no anexo do presente regulamento.

Artigo 3.º

Quando, no caso de ensaios para a homologação de um veículo no que respeita à instalação de um sistema de protecção frontal ou para a homologação desses sistemas como unidades técnicas autónomas, o sistema de protecção frontal a ensaiar tenha sido concebido para ser utilizado em mais de um modelo de veículo, esse sistema deve ser homologado separadamente para cada modelo de veículo a que se destina.

Todavia, o serviço técnico deve ter poder para prescindir da realização de ensaios suplementares sempre que os modelos de veículos em causa ou os tipos de sistemas de protecção frontal sejam considerados suficientemente similares.

Artigo 4.º

O presente regulamento entra em vigor no vigésimo dia seguinte ao da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia*.

O presente regulamento é obrigatório em todos os seus elementos e directamente aplicável em todos os Estados-Membros.

Feito em Bruxelas, em 22 de Julho de 2009

Pela Comissão
Günter VERHEUGEN
Membro da Comissão

ANEXO

PARTE I:	REQUISITOS E DEFINIÇÕES GERAIS
PARTE II:	ESPECIFICAÇÕES DOS ENSAIOS COM VEÍCULOS
Capítulo I:	Condições gerais
Capítulo II:	Ensaio da perna contra pára-choques
Capítulo III:	Ensaio da coxa contra pára-choques
Capítulo IV:	Ensaio da coxa contra bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor
Capítulo V:	Ensaio da cabeça de criança/cabeça pequena de adulto contra topo da tampa do compartimento do motor
Capítulo VI:	Ensaio da cabeça de adulto contra o pára-brisas
Capítulo VII:	Ensaios da cabeça de criança/cabeça pequena de adulto e de adulto contra topo da tampa do compartimento do motor
PARTE III:	ESPECIFICAÇÕES PARA SISTEMAS DE ASSISTÊNCIA À TRAVAGEM DE EMERGÊNCIA
Apêndice I:	Método para determinar F_{ABS} e a_{ABS}
Apêndice II:	Tratamento de dados para sistemas BAS
PARTE IV:	ESPECIFICAÇÕES PARA ENSAIO DOS SISTEMAS DE PROTECÇÃO FRONTAL
Capítulo I:	Condições gerais
Capítulo II:	Ensaio da perna contra sistema de protecção frontal
Capítulo III:	Ensaio da coxa contra sistema de protecção frontal
Capítulo IV:	Ensaio da coxa contra bordo dianteiro do sistema de protecção frontal
Capítulo V:	Ensaio da cabeça de criança/cabeça pequena de adulto contra sistema de protecção frontal
PARTE V:	PÊNDULOS DE ENSAIO
Apêndice I:	Certificação dos pêndulos

PARTE I

REQUISITOS E DEFINIÇÕES GERAIS

1. **Aspectos gerais**

Aquando da execução de medições num veículo, conforme descrito na presente parte, este deve ser colocado na sua atitude normal de circulação.

Se o veículo exibir emblemas, mascotes ou outras estruturas que cedam ou se retraiam sob o efeito da aplicação de uma carga máxima de 100 N, esta carga deve ser aplicada antes e/ou durante a execução das medições.

Quaisquer componentes do veículo susceptíveis de mudar de forma ou de posição, com excepção dos componentes da suspensão ou dos dispositivos activos para a protecção dos peões, devem ser fixados na forma ou posição recolhidas.

2. **Definições**

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

2.1. «Altura do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor»: distância na vertical, em qualquer secção do veículo, entre o pavimento e a linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor.

2.2. «Linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor», o traço geométrico dos pontos de contacto entre uma vara de 1 000 mm de comprimento e a superfície frontal da tampa do compartimento do motor, quando a vara, mantida paralelamente ao plano longitudinal vertical do veículo e inclinada 50° para trás e com a extremidade inferior a 600 mm acima do solo, corre ao longo do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, mantendo-se em contacto com este (ver figura 16).

Nos veículos cuja superfície superior da tampa do compartimento do motor tenha sensivelmente uma inclinação de 50°, de modo que a vara mantenha contacto contínuo ou múltiplo, em vez de um contacto pontual, determina-se a linha de referência com a vara inclinada 40° para trás a partir da vertical.

No caso dos veículos com uma forma tal que o contacto se faz em primeiro lugar na extremidade inferior da vara, considera-se este contacto como sendo a linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, nessa posição lateral.

No caso de veículos com uma forma tal que o contacto se faça, em primeiro lugar, na extremidade superior da vara, considera-se o traço geométrico dos pontos da linha de contorno para um comprimento de 1 000 mm como sendo a linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, nessa posição lateral.

Considera-se também que o bordo superior do pára-choques constitui o bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, se entrar em contacto com a vara durante este processo.

2.3. «Linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor»: traço geométrico dos pontos mais recuados de contacto entre uma esfera de 165 mm e a superfície superior frontal, quando a esfera corre ao longo da superfície superior frontal, ao mesmo tempo que mantém contacto com o pára-brisas (ver figura 1). As escovas e as hastes do limpa-pára-brisas são removidas durante esta operação;

Se a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor se localizar numa linha de contorno para um comprimento superior a 2 100 mm em relação ao pavimento, a linha posterior de referência da tampa é definida pelo traço geométrico da linha de contorno para um comprimento de 2 100 mm. Se não houver intersecção da linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor com as linhas laterais de referência, a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor deve ser modificada em conformidade com o procedimento descrito no ponto 2.17.

2.4. «Avanço do pára-choques»: distância horizontal, em qualquer secção longitudinal do veículo, medida em qualquer plano vertical longitudinal do veículo, entre a linha superior de referência do pára-choques e a linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor.

2.5. «Centro do joelho»: o ponto em torno do qual o joelho efectivamente flecte.

2.6. «Canto do pára-choques»: ponto de contacto do veículo com um plano vertical que forma um ângulo de 60° com o plano vertical longitudinal do veículo e é tangente à superfície externa do pára-choques (ver figura 2).

2.7. «Canto do sistema de protecção frontal»: o ponto de contacto do sistema de protecção frontal com um plano vertical que forma um ângulo de 60° com o plano vertical longitudinal do veículo e é tangente à superfície externa do sistema de protecção frontal (ver figura 3).

2.8. «Canto do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal»: o ponto de contacto do sistema de protecção frontal com um plano vertical que forma um ângulo de 45º com o plano vertical longitudinal do veículo e é tangente à superfície externa do sistema de protecção frontal. A extremidade inferior do plano deve estar a uma altura de 600 mm, ou de 200 mm abaixo da parte mais elevada do sistema de protecção frontal, consoante o que for mais alto.

2.9. «Ponto de referência do canto»: a intersecção da linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor com a linha lateral de referência (ver figura 4).

2.10. «Pontos essenciais do exterior da parte dianteira»: o conjunto dos pontos sólidos da estrutura de ensaio representativos de todos os pontos do modelo de veículo real com os quais o sistema de protecção frontal pode colidir durante o ensaio.

2.11. «Fémur»: o conjunto de todos os componentes ou partes de componentes (incluindo «massa muscular», revestimento de «pele», amortecedor, instrumentos e ganchos, polés, etc., fixados ao pêndulo para o seu lançamento) acima do centro do joelho.

2.12. «Avanço do sistema de protecção frontal»: em relação a qualquer ponto da superfície do sistema de protecção frontal, a distância, na horizontal, entre a linha superior de referência do sistema de protecção frontal e a posição do ponto em consideração do sistema de protecção frontal. Essa distância deve ser medida, em qualquer ponto, num plano vertical paralelo ao plano vertical longitudinal do veículo.

2.13. «Bordo dianteiro do sistema de protecção frontal»: a estrutura dianteira externa mais elevada do sistema de protecção frontal e que exclui a tampa do compartimento do motor, os guarda-lamas, os elementos superiores e laterais do complexo dos faróis e quaisquer outros acessórios, como grelhas que protejam apenas as luzes.

2.14. «Altura do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal»: em relação a qualquer secção vertical longitudinal do sistema de protecção frontal, a distância vertical entre o nível de referência do pavimento e a linha de referência do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal nessa secção, com o veículo posicionado na atitude normal de circulação.

2.15. «Linha de referência do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal»: o traço geométrico dos pontos de contacto entre uma vara de 1 000 mm de comprimento e a superfície do sistema de protecção frontal, quando a vara, mantida paralelamente ao plano longitudinal vertical do veículo e inclinada 50º para trás e com a extremidade inferior a 600 mm acima do solo, corre ao longo do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal, mantendo-se em contacto com este. No caso de sistemas de protecção frontal com uma superfície superior inclinada essencialmente a 50º, de modo que a vara se mantém em contacto de forma permanente ou tem pontos de contacto múltiplos, em vez de um contacto num só ponto, determina-se a linha de referência com a vara inclinada 40º para trás. No caso dos sistemas de protecção frontal com uma forma tal que o contacto se faz em primeiro lugar na extremidade inferior da vara, considera-se este contacto como sendo a linha de referência do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal, nessa posição lateral. No caso dos sistemas de protecção frontal com uma forma tal que o contacto se faz em primeiro lugar na extremidade superior da vara, o traço geométrico dos pontos da linha de contorno para um comprimento de 1 000 mm será utilizado como linha de referência do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal nessa posição lateral. Para efeitos do presente regulamento, considera-se também que o bordo superior do sistema de protecção frontal constitui o bordo dianteiro do sistema de protecção frontal, se entrar em contacto com a vara durante o processo (ver figura 5).

2.16. «Ponto de impacto», o ponto do veículo em que ocorre o contacto inicial com o pêndulo de ensaio. A proximidade deste ponto relativamente ao ponto-alvo depende tanto do ângulo da trajectória do pêndulo de ensaio como do contorno da superfície do veículo (ver ponto B, figura 6).

2.17. «Intersecção da linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor com a linha lateral de referência»: se não houver intersecção da linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor com a linha lateral de referência, a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor será aumentada e/ou modificada recorrendo à utilização de um modelo semi-circular, com um raio de 100 mm. O modelo deve ser realizado numa folha fina flexível que possa flectir facilmente numa curvatura única em qualquer direcção. Se possível, o modelo deve resistir a curvaturas duplas ou complexas, quando isso possa provocar pregueamento. O material recomendado é uma fina folha plástica revestida de espuma, para permitir que o modelo «adira» à superfície do veículo.

O modelo, colocado numa superfície plana, deve ser marcado com quatro pontos, de «A» a «D», como na figura 7. O modelo deve ser colocado no veículo para que os cantos «A» e «B» coincidam com a linha lateral de referência. De modo a garantir que os dois cantos se mantenham coincidentes com a linha lateral de referência, deve fazer-se deslizar progressivamente o modelo para trás, até que o seu arco entre em contacto com a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor. Neste processo, o modelo deve adoptar, com a maior exactidão possível, o contorno externo do topo da tampa do compartimento do motor, sem preguear ou dobrar. Se o ponto de contacto entre o modelo e a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor for tangente e se encontrar fora do arco delimitado pelos pontos «C» e «D», a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor deve ser aumentada e/ou modificada, seguindo a circunferência do modelo até à linha lateral de referência da tampa do compartimento do motor, como se ilustra na figura 8.

Se não for possível manter o modelo em contacto simultaneamente com a linha lateral de referência da tampa do compartimento do motor nos pontos «A» e «B» e, de maneira tangente, com a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor, ou se o ponto em que a linha posterior de referência e o modelo se tocam se encontrar dentro do arco delimitado pelos pontos «C» e «D», devem utilizar-se modelos adicionais com aumentos progressivos do raio de 20 mm, até que se cumpram todos os critérios acima indicados.

Uma vez determinada, é a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor modificada que será tida em conta em todos os parágrafos posteriores, deixando de se utilizar as extremidades originais da linha.

2.18. «Altura inferior do pára-choques»: em qualquer posição transversal, distância vertical entre o pavimento e a linha inferior de referência do pára-choques, com o veículo na sua atitude normal de circulação.

2.19. «Linha inferior de referência do pára-choques»: uma linha que identifica o limite inferior dos pontos significativos de contacto de um peão com o pára-choques. É o traço geométrico dos pontos menos elevados de contacto entre uma vara de 700 mm de comprimento e o pára-choques, quando a vara, mantida paralelamente ao plano vertical longitudinal do veículo e inclinada 25º para a frente, corre ao longo da parte da frente do veículo, ao mesmo tempo que mantém o contacto com o pavimento e com a superfície do pára-choques (ver figura 9).

2.20. «Altura inferior do sistema de protecção frontal»: em qualquer posição transversal, a distância vertical entre o pavimento e a linha inferior de referência do sistema de protecção frontal, com o veículo na sua atitude normal de circulação.

2.21. «Linha inferior de referência do sistema de protecção frontal»: uma linha que identifica o limite inferior dos pontos significativos de contacto de um peão com o sistema de protecção frontal. É definida como o traço geométrico dos pontos menos elevados de contacto entre uma vara de 700 mm de comprimento e o sistema de protecção frontal, quando a vara, mantida paralelamente ao plano vertical longitudinal do veículo e inclinada 25° para a frente, corre ao longo da parte da frente do veículo, mantendo ao mesmo tempo contacto com o pavimento e com a superfície do sistema de protecção frontal (ver figura 10).

2.22. «Linha posterior de referência do pára-brisas»: o traço geométrico dos pontos mais avançados de contacto entre uma esfera e o pára-brisas, quando uma esfera de 165 mm de diâmetro corre ao longo da estrutura superior do pára-brisas, incluindo qualquer bordo, ao mesmo tempo que mantém contacto com o pára-brisas (ver figura 11).

2.23. «Linha lateral de referência»: o traço geométrico dos pontos mais elevados de contacto entre uma vara de 700 mm de comprimento e o lado do veículo, quando a vara, mantida paralelamente ao plano transversal vertical do veículo e inclinada 45° para dentro, corre ao longo da parte lateral, ao mesmo tempo que mantém contacto com os lados da superfície superior frontal (ver figura 12).

2.24. «Ponto-alvo»: a intersecção da projecção do eixo longitudinal do pêndulo que simula uma cabeça com a superfície frontal do veículo (ver ponto A na figura 6).

2.25. «Terço do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor»: uma das três partes iguais em que é dividido o traço geométrico entre os pontos de referência dos cantos, medida com fita flexível ao longo do contorno externo do bordo.

2.26. «Terço do topo da tampa do compartimento do motor»: uma das três partes iguais em que é dividido o traço geométrico entre as linhas laterais de referência, medido com fita flexível ao longo do contorno externo do topo da tampa do compartimento do motor ou de qualquer secção transversal.

2.27. «Terço do sistema de protecção frontal»: uma de três partes iguais em que é dividido o traço geométrico entre os cantos do sistema de protecção frontal, medida com fita flexível ao longo do contorno horizontal externo do sistema de protecção frontal.

2.28. «Terço do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal»: uma de três partes iguais em que é dividido o traço geométrico entre os cantos do bordo dianteiro superior do sistema de protecção frontal, medida com fita flexível ao longo do contorno horizontal externo do sistema de protecção frontal.

2.29. «Terço do pára-choques»: uma de três partes iguais em que é dividido o traço geométrico entre os cantos do pára-choques, medida com fita flexível ao longo do contorno externo do pára-choques.

2.30. «Tíbia» é a totalidade dos componentes ou partes de componentes (incluindo «massa muscular», revestimento de «pele», instrumentos e ganchos, polés, etc., fixados no pêndulo para o seu lançamento) abaixo do centro do joelho. Note-se que na tíbia, assim definida, se entra em linha de conta com a massa e outros elementos do pé.

2.31. «Linha superior de referência do pára-choques»: uma linha que define o limite superior dos pontos significativos de contacto de um peão com o pára-choques.

Para os veículos com uma estrutura de pára-choques identificável, é definida como o traço geométrico dos pontos mais elevados de contacto entre uma vara e o pára-choques, quando a vara, mantida paralelamente ao plano vertical longitudinal do veículo e inclinada 20° para trás em relação à vertical, corre ao longo da parte da frente do veículo, mantendo ao mesmo tempo o contacto com a superfície do pára-choques (ver figura 13).

Para os veículos sem uma estrutura de pára-choques identificável, é definida como o traço geométrico dos pontos mais elevados de contacto entre uma vara de 700 mm de comprimento e o pára-choques, quando a vara, mantida paralelamente ao plano vertical longitudinal do veículo e inclinada 20° para trás em relação à vertical, corre ao longo da parte da frente do veículo, mantendo ao mesmo tempo o contacto com o pavimento e com a superfície do pára-choques (ver figura 13).

Se necessário, a vara pode ser encurtada para evitar contacto com estruturas por cima do pára-choques.

2.32. «Altura superior do sistema de protecção frontal»: em qualquer posição transversal, a distância vertical entre o pavimento e a linha superior de referência do sistema de protecção frontal, com o veículo posicionado na sua atitude normal de circulação.

2.33. «Linha superior de referência do sistema de protecção frontal»: uma linha que identifica o limite superior dos pontos significativos de contacto de um peão com o do sistema de protecção frontal. Esta linha é o traço geométrico dos pontos mais elevados de contacto entre uma vara de 700 mm de comprimento e o sistema de protecção frontal, quando a vara, mantida paralelamente ao plano vertical longitudinal do veículo e inclinada 20º para trás, corre ao longo da parte da frente do veículo, mantendo ao mesmo tempo contacto com o pavimento e com a superfície do sistema de protecção frontal (ver figura 14).

Se necessário, a vara pode ser encurtada para evitar contacto com estruturas por cima do sistema de protecção frontal.

2.34. «Modelo de veículo»: uma categoria de veículos que, para a frente dos pilares A, não diferem entre si quanto aos seguintes aspectos essenciais, dado que se considera que quaisquer alterações podem ter um efeito negativo sobre os resultados dos ensaios de impacto previstos no Regulamento (CE) n.º 78/2009:

(a) Estrutura;

(b) Dimensões principais;

(c) Materiais das superfícies externas do veículo;

(d) Disposição dos componentes (externos ou internos);

(e) Método de fixação de um sistema frontal de protecção, se instalado.

Para efeitos de homologação dos sistemas de protecção frontal como unidades técnicas autónomas, qualquer referência ao veículo pode ser interpretada como uma referência à estrutura em que o sistema é montado para ensaios e que é suposto representar as dimensões dianteiras e exteriores de um dado veículo para o qual o sistema é homologado.

2.35. «Linha de contorno»: o traço geométrico descrito na superfície dianteira superior do sistema de protecção frontal por uma extremidade de uma fita flexível que, quando mantida num plano vertical longitudinal do veículo, corre ao longo da superfície dianteira superior ou do sistema de protecção frontal. A fita é mantida tensa ao longo de toda a operação, com uma extremidade em contacto com o nível de referência do pavimento, verticalmente por baixo da face frontal do pára-choques ou do sistema de protecção frontal e a outra extremidade mantida em contacto com a superfície dianteira superior do sistema de protecção frontal (ver figura 15, por exemplo). O veículo é posicionado na atitude normal de circulação.

Para a determinação das linhas de contorno de 900 mm (WAD900), 1 000 mm (WAD1000), 1 700 mm (WAD1700) e 2 100 mm (WAD2100), procede-se de forma idêntica, utilizando fitas de comprimentos adequados.

Figura 1

Determinação da linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor

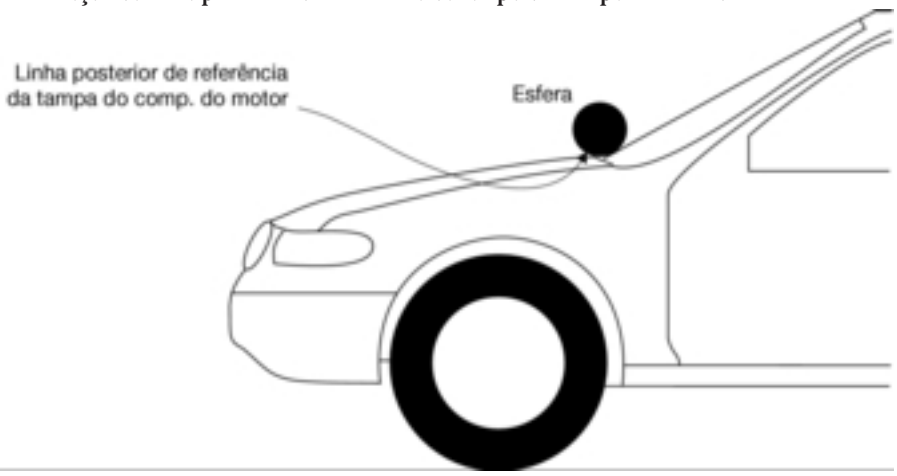


Figura 2

Determinação do canto do pára-choques

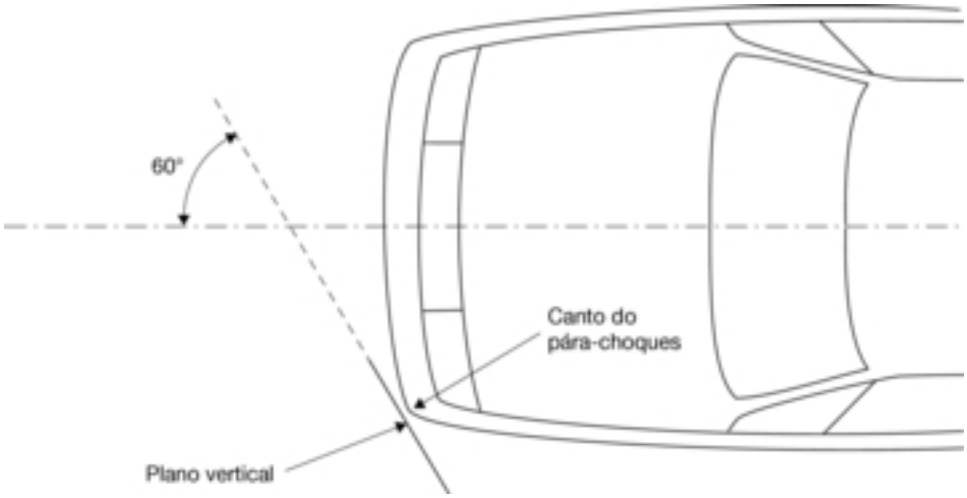


Figura 3

Determinação do canto do sistema de protecção frontal

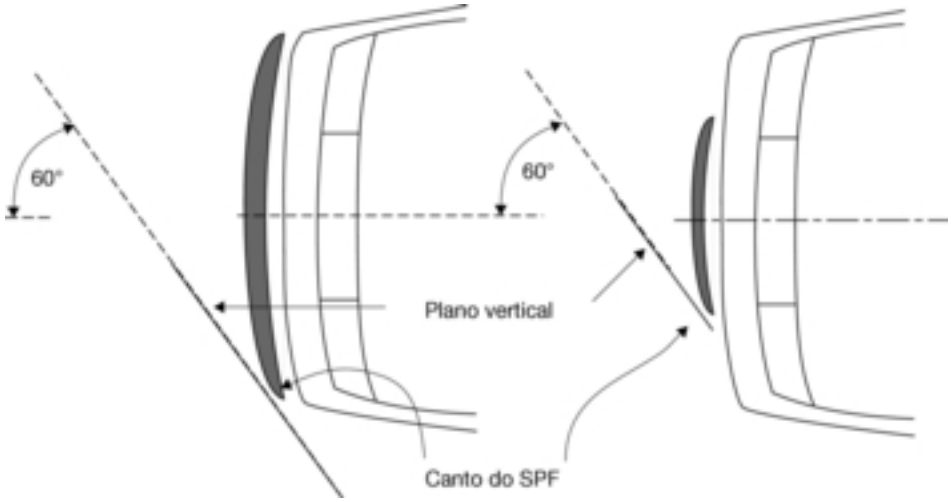


Figura 4

Determinação do ponto de referência do canto; intersecção da linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor com a linha lateral de referência

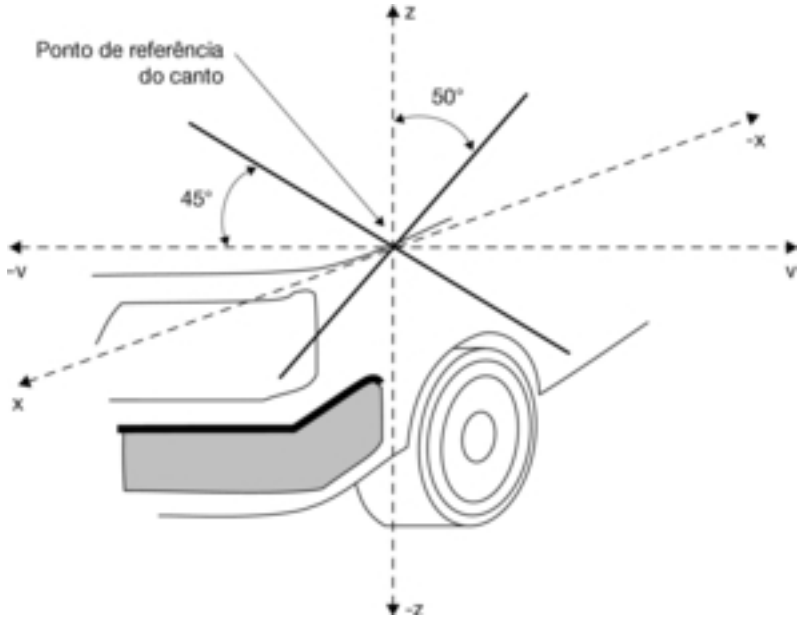


Figura 5

Determinação da linha de referência do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal

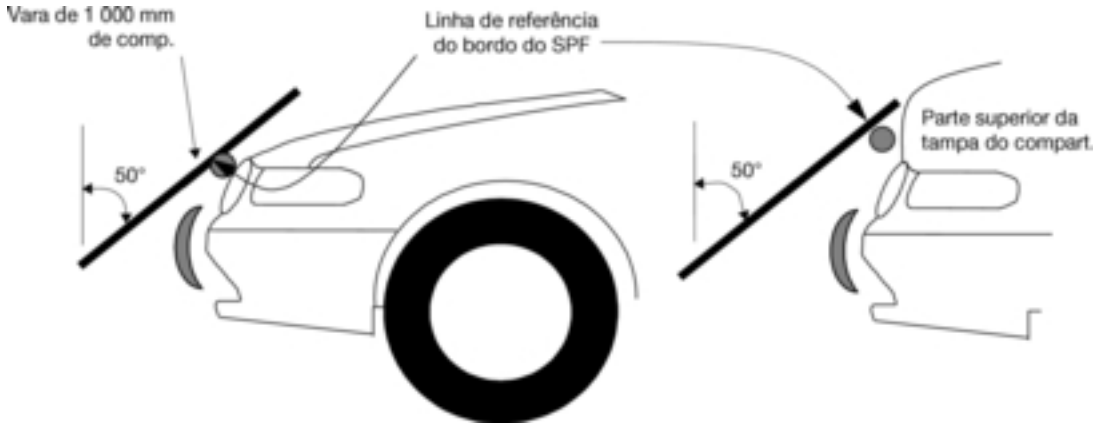


Figura 6

Ponto-alvo e ponto de impacto

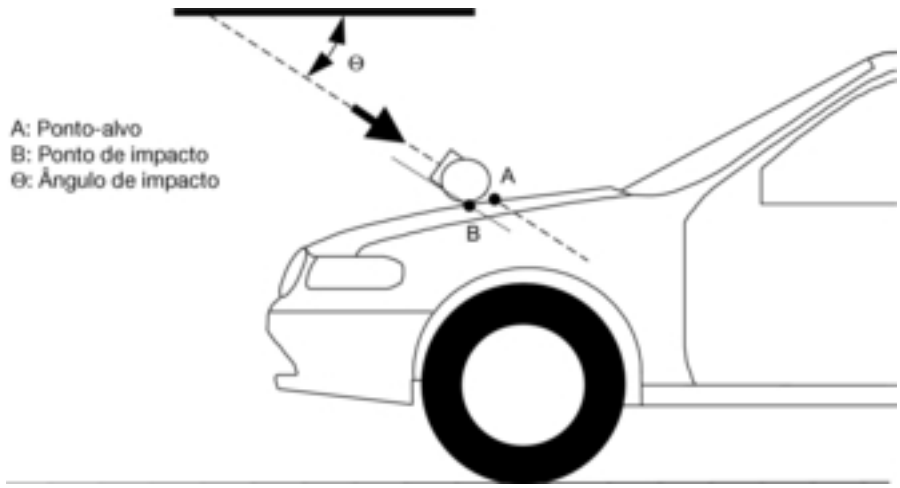


Figura 7

Desenho do modelo e marcações utilizadas para unir a linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor e a linha lateral de referência

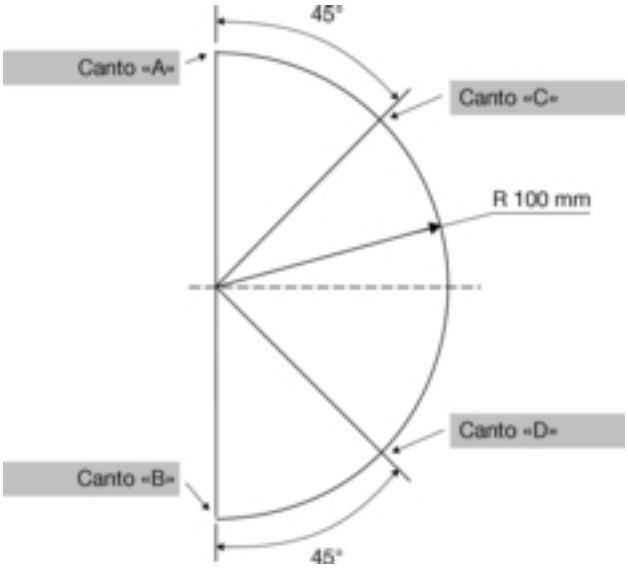


Figura 8

Perspectiva plana do canto posterior da tampa do compartimento do motor — extensão da linha posterior de referência da tampa do compartimento do motor para entrar em contacto com a linha lateral de referência, seguindo o arco da circunferência do modelo

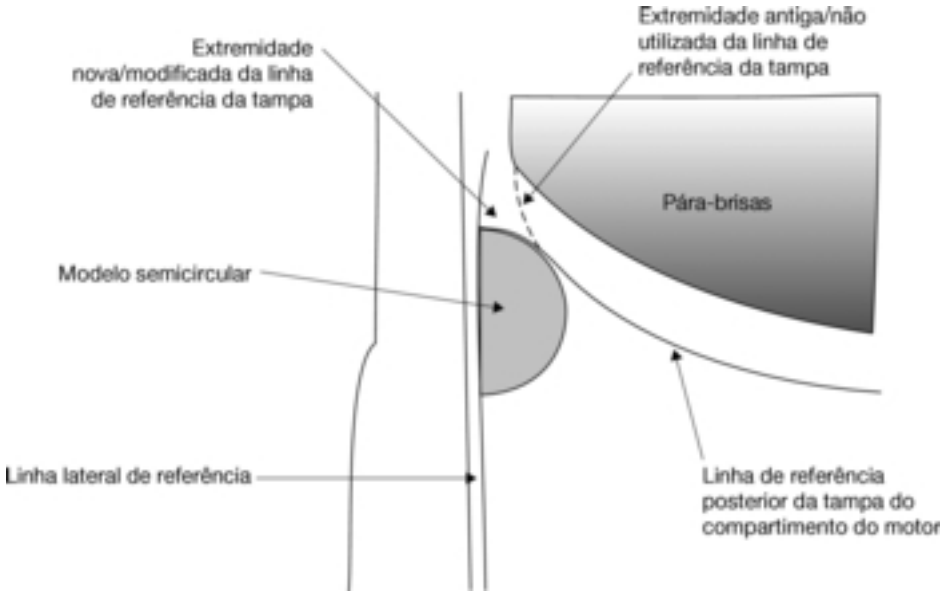


Figura 9

Determinação da linha inferior de referência do pára-choques

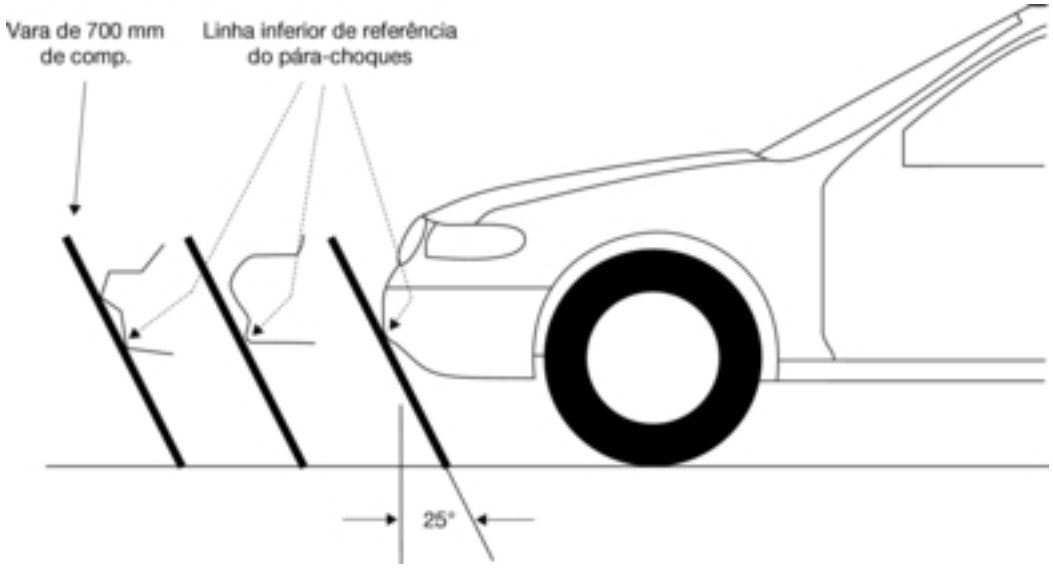


Figura 10

Determinação da linha inferior de referência do sistema de protecção frontal

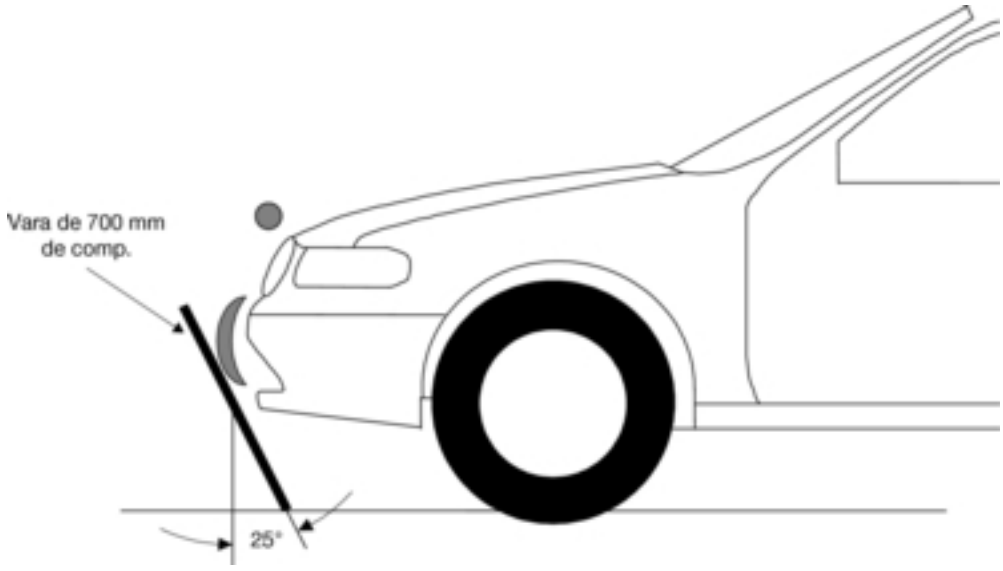


Figura 11

Determinação da linha posterior de referência do pára-brisas

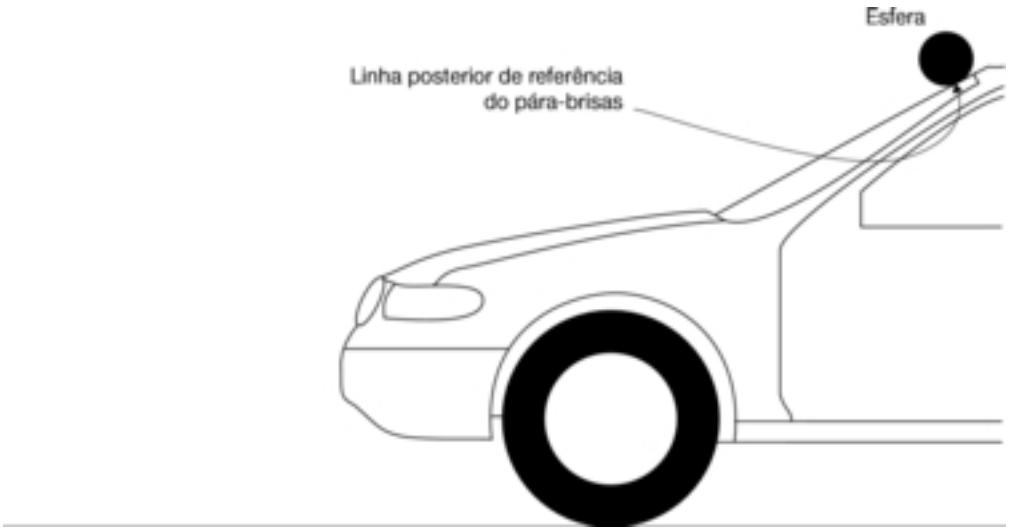


Figura 12

Determinação da linha lateral de referência

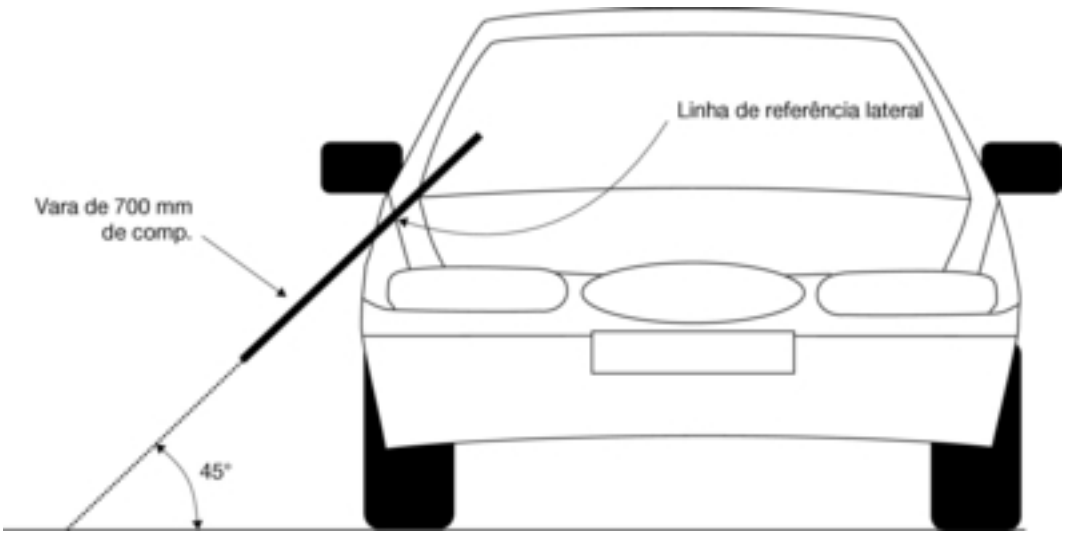


Figura 13

Determinação da linha superior de referência do pára-choques

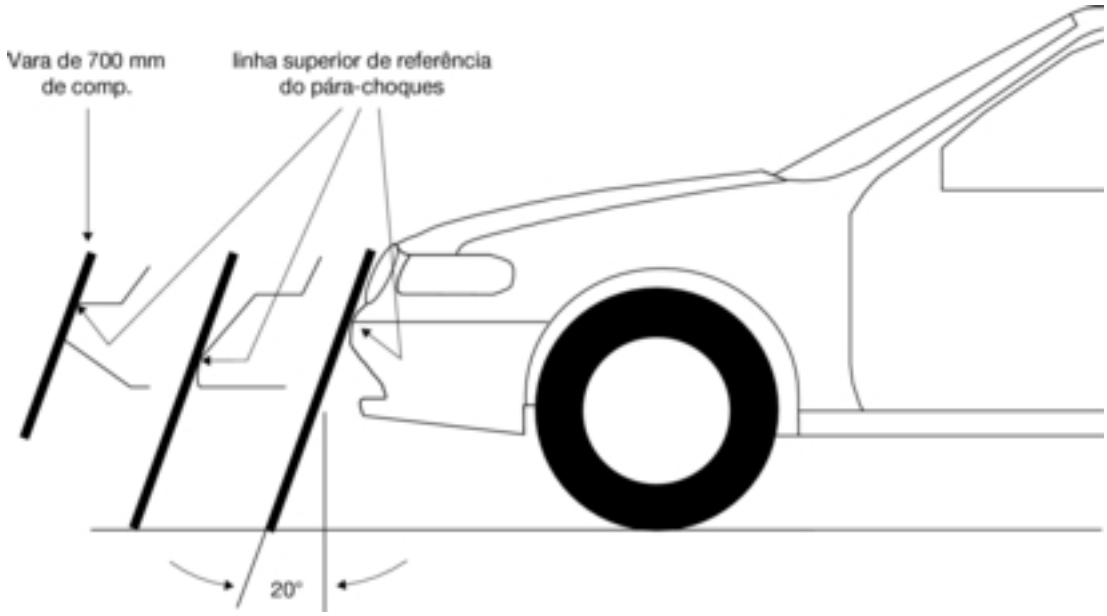


Figura 14

Determinação da linha superior de referência do sistema de protecção frontal

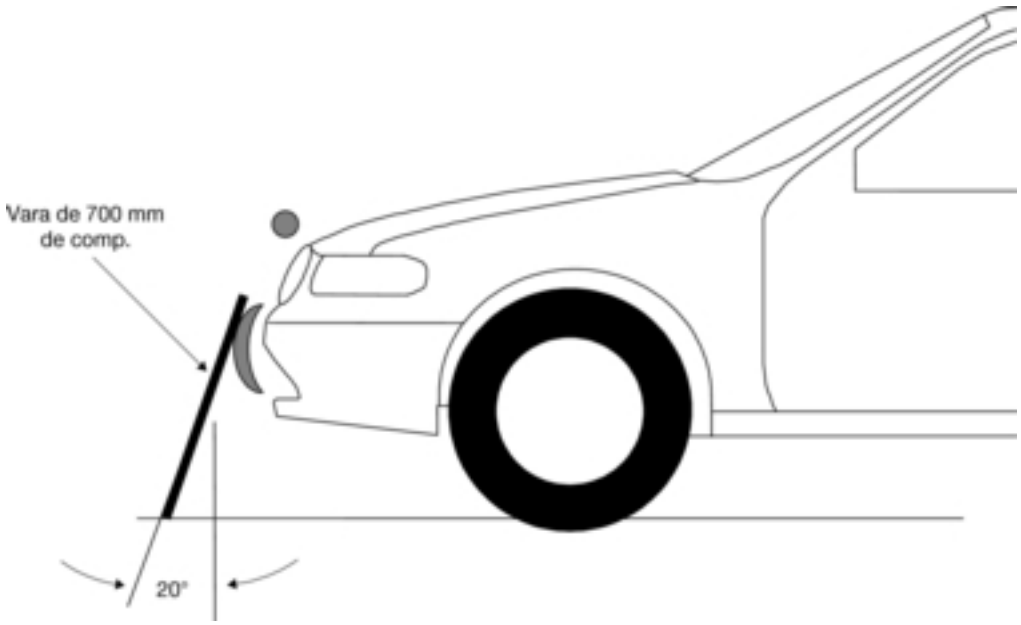


Figura 15

Determinação da linha de contorno do sistema de protecção frontal

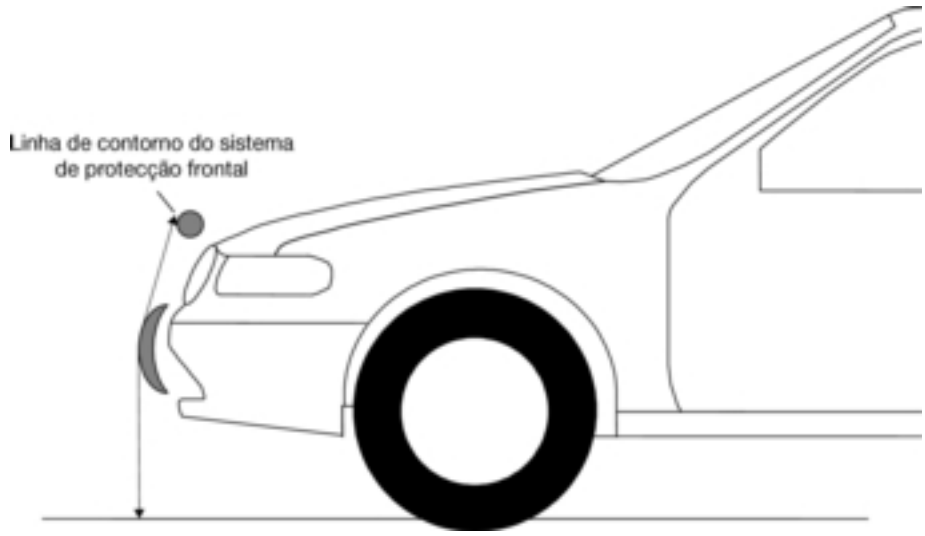
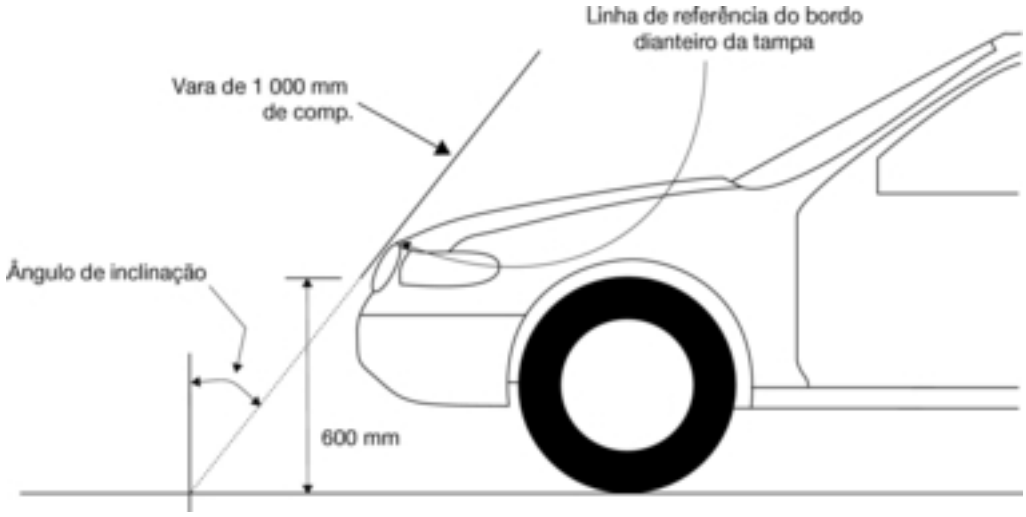


Figura 16

Determinação da linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor



PARTE II

ESPECIFICAÇÕES DOS ENSAIOS COM VEÍCULOS

CAPÍTULO I

Condições gerais

1. **Veículo completo**

1.1. Os ensaios em veículos completos devem cumprir as condições enunciadas detalhadamente nos pontos 1.1.1, 1.1.2 e 1.1.3.

1.1.1. O veículo, que deve estar em atitude normal de circulação, é montado firmemente sobre apoios elevados, ou então colocado em repouso sobre uma superfície plana, com o travão de mão accionado.

1.1.2. Todos os dispositivos destinados a proteger utentes vulneráveis da via pública devem ser correctamente activados antes do ensaio e/ou estar activos durante o mesmo. Compete ao requerente da homologação demonstrar que os dispositivos funcionarão conforme previsto na eventualidade de impacto com um peão.

1.1.3. No que diz respeito a quaisquer componentes do veículo susceptíveis de mudar de forma ou de posição, com excepção dos dispositivos activos para a protecção dos peões, e de ter mais de uma forma ou posição fixas, o veículo deve cumprir esses requisitos com os componentes em cada forma ou posição fixas.

2. **Subsistemas do veículo**

2.1. Se, para o ensaio, só for fornecido um subsistema do veículo, este deve cumprir as condições enunciadas detalhadamente nos pontos 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 e 2.1.4.

2.1.1. Todas as partes da estrutura do veículo e os componentes localizados na tampa ou por baixo da tampa do compartimento do motor ou atrás do pára-brisas, susceptíveis de serem envolvidos num impacto frontal com um utente vulnerável da via pública, devem ser incluídos no ensaio, para demonstrar o desempenho e as interacções de todos os componentes envolvidos do veículo.

2.1.2. O subsistema do veículo deve ser montado de forma segura na atitude normal de circulação do veículo.

2.1.3. Todos os dispositivos destinados a proteger utentes vulneráveis da via pública devem ser correctamente activados antes do ensaio e/ou estar activos durante o mesmo. Compete ao requerente da homologação demonstrar que os dispositivos funcionarão conforme previsto na eventualidade de impacto com um peão.

2.1.4. No que diz respeito a quaisquer componentes do veículo susceptíveis de mudar de forma ou de posição, com excepção dos dispositivos activos para a protecção dos peões, e de ter mais de uma forma ou posição fixas, o veículo deve cumprir esses requisitos com os componentes em cada forma ou posição fixas.

CAPÍTULO II

Ensaio da perna contra pára-choques

1. **Âmbito de aplicação**

O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes dos pontos 2.1., alínea a), e ponto 3.1., alínea a), do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. O pêndulo que simula uma perna, para os ensaios de impacto com o pára-choques, deve deslocar-se em «movimento livre» no instante do impacto. O pêndulo é lançado em movimento livre a tal distância do veículo que os resultados do ensaio não sejam influenciados pelo contacto do pêndulo com o sistema de propulsão durante o seu retorno.

2.2. O pêndulo pode ser impelido por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por outro meio que se demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. O objectivo do ensaio é assegurar o cumprimento dos requisitos constantes dos pontos 2.1., alínea a), e 3.1., alínea a), do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

3.2. O presente ensaio é aplicável aos veículos cuja altura inferior do pára-choques seja inferior a 425 mm.

No caso de veículos cuja altura inferior do pára-choques seja igual ou superior a 425 mm, mas inferior a 500 mm, o fabricante pode optar por aplicar o ensaio descrito no capítulo III.

Aos veículos cuja altura inferior do pára-choques seja igual ou superior a 500 mm, é aplicável o disposto no capítulo III.

3.3. Devem realizar-se, no mínimo, três ensaios de perna contra pára-choques, cada um dos quais no terço mediano e nos terços externos do pára-choques, em posições consideradas as mais susceptíveis de causar lesões. Os ensaios devem ser realizados em diferentes tipos da estrutura, se esta variar na zona a avaliar. Os pontos de ensaio seleccionados devem ter um espaçamento mínimo de 132 mm, com um mínimo de 66 mm para dentro dos cantos definidos do pára-choques. Estas distâncias mínimas devem ser marcadas com uma fita flexível esticada ao longo da superfície exterior do veículo. As posições ensaiadas pelos laboratórios devem ser indicadas no relatório do ensaio.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I.

4.1.1. O pêndulo de ensaio ou, pelo menos, a espuma que simula a massa muscular devem ficar armazenados durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 15 % e uma temperatura estabilizada de 20º ± 4º C antes de o pêndulo ser retirado para a realização do ensaio. Após a sua remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a outras condições para além das existentes na zona de ensaio.

4.1.2. Cada ensaio deve ser completado dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a utilizar da zona de armazenamento controlada.

4.2. O pêndulo que simula o membro inferior a utilizar para efeitos do presente ensaio deve ser o descrito na secção 1 da parte V.

4.3. O pêndulo é montado, impelido e lançado conforme definido nos pontos 2.1 e 2.2.

4.4. A direcção do vector de velocidade de impacto deve situar-se num plano horizontal, paralelo ao plano longitudinal vertical do veículo. A tolerância para esta direcção no plano horizontal e no plano longitudinal é de ± 2°, no momento do primeiro contacto.

4.5. O eixo do pêndulo deve ser perpendicular ao plano horizontal, com uma tolerância de ± 2° no plano lateral e longitudinal. Os planos horizontal, longitudinal e lateral são ortogonais entre si (figura 1).

4.6. A extremidade inferior do pêndulo deve estar 25 mm acima do nível de referência do pavimento no instante do primeiro contacto com o pára-choques (ver figura 2), com uma tolerância de ± 10 mm.

Ao fixar a altura do sistema de propulsão, deve ter-se em conta a influência da gravidade durante o período de movimento livre do pêndulo.

No instante do primeiro contacto, o pêndulo deve ter a orientação desejada em torno do seu eixo vertical, para o funcionamento correcto da sua junta-joelho, com uma tolerância de ± 5° (ver figura 1).

4.7. No instante do primeiro contacto, a linha central do pêndulo deve estar a ± 10 mm do local de impacto seleccionado.

4.8. Durante o contacto entre o pêndulo e o veículo, o pêndulo não deve entrar em contacto com o pavimento, nem com nenhum objecto alheio ao veículo.

4.9. A velocidade de impacto do pêndulo, ao colidir com o pára-choques, deve ser de 11,1 ± 0,2 m/s. O efeito da gravidade deve ser tido em conta se a velocidade de impacto for obtida a partir de medições efectuadas antes do instante do primeiro contacto.

Figura 1

Tolerâncias dos ângulos para o pêndulo que simula a perna no momento do primeiro impacto

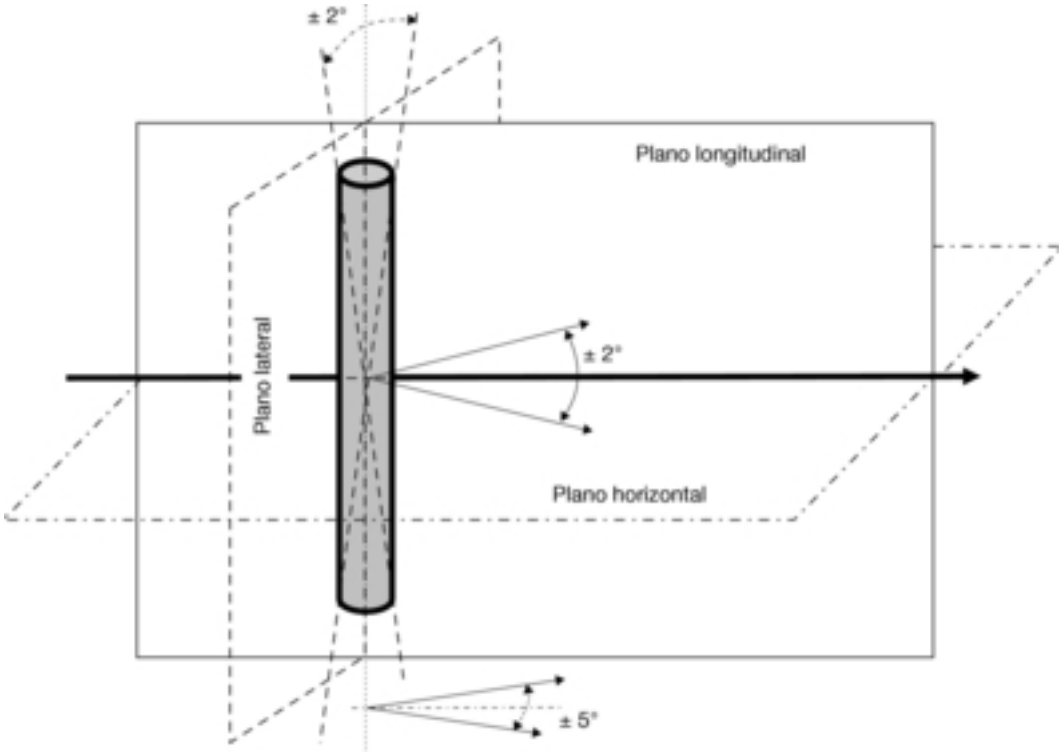
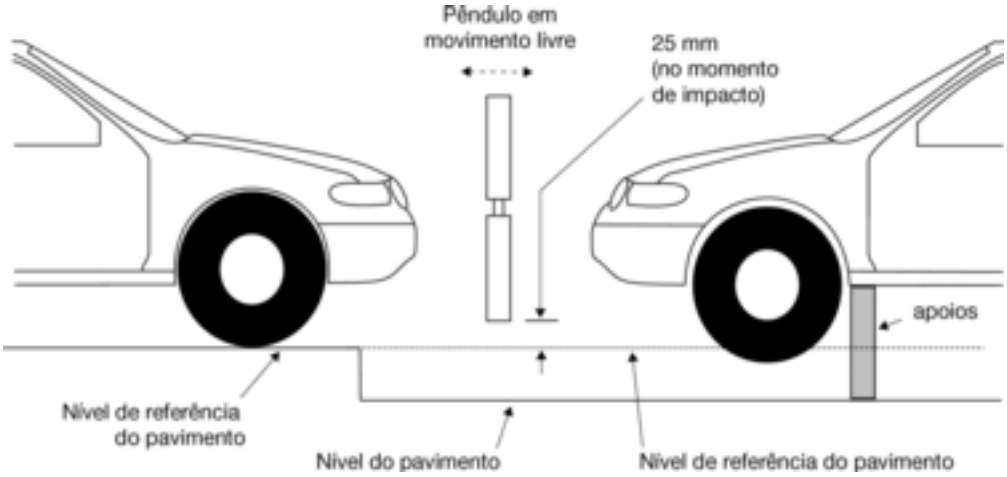


Figura 2

Ensaios de perna contra pára-choques num veículo completo em atitude normal de circulação (esquerda) e num veículo completo ou subsistema montado em apoios (direita)



CAPÍTULO III

Ensaio da coxa contra pára-choques

1. **Âmbito de aplicação**

O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes dos pontos 2.1., alínea b), e 3.1., alínea b), do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. O pêndulo que simula uma coxa, para os ensaios de impacto com o pára-choques, é montado no sistema de propulsão por uma junta limitadora de torção, para evitar que grandes cargas excêntricas danifiquem o sistema de guiamento. O sistema de guiamento é equipado com guias de pouco atrito, insensíveis a cargas fora do eixo, para que o pêndulo possa mover-se somente na direcção de impacto especificada, quando em contacto com o veículo. As guias impedem movimentos noutras direcções, incluindo rotação em torno de qualquer eixo.

2.2. O pêndulo pode ser impelido por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por outro meio que se demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. O objectivo do presente de ensaio é assegurar o cumprimento dos requisitos constantes dos pontos 2.1., alínea b), e 3.1., alínea b), do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

3.2. O ensaio é aplicável aos veículos cuja altura inferior do pára-choques seja igual, ou superior, a 500 mm.

No caso de veículos cuja altura inferior do pára-choques seja igual ou superior a 425 mm, mas inferior a 500 mm, o fabricante pode optar por aplicar o ensaio descrito no capítulo II.

Aos veículos cuja altura inferior do pára-choques seja inferior a 425 mm são aplicáveis os requisitos do capítulo II.

3.3. Os ensaios de coxa contra pára-choques devem ser realizados nas posições de ensaio previstas no ponto 3.3. do capítulo II.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I.

4.1.1. O pêndulo de ensaio ou, pelo menos, a espuma que simula a massa muscular devem ficar armazenados durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 15 % e uma temperatura estabilizada de 20º ± 4º C antes de o pêndulo ser retirado para a realização do ensaio. Após a sua remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a outras condições para além das existentes na zona de ensaio.

4.1.2. Cada ensaio deve ser completado dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a utilizar da zona de armazenamento controlada.

4.2. O pêndulo que simula uma coxa a utilizar para efeitos do presente ensaio deve ser o descrito na secção 2 da parte V.

4.3. O pêndulo é montado, impelido e lançado conforme prescrevem os pontos 2.1 e 2.2.

4.4. A direcção de impacto deve ser paralela ao eixo longitudinal do veículo, com o eixo da coxa em posição vertical no instante do primeiro contacto. A tolerância, nestas direcções, é de ± 2°. No instante do primeiro contacto, a linha central do pêndulo deve ficar verticalmente a meia distância entre as linhas superior e inferior de referência do pára-choques, com uma tolerância de ± 10 mm, e a linha central vertical do pêndulo deve estar posicionada lateralmente, com o ponto seleccionado para o impacto lateral com também uma tolerância de ± 10 mm.

4.5. A velocidade de impacto do pêndulo que simula uma coxa ao colidir com o pára-choques deve ser de 11,1 ± 0,2 m/s.

CAPÍTULO IV

Ensaio da coxa contra bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor

1. **Âmbito de aplicação**

O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes dos pontos 2.2 e 3.2. do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. O pêndulo que simula uma coxa, para os ensaios de impacto com o bordo dianteiro da tampa, é montado no sistema de propulsão por uma junta limitadora de torção, para evitar que grandes cargas excêntricas danifiquem o sistema de guiamento. O sistema de guiamento é equipado com guias de pouco atrito, insensíveis a cargas fora do eixo, para que o pêndulo possa mover-se somente na direcção de impacto especificada, quando em contacto com o veículo. As guias impedem movimentos noutras direcções, incluindo rotação em torno de qualquer eixo.

2.2. O pêndulo pode ser impelido por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por outro meio que se demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. O objectivo do ensaio é assegurar o cumprimento dos requisitos constantes dos pontos 2.2 e 3.2 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

3.2. Devem realizar-se, no mínimo, três ensaios de coxa contra bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, um em cada terço, mediano e externos, do bordo da tampa, em posições consideradas as mais susceptíveis de causar lesões. No entanto, o ponto de ensaio em cada terço deve ser seleccionado de modo que a energia cinética de impacto requerida, determinada no ponto 4.8, ultrapasse 200 J, caso existam pontos em tais condições. Os ensaios devem ser realizados em diferentes tipos da estrutura, se estes variarem na zona a avaliar. Os pontos de ensaio seleccionados devem ter um espaçamento mínimo de 150 mm, com um mínimo de 75 mm para dentro dos pontos de referência definidos para os cantos. Estas distâncias mínimas devem ser marcadas com uma fita flexível esticada ao longo da superfície exterior do veículo. As posições ensaiadas pelos laboratórios devem ser indicadas no relatório do ensaio.

3.3. O equipamento-tipo instalado na parte anterior do veículo deve estar em posição.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I.

4.1.1. O pêndulo de ensaio ou, pelo menos, a espuma que simula a massa muscular devem ficar armazenados durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 15 % e uma temperatura estabilizada de 20º ± 4º C antes de o pêndulo ser retirado para a realização do ensaio. Após a sua remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a outras condições para além das existentes na zona de ensaio.

4.1.2. Cada ensaio deve ser completado dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a utilizar da zona de armazenamento controlada.

4.2. O pêndulo que simula uma coxa a utilizar para efeitos do presente ensaio deve ser o descrito na secção 2 da parte V.

4.3. O pêndulo que simula uma coxa é montado e impelido conforme prescrevem os pontos 2.1 e 2.2.

4.4. O pêndulo que simula uma coxa é alinhado de modo que a linha central do sistema de propulsão e o eixo longitudinal do pêndulo fiquem paralelos ao plano vertical longitudinal do veículo a ensaiar. As tolerâncias para estas direcções são de ± 2°. No instante do primeiro contacto, a linha central do pêndulo deve coincidir com a linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, com uma tolerância de ± 10 mm (ver figura 3), e lateralmente com o ponto de impacto seleccionado, com uma tolerância de ± 10 mm.

4.5. A velocidade e a direcção de impacto requeridas e a massa do pêndulo que simula uma coxa são determinadas nos termos dos pontos 4.7 e 4.8. A tolerância para a velocidade de impacto é de ± 2 % e para a direcção de impacto de ± 2°. O efeito da gravidade deve ser tido em conta se a velocidade de impacto for obtida a partir de medições efectuadas antes do primeiro contacto. A massa do pêndulo que simula uma coxa deve ser medida com uma exactidão superior a ± 1 % e, se o valor medido diferir do requerido, compensa-se ajustando a velocidade requerida, conforme indicado no ponto 4.8.

4.6. Determinação da forma do veículo:

4.6.1. A posição da linha superior de referência do pára-choques é determinada nos termos da parte I.

4.6.2. A linha de referência do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor é determinada nos termos da parte I.

4.6.3. Na secção do bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor a ensaiar, a altura do bordo dianteiro da tampa e o avanço do pára-choques são determinados nos termos da parte I.

4.7. Determina-se a velocidade e a direcção de impacto a partir das figuras 4 e 5, tendo como referência os valores da altura do bordo dianteiro da tampa e do avanço do pára-choques, determinados no ponto 4.6.3.

4.8. A massa total do pêndulo que simula uma coxa inclui os componentes de propulsão e de guiamento que dele fazem efectivamente parte durante o impacto, bem como os pesos adicionais.

Calcula-se o valor da massa do pêndulo que simula uma coxa segundo a fórmula:

$$M = 2E / V^2$$

em que

M = Massa (kg)

E = Energia de impacto (J)

V = Velocidade (m/s)

A velocidade requerida é o valor obtido nos termos do ponto 4.7. A energia obtém-se com base na figura 6, com referência aos valores da altura do bordo dianteiro da tampa e do avanço do pára-choques, determinados no ponto 4.6.3.

A massa do pêndulo que simula a coxa pode ser ajustada até 10 % do valor calculado, sob condição de a velocidade de impacto requerida ser igualmente alterada segundo a fórmula supra, para manter a mesma energia cinética do pêndulo.

4.9. Para atingir a massa calculada para o pêndulo que simula a coxa, determinada no ponto 4.8, instalam-se os pesos adicionais necessários na parte de trás do seu elemento posterior ou nos componentes do sistema de guiamento que dele fazem efectivamente parte durante o impacto.

Figura 3

Ensaio da coxa contra o bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor

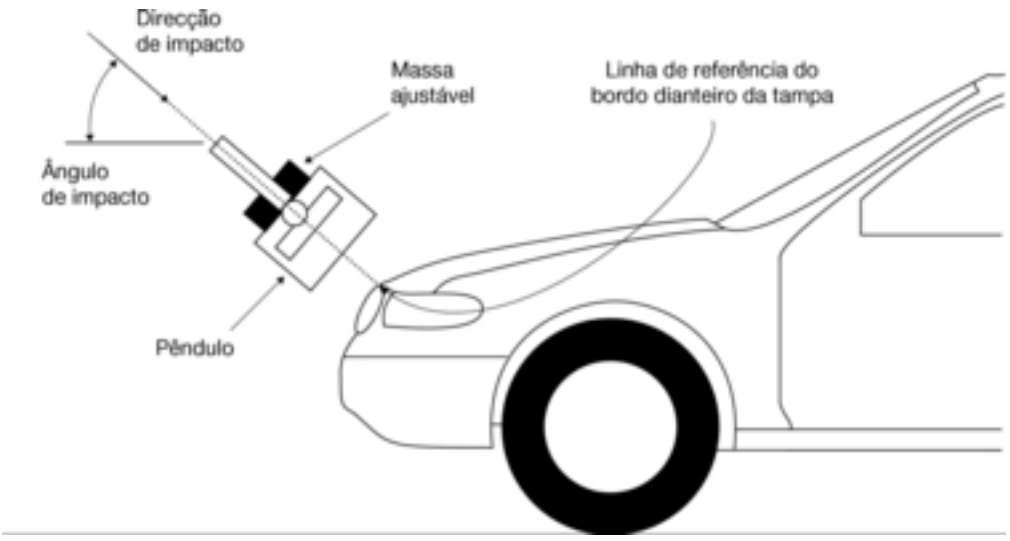
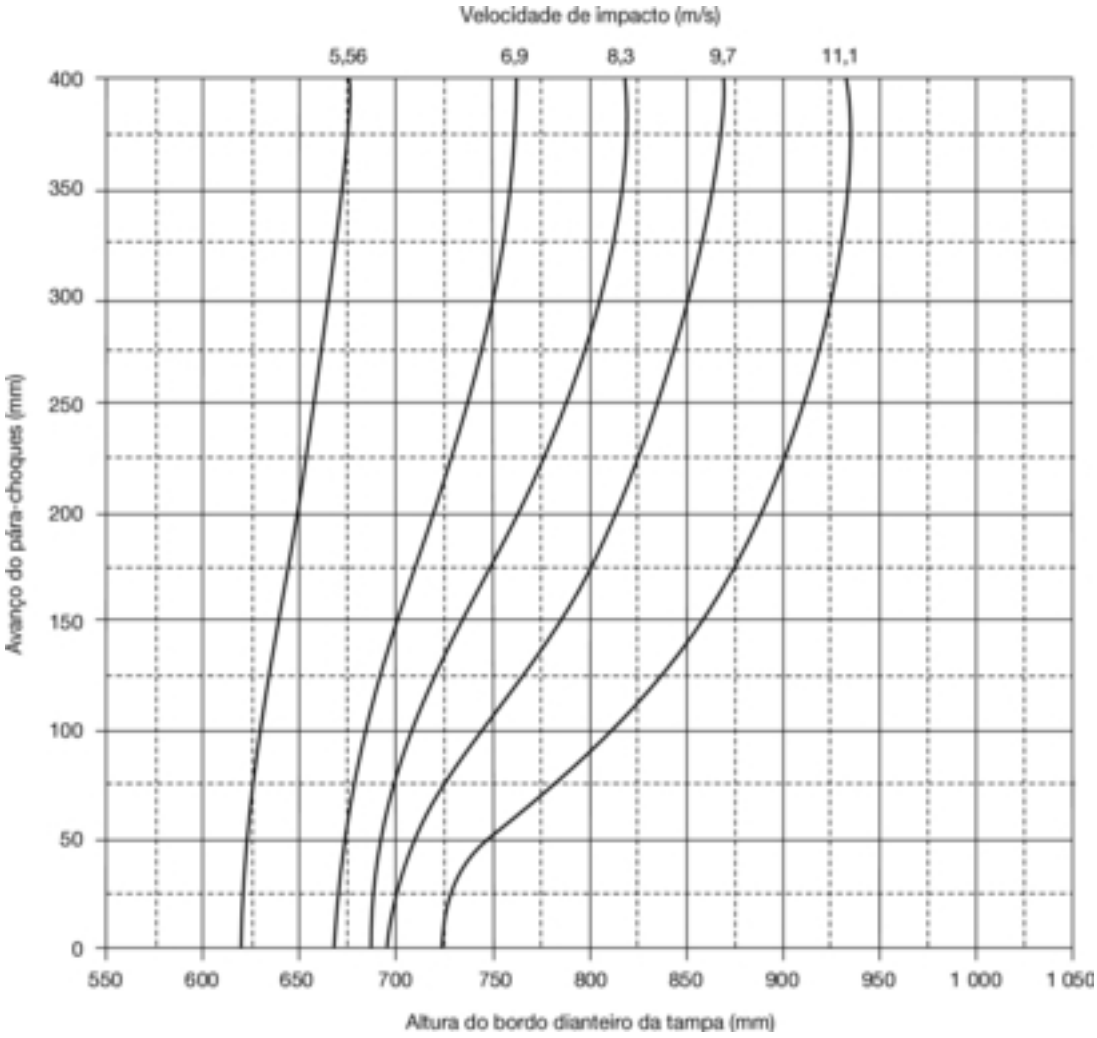


Figura 4

Velocidade de ensaio da coxa contra o bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, em função da forma do veículo

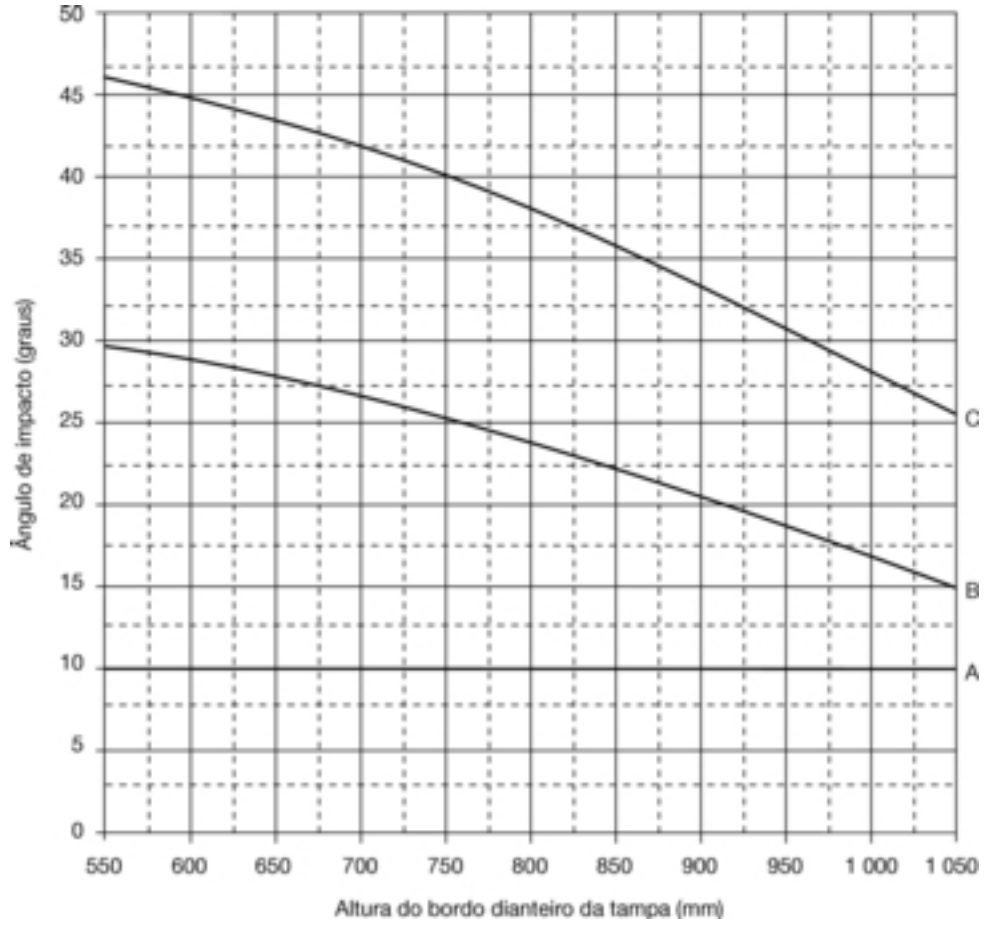


Notas:

1. Interpolar horizontalmente entre curvas.
2. Para configurações inferiores a 5,56 m/s, ensaiar a 5,56 m/s.
3. Para configurações superiores a 11,1 m/s, ensaiar a 11,1 m/s.
4. Se o avanço do pára-choques < 0: ensaiar como para avanço nulo.
5. Se avanço do pára-choques > 400 mm: ensaiar como para 400 mm.

Figura 5

Ângulo de ensaio da coxa contra o bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, em função da forma do veículo



Legenda:

A = avanço do pára-choques: 0 mm

B = avanço do pára-choques: 50 mm

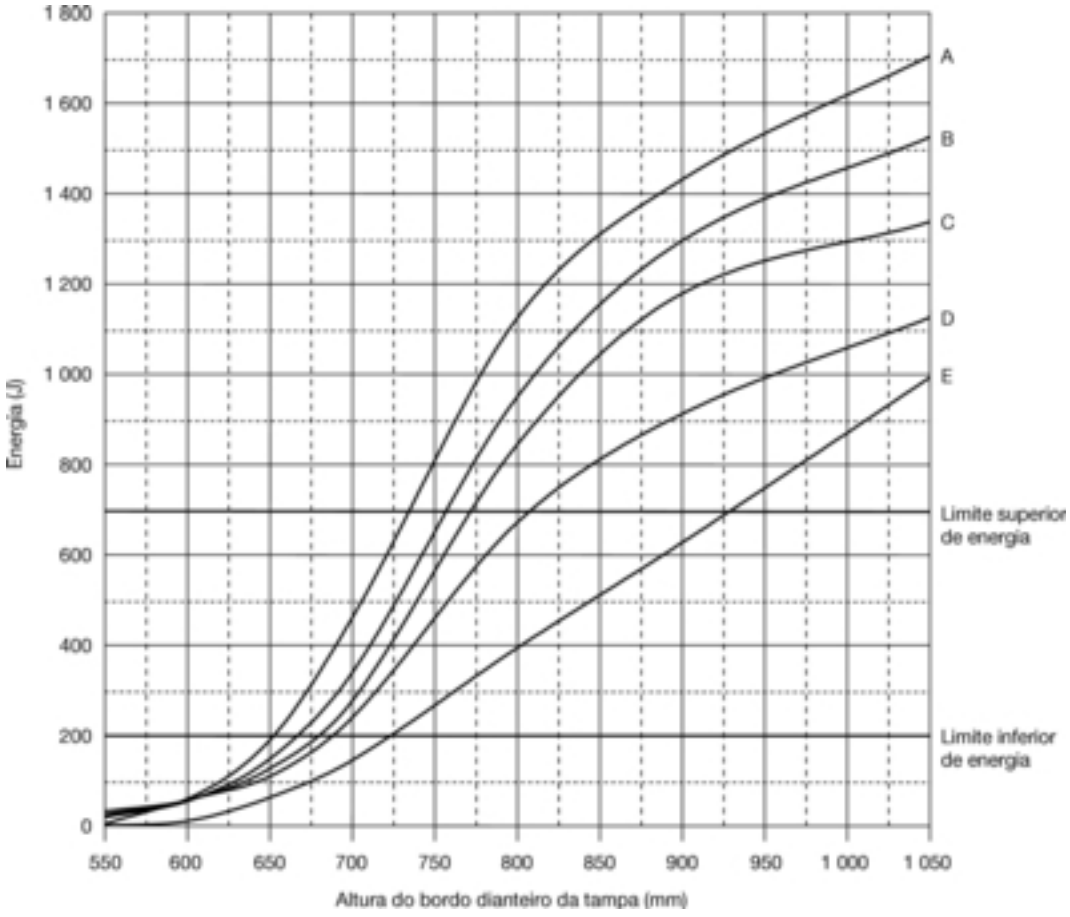
C = avanço do pára-choques: 150 mm

Notas:

1. Interpolar verticalmente entre curvas.
2. Se o avanço do pára-choques < 0:
   — ensaiar como para avanço nulo.
3. Se o avanço do pára-choques >150 mm
   — ensaiar como para 150 mm.
4. Se a altura do bordo dianteiro da tampa > 1 050 mm:
   — ensaiar como para 1 050 mm.

Figura 6

Energia cinética de ensaio da coxa contra o bordo dianteiro da tampa do compartimento do motor, em função da forma do veículo



Legenda:

A = avanço do pára-choques: 50 mm

B = avanço do pára-choques: 100 mm

C = avanço do pára-choques: 150 mm

D = avanço do pára-choques: 250 mm

E = avanço do pára-choques: 350 mm

Notas:

1. Interpolar verticalmente entre curvas.
2. Se o avanço do pára-choques <50 mm:
   — ensaiar como para 50 mm.
3. Se a altura do bordo dianteiro da tampa > 1 050 mm:
   — ensaiar como para 1 050 mm.
4. Se energia cinética requerida > 700 J:
   — ensaiar como para 700 J.
5. Se energia cinética requerida igual ou < 200 J:
   — ensaio dispensável.
6. Se o avanço do pára-choques >350 mm:
   — ensaiar como para 350 mm.

CAPÍTULO V

Ensaio da cabeça de criança/cabeça pequena de adulto contra topo da tampa do compartimento do motor

1. **Âmbito de aplicação**

O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes do ponto 2.3 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. O pêndulo que simula uma cabeça, para os ensaios de impacto contra o topo da tampa do compartimento do motor, deve deslocar-se em «movimento livre» no instante do impacto. O pêndulo é lançado em movimento livre a uma distância tal do veículo que os resultados do ensaio não sejam influenciados pelo contacto do pêndulo com o sistema de propulsão durante o seu retorno.

2.2. O pêndulo pode ser impelido por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por outro meio que se demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. O objectivo do ensaio é assegurar o cumprimento dos requisitos constantes do ponto 2.3 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

3.2. Os ensaios com o pêndulo que simula uma cabeça são efectuados contra o topo da tampa do compartimento do motor. Devem realizar-se, no mínimo, dezoito ensaios com o pêndulo que simula uma cabeça, seis dos quais no terço mediano e seis em cada um dos terços externos da tampa do compartimento do motor, em posições consideradas as mais susceptíveis de causar lesões. Os ensaios devem incidir em diferentes tipos da estrutura, se esta variar na zona a avaliar.

De um mínimo de dezoito ensaios a realizar, pelo menos doze devem ser realizados com o pêndulo que simula uma cabeça dentro da «zona HPC1000» e um mínimo de seis devem ser realizados dentro da «zona HPC2000», conforme previsto no ponto 3.2.1.

Os pontos de ensaio devem ter uma localização tal que o pêndulo não tenda a colidir em ricochete com o topo da tampa, podendo depois percutir de forma mais violenta o pára-brisas ou um pilar A.

Os pontos seleccionados para o ensaio do pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto devem ter um espaçamento mínimo de 165 mm, com um mínimo de 82,5 mm adentro das linhas laterais de referência definidas e um mínimo de 82,5 mm adiante da linha posterior de referência definida para a tampa do compartimento do motor.

Cada ponto seleccionado para ensaio da cabeça de criança/cabeça pequena de adulto deve também ficar a um mínimo de 165 mm atrás da linha de referência do bordo dianteiro da tampa, a não ser que nenhum dos pontos situados na zona de ensaio do bordo dianteiro da tampa a menos de 165 mm para os lados, se escolhido para um ensaio de coxa contra o bordo dianteiro da tampa, exigisse uma energia cinética de impacto superior a 200 J.

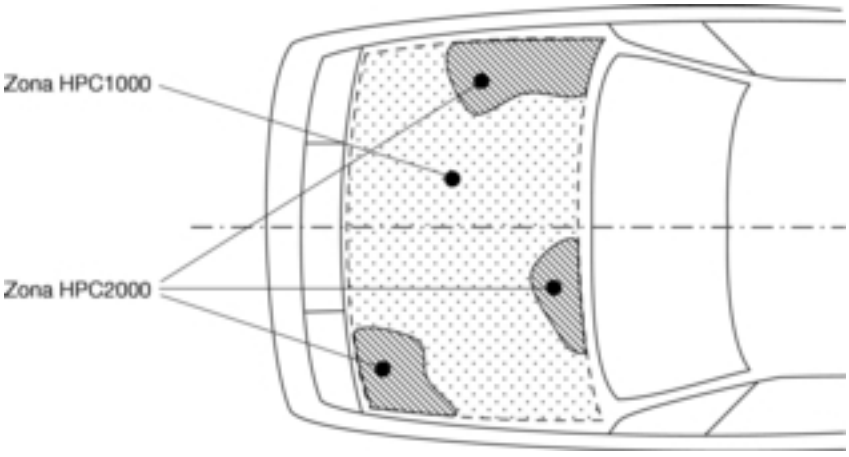
Estas distâncias mínimas devem ser marcadas com uma fita flexível esticada ao longo da superfície exterior do veículo. Se tiverem sido seleccionadas várias posições de ensaio e a zona de ensaio remanescente for demasiado exígua para seleccionar outra posição de ensaio, respeitando simultaneamente os espaçamentos mínimos entre ensaios, podem ser efectuados menos de 18 ensaios. As posições ensaiadas pelos laboratórios devem ser indicadas no relatório do ensaio.

Não obstante, os serviços técnicos responsáveis devem realizar o número de ensaios necessários para garantir a conformidade de um veículo com os valores-limite do critério de desempenho da cabeça (HPC), nomeadamente, 1 000 para a «zona HPC1000» e 2 000 para a «zona HPC2000», especialmente nos pontos próximos das fronteiras entre os dois tipos de zonas.

3.2.1. Identificação da «zona HPC1000» e da «zona HPC2000». O fabricante deve identificar as zonas do topo da tampa do compartimento do motor onde o critério de desempenho da cabeça (HPC) não deve exceder os valores de 1 000 («zona HPC1000») e de 2 000 («zona HPC2000»), respectivamente, em conformidade com os requisitos definidos no ponto 2.3 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009 (ver figura 7).

Figura 7

Marcação das zonas HPC1000 e HPC2000



3.2.2. A marcação da área de impacto no topo da tampa do compartimento do motor, bem como da «zona HPC1000» e da «zona HPC2000», deve ser efectuada com base num desenho fornecido pelo fabricante e perspectivado de um plano horizontal sobranceiro ao veículo e paralelo ao pavimento. O fabricante deve facultar um número suficiente de coordenadas x e y para marcação das áreas no veículo real ao longo do contorno externo do veículo na direcção z.

3.2.3. As áreas da «zona HPC1000» e da «zona HPC2000» podem ser compostas por várias partes, sem número limite.

3.2.4. O cálculo da superfície da área de impacto, bem como das áreas da «zona HPC1000» e da «zona HPC2000» deve ser efectuado com base num projecto de tampa do compartimento do motor perspectivado de um plano horizontal sobranceiro ao veículo e paralelo ao plano do pavimento com base no desenho fornecido pelo fabricante.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I. A temperatura estabilizada do equipamento de ensaio e do veículo ou subsistema deve ser de 20 °C ± 4 °C.

4.2. O pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto a utilizar para efeitos do presente ensaio deve ser o descrito na secção 3 da parte V.

4.3. O pêndulo é montado, impelido e lançado conforme prescrevem os pontos 2.1 e 2.2.

4.4. Nos ensaios realizados contra a parte posterior do topo da tampa do compartimento do motor, o pêndulo que simula uma cabeça não deve entrar em contacto com o pára-brisas ou com os pilares A antes de colidir com o topo da tampa.

4.5. A direcção de impacto deve acompanhar um plano vertical longitudinal do veículo que atravessa o ponto de impacto. A tolerância para esta direcção é de ± 2º. A direcção de impacto, nos ensaios realizados contra o topo da tampa do compartimento do motor, deve ser para baixo e para trás, como se o veículo assentasse no pavimento. Nos ensaios com o pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto, o ângulo de impacto deve ser de 50º ± 2º em relação ao nível de referência do pavimento. O efeito da gravidade deve ser tido em conta se o ângulo de impacto for obtido a partir de medições efectuadas antes do primeiro contacto.

4.6. No instante do primeiro contacto, o ponto de primeiro contacto do pêndulo que simula uma cabeça deve situar-se a ± 10 mm do ponto seleccionado para o impacto.

4.7. A velocidade de impacto do pêndulo que simula uma cabeça, ao colidir com o topo da tampa do compartimento do motor, deve ser de 9,7 ± 0,2 m/s.

4.7.1. A velocidade do pêndulo que simula uma cabeça deve ser medida num dado ponto durante o movimento livre do pêndulo antes do impacto, em conformidade com o método especificado na norma ISO 3784:1976. A exactidão da medição da velocidade deve ser de ± 0,01 m/s. A velocidade medida deve ser ajustada tendo em conta todos os factores susceptíveis de afectar o pêndulo entre o ponto de medição e o ponto de impacto, a fim de determinar a velocidade do pêndulo no momento do impacto.

4.8. As variações de aceleração no tempo devem ser registadas e o HIC deve ser calculado. Deve ser registado o primeiro ponto de contacto com a estrutura dianteira do veículo. Os resultados dos ensaios devem ser registados em conformidade com a norma ISO 6487:2002.

CAPÍTULO VI

Ensaio da cabeça de adulto contra o pára-brisas

1. **Âmbito de aplicação**

O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes do ponto 2.4 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. Para os ensaios de impacto contra o pára-brisas, o pêndulo que simula uma cabeça deve deslocar-se em «movimento livre» no momento do impacto. O pêndulo deve ser lançado em movimento livre a uma distância tal do veículo que os resultados do ensaio não sejam influenciados pelo contacto do pêndulo com o sistema de propulsão durante o seu retorno.

2.2. O pêndulo pode ser impelido por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por outro meio que se demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. O objectivo do ensaio é assegurar o cumprimento dos requisitos constantes do ponto 2.4 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

3.2. Os ensaios com o pêndulo que simula a cabeça de um adulto são efectuados contra o pára-brisas. Com o pêndulo que simula uma cabeça, efectua-se um mínimo de cinco ensaios em posições consideradas as mais susceptíveis de causar lesões.

Os pontos seleccionados para o ensaio do pêndulo que simula uma cabeça de adulto contra o pára-brisas devem ter um espaçamento mínimo de 165 mm, com um mínimo de 82,5 mm adentro dos limites do pára-brisas, como definido na Directiva 77/649/CEE, e um mínimo de 82,5 mm para a frente da linha posterior de referência do pára-brisas (ver figura 8).

Estas distâncias mínimas devem ser marcadas com uma fita flexível esticada ao longo da superfície exterior do veículo. Se tiverem sido seleccionadas várias posições de ensaio e a zona de ensaio remanescente for demasiado exígua para seleccionar outra posição de ensaio, respeitando simultaneamente os espaçamentos mínimos entre ensaios, podem ser efectuados menos de cinco ensaios. As posições ensaiadas pelos laboratórios devem ser indicadas no relatório do ensaio.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I. A temperatura estabilizada do equipamento de ensaio e do veículo ou subsistema deve ser de 20 °C ± 4 °C.

4.2. O pêndulo que simula uma cabeça de adulto a utilizar para efeitos do presente ensaio deve ser o descrito na secção 4 da parte V.

4.3. Os pêndulos que simulam a cabeça devem ser montados, impelidos e lançados conforme definido nos pontos 2.1 e 2.2.

4.4. A direcção de impacto deve acompanhar um plano vertical longitudinal do veículo que atravessa o ponto de impacto. A tolerância para esta direcção é de ± 2º. O ângulo de impacto deve ser de 35° ± 2°, para baixo e para trás, em relação ao nível de referência. O efeito da gravidade deve ser tido em conta se o ângulo de impacto for obtido a partir de medições efectuadas antes do primeiro contacto.

4.5. No instante do primeiro contacto, o ponto de primeiro contacto do pêndulo que simula uma cabeça deve situar-se a ± 10 mm do ponto seleccionado para o impacto.

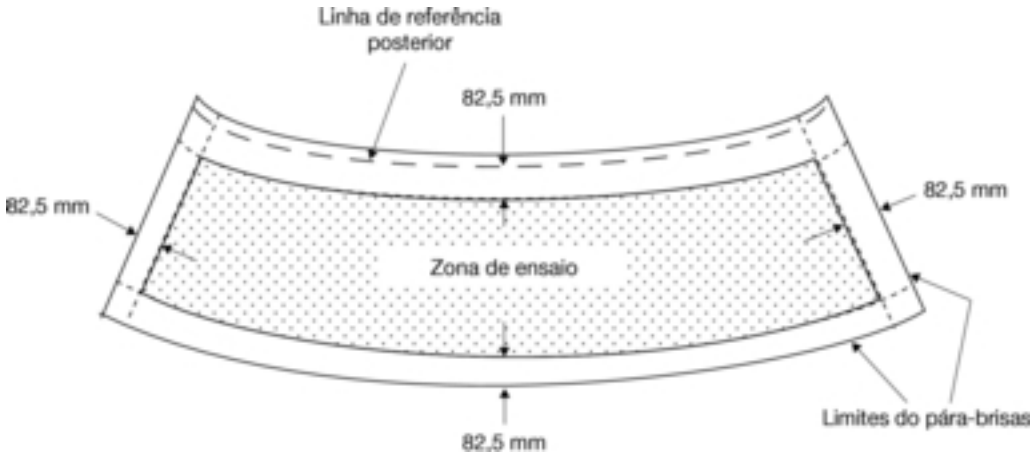
4.6. A velocidade de impacto do pêndulo que simula uma cabeça, ao colidir com o pára-brisas, deve ser de 9,7 ± 0,2 m/s.

4.6.1. A velocidade do pêndulo que simula uma cabeça deve ser medida num dado ponto durante o movimento livre do pêndulo antes do impacto, em conformidade com o método especificado na norma ISO 3784:1976. A exactidão da medição da velocidade deve ser de ± 0,01 m/s. A velocidade medida deve ser ajustada tendo em conta todos os factores susceptíveis de afectar o pêndulo entre o ponto de medição e o ponto de impacto, a fim de determinar a velocidade do pêndulo no momento do impacto.

4.7. As variações de aceleração no tempo devem ser registadas e o HIC deve ser calculado. Deve ser registado o primeiro ponto de contacto com a estrutura dianteira do veículo. Os resultados dos ensaios devem ser registados em conformidade com a norma ISO 6487:2002.

Figura 8

Zona de impacto no pára-brisas



CAPÍTULO VII

Ensaios da cabeça de criança/cabeça pequena de adulto e de adulto contra o topo da tampa do compartimento do motor

1. **Âmbito de aplicação**

O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes dos pontos 3.3 e 3.4 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. Os pêndulos que simulam uma cabeça, para os ensaios de impacto com o topo da tampa do compartimento do motor, devem deslocar-se em «movimento livre» no momento do impacto. Os pêndulos são lançados em movimento livre a tal distância do veículo que os resultados do ensaio não sejam influenciados pelo contacto dos pêndulos com o sistema de propulsão durante o seu retorno.

2.2. Os pêndulos podem ser impelidos por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por outro meio que se demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. O objectivo do ensaio é assegurar o cumprimento dos requisitos constantes dos pontos 3.3 e 3.4 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

3.1.1. Efectua-se com cada pêndulo que simula uma cabeça um mínimo de nove ensaios, três dos quais no terço mediano e outros três em cada um dos terços externos das zonas de ensaio respectivas para a cabeça de criança/cabeça pequena de adulto contra o topo da tampa, em posições consideradas as mais susceptíveis de causar lesões. Os ensaios na secção anterior da zona de ensaio no topo da tampa, conforme definidos no ponto 3.2, efectuam-se com o pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto. Os ensaios na secção posterior da zona de ensaio no topo da tampa, conforme definidos no ponto 3.3, efectuam-se com o pêndulo que simula uma cabeça de adulto. Os ensaios devem incidir em diferentes tipos da estrutura, se esta variar na zona a avaliar, e em posições consideradas as mais susceptíveis de causar lesões.

3.2. Os pontos seleccionados para o ensaio do pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto devem ter:

(a) um espaçamento mínimo de 165 mm;

(b) um mínimo de 82,5 mm adentro das linhas laterais de referência definidas;

(c) um mínimo de 82,5 mm adiante da linha posterior de referência da tampa ou adiante de uma linha de contorno para um comprimento de 1 700 mm, consoante a que se situar mais adiante do ponto de ensaio seleccionado;

(d) um mínimo de 82,5 mm atrás da linha de referência do bordo dianteiro da tampa ou atrás de uma linha de contorno para um comprimento de 1 000 mm, consoante a que se situar mais atrás do ponto de ensaio seleccionado.

3.3. Os pontos seleccionados para o ensaio do pêndulo que simula uma cabeça de adulto devem ter:

(a) um espaçamento mínimo de 165 mm;

(b) um mínimo de 82,5 mm adentro das linhas laterais de referência definidas;

(c) um mínimo de 82,5 mm adiante da linha posterior de referência da tampa ou adiante de uma linha de contorno para um comprimento de 2 100 mm, consoante a que se situar mais adiante do ponto de ensaio seleccionado;

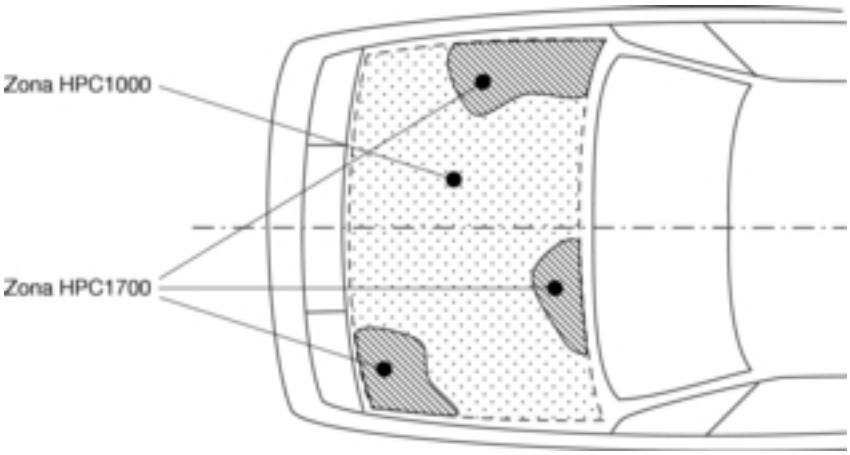
(d) um mínimo de 82,5 mm atrás da linha de referência do bordo dianteiro da tampa ou atrás de uma linha de contorno para um comprimento de 1 700 mm, consoante a que se situar mais atrás do ponto de ensaio seleccionado.

3.3.1. Os pontos de ensaio devem ter uma localização tal que o pêndulo não tenda a colidir de ricochete com o topo da tampa, podendo depois percutir de forma mais violenta o pára-brisas ou um pilar A. As distâncias mínimas devem ser marcadas com uma fita flexível esticada ao longo da superfície exterior do veículo. Se tiverem sido seleccionadas várias posições de ensaio e a zona de ensaio remanescente for demasiado exígua para seleccionar outra posição de ensaio, respeitando simultaneamente os espaçamentos mínimos entre ensaios, podem ser efectuados menos de nove ensaios. As posições ensaiadas pelos laboratórios devem ser indicadas no relatório do ensaio. Não obstante, os serviços técnicos responsáveis devem realizar o número de ensaios necessários para garantir a conformidade de um veículo com os valores-limite do critério de desempenho da cabeça (HPC), nomeadamente, 1 000 para a zona de impacto HPC1000 e 1 700 para a zona de impacto HPC1700, especialmente nos pontos próximos das fronteiras entre os dois tipos de zonas.

3.3.2. Identificação das zonas de impacto HPC1000 e HPC1700. O fabricante deve identificar as zonas de impacto no topo da tampa do compartimento do motor onde o critério de desempenho da cabeça (HPC) não deve exceder os valores de 1 000 (zona HPC1000) e de 1 700 (zona HPC1700), respectivamente, em conformidade com os requisitos definidos no ponto 3.5 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

Figura 9

Marcação das zonas HPC1000 e HPC1700



3.3.3. A marcação da zona de impacto no topo da tampa do compartimento do motor, bem como das zonas de impacto deve ser efectuada com base num desenho fornecido pelo fabricante e perspectivado de um plano horizontal sobranceiro ao veículo e paralelo ao plano em que este se situa. O fabricante deve facultar um número suficiente de coordenadas x e y para marcação das zonas no veículo real ao longo do contorno externo do veículo na direcção z. As áreas da «zona HPC1000» e da «zona HPC1700» podem ser compostas por várias partes, sem número limite. O cálculo da superfície da área de impacto, bem como das superfícies das zonas de impacto deve ser efectuado com base num projecto de tampa do compartimento do motor perspectivado de um plano horizontal sobranceiro ao veículo e paralelo ao plano do pavimento, com base no desenho fornecido pelo fabricante.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I. A temperatura estabilizada do equipamento de ensaio e do veículo ou subsistema deve ser de 20 °C ± 4 °C.

4.2. Os pêndulos que simulam uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto e de adulto a utilizar para efeitos do presente ensaio devem ser os descritos nas secções 3 e 4 da parte V.

4.3. Os pêndulos que simulam uma cabeça são montados, impelidos e lançados conforme prescrevem os pontos 2.1 e 2.2.

4.4. Nos ensaios realizados contra a parte posterior do topo da tampa do compartimento do motor, o pêndulo que simula uma cabeça não deve entrar em contacto com o pára-brisas ou com os pilares A antes de colidir com o topo da tampa.

4.4.1. A direcção de impacto deve acompanhar um plano vertical longitudinal do veículo que atravessa o ponto a ensaiar. A tolerância para esta direcção é de ± 2º. A direcção de impacto, nos ensaios realizados contra o topo da tampa do compartimento do motor, deve ser para baixo e para trás, como se o veículo assentasse no pavimento. Nos ensaios com o pêndulo que simula uma cabeça de criança, o ângulo de impacto deve ser de 50º ± 2º em relação ao nível de referência do pavimento. Nos ensaios com o pêndulo que simula uma cabeça de adulto, o ângulo de impacto deve ser de 65º ± 2º em relação ao nível de referência. O efeito da gravidade deve ser tido em conta se o ângulo de impacto for obtido a partir de medições efectuadas antes do primeiro contacto.

4.5. No instante do primeiro contacto, o ponto de primeiro contacto do pêndulo que simula uma cabeça deve situar-se a ± 10 mm do ponto seleccionado para o impacto.

4.6. A velocidade de impacto dos pêndulos que simulam uma cabeça ao colidir com o topo da tampa do compartimento do motor deve ser de 9,7 ± 0,2 m/s.

4.6.1. A velocidade do pêndulo que simula uma cabeça deve ser medida num dado ponto durante o movimento livre do pêndulo antes do impacto, em conformidade com o método especificado na norma ISO 3784:1976. A exactidão da medição da velocidade deve ser de ± 0,01 m/s. A velocidade medida deve ser ajustada tendo em conta todos os factores susceptíveis de afectar o pêndulo entre o ponto de medição e o ponto de impacto, a fim de determinar a velocidade do pêndulo no momento do impacto.

4.7. As variações de aceleração no tempo devem ser registadas e o HIC deve ser calculado. Deve ser registado o primeiro ponto de contacto com a estrutura dianteira do veículo. Os resultados dos ensaios devem ser registados em conformidade com a norma ISO 6487:2002.

PARTE III

ESPECIFICAÇÕES PARA SISTEMAS DE ASSISTÊNCIA À TRAVAGEM DE EMERGÊNCIA

1. **Aspectos gerais**

O objectivo da presente parte é o de assegurar o cumprimento dos requisitos para verificação do sistema de assistência à travagem de emergência (BAS), conforme requerido pela secção 4 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

1.1. *Características do desempenho dos sistemas BAS da categoria «A»*

Quando é detectada uma situação de travagem de emergência, através da aplicação de uma força relativamente elevada no pedal do travão, a força adicional no pedal do travão que seria necessária para efectuar um ciclo completo do sistema de travagem antibloqueio (ABS) deve ser reduzida, quando comparada com a pressão sobre o pedal necessária sem o funcionamento do sistema BAS.

A conformidade com o presente requisito pode ser demonstrada pelo cumprimento do disposto nos pontos 7.1. a 7.3.

1.2. *Características do desempenho dos sistemas BAS das categorias «B» e «C»*

Quando é detectada uma situação de emergência, no mínimo através de um accionamento muito rápido do pedal do travão, o BAS deve elevar a pressão para fornecer a relação de travagem máxima possível ou para activar um ciclo completo do ABS.

A conformidade com o presente requisito pode ser demonstrada pelo cumprimento do disposto nos pontos 8.1. a 8.3.

2. **Para efeitos da presente parte, são aplicáveis as seguintes definições:**

2.1. «Sistema de assistência à travagem de emergência de categoria A» designa um sistema que detecta uma situação de travagem de emergência com base na força exercida sobre o pedal do travão pelo condutor.

2.2. «Sistema de assistência à travagem de emergência de categoria B» designa um sistema que detecta uma situação de travagem de emergência com base na velocidade com que é aplicada uma força ao pedal do travão pelo condutor.

2.3. «Sistema de assistência à travagem de emergência de categoria C» designa um sistema que detecta uma situação de travagem de emergência com base em múltiplos critérios, um dos quais é a taxa de aplicação do pedal do travão.

3. **Requisitos**

Ao realizar os ensaios previstos na presente parte, devem ser medidas as seguintes variáveis:

3.1. Força exercida sobre o pedal do travão, F_p, aplicada ao centro da chapa do pedal do travão seguindo um arco tangente ao *pivot* do pedal do travão.

3.2. Velocidade longitudinal do veículo, v_x;

3.3. Aceleração longitudinal do veículo, a_x;

3.4. Temperatura dos travões, T_d, medida na banda de travagem do disco ou do tambor dos travões dianteiros.

3.5. Pressão dos travões, P, se aplicável.

3.6. Curso do pedal do travão, S_p, medido no centro da chapa do pedal do travão numa posição sobre o mecanismo do pedal em que a deslocação é proporcional à deslocação no centro da chapa do pedal, permitindo uma calibragem simples da medição.

4. **Medições**

4.1. As variáveis enumeradas na secção 3 devem ser medidas através dos transdutores apropriados. Os requisitos relativos a exactidão, gamas de funcionamento, técnicas de filtragem, tratamento de dados, entre outros, são os descritos na norma ISO 15037-1:2006.

4.2. A exactidão das medições relativas à força exercida sobre o pedal e à temperatura dos discos deve ser a seguinte:

Medição	Gama típica de funcionamento dos transdutores	Máximo recomendado de erros de leitura
Força exercida sobre o pedal	0 a 2 000 N	± 10 N
Temperatura do disco do travão	0-1 000 °C	± 5 °C
Pressão dos travões (*)	0-20 MPa (*)	± 100 kPa (*)

(*) Aplicável conforme especificado no ponto 7.2.5.

4.2.1. É necessária uma taxa de amostragem para aquisição de dados de, pelo menos, 500Hz.

4.2.2. No apêndice II da presente parte são indicados mais pormenores sobre o tratamento analógico e digital dos dados dos procedimentos de ensaio do BAS.

4.2.3. São admissíveis métodos alternativos de medição relativamente aos acima referidos, desde que demonstrem, no mínimo, um nível equivalente de exactidão.

5. **Condições de ensaio**

5.1. Condições de ensaio relativas ao estado de carga do veículo:

O veículo deve estar sem carga. Para além do condutor, pode sentar-se no banco dianteiro uma segunda pessoa encarregada de anotar os resultados dos ensaios.

6. **Método de ensaio**

6.1. Os ensaios descritos nas secções 7 e 8 devem ser realizados com uma velocidade inicial de 100 ± 2 km/h. O veículo deve ser conduzido à velocidade de ensaio em linha recta.

6.2. A temperatura média dos travões dianteiros deve ser medida em conformidade com o ponto 3.4 e registada antes de cada ensaio, devendo variar entre 65 °C e 100 °C antes de cada ensaio.

6.3. Os ensaios de travagem devem ser realizados numa pista de ensaios seca e asfaltada, em conformidade com a norma ISO 15037-1:1998.

6.4. Para os ensaios, o tempo de referência, t_0, é definido como o momento em que a força exercida sobre o pedal do travão atinge 20N.

Nota:

Para os veículos equipados com um sistema de travagem assistido por uma fonte de alimentação, a força que é necessário aplicar sobre o pedal depende do nível de energia existente no dispositivo de acumulação de energia. Por conseguinte, no início do ensaio, deve ser assegurado um nível suficiente de energia.

7. **Avaliação da presença de um sistema BAS de categoria «A»**

Um sistema BAS de categoria «A» deve cumprir os requisitos constantes dos pontos 7.1 e 7.2.

7.1. *Ensaio 1: ensaio de referência para determinar F_{ABS} e a_{ABS}*

7.1.1. Os valores de referência F_{ABS} e a_{ABS} devem ser determinados em conformidade com o procedimento descrito no apêndice I.

7.2. *Ensaio 2: activação do sistema BAS*

7.2.1. Quando é detectada uma situação de travagem de emergência, os sistemas sensíveis à força exercida sobre o pedal devem mostrar um aumento significativo da relação entre:

— A pressão de funcionamento do circuito dos travões e a força exercida sobre o pedal do travão, se autorizado nos termos do ponto 7.2.5., ou

— A desaceleração do veículo e a força exercida sobre o pedal do travão.

7.2.2. Considera-se que os requisitos relativos ao desempenho de um sistema BAS de categoria «A» foram cumpridos se for possível definir uma característica específica de travagem que permita uma redução entre 40 % e 80 % da força exercida sobre o pedal do travão necessária para (F_{ABS} — F_T), quando comparado com ($F_{ABS\ extrapolado}$ — F_T).

7.2.3. F_T e a_T são o limiar de força e o limiar de desaceleração, conforme ilustrado pela figura 1. Os valores de F_T e a_T devem ser fornecidos ao serviço técnico aquando da apresentação do pedido de homologação. O valor de a_T deve oscilar entre 3,5m/s^2 e 5,0m/s^2.

7.2.4. Traça-se uma recta desde a origem passando pelo ponto F_T, a_T (como se mostra na figura 1a). O valor da força exercida sobre o pedal do travão, «F», no ponto de intersecção entre esta linha e uma linha horizontal definida por $a = a_{ABS}$, é definido como $F_{ABS,\ extrapolado}$:

$$F_{ABS,\ extrapolado} = \frac{F_T \times a_{ABS}}{a_T}$$

7.2.5. Opcionalmente, em função da escolha do fabricante, no caso de veículos com uma MBT massa bruta total) > 2 500 kg da categoria N_1, ou M_1 derivados desses veículos N_1, os valores relativos à força exercida sobre o pedal para F_T, $F_{ABS,min}$, $F_{ABS,max}$ e $F_{ABS,extrapolado}$ podem ser derivados da característica da resposta da pressão de funcionamento do circuito dos travões, em vez da característica de desaceleração do veículo. Esta medição deve ser efectuada à medida que a força exercida sobre o pedal do travão aumenta.

7.2.5.1. A pressão a que um ciclo do ABS se inicia deve ser determinada através da realização de cinco ensaios a partir de 100 ± 2 km/h, durante os quais o pedal do travão é pressionado até ao nível que activa o funcionamento do ABS, sendo registadas as cinco pressões a que isso ocorre, determinadas com base nos registos de pressão sobre as rodas dianteiras, e o valor médio obtido é denominado p_{abs}.

7.2.5.2. A pressão-limiar, P_T, deve ser indicada pelo fabricante e corresponder a uma desaceleração na ordem dos 2,5-4,5 m/s^2.

7.2.5.3. A figura 1b deve ser construída conforme descrito no ponto 7.2.4, mas utilizando medições da pressão de funcionamento do circuito dos travões para definir os parâmetros estabelecidos no ponto 7.2.5 acima, em que:

$$F_{ABS,\ extrapolado} = \frac{F_T \times P_{ABS}}{P_T}$$

Figura 1a

Característica da força exercida sobre o pedal do travão necessária para atingir a desaceleração máxima com um sistema BAS da categoria «A»

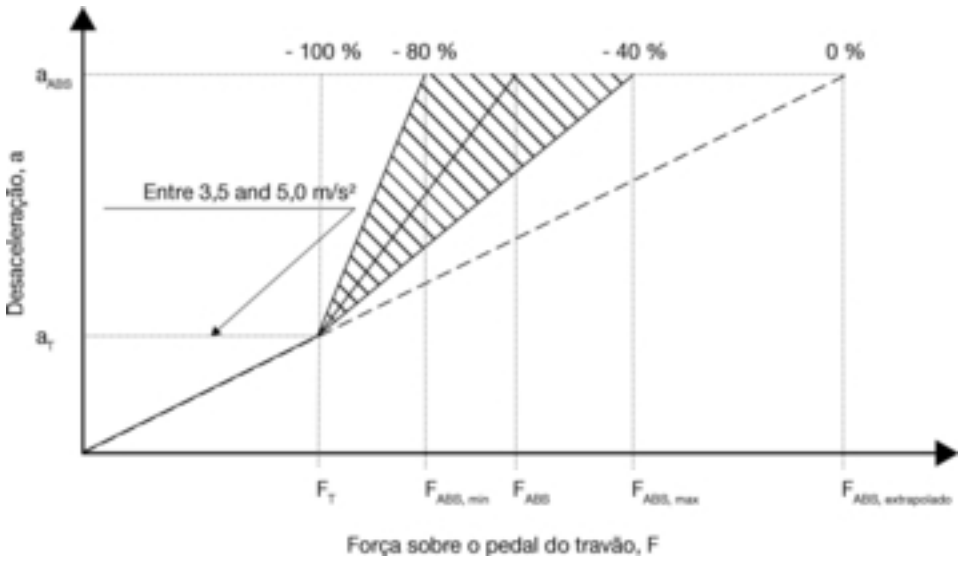
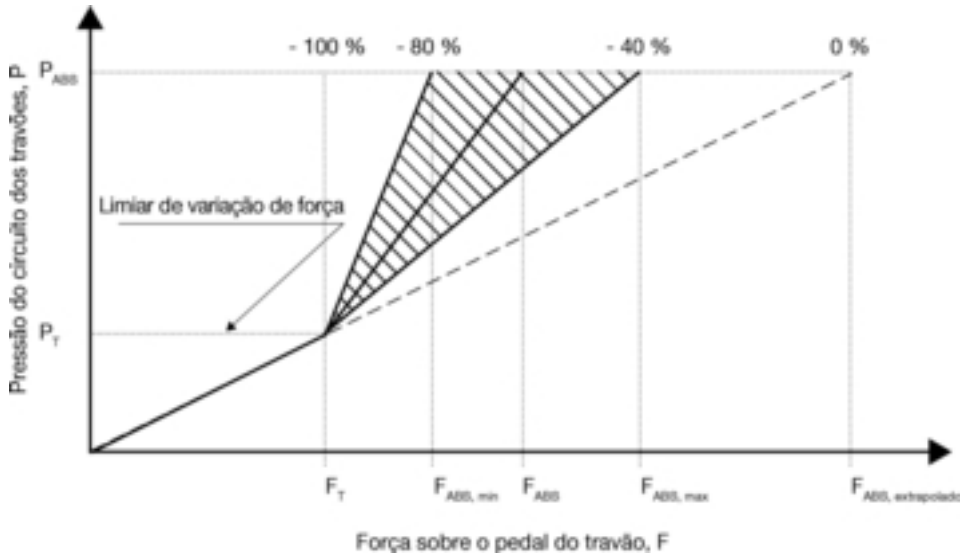


Figura 1b

Característica da força exercida sobre o pedal do travão necessária para atingir a desaceleração máxima com um sistema BAS da categoria «A»



7.3. *Avaliação dos dados*

A presença de um sistema BAS de categoria «A» é demonstrada se:

$$F_{ABS,min} \leq F_{ABS} \leq F_{ABS,max}$$

em que:

$$F_{ABS,max} - F_T \leq \left(F_{ABS,\ extrapolado} - F_T\right) \times 0{,}6$$

e

$$F_{ABS,min} - F_T \geq \left(F_{ABS,\ extrapolado} - F_T\right) \times 0{,}2$$

8. **Avaliação da presença de um sistema BAS de categoria «B»**

Um sistema BAS de categoria «B» deve cumprir os requisitos de ensaio constantes das secções 8.1 e 8.2. da presente parte.

8.1. *Ensaio 1: ensaio de referência para determinar F_{ABS} e a_{ABS}*

8.1.1. Os valores de referência F_{ABS} e a_{ABS} devem ser determinados em conformidade com o procedimento descrito no apêndice I.

8.2. *Ensaio 2: activação do sistema BAS*

8.2.1. O veículo deve ser conduzido em linha recta à velocidade inicial de ensaio indicada no ponto 6.1. O condutor deve accionar com rapidez o pedal do travão conforme indicado na figura 2, simulando uma travagem de emergência, a fim de activar o sistema BAS e de que o ABS efectue ciclos completos.

8.2.2. Para activar o sistema BAS, o pedal do travão deve ser accionado conforme indicado pelo fabricante do veículo. Aquando da apresentação do pedido de homologação, o fabricante deve notificar o serviço técnico competente do valor da força que é necessário exercer sobre o pedal do travão. Deve ser demonstrado, de forma satisfatória, ao serviço técnico que o sistema BAS se activa nas seguintes condições, a especificar pelo fabricante:

8.2.2.1. Para os sistemas da categoria B, definição da velocidade a transmitir ao pedal do travão para activar o sistema de assistência à travagem de emergência (por exemplo, velocidade de pressão sobre o pedal de 9 mm/s durante um dado intervalo de tempo).

8.2.2.2. Para os sistemas da categoria C, definição das variáveis de entrada que afectam a decisão de activar o sistema de assistência à travagem de emergência, a relação entre estas e o accionamento do pedal necessária para activar o sistema para realização dos ensaios descritos na presente parte.

8.2.3. Depois de passado um intervalo de tempo $t = t_0 + 0,8$ e até o veículo ter diminuído a velocidade para 15km/h, deve-se manter a força no pedal do travão compreendida entre $F_{ABS,\ superior}$ e $F_{ABS,\ inferior}$. em que $F_{ABS,\ superior}$ é $0,7 \times F_{ABS}$ e $F_{ABS,\ inferior}$ é $0,5 \times F_{ABS}$.

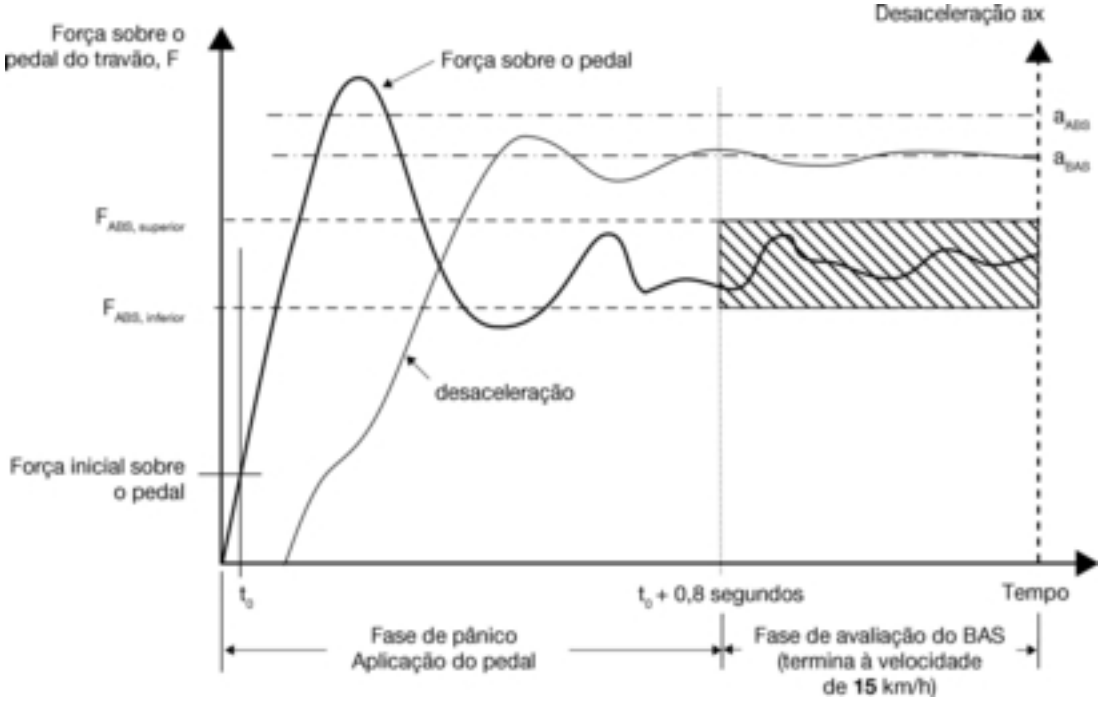
8.2.4. Considera-se igualmente que os requisitos foram cumpridos se, após $t = t_0 + 0,8$ s, a força exercida sobre o pedal descer abaixo de $F_{ABS,\ inferior}$, desde que o requisito constante do ponto 8.3. seja preenchido.

8.3. *Avaliação dos dados*

A presença de um sistema BAS de categoria «B» é demonstrada se for mantida uma desaceleração média de, pelo menos, $0,85 \times a_{ABS}$ depois de passado um intervalo de tempo em que o veículo $t = t_0 + 0,8$ s até ao momento em que o veículo diminua a velocidade para 15 km/h.

Figura 2

Exemplo do ensaio 2 de um sistema BAS da categoria «B»



9. **Avaliação da presença de um sistema BAS da categoria «C»**

9.1. Um sistema BAS da categoria «C» deve cumprir os requisitos constantes dos pontos 8.2 e 8.3.

9.2. *Avaliação dos dados*

Um sistema BAS da categoria «C» deve cumprir os requisitos constantes do ponto 8.3.

Apêndice 1

Método para determinar F_{ABS} e a_{ABS}

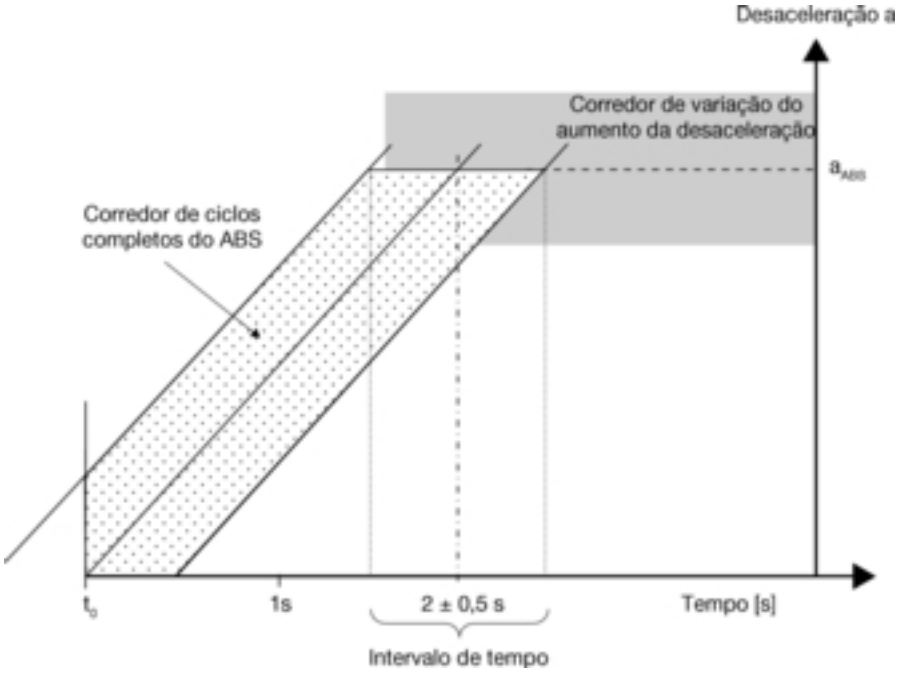
1. A força exercida sobre o pedal do travão F_{ABS} é a força mínima que tem de ser aplicada a um pedal de um determinado veículo para se atingir a desaceleração máxima, que indica que o ABS efectua ciclos completos. Por a_{ABS}, entende-se a desaceleração de um determinado veículo durante a desaceleração do ABS, conforme definido no ponto 7.

2. O pedal do travão deve ser accionado lentamente (sem activar o sistema de assistência à travagem de emergência no caso dos sistemas da categoria B ou C), obtendo um aumento constante da desaceleração até o ABS efectuar ciclos completos (ver figura 3).

3. A desaceleração total deve ser atingida dentro de um período de 2, ± 0,5 s. A curva de desaceleração, registada em função do tempo, deve situar-se num corredor de ± 0,5 s em torno da linha central do corredor da curva de desaceleração. O exemplo, na figura 3, tem origem no tempo t_0 atravessando a linha a_{ABS} a 2 segundos. Uma vez atingida a desaceleração total, o curso do dispositivo de operação do travão, S_p, não deve ser reduzido durante, no mínimo, 1 s. O tempo de activação completa do sistema ABS é definido como o tempo em que a força exercida sobre o pedal atinge o valor F_{ABS}. A medição deve situar-se dentro dos limites do corredor de variação do aumento da desaceleração (ver figura 3).

Figura 3

Corredor de desaceleração para determinar F_{ABS} e a_{ABS}



4. Devem ser realizados cinco ensaios conformes ao disposto no ponto 3. Para cada um destes ensaios válidos, deve traçar-se um diagrama da desaceleração do veículo em função da força exercida no pedal do travão. Para os cálculos descritos nos pontos que se seguem, só devem ser utilizados dados registados a velocidades superiores a 15 km/h.

5. A fim de determinar a_{ABS} e a F_{ABS}, deve aplicar-se um filtro passa-baixo de 2 Hz para a desaceleração do veículo, bem como para a força exercida sobre o pedal.

6. As cinco curvas de «desaceleração em função da força exercida sobre o pedal do travão» são utilizadas para calcular a desaceleração média das cinco curvas de «desacelerações em função das forças exercidas sobre o pedal do travão», aumentando em 1 N a força exercida sobre o pedal. O resultado obtido é a desaceleração média em função da curva da força a exercer sobre o pedal, que é designada «curva maF» no presente apêndice.

7. O valor máximo para a desaceleração do veículo é determinado a partir da «curva maF» e é designado «a_{max}».

8. Calcula-se a média de todos os valores da «curva maF» superiores a 90 por cento deste valor de desaceleração «a_{max}». Este valor de «a» é a desaceleração «a_{ABS}» referida na presente parte.

9. A força mínima exercida sobre o pedal do travão ($F_{ABS,\ min}$) suficiente para atingir a desaceleração a_{ABS}, calculada no ponto 7, é definida como o valor de F correspondendo a a = a_{ABS} na curva maF.

Apêndice II

Tratamento de dados para o sistema BAS

1. **Tratamento analógico de dados**

A largura de banda de todo o sistema combinado transdutor/registo não deve ser inferior a 30 Hz.

A fim de efectuar a necessária filtragem dos sinais, devem ser utilizados filtros passa-baixo de quarta ordem ou de ordem superior. A largura da banda passante (de 0 Hz até à frequência f_o a – 3 dB) não deve ser inferior a 30 Hz. Os erros de amplitude devem ser inferiores a ± 0,5 % na gama de frequências pertinente de 0 Hz a 30 Hz. Todos os sinais analógicos devem ser tratados com filtros com características de fase similares de modo a assegurar que as diferenças de atraso temporal devidas à filtragem respeitem a exactidão requerida para a medição do tempo.

Nota:

Durante a filtragem analógica dos sinais contendo frequências diferentes, podem ocorrer desvios de fase. Por conseguinte, é preferível um método de tratamento de dados conforme ao ponto 2

2. **Tratamento de dados digitais**

2.1. *Aspectos gerais*

Ao tratar os sinais analógicos, é necessário ter em conta a atenuação da amplitude do filtro e a taxa de amostragem, a fim de evitar erros de *aliasing*, atrasos de fase e atrasos temporais devidos à filtragem. A amostragem e a digitalização incluem aspectos como: a amplificação de sinais pré-amostragem para minimizar os erros de digitalização, o número de bits por amostra, o número de amostras por ciclo, amplificadores de amostragem e retenção, e um espaçamento temporal da amostragem. Uma filtragem digital suplementar sem fase inclui aspectos como a selecção das bandas passantes e de rejeição, a atenuação e a ondulação admissíveis em cada uma delas e a correcção dos atrasos de fase devidos à filtragem. Cada um destes factores deve ser tido em consideração para se atingir uma exactidão total relativa de aquisição de dados de ± 0,5 %.

2.2. *Erros de aliasing*

A fim de evitar erros de *aliasing*, impossíveis de corrigir, os sinais analógicos devem ser adequadamente filtrados antes da amostragem e da digitalização. A ordem dos filtros utilizados e a sua banda passante devem ser escolhidas de acordo com a resposta plana requerida na gama de frequências pertinente e a frequência de amostragem.

As características mínimas do filtro e a taxa de amostragem devem ser de tal ordem que:

(a) Dentro da gama de frequências pertinente de 0 Hz a f_{max} = 30 Hz, a atenuação seja inferior à resolução do sistema de aquisição de dados;

(b) A uma frequência equivalente a metade da frequência de amostragem (ou seja, frequência Nyquist ou de *aliasing*), as grandezas de todas aos componentes da frequência do sinal e do ruído são reduzidas a um valor inferior à resolução do sistema.

Para uma resolução de 0,05 %, a atenuação do filtro deve ser inferior a 0,05 % dentro da gama de frequências de 0 Hz a 30 Hz, e a atenuação deve ser superior a 99,95 % em todas as frequências superiores a metade da frequência de amostragem.

Nota:

Para um filtro Butterworth, a atenuação do filtro é dada por:

$$A^2 = \frac{1}{1+\left(f_{max}/f_0\right)^{2n}} \text{e} A^2 = \frac{1}{1+\left(f_N/f_0\right)^{2n}}$$

sendo:

n a ordem do filtro;

f_{max} a gama de frequências pertinente (30 Hz);

f_o a frequência de corte do filtro;

f_N a frequência Nyquist ou a frequência de corte do filtro.

Para um filtro de quarta ordem

para A = 0,9995:

$f_o = 2{,}37 \times f_{max}$

para A = 0,0005:

f_S, = 2 × (6,69 × f_o), em que f_S é a frequência de amostragem = 2 × f_N.

2.3. *Desvios de fase no filtro e atrasos temporais na filtragem anti-aliasing*

Deve ser evitada uma filtragem analógica excessiva, devendo todos os filtros ter características de fase suficientemente similares de modo a assegurar que as diferenças de atraso temporal respeitem a exactidão requerida para as medições de tempo. Os desvios de fase são especialmente significativos quando se multiplicam variáveis medidas para obter novas variáveis, porque, se as amplitudes se multiplicam, os desvios de fase e os correspondentes atrasos temporais adicionam-se. Os desvios de fase e os atrasos temporais são reduzidos aumentando f_o. Sempre que são conhecidas equações que descrevem os filtros de pré-amostragem, é útil suprimir os seus desvios de fase e atrasos temporais por simples algoritmos executados no domínio das frequências.

Nota:

Na gama de frequências em que as características da amplitude do filtro se mantêm planas, o desvios de fase Φ de um filtro Butterworth pode ser traduzido aproximadamente por:

$\Phi = 81 \times (f/f_0)$ graus para um filtro de segunda ordem

$\Phi = 150 \times (f/f_0)$ graus para um filtro de quarta ordem

$\Phi = 294 \times (f/f_0)$ graus para um filtro de oitava ordem

O atraso temporal para os filtros de todas as ordens é: $t = (\Phi/360) \times (1/f_0)$

2.4. *Amostragem e digitalização de dados*

A 30 Hz, a amplitude do sinal pode mudar até 18 % por milésimo de segundo. Para que os erros dinâmicos causados por uma mudança de 0,1 % dos sinais de entrada analógicos sejam limitados, o tempo de amostragem ou de digitalização deve ser inferior a 32 μs. Todos os pares ou conjuntos de amostras de dados a comparar devem ser recolhidos simultaneamente ou durante um período de tempo suficientemente breve.

2.5. *Requisitos do sistema*

O sistema de dados deve ter uma resolução de 12 bits (± 0,05 %) ou superior e uma exactidão de 2 LSB (± 0,1 %). Todos os filtros anti-*aliasing* devem ser de quarta ordem ou de ordem superior e a gama de dados pertinentes f_{max} deve ser de 0 Hz a 30 Hz.

Para os filtros de quarta ordem, a frequência da banda passante f_o (de 0 Hz até frequência f_o) deve ser superior a 2,37 × f_{max}, se os erros de fase forem subsequentemente ajustados no tratamento digital de dados, e superior a 5 × f_{max}, caso assim não seja. Para os filtros de quarta ordem, a frequência de amostragem de dados, f_s, deve ser superior a 13,4 × f_o.

PARTE IV

ESPECIFICAÇÕES PARA ENSAIO DOS SISTEMAS DE PROTECÇÃO FRONTAL

CAPÍTULO I

Condições gerais

1. **Sistema de protecção frontal instalado como equipamento de origem num veículo.**

1.1. O sistema de protecção frontal instalado num veículo deve cumprir os requisitos da secção 6 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

1.2. O veículo, que deve estar em atitude normal de circulação, é montado firmemente sobre apoios elevados, ou então colocado em repouso sobre uma superfície plana, com o travão de mão accionado. O veículo deve estar equipado com o sistema de protecção frontal a ensaiar. As instruções do fabricante para instalação do sistema de protecção frontal devem ser respeitadas e incluir a regulação do binário de aperto a aplicar a todas as fixações.

1.3. Todos os dispositivos concebidos para proteger os peões e outros utentes vulneráveis da via pública devem ser correctamente activados antes do ensaio pertinente e/ou estar activos durante o mesmo. O requerente tem de demonstrar que os dispositivos funcionarão conforme previsto na eventualidade de uma colisão com um peão ou com outros utentes vulneráveis da via pública.

1.4. Qualquer componente do veículo susceptível de mudar de forma ou de posição, tal como os faróis retrácteis, com excepção dos dispositivos para a protecção dos peões e outros utentes vulneráveis da via pública, devem ser fixados sob a forma ou posição que os serviços técnicos competentes considerarem mais adequada para esses ensaios.

2. **Ensaio de sistemas de protecção frontal como unidades técnicas autónomas**

2.1. Se só for fornecido um sistema de protecção frontal para ensaio, deve ser possível cumprir as condições definidas na secção 6 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009, quando esse sistema estiver instalado no modelo de veículo a que se refere a homologação de tipo da unidade técnica autónoma.

2.2. O ensaio pode ser efectuado, quer com o sistema de protecção frontal instalado num modelo de veículo a que se destina, quer num suporte de ensaio que represente exactamente as dimensões essenciais da parte dianteira exterior do modelo de veículo em causa. Se, ao usar um suporte de ensaio, o sistema de protecção frontal entrar em contacto com o suporte durante o ensaio, este último deve ser repetido com o sistema de protecção frontal montado no modelo de veículo real a que se destina. No caso de um ensaio realizado com o sistema de protecção frontal montado num veículo, são aplicáveis as condições do ponto 1.

3. **Informações a fornecer**

3.1. Todos os sistemas de protecção frontal — quer sejam considerados enquanto parte da homologação de um veículo no que respeita à sua instalação nesse veículo enquanto equipamento de origem, quer sejam homologados como unidades técnicas autónomas — devem ser acompanhados de informação sobre o veículo, ou os veículos, para os quais tenham sido homologados.

3.2. Todos os sistemas de protecção frontal homologados como unidades técnicas autónomas devem ser acompanhados por instruções pormenorizadas que forneçam informações suficientes para que uma pessoa competente os possam instalar num veículo de forma correcta. As instruções devem estar redigidas na(s) língua(s) oficial(is) do Estado-Membro onde o sistema de protecção frontal é comercializado.

CAPÍTULO II

Ensaio da perna contra sistema de protecção frontal

1. **Âmbito de aplicação**

O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes do ponto 5.1.1. do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. O pêndulo que simula uma perna, para os ensaios de impacto com o sistema de protecção frontal, deve deslocar-se em «movimento livre» no momento do impacto. O pêndulo é lançado em movimento livre a tal distância que os resultados do ensaio não sejam influenciados por qualquer contacto do pêndulo com o sistema de propulsão durante o seu retorno.

2.2. Em qualquer dos casos, o pêndulo pode ser impelido por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por qualquer outro meio que demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. Devem realizar-se, no mínimo, três ensaios de perna contra sistema de protecção frontal em pontos de ensaios situados entre as linhas superior e inferior de referência do sistema de protecção frontal. Os pontos de ensaio devem situar-se obrigatoriamente nas posições que a entidade responsável pelos ensaios considere mais susceptíveis de causarem lesões. Os ensaios devem incidir em diferentes tipos de estrutura, se esta apresentar variações na zona a avaliar. Os pontos ensaiados pelos serviços técnicos devem ser indicados no relatório de ensaio.

3.2. Os requisitos do presente ensaio são aplicáveis aos veículos com uma altura da linha inferior de referência do sistema de protecção frontal inferior a 425 mm.

No caso dos veículos com uma altura da linha inferior de referência do sistema de protecção frontal igual, ou superior, a 425 mm, mas inferior a 500 mm, o fabricante pode optar por aplicar os requisitos do capítulo III.

No caso dos veículos com uma altura da linha inferior de referência do sistema de protecção frontal igual, ou superior, a 500 mm, são aplicáveis os requisitos do capítulo III.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I.

4.1.1. O pêndulo de ensaio ou, pelo menos, a espuma que simula a massa muscular devem ficar armazenados durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 15 % e a uma temperatura estabilizada de 20º ± 4º C antes de o pêndulo ser retirado para a realização do ensaio. Após a sua remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a outras condições para além das existentes na zona de ensaio.

4.1.2. Cada ensaio deve ser completado dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a utilizar da zona de armazenamento controlada.

4.2. O pêndulo que simula uma perna é descrito na secção 1 da parte V.

4.3. O pêndulo é montado e impelido conforme definido nos pontos 2.1 e 2.2.

4.4. A direcção de impacto deve situar-se no plano horizontal e paralelo ao plano longitudinal vertical do sistema de protecção frontal, tal como montado no veículo ou no suporte de ensaio. A tolerância para esta direcção do vector de velocidade no plano horizontal e no plano longitudinal é de ± 2º, no momento do primeiro contacto.

4.5. O eixo do pêndulo deve ser perpendicular ao plano horizontal, com uma tolerância de ± 2º no plano lateral e longitudinal. Os planos horizontal, longitudinal e lateral são ortogonais entre si (ver figura 2).

4.6. A extremidade inferior do pêndulo deve estar 25 mm acima do nível de referência do pavimento no instante do primeiro contacto com o sistema de protecção frontal (ver figura 1), com uma tolerância de ± 10 mm.

Ao fixar a altura do sistema de propulsão, deve ter-se em conta a influência da gravidade durante o período de movimento livre do pêndulo.

4.7. No instante do primeiro contacto, o pêndulo deve ter a orientação desejada em torno do seu eixo vertical, para o funcionamento correcto da sua junta-joelho, com uma tolerância de ± 5º.

4.8. No instante do primeiro contacto, a linha central do pêndulo deve colidir com a posição de impacto seleccionada, com uma tolerância de ± 10 mm.

4.9. Durante o contacto entre o pêndulo e o sistema de protecção frontal, o pêndulo não deve entrar em contacto com o pavimento, nem com qualquer objecto que não faça parte do sistema de protecção frontal ou do veículo.

4.10. A velocidade de impacto do pêndulo, ao colidir com o sistema de protecção frontal, deve ser de 11,1 ± 0,2 m/s. O efeito da gravidade tem de ser tido em conta se a velocidade de impacto for obtida a partir de medições efectuadas antes do primeiro contacto.

Figura 1

Ensaios de perna contra sistema de protecção frontal, num veículo completo em atitude normal de circulação (esquerda), num veículo completo sobre apoios (centro) ou numa unidade técnica autónoma montada num suporte de ensaio (direita), (em alternativa a uma unidade técnica autónoma montada no veículo)

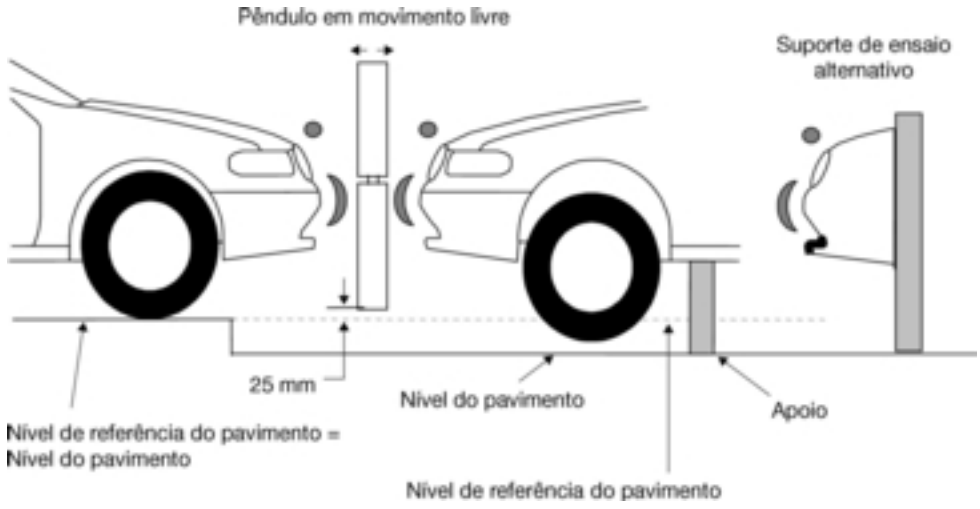
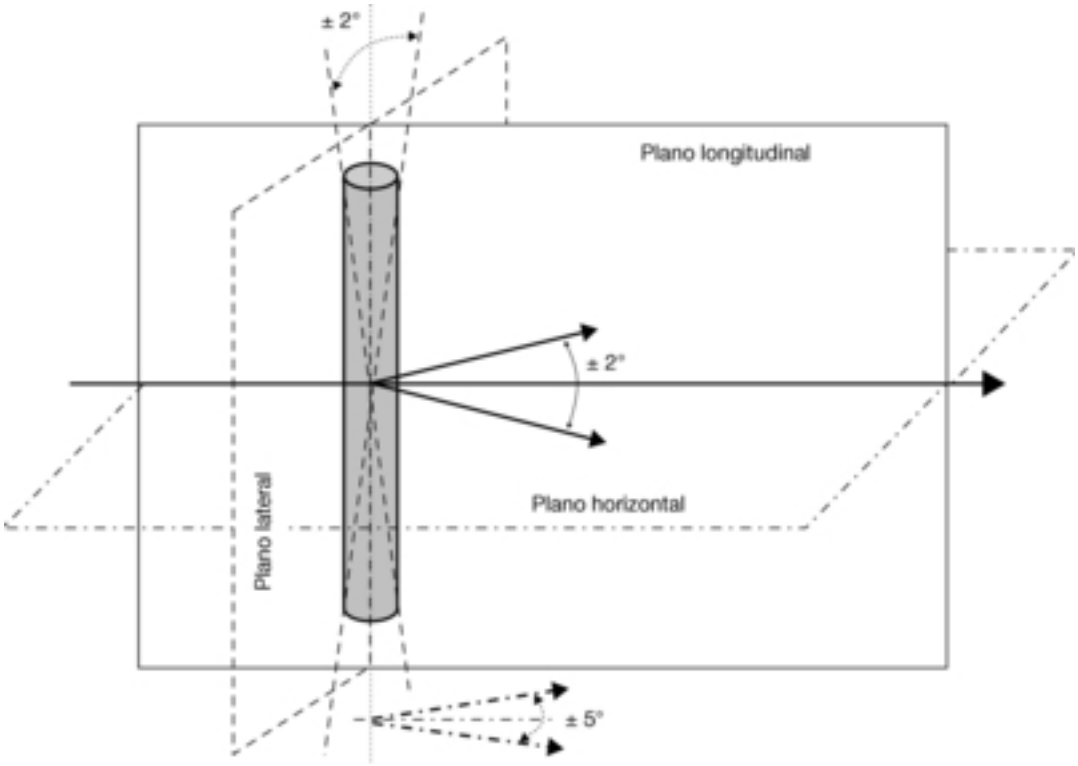


Figura 2

Tolerâncias dos ângulos para o pêndulo que simula a perna no momento do primeiro impacto



CAPÍTULO III

Ensaio da coxa contra sistema de protecção frontal

1. **Âmbito de aplicação**

1.1. O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes do ponto 5.1.2. do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. O pêndulo que simula uma coxa, para os ensaios de impacto com o sistema de protecção frontal, é montado no sistema de propulsão por uma junta limitadora de torção, para evitar que grandes cargas excêntricas danifiquem o sistema de guiamento. O sistema de guiamento é equipado com guias de pouco atrito, insensíveis a cargas fora do eixo, para que o pêndulo possa mover-se somente na direcção de impacto especificada, quando em contacto com o sistema de protecção frontal. As guias impedem movimentos noutras direcções, incluindo rotação em torno de qualquer outro eixo.

2.2. O pêndulo pode ser impelido por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por outro meio que se demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. Devem realizar-se, no mínimo, três ensaios de coxa contra sistema de protecção frontal em pontos de ensaios situados entre as linhas superior e inferior de referência do sistema de protecção frontal. Os pontos de ensaio devem situar-se obrigatoriamente nas posições que a entidade responsável pelos ensaios considere mais susceptíveis de causarem lesões. Os ensaios devem incidir em diferentes tipos de estrutura, se esta apresentar variações na zona a avaliar. Os pontos ensaiados pelos serviços técnicos devem ser indicados no relatório de ensaio.

3.2. Os requisitos do capítulo II são aplicáveis aos veículos com uma altura da linha inferior de referência do sistema de protecção frontal inferior a 425 mm.

No caso dos veículos com uma altura da linha inferior de referência do sistema de protecção frontal igual, ou superior, a 425 mm, mas inferior a 500 mm, o fabricante pode optar por aplicar os requisitos do capítulo II.

Aos veículos cuja altura da linha inferior de referência do sistema de protecção frontal seja igual, ou superior, a 500 mm são aplicáveis os requisitos do presente ensaio.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I.

4.1.1. O pêndulo de ensaio ou, pelo menos, a espuma que simula a massa muscular devem ficar armazenados durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 15 % e a uma temperatura estabilizada de 20º ± 4º C antes de o pêndulo ser retirado para a realização do ensaio. Após a sua remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a outras condições para além das existentes na zona de ensaio.

4.1.2. Cada ensaio deve ser completado dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a utilizar da zona de armazenamento controlada.

4.2. O pêndulo que simula uma coxa é descrito na secção 2 da parte V.

4.3. O pêndulo é montado e impelido conforme prescrevem os pontos 2.1 e 2.2.

4.4. A direcção de impacto deve ser paralela ao eixo longitudinal do sistema de protecção frontal, tal como montado no veículo ou no suporte de ensaio, com o eixo da coxa em posição vertical no instante do primeiro contacto. A tolerância, nestas direcções, é de ± 2º. No instante do primeiro contacto, a linha central do pêndulo deve coincidir com o ponto de ensaio seleccionado, com uma tolerância de ± 10mm, tanto lateral como vertical.

4.5. A velocidade de impacto do pêndulo, ao colidir com o sistema de protecção frontal, deve ser de 11,1 ± 0,2 m/s.

CAPÍTULO IV

Ensaio da coxa contra bordo dianteiro do sistema de protecção frontal

1. **Âmbito de aplicação**

1.1. O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes do ponto 5.2. do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. O pêndulo que simula uma coxa, para os ensaios de impacto contra o bordo dianteiro do sistema de protecção frontal, é montado no sistema de propulsão por uma junta limitadora de torção, para evitar que grandes cargas excêntricas danifiquem o sistema de guiamento. O sistema de guiamento é equipado com guias de pouco atrito, insensíveis a cargas fora do eixo, para que o pêndulo possa mover-se somente na direcção de impacto especificada, quando em contacto com o sistema de protecção frontal. As guias impedem movimentos noutras direcções, incluindo rotação em torno de qualquer outro eixo.

2.2. Em qualquer dos casos, os pêndulos podem ser impelidos por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por qualquer outro meio que demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. Deve efectuar-se um mínimo de três ensaios com a linha de referência do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal, em pontos que a entidade responsável pelos ensaios considere mais susceptíveis de causar lesões. Os ensaios devem incidir em diferentes tipos de estrutura, se esta apresentar variações na zona a avaliar. Os pontos ensaiados pelos serviços técnicos devem ser indicados no relatório de ensaio.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I.

4.1.1. O pêndulo de ensaio ou, pelo menos, a espuma que simula a massa muscular devem ficar armazenados durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 15 % e a uma temperatura estabilizada de 20º ± 4º C antes de o pêndulo ser retirado para a realização do ensaio. Após a sua remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a outras condições para além das existentes na zona de ensaio.

4.1.2. Cada ensaio deve ser completado dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a utilizar da zona de armazenamento controlada.

4.2. O pêndulo que simula uma coxa é descrito na secção 2 da parte V.

4.3. O pêndulo é montado e impelido conforme prescrevem os pontos 2.1 e 2.2.

4.4. O pêndulo é alinhado de modo a que a linha central do sistema de propulsão e o eixo longitudinal do pêndulo sejam paralelos ao eixo longitudinal do sistema de protecção frontal, tal como montado no veículo ou no suporte de ensaio. As tolerâncias para estas direcções são de ± 2º. No instante do primeiro contacto, a linha central do pêndulo deve coincidir com a posição de impacto seleccionada, com uma tolerância de ± 10 mm (ver figura 3), e, lateralmente, com uma tolerância de ± 10 mm.

4.5. A velocidade de impacto requerida, o ângulo de impacto e a massa do pêndulo devem ser determinados em conformidade com os pontos 4.6. e 4.8.1. A tolerância para a velocidade de impacto é de ± 2 % e para a direcção de impacto de ± 2º. O efeito da gravidade é tido em conta antes do primeiro contacto. A massa do pêndulo deve ser medida com uma exactidão superior a ± 1 %, e, se o valor medido diferir do requerido, compensa-se ajustando a velocidade, em conformidade com o ponto 4.8.1.

4.6. Determina-se a velocidade e o ângulo de impacto com base nas figuras 4 e 5, tendo como referência os valores da altura vertical da posição de impacto pretendida na linha de referência do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal e do avanço do sistema de protecção frontal.

4.7. A energia requerida para o ensaio deve ser determinada com base na figura 6.

4.8. A massa total do pêndulo inclui os componentes de propulsão e de guiamento que dele fazem efectivamente parte durante o impacto, incluindo os pesos adicionais.

4.8.1. Calcula-se o valor da massa do pêndulo requerido para ensaio segundo a fórmula:

$$M = 2E / V^2$$

em que:

M = massa resultante (kg)

E = energia de impacto (J)

V = velocidade (m/s)

A velocidade requerida é o valor obtido no ponto 4.6. A energia obtém-se pela figura 6, com referência aos valores da altura do bordo dianteiro do sistema de protecção frontal e do avanço do sistema de protecção frontal num plano vertical longitudinal do veículo, atravessando o ponto de impacto pretendido.

O valor calculado da massa do pêndulo pode ser ajustado até ± 10 %, desde que a velocidade de impacto requerida seja igualmente alterada segundo a fórmula anterior, para manter a energia cinética requerida do pêndulo.

4.9. Para atingir a massa calculada para o pêndulo, determinada no ponto 4.8, instalam-se os necessários pesos adicionais à parte de trás do seu elemento posterior ou aos componentes do sistema de guiamento que dele fazem efectivamente parte durante o impacto.

Figura 3

Ensaios da coxa contra o bordo dianteiro do sistema de protecção frontal

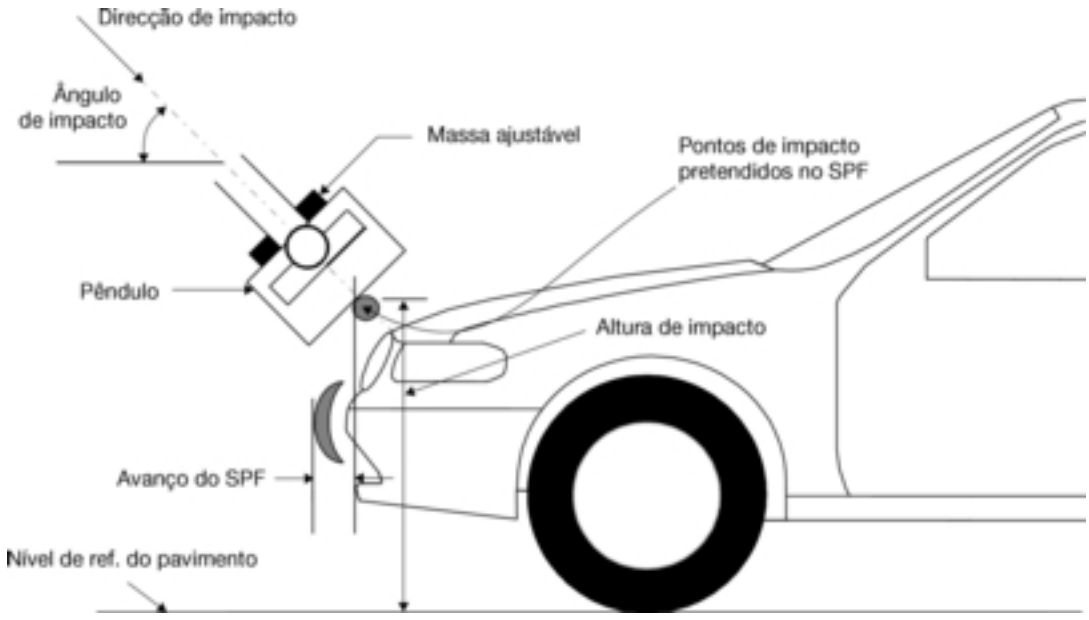
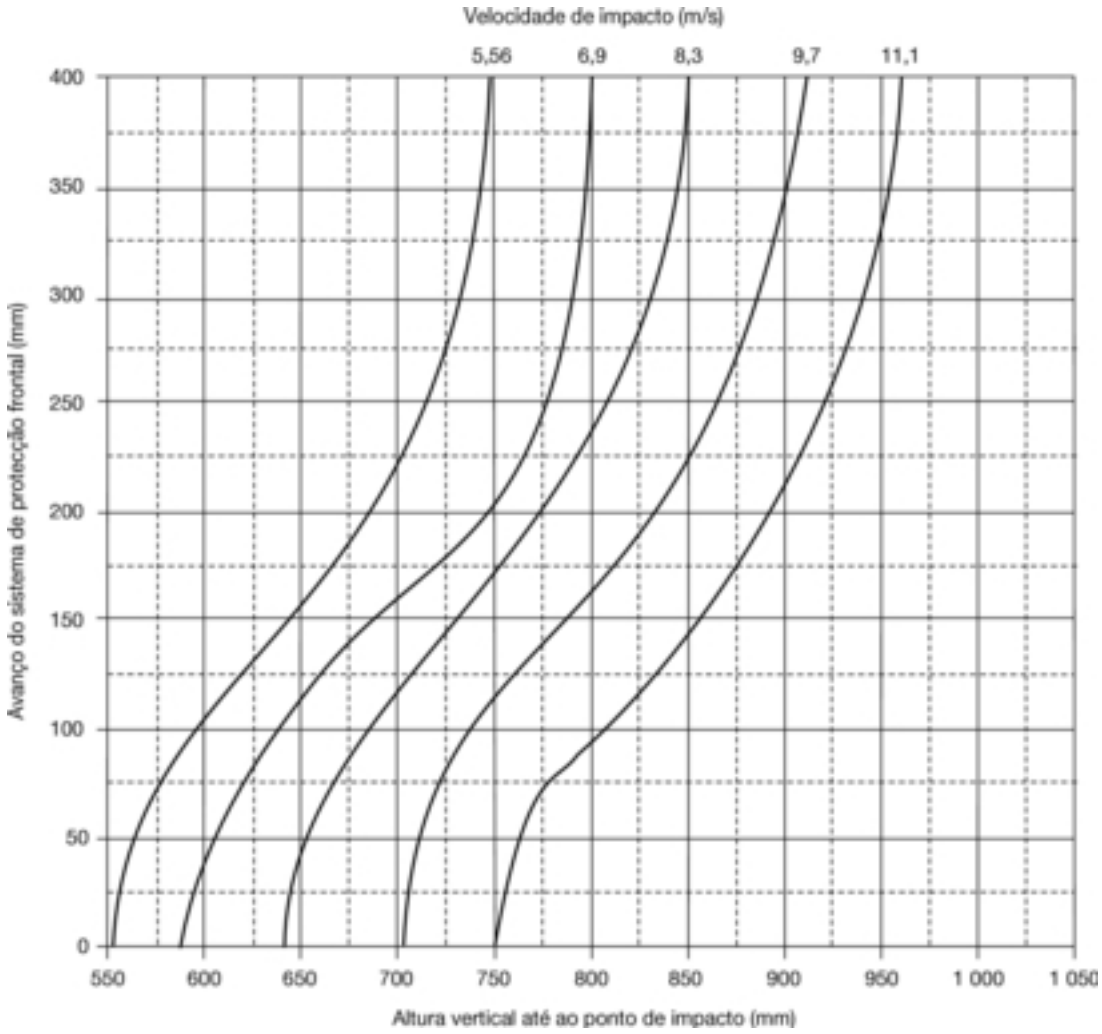


Figura 4

Velocidade da coxa contra o bordo dianteiro do sistema de protecção frontal

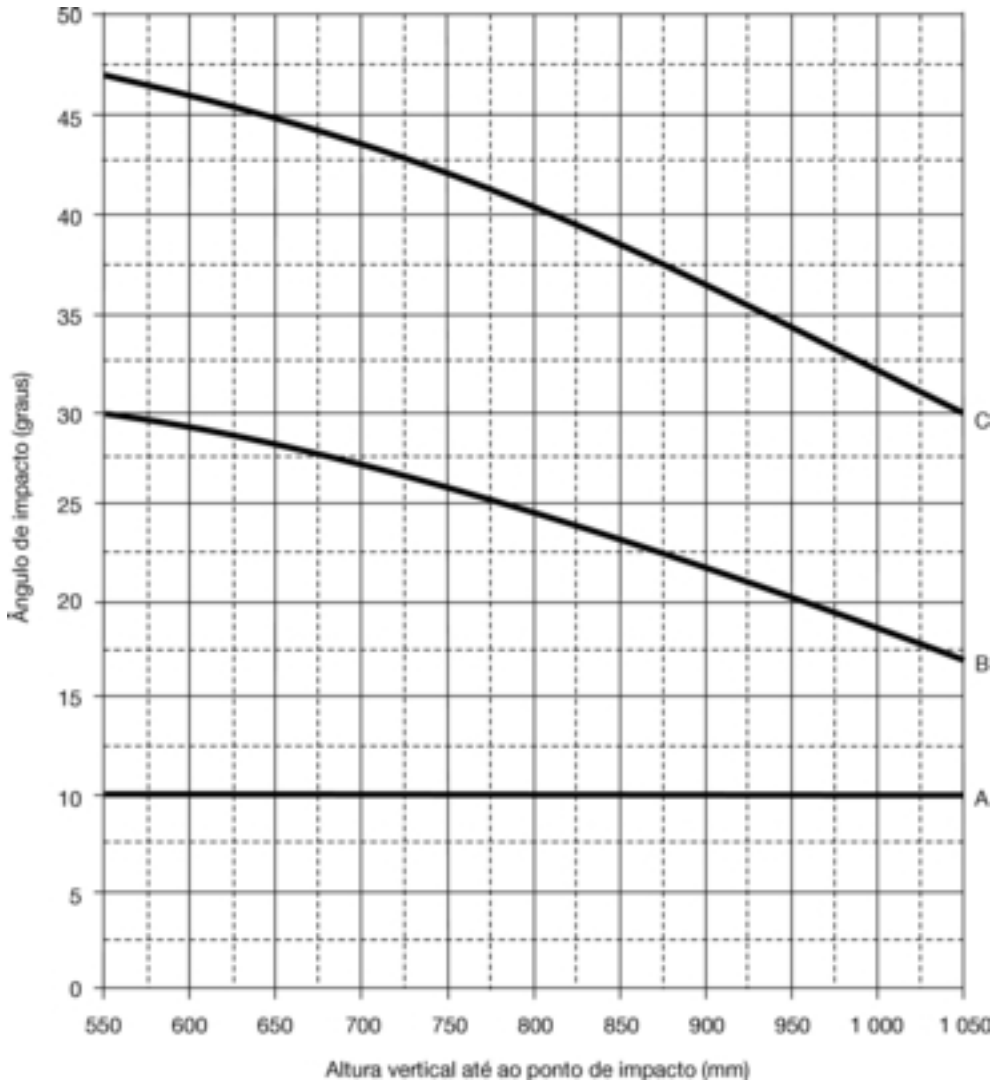


Notas:

1. Interpolar horizontalmente entre curvas.
2. Para configurações inferiores a 5,56 m/s: ensaiar a 5,56 m/s.
3. Para configurações superiores a 11,1 m/s: ensaiar a 11,1 m/s.
4. Se o avanço do SPF < 0: ensaiar como para avanço nulo.
5. Se o avanço do SPF > 400 mm: ensaiar como para 400 mm.

Figura 5

Ângulo de impacto da coxa contra o bordo dianteiro do sistema de protecção frontal



Legenda:

A = Avanço do SPF: 0 mm

B = Avanço do SPF: 50 mm

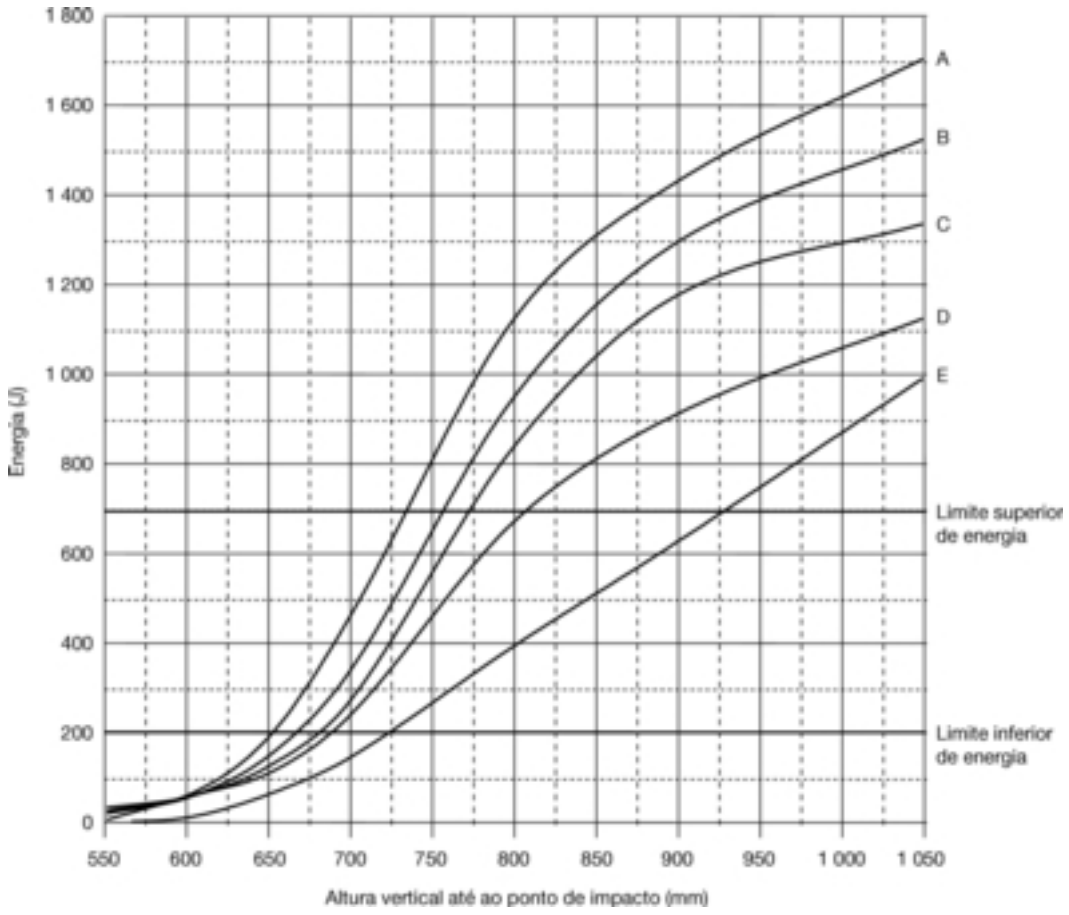
C = Avanço do SPF: 150 mm

Notas:

1. Interpolar verticalmente entre curvas.
2. Se o avanço do SPF < 0:
   — ensaiar como para avanço nulo.
3. Se o avanço do SPF >150 mm:
   — ensaiar como para 150 mm.
4. Se a altura até ao ponto de impacto > 1 050 mm:
   — ensaiar como para 1 050 mm.

Figura 6

Energia cinética do impacto da coxa contra o bordo dianteiro do sistema de protecção frontal



Legenda:

A = avanço do SPF: 50 mm

B = avanço do SPF: 100 mm

C = avanço do SPF: 150 mm

D = avanço do SPF: 250 mm

E = avanço do SPF: 350 mm

Notas:

1. Interpolar verticalmente entre curvas.

2. Se o avanço do SPF < 50 mm: ensaiar como para 50 mm.

3. Se o avanço do SPF > 350 mm: ensaiar como para 350 mm.

4. Se a altura até ao ponto de impacto > 1 050 mm: ensaiar como para 1 050 mm.

5. Se energia cinética requerida > 700 J: ensaiar como para 700 J.

6. Se energia cinética requerida for = ou < 200 J: ensaiar como para 200 J.

CAPÍTULO V

Ensaio da cabeça de criança/cabeça pequena de adulto contra sistema de protecção frontal

1. **Âmbito de aplicação**

1.1. O presente procedimento de ensaio é aplicável aos requisitos constantes do ponto 5.3 do anexo I do Regulamento (CE) n.º 78/2009.

2. **Aspectos gerais**

2.1. Para os ensaios com o sistema de protecção frontal, o pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto deve deslocar-se em «movimento livre» no instante do impacto. O pêndulo é lançado em movimento livre a tal distância do sistema de protecção frontal que os resultados do ensaio não sejam influenciados por qualquer contacto do pêndulo com o sistema de propulsão durante o seu retorno.

2.2. Em qualquer dos casos, os pêndulos podem ser impelidos por uma pistola de ar, de molas ou hidráulica, ou por qualquer outro meio que demonstre produzir o mesmo resultado.

3. **Especificações do ensaio**

3.1. Deve efectuar-se um mínimo de três ensaios de impacto com o pêndulo que simula uma cabeça em posições que os laboratórios responsáveis pelos ensaios considerem mais susceptíveis de causar lesões. Os ensaios devem incidir em diferentes tipos da estrutura, se esta variar na zona a avaliar. Os pontos ensaiados pelos serviços técnicos devem ser indicados no relatório de ensaio.

3.2. Os pontos para o ensaio com uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto devem ser seleccionados em partes do sistema de protecção frontal em que a linha de contorno do sistema de protecção frontal seja superior a 900 mm, com o veículo em atitude normal de circulação, ou com o sistema de protecção frontal montado num suporte de ensaio representativo do veículo a que se destina, simulando a atitude normal de circulação.

4. **Procedimento de ensaio**

4.1. O estado do veículo ou do subsistema deve cumprir os requisitos do capítulo I da presente parte. A temperatura estabilizada do equipamento de ensaio e do veículo ou da unidade técnica autónoma deve ser de 20º±4º C.

4.2. O pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto é descrito na secção 3 da parte V.

4.3. O pêndulo é montado e impelido conforme prescrevem os pontos 2.1 e 2.2.

4.4. A direcção de impacto deve acompanhar um plano vertical longitudinal do sistema de protecção frontal que atravessa o ponto a ensaiar. A tolerância para esta direcção é de ± 2º. O ângulo de impacto deve ser de 50º ± 2º, para baixo e para trás, em relação ao nível de referência do pavimento. O efeito da gravidade deve ser tido em conta se o ângulo de impacto for obtido a partir de medições efectuadas antes do primeiro contacto.

4.5. No instante do primeiro contacto, o ponto de primeiro contacto do pêndulo deve situar-se a ± 10 mm do ponto seleccionado para o impacto.

4.6. A velocidade de impacto do pêndulo, ao colidir na posição de impacto, deve ser de 9,7 ± 0,2 m/s.

4.6.1. A velocidade do pêndulo que simula uma cabeça deve ser medida num dado ponto durante o movimento livre do pêndulo antes do impacto, em conformidade com o método especificado na norma ISO 3784:1976. A exactidão da medição da velocidade deve ser de ± 0,01 m/s. A velocidade medida deve ser ajustada tendo em conta todos os factores susceptíveis de afectar o pêndulo entre o ponto de medição e o ponto de impacto, a fim de determinar a velocidade do pêndulo no momento do impacto.

4.7. As variações de aceleração no tempo devem ser registadas e o HIC deve ser calculado. Deve ser registado o primeiro ponto de contacto com a estrutura dianteira do veículo. Os resultados dos ensaios devem ser registados em conformidade com a norma ISO 6487:2002.

PARTE V

PÊNDULOS DE ENSAIO

1. **Pêndulo que simula uma perna**

1.1. O pêndulo que simula uma perna consiste em dois segmentos rígidos, cobertos de espuma, que representam o fémur (coxa) e a tíbia (perna), unidos por uma junta deformável, que simula o joelho. O comprimento total do pêndulo deve ser de 926 ± 5 mm e cumprir os requisitos da figura 1.

O comprimento do fémur e da tíbia deve ser de 432 mm e 494 mm, respectivamente, a partir do centro do joelho.

Os centros de gravidade do fémur e da tíbia devem estar a 217 ± 10 mm e 233 ± 10 mm, respectivamente, do centro do joelho.

Alças, ganchos, polés, etc., fixados ao pêndulo para o seu lançamento, podem aumentar as dimensões indicadas na figura 1, com excepção da localização do centro de gravidade.

1.2. O fémur e a tíbia, com um diâmetro de 70 ± 1 mm, devem ser ambos revestidos por «massa muscular» e «pele» de espuma. A «massa muscular» é constituída por espuma Confor™ do tipo CF-45, ou equivalente, com 25 mm de espessura. A «pele», de espuma de neoprene, deve ser revestida, nos dois lados, com tecido de nylon com 0,5 mm de espessura e deve ter uma espessura total de 6 mm.

1.3. As massas totais do fémur e da tíbia devem ser de 8,6 ± 0,1 kg e de 4,8 ± 0,1 kg, respectivamente, e a do pêndulo de 13,4 ± 0,2 kg.

1.4. Os momentos de inércia do fémur e da tíbia, em relação a um eixo horizontal que atravessa os respectivos centros de gravidade e é perpendicular à direcção de impacto devem ser de 0,127 ± 0,010 kgm^2 e 0,120 ± 0,010 kgm^2, respectivamente.

1.5. Adaptam-se transdutores para medir o ângulo de flexão e o deslocamento de ruptura do joelho. No lado da tíbia que não sofre impacto, 66 ± 5 mm abaixo do centro do joelho, instala-se um acelerómetro uniaxial, com o eixo sensível na direcção do impacto.

1.6. O sistema de deslocamento de ruptura deve incluir um amortecedor, que pode ser montado em qualquer ponto da face posterior do pêndulo ou internamente. As propriedades deste amortecedor devem ser tais que o pêndulo cumpra os requisitos relativos ao deslocamento de ruptura, quer estático quer dinâmico, e se evite a excessiva vibração do sistema de deslocamento de ruptura.

1.7. O valor dos canais da classe de frequência (CFC) de resposta dos instrumentos (ver definição na norma ISO 6487:2002) deve ser de 180 em todos os transdutores. Os valores de resposta da classe de amplitude do canal (CAC), conforme definidos na norma ISO 6487:2002, devem ser de 50º para o ângulo de flexão do joelho, de 10 mm para o deslocamento de ruptura do joelho e de 500 g para a aceleração. Estes valores não implicam que o pêndulo chegue fisicamente a flectir e a romper segundo esses ângulos e deslocamentos.

1.8. O pêndulo deve cumprir os requisitos de certificação previstos na secção 2 do apêndice I e ser provido de elementos de joelho deformáveis, extraídos do mesmo lote dos utilizados nos ensaios de certificação.

1.8.1. Para cada ensaio, o pêndulo deve igualmente ser provido de espuma extraída de uma de quatro folhas consecutivas, no máximo, de espuma Confor™ em simulação da massa muscular, ou equivalente, produzidas a partir do mesmo lote de fabrico (cortadas de um bloco ou rolo de espuma), desde que a espuma de uma dessas folhas tenha sido utilizada no ensaio de certificação dinâmica e os pesos individuais dessas folhas não sejam superiores nem inferiores, em ± 2 %, ao peso da folha utilizada no ensaio de certificação.

1.8.2. O pêndulo de ensaio ou, pelo menos, a espuma que simula a massa muscular devem ficar armazenados durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 15 % e a uma temperatura estabilizada de 20º ± 4º C antes de o pêndulo ser retirado para calibragem. Após a sua remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a outras condições para além das existentes na zona de ensaio.

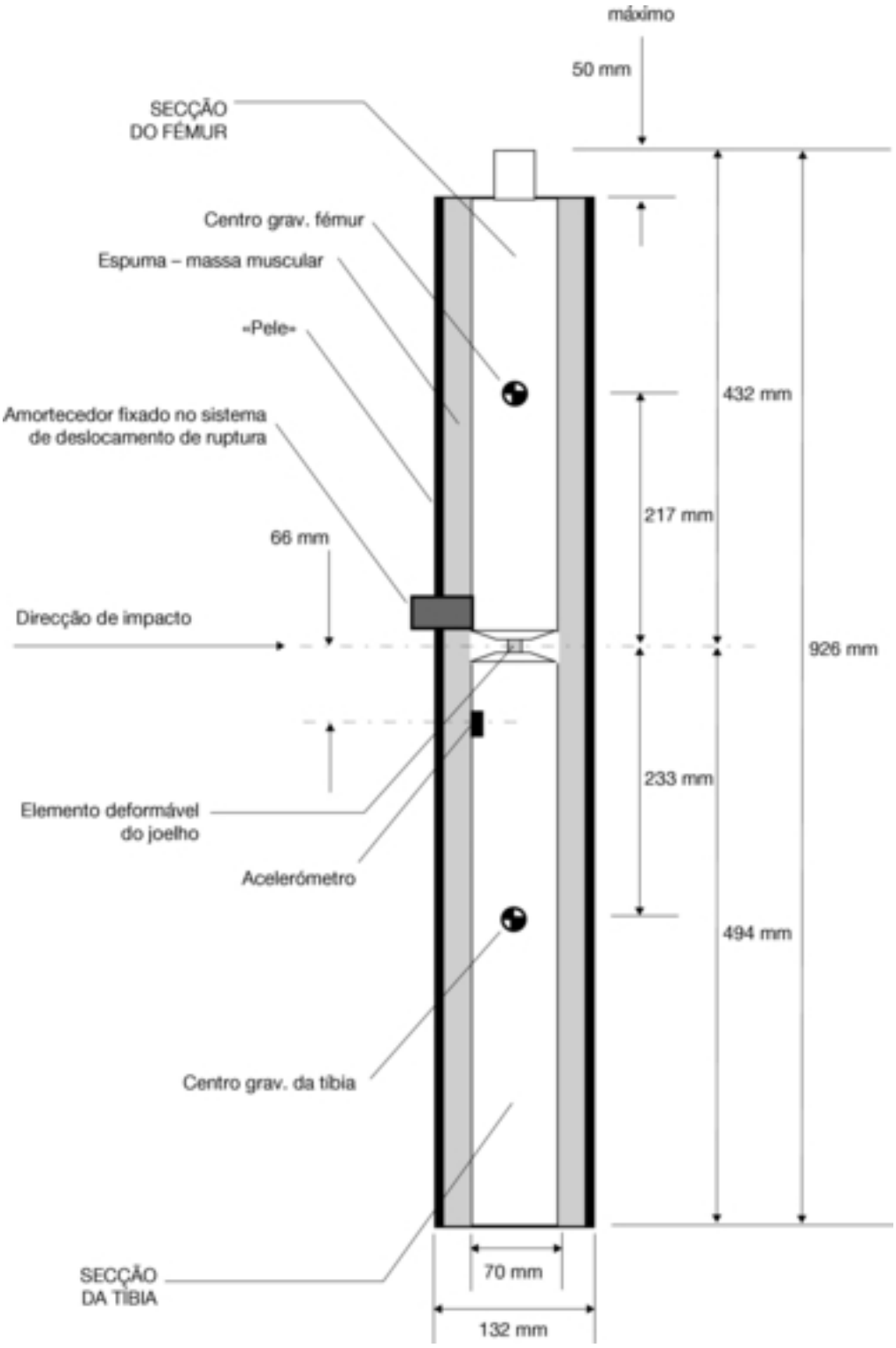
1.8.3. Cada ensaio deve ser completado dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a utilizar da zona de armazenamento controlada.

1.9. O pêndulo certificado serve para um máximo de 20 impactos antes de nova certificação. A cada ensaio devem ser utilizados novos elementos de joelho plasticamente deformáveis.

O pêndulo é submetido a nova certificação se passar mais de um ano desde a anterior certificação ou se, aquando de um impacto, o CAC especificado for excedido nalgum dos transdutores ou caso se tenha atingido os limites mecânicos de capacidade de deformação do pêndulo que simula o membro inferior.

Figura 1:

Pêndulo que simula a perna, com «pele» e revestimento de espuma



2. **Pêndulo que simula uma coxa**

2.1. O pêndulo que simula uma coxa deve ser rígido, ter um revestimento de espuma no lado do impacto, ter o comprimento de 350 ± 5 mm e ser conforme à figura 2.

O comprimento entre as linhas centrais do transdutor de carga deve ser de 310 ± 1 mm, e o diâmetro do elemento anterior de 50 ± 1 mm.

2.2. A junta limitadora de torção deve ser instalada de modo que o eixo longitudinal do elemento anterior fique perpendicular ao eixo do sistema de guiamento, com uma tolerância de ± 2º, sendo de 675 ± 25 Nm o binário de atrito da junta.

2.3. O centro de gravidade das partes do pêndulo que ficam efectivamente à frente da junta limitadora de torção, incluindo quaisquer pesos adaptados, deve situar-se na linha longitudinal central do pêndulo, com uma tolerância de ± 10 mm.

2.4. A massa total do pêndulo que simula uma coxa, incluindo os componentes de propulsão e de guiamento que dele fazem efectivamente parte dele durante o impacto, deve ser de 9,5 kg ± 0,1 kg.

A massa total do elemento anterior e dos outros componentes em frente dos complexos de transdutores de carga, juntamente com as partes dos complexos de transdutores de carga situados em frente dos elementos activos, mas excluindo a espuma e a «pele», deve ser de 1,95 kg ± 0,05 kg.

2.5. Adaptam-se dois transdutores de carga para medir cada uma das forças aplicadas em ambas as extremidades do elemento anterior do pêndulo que simula uma coxa.

2.6. Três extensómetros devem estar localizados no pêndulo para medir os momentos de flexão do elemento anterior, como ilustrado na figura 2, cada um deles utilizando um canal separado. Os dois extensómetros exteriores colocam-se a 50 ± 1 mm do eixo de simetria do pêndulo. O do meio coloca-se no eixo de simetria, com uma tolerância de ± 1 mm.

2.7. O valor dos canais da classe de frequência (CFC) de resposta dos instrumentos (ver definição na norma ISO 6487:2002) deve ser de 180 em todos os transdutores. Os valores de resposta da classe de amplitude do canal (CAC), conforme definidos na norma ISO 6487:2002, devem ser de 10 kN para os transdutores de força e de 1000 Nm para a medição dos momentos de flexão.

2.8. O pêndulo que simula uma coxa deve cumprir os requisitos de certificação especificados na secção 3 do apêndice I e ser revestido com espuma extraída da folha utilizada para o ensaio de certificação dinâmica.

2.9. Para cada ensaio, a «massa muscular» é constituída por duas novas folhas de espuma Confor™ do tipo CF-45, com 25 mm de espessura, ou equivalente. A «pele» é uma folha de borracha com 1,5 mm de espessura, reforçada a fibra. Em conjunto, a «massa muscular» e a «pele» de borracha devem pesar 0,6 ± 0,1 kg (excluindo os elementos de reforço, de montagem, etc., utilizados para ligar as pontas de trás da pele ao elemento posterior).

A «massa muscular» e a «pele» de borracha devem ser dobradas para trás, com a «pele» unida ao elemento posterior por intermédio de separadores, de modo a manter os seus lados paralelos.

A espuma deve ter dimensões e uma forma tais que assegurem um intervalo adequado entre ela e os componentes situados por trás do elemento anterior, para evitar circuitos significativos de carga entre a espuma e esses componentes.

2.9.1. O pêndulo de ensaio ou, pelo menos, a espuma que simula a massa muscular devem ficar armazenados durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 15 % e uma temperatura estabilizada de 20º ± 4º C antes de o pêndulo ser retirado para calibragem. Após a sua remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a outras condições ambientes para além das existentes na zona de ensaio.

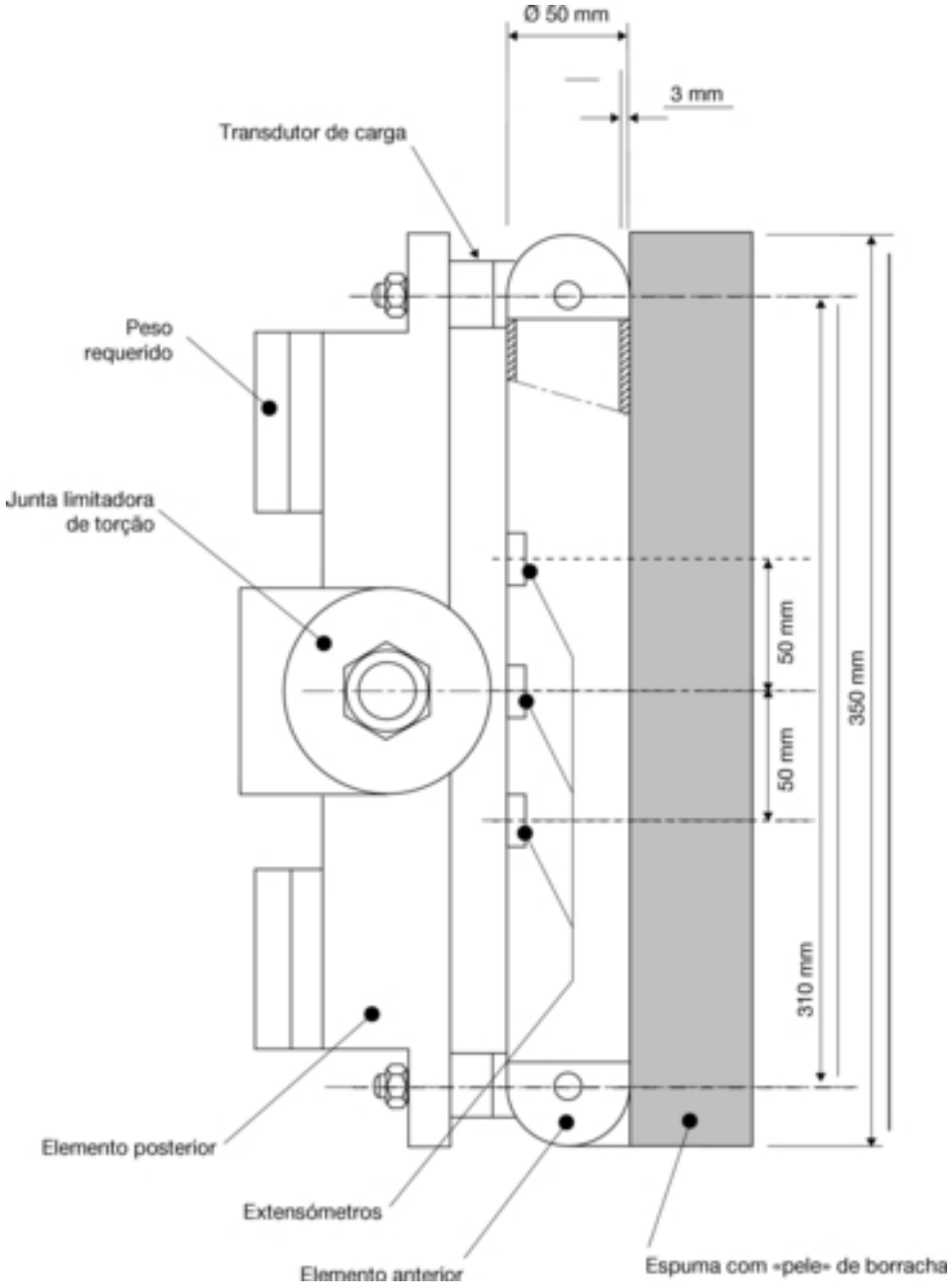
2.9.2. Cada ensaio deve ser completado dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a utilizar da zona de armazenamento controlada.

2.10. O pêndulo certificado serve para um máximo de 20 impactos antes de nova certificação (este limite não se aplica aos componentes de propulsão ou de guiamento).

O pêndulo é sujeito a nova certificação se passar mais de um ano desde a anterior certificação ou se, aquando de um impacto, o CAC especificado for excedido nalgum dos transdutores.

Figura 2

Pêndulo que simula uma coxa



3. **Pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto**

3.1. O pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto é uma esfera rígida de alumínio provida de um revestimento de «pele» sintética, que deve ser conforme à figura 3 da presente parte. Tal como se ilustra na figura, o diâmetro deve ser de 165 ± 1 mm. A massa total do pêndulo, incluindo instrumentos, deve ser de 3,5 ± 0,07 kg.

3.2. A esfera é coberta, pelo menos em metade da sua superfície, com uma «pele» sintética de 14,0 ± 0,5 mm de espessura.

3.3. O centro de gravidade do pêndulo, incluindo os instrumentos, deve localizar-se no centro da esfera, com uma tolerância de ± 2 mm. O momento de inércia em torno de um eixo que passa pelo centro de gravidade e é perpendicular à direcção de impacto deve ser de 0,008 a 0,012 kgm^2.

3.4. A esfera deve ser provida de um recesso para montar um acelerómetro triaxial ou três uniaxiais a ± 10 mm de tolerância da localização da massa sísmica relativamente ao centro da esfera, para o eixo de medição, e a ± 1 mm de tolerância da localização da massa sísmica relativamente ao centro da esfera, para a direcção perpendicular ao eixo de medição. Os acelerómetros devem ser colocados na posição definida nos pontos 3.4.1 e 3.4.2.

3.4.1. Se forem utilizados três acelerómetros uniaxiais, um deles deve ter o seu eixo sensível perpendicular à face A de montagem (figura 3) e a sua massa sísmica deve ser posicionada nos limites de um campo cilíndrico de tolerância com 1 mm de raio e 20 mm de comprimento. A linha central do campo de tolerância deve ser perpendicular à face de montagem e o seu meio deve ser coincidente com o centro da esfera do pêndulo.

3.4.2. Os eixos sensíveis dos restantes acelerómetros devem ser perpendiculares uns aos outros, paralelos à face de montagem A e a sua massa sísmica deve estar posicionada nos limites de uma esfera de tolerância com 10 mm de raio. O centro do campo de tolerância deve coincidir com o centro da esfera do pêndulo que simula uma cabeça.

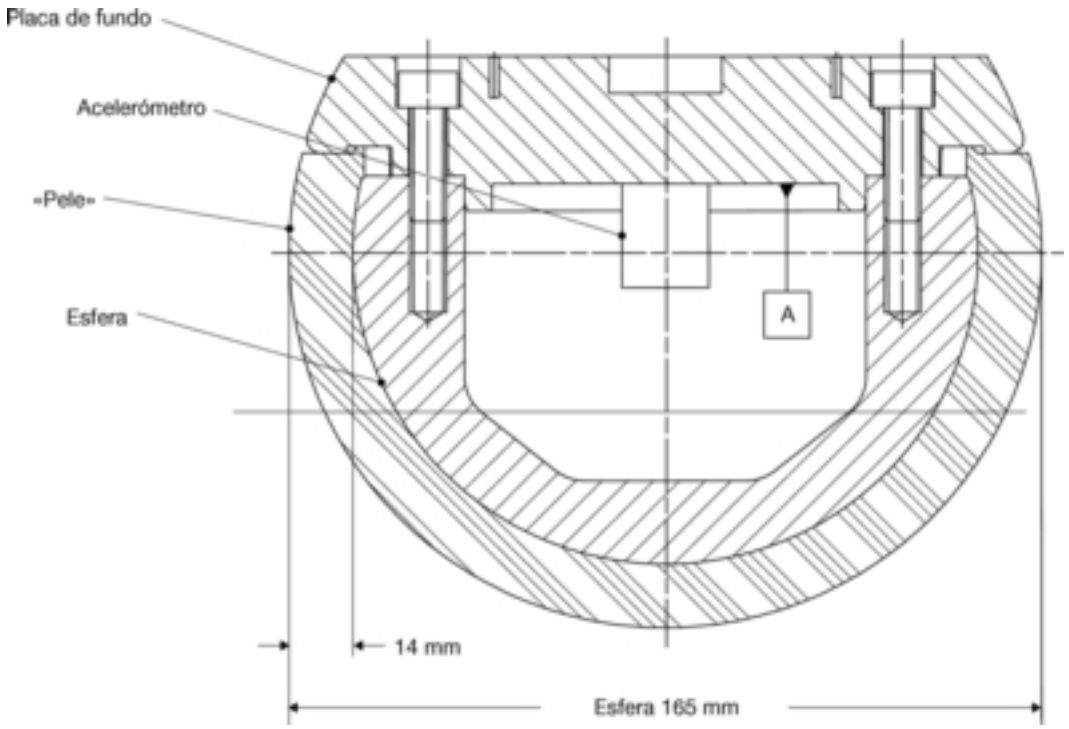
3.5. O valor dos canais da classe de frequência (CFC) de resposta dos instrumentos (ver definição na norma ISO 6487:2002) deve ser de 1 000. O valor de resposta da classe de amplitude do canal (CAC), conforme definido na norma ISO 6487:2002, deve ser de 500 g para a aceleração.

3.6. O pêndulo deve cumprir os requisitos de desempenho especificados na secção 4 do apêndice I. Os pêndulos certificados podem ser utilizados para um máximo de 20 impactos antes de nova certificação. O pêndulo é submetido a nova certificação se passar mais de um ano desde a anterior certificação ou se, aquando de um impacto, o CAC especificado for excedido nalgum dos transdutores.

3.7. A primeira frequência natural do pêndulo deve ser de 5 000 Hz.

Figura 3

Pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto (dimensões em mm)



4. **Pêndulo que simula uma cabeça de adulto**

4.1. O pêndulo que simula uma cabeça de adulto é uma esfera rígida de alumínio, provida de um revestimento de «pele» sintética, que deve ser conforme à figura 4. Tal como indicado na figura, o diâmetro deve ser de 165 ± 1 mm.

4.1.1. Para efeitos dos ensaios realizados para verificar a conformidade com a parte II do capítulo VI, a massa total do pêndulo, incluindo os instrumentos, deve ser de 4,8 ± 0,1 kg.

4.1.2. Para efeitos dos ensaios realizados para verificar a conformidade com a parte II do capítulo VII, a massa total do pêndulo, incluindo os instrumentos, deve ser de 4,5 ± 0,1 kg.

4.2. A esfera é coberta, pelo menos em metade da sua superfície, com uma «pele» sintética de 14,0 ± 0,5 mm de espessura.

4.3. O centro de gravidade do pêndulo, incluindo os instrumentos, deve localizar-se no centro da esfera, com uma tolerância de ± 5 mm. O momento de inércia em torno de um eixo que passa pelo centro de gravidade e é perpendicular à direcção de impacto deve ser de 0,010 ± 0,013 kgm^2.

4.4. A esfera deve ser provida de um recesso para montar um acelerómetro triaxial ou três uniaxiais a ± 10 mm de tolerância da localização da massa sísmica relativamente ao centro da esfera, para o eixo de medição, e a ± 1 mm tolerância da localização da massa sísmica relativamente ao centro da esfera, para a direcção perpendicular ao eixo de medição. Os acelerómetros devem ser posicionados em conformidade com o disposto nos pontos 4.4.1 e 4.4.2.

4.4.1. Se forem utilizados três acelerómetros uniaxiais, um deles deve ter o seu eixo sensível perpendicular à face A de montagem (figura 4) e a sua massa sísmica deve ser posicionada nos limites de um campo cilíndrico de tolerância com 1 mm de raio e 20 mm de comprimento. A linha central do campo de tolerância deve ser perpendicular à face de montagem e o seu meio deve ser coincidente com o centro da esfera do pêndulo que simula uma cabeça.

4.4.2. Os eixos sensíveis dos restantes acelerómetros devem ser perpendiculares uns aos outros, paralelos à face de montagem A e a sua massa sísmica deve estar posicionada nos limites de uma esfera de tolerância com 10 mm de raio. O centro do campo de tolerância deve coincidir com o centro da esfera do pêndulo que simula uma cabeça.

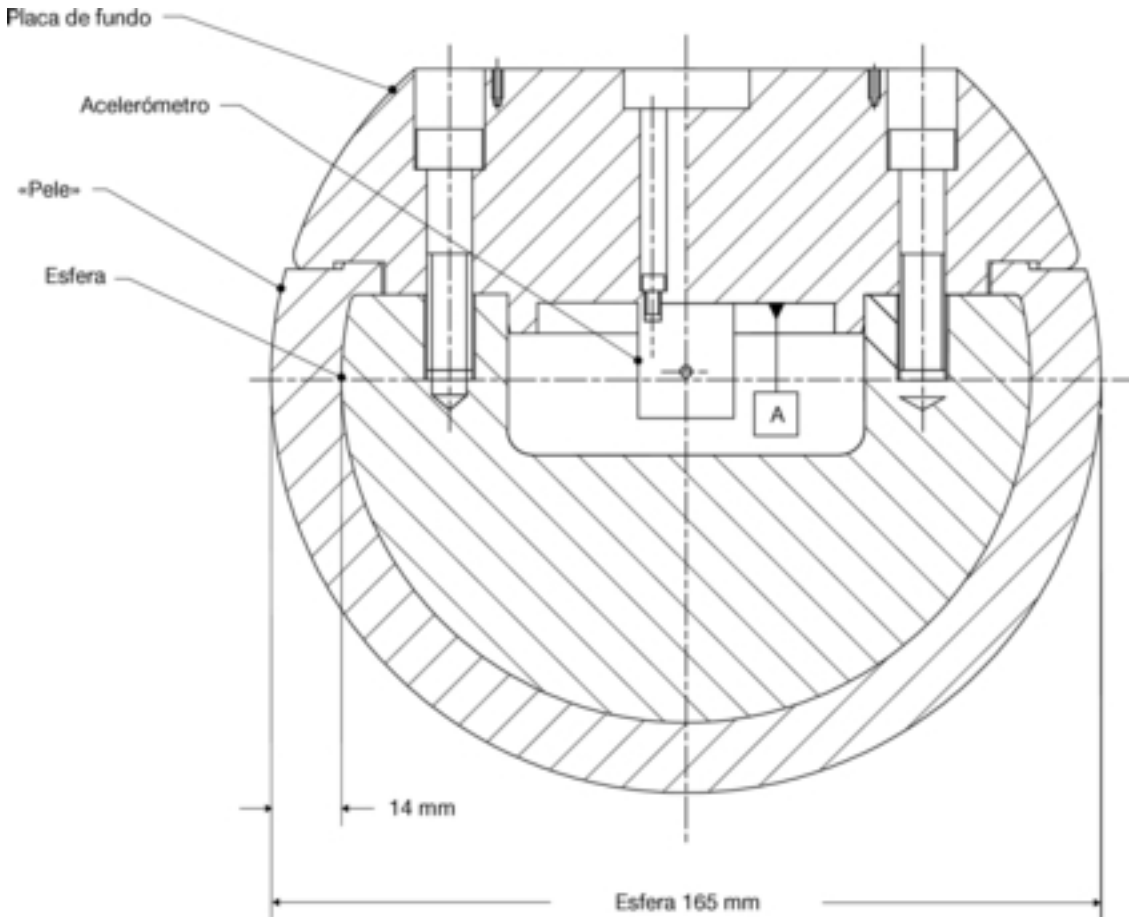
4.5. O valor dos canais da classe de frequência (CFC) de resposta dos instrumentos (ver definição na norma ISO 6487:2002) deve ser de 1 000. O valor de resposta da classe de amplitude do canal (CAC), conforme definido na norma ISO 6487:2002, deve ser de 500 g para a aceleração.

4.6. O pêndulo deve cumprir os requisitos de certificação especificados na secção 4 do apêndice I. Os pêndulos certificados podem ser utilizados para um máximo de 20 impactos antes de nova certificação. O pêndulo é submetido a nova certificação se passar mais de um ano desde a anterior certificação ou se, aquando de um impacto, o CAC especificado for excedido nalgum dos transdutores.

4.7. A primeira frequência natural do pêndulo deve ser de 5 000 Hz.

Figura 4

Pêndulo que simula uma cabeça de adulto (dimensões em mm)



Apêndice I

Certificação dos pêndulos

1. **Requisitos de certificação**

1.1. Os pêndulos utilizados nos ensaios referidos na parte II e na parte IV devem cumprir determinados requisitos de desempenho.

Os requisitos para o pêndulo que simula uma perna são especificados na secção 2; os requisitos para o pêndulo que simula uma coxa são especificados na secção 3 e para os pêndulos que simulam uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto e de adulto são especificados na secção 4.

2. **Pêndulo que simula uma perna**

2.1. *Ensaios estáticos*

2.1.1. O pêndulo que simula uma perna deve cumprir os requisitos especificados no ponto 2.1.2 durante o ensaio referido no ponto 2.1.4 e deve cumprir os requisitos especificados no ponto 2.1.3 durante o ensaio referido no ponto 2.1.5.

Em ambos os ensaios, o pêndulo, para o funcionamento correcto da junta-joelho, deve ter em torno do seu eixo longitudinal a orientação pretendida, com uma tolerância de ± 2º.

A temperatura estabilizada do pêndulo, durante a certificação, deve ser de 20º C ± 2ººC.

Os valores de resposta CAC, conforme definidos na norma ISO 6487:2002, devem ser de 50º para o ângulo de flexão do joelho e 500 N para a força aplicada, quando o pêndulo está carregado em flexão nos termos do ponto 2.1.4, de 10 mm para o deslocamento de ruptura do joelho e de 10 kN para a força aplicada, quando o pêndulo está carregado em ruptura nos termos do ponto 2.1.5. Em ambos os ensaios, é permitida filtragem passa-baixo a uma frequência adequada, para remover ruídos de frequência superior sem afectar significativamente a medição da resposta do pêndulo.

2.1.2. Quando se carrega o pêndulo em flexão nos termos do ponto 2.1.4, a resposta «força aplicada/ângulo de flexão» deve situar-se dentro dos limites indicados na figura 1. Por outro lado, a energia necessária para produzir 15,0º de flexão deve ser de 100 ± 7 J.

2.1.3. Quando se carrega o pêndulo em ruptura nos termos do ponto 2.1.5, a resposta «força aplicada/deslocamento de ruptura» deve situar-se dentro dos limites indicados na figura 2.

2.1.4. O pêndulo que simula o membro inferior, sem revestimento de espuma nem «pele», deve ser montado com a tíbia firmemente presa por ganchos a uma superfície horizontal fixa e com um tubo de metal ligado firmemente ao fémur, conforme ilustrado na figura 3. O eixo de rotação da junta-joelho do pêndulo deve estar vertical. Para evitar erros de fricção, a secção do fémur ou o tubo de metal não devem ser equipados com qualquer apoio. O momento de flexão aplicado no centro da junta-joelho, devido ao peso do tubo de metal e de outros componentes (excluindo o próprio pêndulo que simula o membro inferior), não deve ser superior a 25 Nm.

Aplica-se ao tubo de metal uma força horizontal normal, a uma distância de 2,0 ± 0,01 m do centro da junta-joelho, registando-se o resultante ângulo de deflexão do joelho. A carga é aumentada até a razão de aumento do ângulo de deflexão do joelho se situar entre 1,0 e 10°/s, até o ângulo de deflexão do joelho ultrapassar 22º. São admissíveis pequenos desvios em relação a esses limites, devido, por exemplo, à utilização de uma bomba manual.

A energia é calculada integrando a força em relação ao ângulo de flexão em radianos e multiplicando pelo comprimento da alavanca (2,0 ± 0,01 m).

2.1.5. O pêndulo, sem revestimento de espuma nem «pele», é montado com a tíbia firmemente presa por ganchos a uma superfície horizontal fixa e com um tubo de metal ligado firmemente ao fémur, com um apoio a 2,0 m do centro da junta-joelho, conforme ilustrado pela figura 4.

Aplica-se ao fémur uma força horizontal normal, à distância de 50 mm do centro da junta-joelho, registando o resultante deslocamento de ruptura do joelho. A carga é aumentada até a razão de aumento do deslocamento de ruptura do joelho se situar entre 0,1 e 20 mm/s, até o deslocamento de ruptura do joelho ultrapassar 7,0 mm, ou até a carga ultrapassar 6,0 kN. São admissíveis pequenos desvios em relação a esses limites, devido, por exemplo, à utilização de uma bomba manual.

2.2. *Ensaios dinâmicos*

2.2.1. O pêndulo que simula uma perna deve cumprir os requisitos especificados no ponto 2.2.2 durante o ensaio realizado em conformidade com o ponto 2.2.4.

2.2.1.1. A espuma que simula a massa muscular do pêndulo de ensaio deve ficar armazenada durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 10 % e a uma temperatura estabilizada de 20º ± 2º C antes de o pêndulo ser retirado para calibragem. O pêndulo de ensaio deve ter uma temperatura de 20º ± 2ººC no momento de impacto. As tolerâncias relativamente à temperatura do pêndulo do ensaio devem ser aplicadas a uma humidade relativa de 40 % ± 30 % após um período de impregnação de, pelo menos, quatro horas antes de ser utilizado num ensaio.

2.2.1.2. As instalações de ensaio utilizadas para o ensaio de calibragem devem ter uma humidade estabilizada de 40 % ± 30 % e uma temperatura estabilizada de 20º ± 4ººC durante a calibragem.

2.2.1.3. Cada calibragem deve ser completada dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a calibrar da zona de armazenamento controlada.

2.2.1.4. A temperatura e a humidade relativas na área de calibragem devem ser medidas aquando da calibragem e registadas no relatório de calibragem.

2.2.2. Quando o pêndulo é percutido por um pêndulo de certificação guiado linearmente, conforme especificado no ponto 2.2.4, a aceleração máxima na parte de cima da tíbia não deve ser inferior a 120 g, nem superior a 250 g. O ângulo máximo de flexão não deve ser inferior a 6,2º, nem superior a 8,2º. O deslocamento máximo de ruptura não deve ser inferior a 3,5 mm, nem superior a 6,0 mm.

Para todos estes valores, as leituras devem corresponder ao impacto inicial com o pêndulo de certificação, e não à fase de travagem. Qualquer sistema utilizado para travar o pêndulo ou o pêndulo de certificação deve ser concebido de modo que a fase de travagem não se sobreponha cronologicamente ao impacto inicial. O sistema de travagem não deve fazer os resultados dos transdutores excederem os valores CAC especificados.

2.2.3. O valor CFC de resposta dos instrumentos, conforme definido na norma ISO 6487:2002, deve ser de 180 em todos os transdutores. Os valores de resposta da classe de amplitude do canal (CAC), conforme definidos na norma ISO 6487:2002, devem ser de 50º para o ângulo de flexão do joelho, de 10 mm para o deslocamento de ruptura do joelho e de 500 g para a aceleração. Estes valores não implicam que o pêndulo chegue fisicamente a flectir e a romper segundo esses ângulos e deslocamentos.

2.2.4. Procedimento de ensaio

2.2.4.1. O pêndulo, incluindo o revestimento de espuma e a «pele», deve ser suspenso horizontalmente por três cabos de aço de 1,5 ± 0,2 mm de diâmetro e com 2,0 m de comprimento mínimo, conforme indicado na figura 5a. Deve ser suspenso de modo que o seu eixo longitudinal fique horizontal, com uma tolerância de ± 0,5º, e perpendicular à direcção do movimento do pêndulo de certificação, com uma tolerância de ± 2°. Para o correcto funcionamento da junta-joelho, o pêndulo deve ter a orientação pretendida em torno do seu eixo longitudinal, com a tolerância de ± 2º. O pêndulo deve cumprir os requisitos do ponto 3.4.1.1 do capítulo II da parte II, com o(s) gancho(s) de fixação para os cabos de aço montados.

2.2.4.2. A massa do pêndulo de certificação, incluindo os componentes de propulsão e de guiamento que façam efectivamente parte dele durante o impacto, deve ser de 9,0 ±0,05 kg. As dimensões da face do pêndulo de certificação devem ser as especificadas na figura 5b. A face do pêndulo de certificação deve ser de alumínio, com um acabamento superficial externo superior a 2,0 µm.

O sistema de guiamento é equipado com guias de pouco atrito, insensíveis a cargas fora do eixo, para que o pêndulo possa mover-se somente na direcção de impacto especificada, quando em contacto com o pêndulo que simula uma perna. As guias impedem movimentos noutras direcções, incluindo rotação em torno de qualquer eixo.

2.2.4.3. O pêndulo deve ser certificado com espuma nunca antes utilizada.

2.2.4.4. A espuma do pêndulo não deve ser excessivamente manuseada ou deformada antes, durante ou depois da aplicação.

2.2.4.5. O pêndulo de certificação é impelido horizontalmente à velocidade de 7,5 ± 0,1 m/s contra o pêndulo que está estacionário, como ilustrado na figura 5a. O pêndulo de certificação deve ser colocado numa posição tal que a sua linha central coincida com uma posição na linha central da tíbia a 50 mm do centro do joelho, com tolerâncias de ± 3 mm, tanto lateral como verticalmente.

3. **Pêndulo que simula uma coxa**

3.1. O pêndulo que simula uma coxa deve cumprir os requisitos especificados no ponto 3.2 durante o ensaio referido no ponto 3.3.

3.1.1. A espuma que simula a massa muscular do pêndulo de ensaio deve ficar armazenada durante um período mínimo de quatro horas numa zona de armazenamento controlada, com uma humidade estabilizada de 35 % ± 10 % e a uma temperatura estabilizada de 20º ± 2º C antes de o pêndulo ser retirado para calibragem. O pêndulo de ensaio deve ter uma temperatura de 20º ± 2ººC no momento de impacto. As tolerâncias relativamente à temperatura do pêndulo do ensaio devem ser aplicadas a uma humidade relativa de 40 % ± 30 % após um período de impregnação de, pelo menos, quatro horas antes da sua utilização num ensaio.

3.1.2. As instalações de ensaio utilizadas para o ensaio de calibragem devem ter uma humidade estabilizada de 40 % ± 30 % e uma temperatura estabilizada de 20º ± 4ººC durante a calibragem.

3.1.3. Cada calibragem deve ser completada dentro de um período de duas horas subsequentes à remoção do pêndulo a calibrar da zona de armazenamento controlada.

3.1.4. A temperatura e a humidade relativas na área de calibragem devem ser medidas aquando da calibragem e registadas no relatório de calibragem.

3.2. *Requisitos*

3.2.1. Quando o pêndulo é impelido contra um pêndulo cilíndrico de certificação que está estacionário, a força máxima medida em cada transdutor de carga não deve ser inferior a 1,20 kN, nem superior a 1,55 kN, e a diferença entre as forças máximas medidas nos transdutores de cima e de baixo não deve ser superior a 0,10 kN. Por outro lado, o momento máximo de flexão medido pelos extensómetros não deve ser inferior a 190 Nm, nem superior a 250 Nm na posição central, e não deve ser inferior a 160 Nm, nem superior a 220 Nm nas posições externas. A diferença entre os momentos máximos de flexão em cima e em baixo não deve ser superior a 20 Nm.

Para todos estes valores, as leituras devem corresponder ao impacto inicial com o pêndulo de certificação, e não à fase de travagem. Qualquer sistema utilizado para travar o pêndulo ou o pêndulo de certificação deve ser concebido de modo que a fase de travagem não se sobreponha cronologicamente ao impacto inicial. O sistema de travagem não deve fazer os resultados dos transdutores excederem os valores CAC especificados.

3.2.2. O valor CFC de resposta dos instrumentos, conforme definição da norma ISO 6487:2002, deve ser de 180 para todos os transdutores. Os valores de resposta CAC (cf. ISO 6487:2002) devem ser de 10 kN para os transdutores de força e de 1 000 Nm para medição dos momentos de flexão.

3.3. *Procedimento de ensaio*

3.3.1. O pêndulo é montado no sistema de propulsão e de guiamento por uma junta limitadora de torção. A junta limitadora de torção deve ser instalada de modo que o eixo longitudinal do elemento anterior fique perpendicular ao eixo do sistema de guiamento, com uma tolerância de ± 2º, sendo o binário de atrito da junta de, no mínimo, 675 ± 25 Nm. O sistema de guiamento deve ser equipado com guias de pouco atrito, para que o pêndulo possa mover-se somente na direcção de impacto especificada, quando em contacto com o pêndulo.

3.3.2. A massa do pêndulo, incluindo os componentes de propulsão e de guiamento que dele fazem efectivamente parte durante o impacto, deve ser ajustada a 12 ± 0,1 kg.

3.3.3. O centro de gravidade das partes do pêndulo situadas efectivamente à frente da junta limitadora de torção, incluindo os pesos adicionais instalados, deve situar-se na linha longitudinal central do pêndulo, com a tolerância de ± 10 mm.

3.3.4. O pêndulo deve ser certificado com espuma nunca antes utilizada.

3.3.5. A espuma do pêndulo não deve ser excessivamente manuseada ou deformada antes, durante ou depois da aplicação.

3.3.6. O pêndulo com o elemento anterior vertical é impelido horizontalmente à velocidade de 7,1 ± 0,1 m/s contra o pêndulo de certificação que está estacionário, conforme ilustrado na figura 6.

O tubo do pêndulo de certificação deve ter uma massa de 3 ± 0,03 kg, um diâmetro externo de 150 mm $^{+\ 1\ mm}$/$_{-\ 4\ mm}$ e uma espessura de parede de 3 ± 0,15 mm. O tubo do pêndulo de certificação deve ter um comprimento total de 275 ± 25 mm. Este tubo deve ser em aço sem costura trefilado a frio (permitida a metalização superficial contra a corrosão), com um acabamento superficial externo superior a 2,0 µm. Deve estar suspenso por dois cabos de aço de 1,5 ± 0,2 mm de diâmetro e de 2,0m de comprimento mínimo. A superfície do pêndulo de certificação deve estar limpa e seca. O tubo do pêndulo de certificação é colocado de modo que o eixo longitudinal do cilindro fique perpendicular ao elemento anterior (ou seja, nivelado), com uma tolerância de ± 2°, à direcção de deslocação do pêndulo, com uma tolerância de ± 2°, e ao centro do tubo do pêndulo de certificação alinhado com o centro do elemento anterior do pêndulo, com uma tolerância de ± 5 mm, tanto lateral como verticalmente.

4. **Pêndulos que simulam uma cabeça**

4.1. *Critérios de desempenho*

Os pêndulos que simulam uma cabeça devem cumprir os requisitos especificados no ponto 4.2 durante o ensaio referido no ponto 4.4.

4.2. *Requisitos*

4.2.1. Quando os pêndulos que simulam uma cabeça são largados, em queda, de uma altura de 376 ± 1 mm em conformidade com o ponto 4.4., a aceleração máxima resultante, medida por um acelerómetro triaxial (ou por três uniaxiais) no pêndulo que simula a cabeça, deve ser:

(a) Para o pêndulo que simula uma cabeça de criança/cabeça pequena de adulto, igual ou superior a 245 g, mas não superior a 300 g;

(b) Para o pêndulo que simula uma cabeça de adulto, igual ou superior a 225g, mas não superior a 275 g;

As curvas «tempo-aceleração» devem ser unimodais.

4.2.2. O valor dos canais da classe de frequência (CFC) e da classe de amplitude do canal (CAC) de resposta dos instrumentos, para cada acelerómetro, devem ser de 1 000 Hz e 500 g, respectivamente, conforme definido na norma ISO 6487:2002.

4.2.3. Condições de temperatura

Os pêndulos de ensaio devem ter uma temperatura de 20º ± 2ººC no momento de impacto. As tolerâncias devem ser aplicadas a uma humidade relativa de 40 % ± 30 % após um período de impregnação de, pelo menos, quatro horas antes de serem utilizados num ensaio.

4.3. Uma vez garantida a conformidade no ensaio de certificação, cada pêndulo que simula uma cabeça pode ser utilizado para um máximo de 20 impactos.

4.4. *Procedimento de ensaio*

4.4.1. O pêndulo que simula a cabeça deve ser suspenso num dispositivo próprio para ensaios de queda, conforme ilustrado na figura 7.

4.4.2. O pêndulo que simula uma cabeça deve ser largado, em queda, da altura especificada por meio de um dispositivo que garanta uma libertação instantânea sobre uma superfície plana horizontal de aço apoiada num suporte rígido, com uma espessura de 50 mm e formando um quadrado de dimensões superiores a 300 x 300 mm, cuja superfície está limpa e seca e com um acabamento superficial externo entre 0,2 e 2,0 µm.

4.4.3. Deve largar-se o pêndulo que simula a cabeça de modo que a sua face posterior forme os seguintes ângulos com a vertical:

(a) Para o pêndulo que simula uma cabeça de criança, 50° ± 2°;

(b) Para o pêndulo que simula uma cabeça de adulto, 65° ± 2°.

4.4.4. O pêndulo que simula uma cabeça deve ser suspenso de modo tal que não efectue movimentos de rotação durante a queda.

4.4.5. O ensaio de queda deve ser realizado três vezes, efectuando rotações de 120º em torno do seu eixo simétrico no intervalo entre os ensaios.

Figura 1

Limites da relação entre força e ângulo no ensaio estático de certificação do pêndulo que simula uma perna em flexão

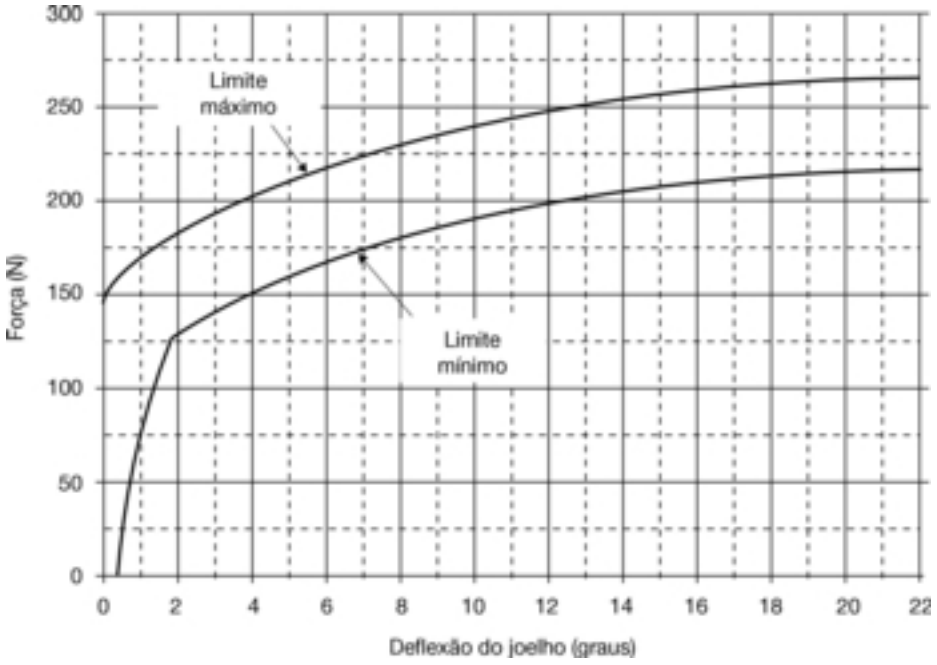


Figura 2

Limites da relação entre força e deslocamento no ensaio estático de certificação do pêndulo que simula uma perna em ruptura

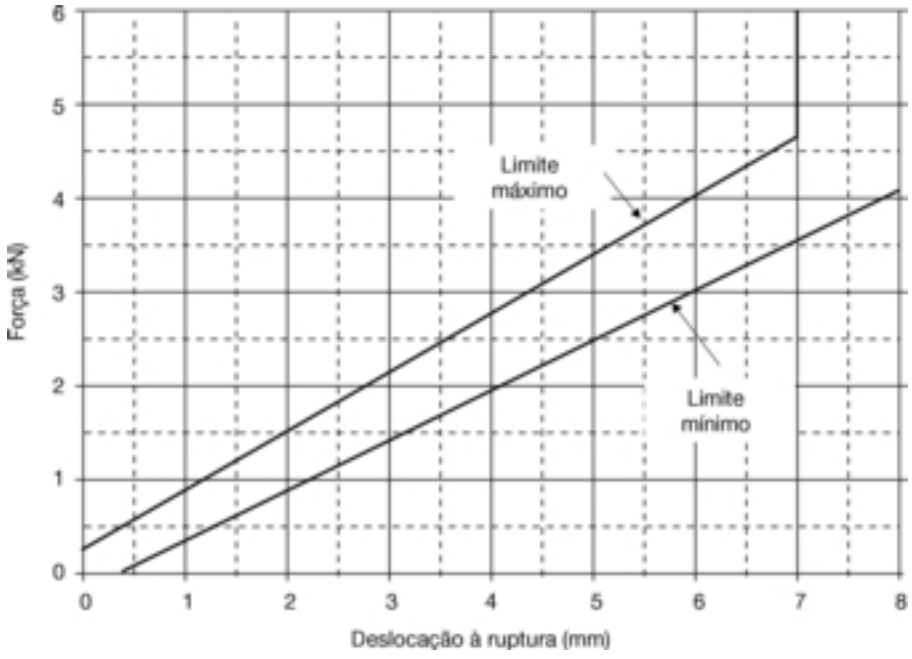


Figura 3

Dispositivo para o ensaio estático de certificação do pêndulo que simula uma perna à flexão (perspectiva de cima)

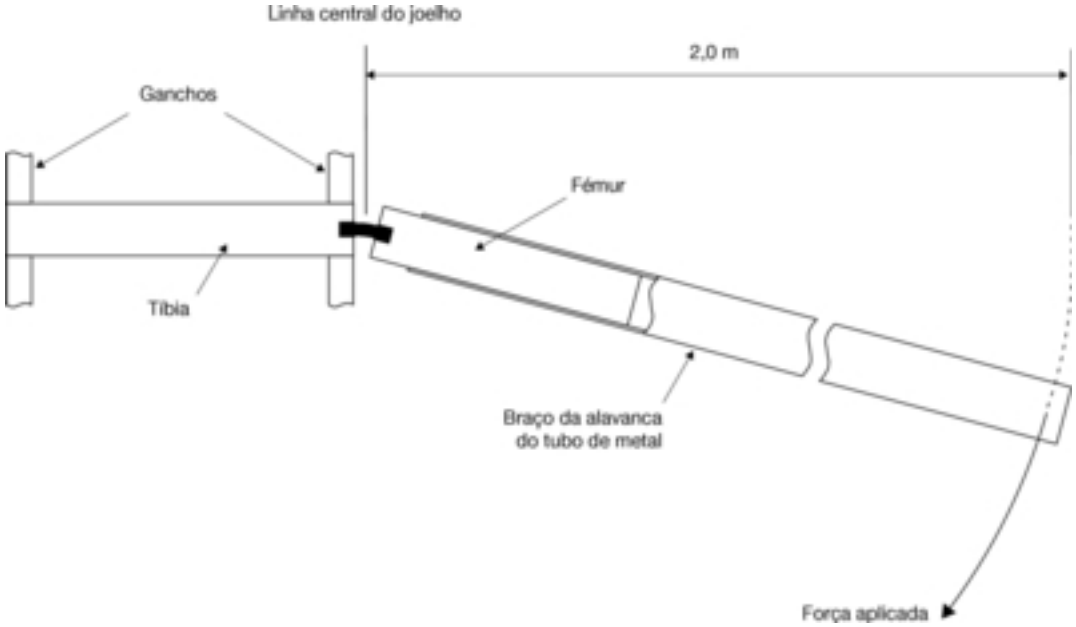


Figura 4

Dispositivo para o ensaio estático de certificação do pêndulo que simula uma perna em ruptura (perspectiva de cima)

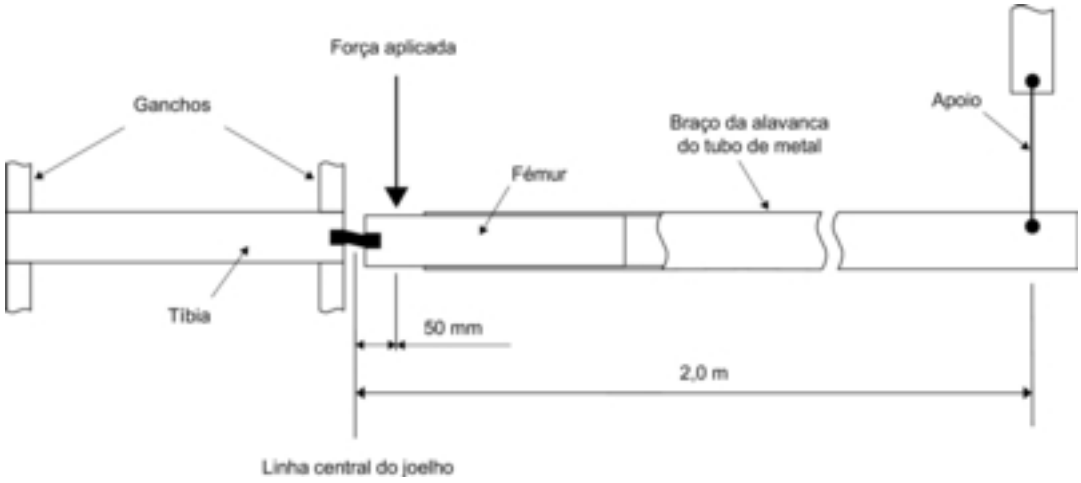


Figura 5a

Dispositivo para o ensaio dinâmico de certificação do pêndulo que simula uma perna (perspectiva lateral no diagrama superior, perspectiva de cima no diagrama inferior)

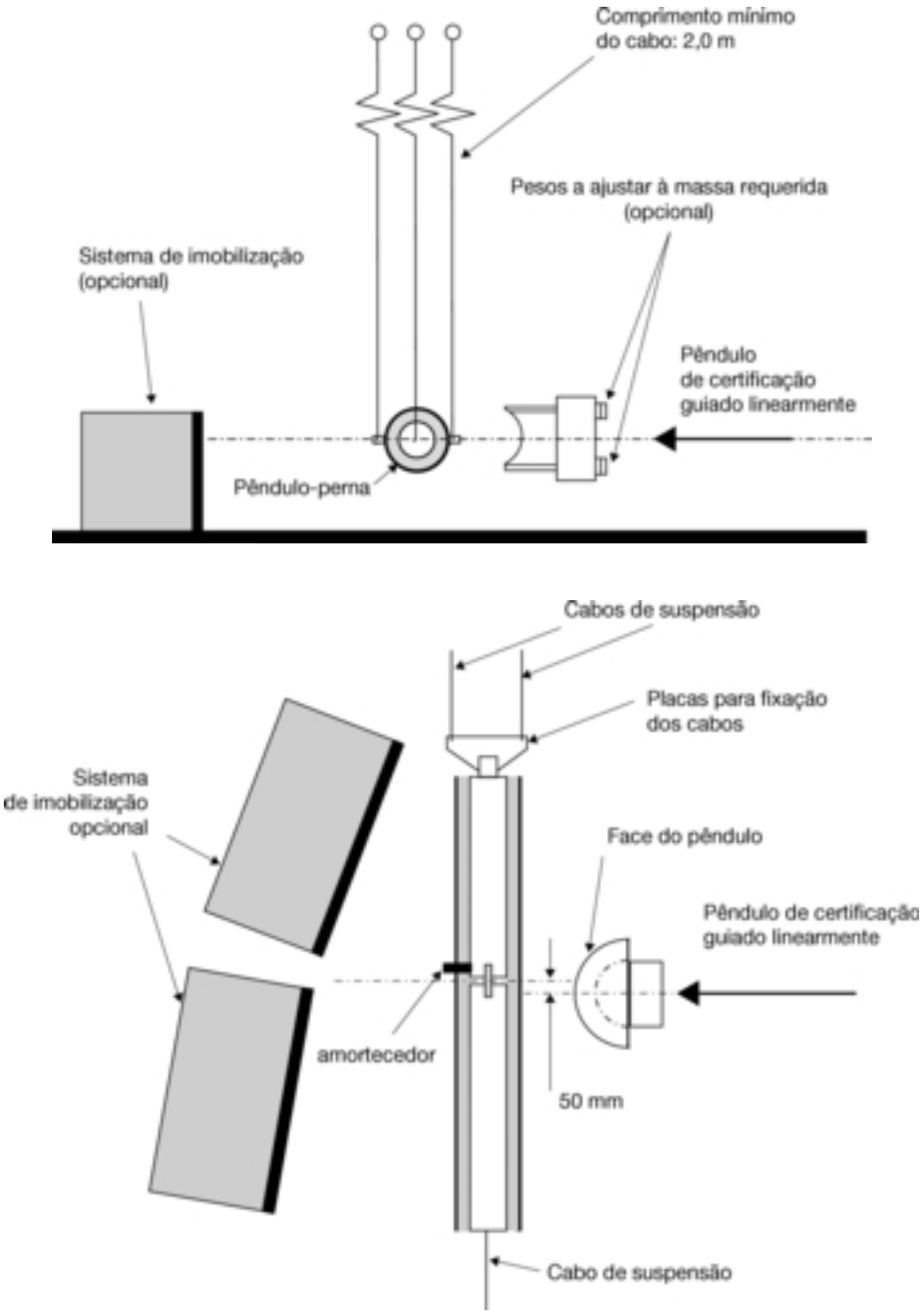
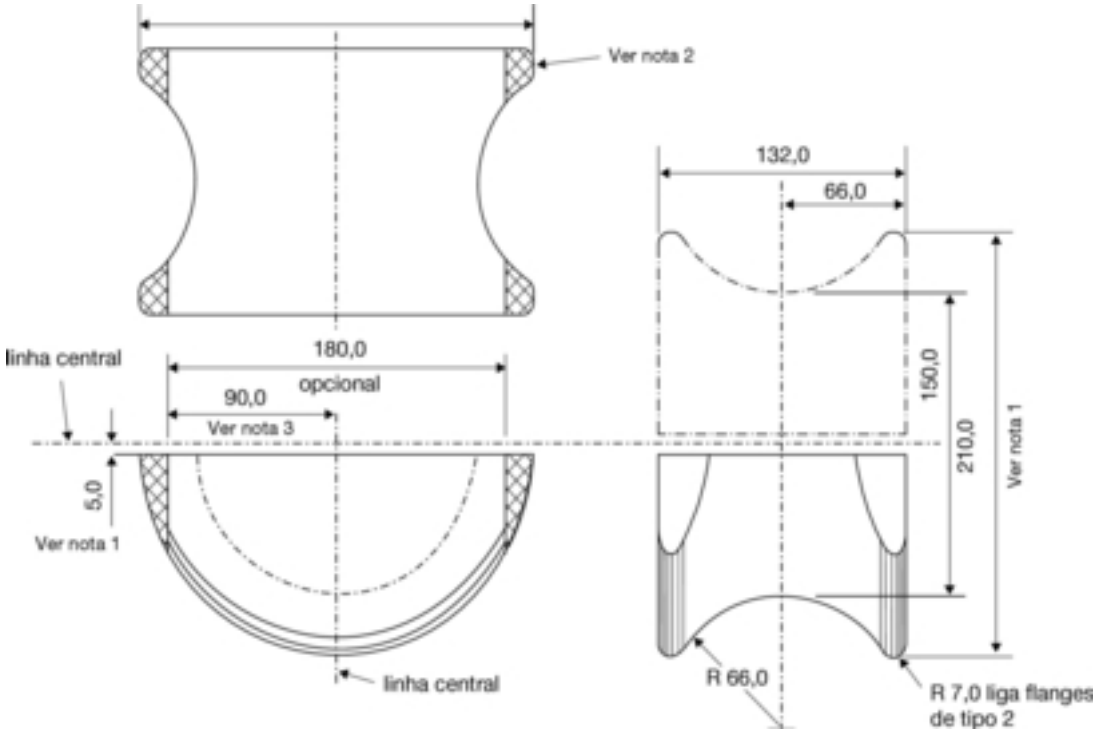


Figura 5b

Pormenores da face do pêndulo de certificação dinâmica que simula uma perna



Notas:

(1) A sela pode ser em diâmetro contínuo, ou escavada conforme a figura para formar dois componentes.

(2) As zonas sombreadas podem ser removidas para dar a forma alternativa indicada.

(3) Tolerância em todas as dimensões: ± 1,0 mm.

Material: liga de alumínio

Figura 6

Dispositivo para o ensaio dinâmico de certificação do pêndulo que simula uma coxa

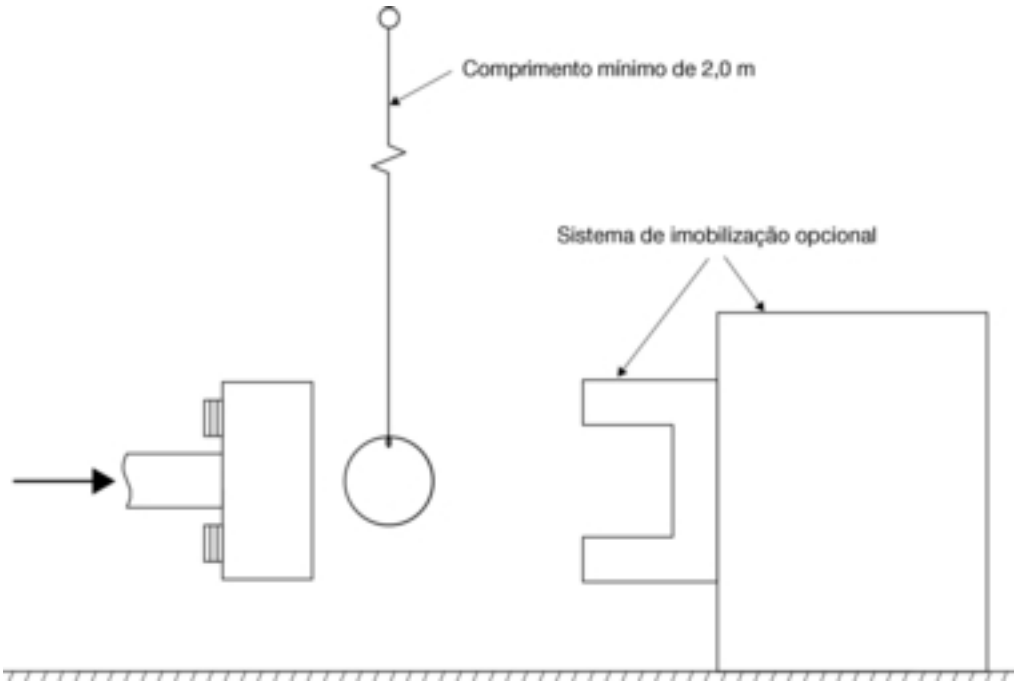


Figura 7

Dispositivo para o ensaio dinâmico de certificação do pêndulo que simula uma cabeça

