

RESOLUÇÃO Nº 752, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2018

Estabelece requisitos de proteção aos pedestres em casos de atropelamento.

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN, usando da competência que lhe confere o art. 12, inciso I, da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e conforme o Decreto nº 2.327, de 23 de setembro de 1997, que trata da coordenação do Sistema Nacional de Trânsito;

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

Considerando o constante do Processo Administrativo nº 80000.122134/2016-95,

RESOLVE:

Art. 1º Esta Resolução estabelece requisitos de proteção aos pedestres em casos de atropelamento

Art. 2º Os veículos tipo automóvel, camioneta, utilitário e caminhonete, nacionais e importados, devem cumprir com os requisitos para a proteção aos pedestres no advento de um atropelamento, conforme procedimentos de ensaios estabelecidos no Anexo I desta Resolução.

Parágrafo único. Estão isentos dos requisitos estabelecidos nesta Resolução:

I - caminhonetes, cuja posição do condutor (ponto R) seja à frente do eixo dianteiro ou até 1.100mm para trás da linha central transversal do eixo dianteiro, no sentido longitudinal;

II - automóveis, camionetas e utilitários com PBT acima de 2500 kg (dois mil e quinhentos quilogramas) que são derivados de caminhonetes, e onde a posição do condutor "Ponto R" é à frente do eixo dianteiro ou até 1.100mm longitudinalmente para a trás da linha central transversal do eixo dianteiro.

Art. 3º Os requisitos constantes desta Resolução, entram em vigor:

I - a partir de 1º de janeiro de 2025, para novos projetos de veículos, produzidos ou importados,

II - a partir de 1º de janeiro de 2030 para os demais veículos que não se enquadram na definição de novos projetos

§ 1º Para efeitos desta Resolução, considera-se novo projeto o modelo de veículo que nunca obteve o Código de Marca/Modelo/Versão junto ao órgão máximo executivo de trânsito da União (Denatran).

§ 2º Não se considera como projeto novo à derivação de um mesmo modelo básico de veículo que já possua Código de Marca/Modelo/Versão concedida pelo Denatran e/ou veículos cuja parte dianteira da carroceria, delimitada a partir da coluna “A” em diante, tenha semelhança estrutural e de forma ao do automóvel do qual o projeto deriva.

§ 3º Na hipótese de novo projeto, o fabricante ou importador deverá indicar essa condição no requerimento dirigido ao Denatran para concessão de código de marca modelo versão

Art. 4º Estão dispensados do atendimento aos requisitos desta Resolução:

- I - Os veículos de uso exclusivo fora-de-estrada;
- II - Os veículos especiais, segundo definidos pela norma NBR 13776 da Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- III - Os veículos de uso bélico;
- IV - Os veículos resultantes de transformações de veículos sujeitos a homologação compulsória, cuja data de fabricação do veículo original objeto de transformação seja anterior a 1º de janeiro de 2023.
- V - Os fabricantes de veículos de pequena série;
- VI - Os fabricantes de veículos artesanais;
- VII - As réplicas de veículos;
- VIII - Os automóveis de carroçaria Buggy.

Parágrafo único. Para os efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:

I - fabricante de veículos de pequena série: pessoa jurídica cuja produção está limitada a 30 (trinta) veículos por marca/modelo e 100 (cem) unidades no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de cada ano;

II - fabricante de veículos artesanais: pessoa física ou jurídica, que fabrica, no máximo, 03 (três) veículos no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de cada ano;

III - réplica: veículo produzido por um fabricante de pequena série e que:

- a) assemelha-se a outro veículo que foi descontinuado há pelo menos 30 (trinta) anos;
- b) possua licença do fabricante original, seus sucessores ou cessionários ou atual proprietário de tais direitos;

IV – Buggy: veículo para utilização especial em atividade de lazer, capaz de circular em terrenos arenosos, dotados de rodas e pneus largos, normalmente sem capota e portas. Além disso, estando o veículo com a massa em ordem de marcha, em superfície plana, com as rodas dianteiras paralelas à linha de centro longitudinal do veículo e os pneus inflados com a pressão recomendada

pelo fabricante, deverá apresentar um ângulo de ataque mínimo de 25°; um ângulo de saída mínimo de 20°; altura livre do solo, entre eixos, mínimo de 200 mm e altura livre do solo, sob os eixos dianteiro e traseiro, mínimo de 180 mm.

V- veículos especiais: veículos definidos pela norma NBR 13776 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Art. 5º Para comprovação do atendimento aos requisitos desta Resolução serão aceitos os resultados de ensaios de proteção ao pedestre de veículos que cumpram com os Regulamentos das Nações Unidas UN-R127 ou conforme GTR9.

Art. 6º Os anexos desta Resolução encontram-se disponíveis no sítio eletrônico www.denatran.gov.br.

Art. 7º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, sendo facultada a antecipar a sua aplicação total ou parcial.

Maurício José Alves Pereira
Presidente

Adilson Antônio Paulus
Ministério da Justiça e Segurança Pública

Rone Evaldo Barbosa
Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil

Djailson Dantas de Medeiros
Ministério da Educação

Luiz Otávio Maciel Miranda
Ministério da Saúde

Thomas Paris Caldellas
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

João Eduardo Moraes de Melo
Ministério das Cidades

João Paulo de Souza
Agência Nacional de Transportes Terrestres

ANEXO I

DEFINIÇÕES, PROCEDIMENTO E REQUISITOS DE ENSAIO DE PROTEÇÃO AO PEDESTRE

1. Definições

Ao efetuar medições conforme descrito nesta Parte, o veículo deve estar na posição normal de condução.

Caso o veículo esteja equipado com um emblema, emblema sobressalente ou outra estrutura, que possa ser dobrada para trás ou retraída ao aplicar-se uma carga máxima de 100 N, então esta carga deve ser aplicada antes e/ou enquanto tais medições estão sendo feitas.

Qualquer componente do veículo que possa alterar o formato ou a posição, exceto os componentes da suspensão ou dispositivos ativos para proteger pedestres, deve ser colocado em sua posição de armazenamento.

Para os efeitos deste Regulamento:

- 1.1. "*Área de teste da cabeça de um adulto*" é uma área nas superfícies externas da estrutura dianteira. Esta área é limitada:
- (a) Na dianteira, por uma distância de invólucro (WAD) de 1.700 mm ou uma linha de 82,5 mm para a retaguarda da linha de frente do capô, o que for mais para trás em uma determinada posição lateral;
 - (b) Na traseira, por um WAD de 2.100 mm ou linha de 82,5 mm para a frente da linha de referência traseira do capô, o que for mais avançado em uma determinada posição lateral; e
 - (c) E em cada lado, por uma linha de 82,5 mm dentro da linha de referência lateral.

A distância de 82,5 mm deve ser ajustada com uma fita flexível mantida de maneira tensa ao longo da superfície externa do veículo.

- 1.2. "O intervalo de avaliação (AI)" do pêndulo de perna inferior flexível é definido e limitado pelo tempo do primeiro contato do pêndulo de perna inferior flexível com o veículo e o tempo do último cruzamento zero de todos os segmentos do fêmur e da tíbia após o primeiro local máximo subsequente a qualquer valor marginal de 15 Nm, dentro das suas fases comuns de cruzamento zero. A AI é idêntica para todos os segmentos ósseos e ligamentos do joelho. No caso de qualquer segmento ósseo não ter um cruzamento zero durante as fases comuns de cruzamento zero, as curvas de histórico de tempo para todos os segmentos ósseos são deslocadas para baixo até todos os momentos de flexão estarem cruzando zero. O deslocamento para baixo deve ser aplicado apenas para a determinação da AI.
- 1.3. "*Coluna A*" significa o primeiro e o mais externo suporte do teto, que se estende do chassi ao teto do veículo.

- 1.4. "*Linha de frente do capô*" significa a extremidade da estrutura externa superior dianteira do veículo, incluindo o capô e os aerofólios, as travessas superior e lateral do entorno do farol e quaisquer outros acessórios. A linha de referência que identifica a posição da linha de frente do capô é definida pela sua altura acima do plano de referência do piso e pela distancia horizontal que a separa do para-choque (linha do para-choque).
- 1.5. "*Altura da linha de frente do capô*" significa, em qualquer ponto da linha de frente do capô, a distância vertical entre o plano de referência do piso e a linha de referência da linha de frente do capô naquele ponto.
- 1.6. "*Linha de referência da linha de frente do capô*" significa o traçado geométrico dos pontos de contato entre uma régua de 1.000 mm de comprimento e a superfície dianteira do capô, quando a régua, mantida paralela com o plano longitudinal vertical do veículo e inclinada para trás em 50° da vertical e com a extremidade inferior 600 mm acima do piso, estiver atravessada e em contato com a linha de frente do capô (veja a Figura 1).

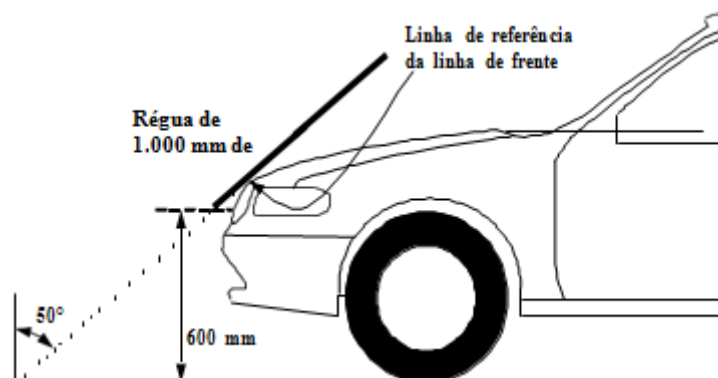
Para veículos que tenham a superfície superior do capô inclinada a 50°, de maneira que a régua faça um contato contínuo ou um contato múltiplo ao invés de um ponto de contato, a linha de referência é determinada com a régua inclinada para trás a um ângulo de 40° da vertical.

Para veículos cujo formato a extremidade inferior da régua faça o primeiro contato, então aquele contato é considerado como sendo a linha de referência da linha de frente do capô, naquela posição lateral.

Para veículos cujo formato a extremidade superior da régua faça primeiro contato com o veículo, então o traçado geométrico de uma distancia de invólucro de 1.000 mm será utilizada como linha de referência de linha de frente do capô naquela posição lateral.

A extremidade superior do para-choque deve também ser considerada como a linha de frente do capô para os fins deste Regulamento, caso seja contatado pela régua durante este procedimento.

Figura 1
Linha de referência da linha de frente do capô



- 1.7. *"Linha de referência traseira do capô"* significa o traçado geométrico dos pontos de contato mais atrás entre a esfera com diâmetro de 165 mm e a estrutura dianteira do veículo quando a esfera estiver passando pela estrutura dianteira do veículo, enquanto mantém contato com o para-brisa (veja a Figura 2). As palhetas e os braços do limpador são removidos durante este processo.

Onde não houver intersecção entre a linha de referência traseira do capô e a linha de referência lateral, a linha de referência traseira do capô deve ser estendida e/ou modificada, utilizando-se um molde semicircular, com raio de 100 mm. O molde deve ser feito de um material flexível fino que seja facilmente dobrado em uma curvatura simples em qualquer direção. O molde deve, preferivelmente, resistir à curvatura dupla ou complexa onde isto poderia resultar em enrugamento. O material recomendado é uma chapa plástica fina revestida de espuma para permitir que o molde "agarre" na superfície do veículo.

O molde deve ser marcado com quatro pontos (de "A" a "D"), conforme mostrado na Figura 3, enquanto o molde estiver sobre uma superfície plana.

O molde deve ser colocado sobre o veículo com os Cantos "A" e "B" coincidindo com a linha de referência lateral. Garantindo que estes dois cantos permaneçam coincidindo com a linha de referência lateral, o molde deve deslizar progressivamente para trás até que o arco do molde faça o primeiro contato com a linha de referência traseira do capô. Durante todo o processo, o molde deve estar curvado para seguir, o mais próximo possível, o contorno externo da parte superior do capô do veículo, sem enrugamento ou dobras do molde. Caso o contato entre o molde e a linha de referência traseira do capô seja tangencial e o ponto de tangência esteja fora do arco delimitado pelos pontos "C" e "D", então a linha de referência traseira do capô é estendida e/ou modificada para seguir o arco circunferencial do molde para atingir a linha de referência lateral do capô, conforme mostrado na Figura 4.

Caso o molde não possa fazer contato simultâneo com a linha de referência lateral do capô nos pontos "A" e "B" e tangencialmente com a linha de referência traseira do capô, ou o ponto no qual a linha de referência traseira do capô e o molde tocam dentro do arco delimitado pelos pontos "C" e "D", então devem ser utilizados moldes adicionais onde os raios são progressivamente aumentados em incrementos de 20 mm, até que todos os critérios acima sejam atendidos.

Figura 2
Linha de referência traseira do capô

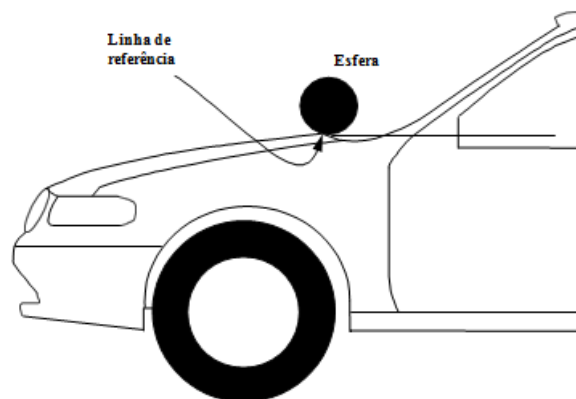


Figura 3
Molde

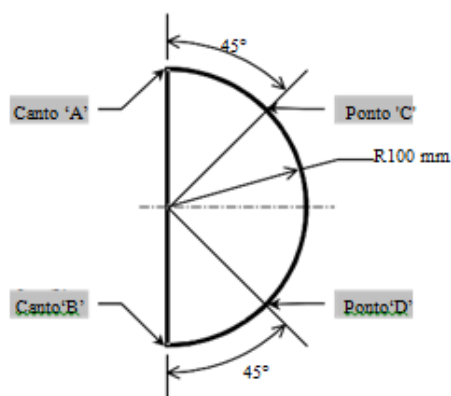
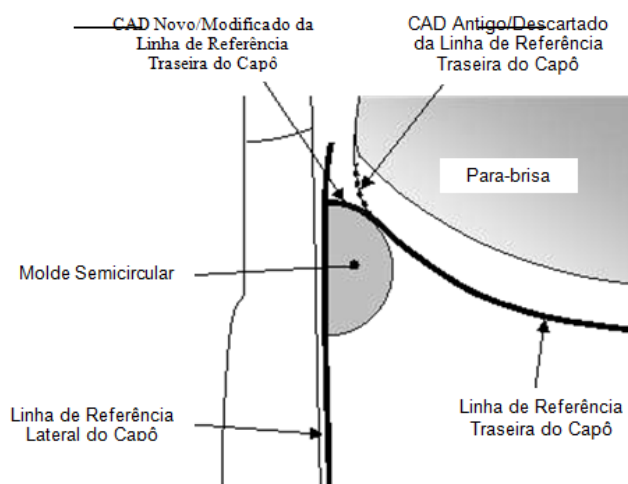


Figura 4
Marcação de intersecção entre as linhas de referência traseira e lateral do capô



1.8. "Parte superior do capô" é a área que é limitada por (a), (b) e (c), como segue:

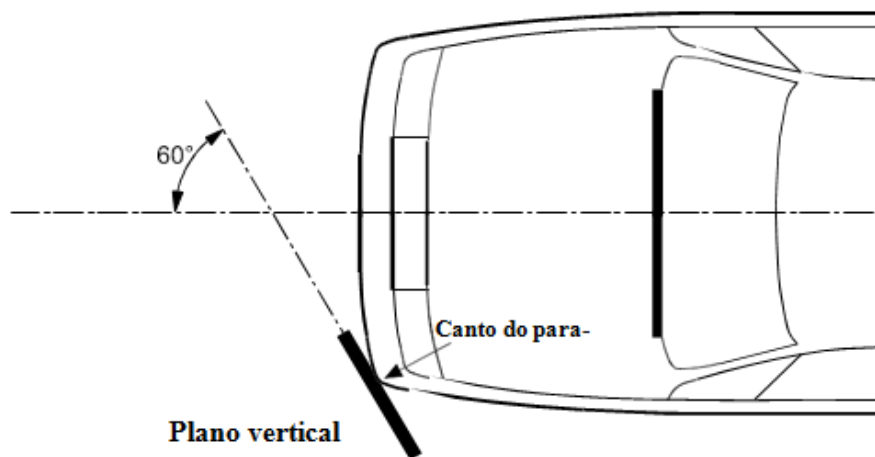
- (a) Linha de referência da linha de frente do capô;

- (b) Linha de referência traseira do capô;
 - (c) Linhas de referência laterais.
- 1.9. "Área de teste da Parte Superior do capô" é composta pela área de teste de cabeça de criança e a área de teste de cabeça de adulto, conforme definido nos itens 1.14 abaixo e 1.1 acima, respectivamente.
- 1.10. "*Para-choque*" significa a estrutura dianteira, inferior e externa de um veículo. Inclui todas as estruturas que são destinadas a fornecer proteção a um veículo quando envolvido em uma colisão frontal em baixa velocidade e também quaisquer acessórios desta estrutura. A altura de referência e os limites laterais do para-choque são identificados pelos cantos e pelas linhas de referência do para-choque.
- 1.11. "*Avanço do para-choque*" significa qualquer seção longitudinal de um veículo, a distância horizontal medida em qualquer plano longitudinal vertical do veículo entre a linha de referência superior do para-choque e a linha de referência da linha de frente do capô.
- 1.12. "*Área de teste do para-choque*" significa a superfície frontal do para-choque limitada por dois planos verticais longitudinais que intersectam pontos 66 mm dentro dos cantos definidos dos para-choques. Esta distância deve ser ajustada com uma fita flexível segura na superfície exterior do veículo.
- 1.13. "*Centro do joelho*" do pêndulo inferior da perna é definido como o centro sobre o qual o joelho é efetivamente dobrado.
- 1.14. "*Área de teste da cabeça de uma criança*" é uma área nas superfícies externas da estrutura dianteira. Esta área é limitada por:
- (a) Na dianteira, por uma distância de invólucro (WAD) de 1.000 mm ou uma linha de 82,5 mm para a retaguarda da linha de frente do capô, o que for mais para trás em uma determinada posição lateral;
 - (b) Na traseira, por um WAD de 1.700 mm ou linha de 82,5 mm para a frente da linha de referência traseira do capô, o que for mais avançado em uma determinada posição lateral; e
 - (c) E em cada lado, por uma linha de 82,5 mm dentro da linha de referência lateral.

A distância de 82,5 mm deve ser ajustada com uma fita flexível mantida de maneira tensa ao longo da superfície externa do veículo.

- 1.15. "*Canto do para-choque*" significa o ponto de contato do veículo com o plano vertical que faz um ângulo de 60° com o plano longitudinal vertical do veículo e é tangente à superfície externa do para-choque (veja a Figura 5).

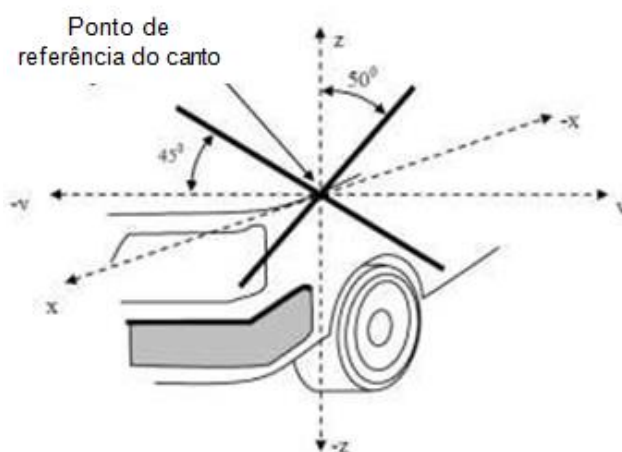
Figura 5
Canto do para-choque



- 1.16. *"Ponto de referência do canto"* significa a intersecção da linha de referência da linha de frente do capô e a linha de referência lateral do capô (veja a Figura 6).

Figura 6

Determinação do ponto de referência do canto; intersecção da linha de referência da linha de frente do capô e a linha de referência lateral do capô



- 1.17. *"Peso do motorista"* significa o peso nominal de um motorista que deve ser de 75 kg (subdividido em peso do ocupante de 68 kg no banco e peso de bagagem de 7 kg, de acordo com a norma ISO 2416–1992).
- 1.18. *"Fêmur"* do pêndulo da perna inferior é definido como todos os componentes ou peças de componentes (incluindo cobertura de músculo e pele, amortecedor, instrumentação e suportes, polias, etc. fixados ao pêndulo com o objetivo de arremessá-lo) acima do nível do centro do joelho.
- 1.19. *"Linha de referência dianteira para cabeça de criança"* significa o traçado geométrico, conforme descrito na estrutura dianteira do veículo, utilizando-se

uma linha WAD1000. Em caso de veículos onde a distância do invólucro à linha de referência da linha de frente do capô, seja maior que 1.000 mm em qualquer ponto, então a linha de referência da linha de frente do capô será utilizada como a linha de referência para a cabeça da criança naquele ponto.

- 1.20. "*Estrutura dianteira*" significa todas as estruturas externas do veículo exceto o para-brisa, a parte superior do para-brisa, as colunas A e estruturas atrás dos mesmos. Inclui ainda, mas não limitado a, o para-choque, o capô, aerofólio, caçamba, eixos do limpador e estrutura inferior do para-brisa.
- 1.21. "*Plano de referência do piso*" significa um plano horizontal, real ou imaginário, que passa pelos pontos mais baixos de contato para todos os tipos de pneus de um veículo enquanto o veículo está em sua posição normal de condução. Caso o veículo esteja sobre o piso, então o nível do piso e o plano de referência do piso são os únicos e os mesmos. Caso o veículo esteja levantado, como por exemplo, para permitir uma folga adicional debaixo do para-choque, então o plano de referência do piso está acima do nível do piso.
- 1.22. "*Critério de Traumatismo Craniano (HIC)*" significa o resultado calculado dos históricos de tempo do acelerômetro, utilizando-se a seguinte fórmula:

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

Onde:

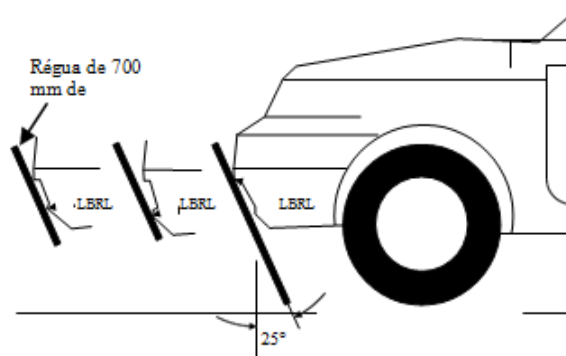
"a" é a aceleração resultante medida em unidades de gravidade "g" (1 g = 9,81m/s²);

"t1" e "t2" são os dois instantes de tempo (expressos em segundos) durante o impacto, definindo um intervalo entre o início e o final do período de registro para o qual o valor de HIC é de no máximo (t2 - t1 ≤ 15 ms).

- 1.23. "*Altura inferior do para-choque*" significa a distância vertical entre o plano de referência do piso e a linha de referência inferior do para-choque, com o veículo na posição normal de condução.
- 1.24. "*Linha de referência inferior do para-choque*" significa o limite para os pontos significantes do contato do pedestre com o para-choque. É definido como o traçado geométrico dos pontos mais baixos de contato entre a régua de 700 mm de comprimento e o para-choque, quando a régua, mantida paralela com o plano longitudinal vertical do veículo e inclinada para frente em 25° da vertical, está passando pela dianteira do veículo, enquanto mantendo contato com o piso e com a superfície do para-choque (veja a Figura 7).

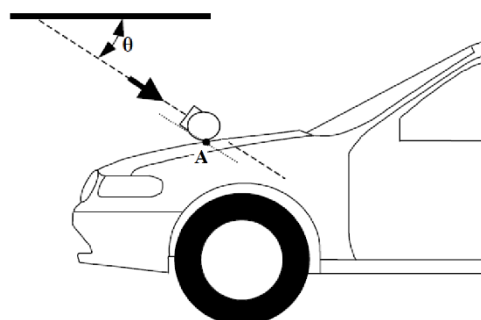
Figura 7

Linha de Referência Inferior do Para-choque (LBRL)



- 1.25. "Peso em ordem de marcha" significa o peso nominal de um veículo conforme determinado pela soma do peso sem carga do veículo e o peso do motorista.
- 1.26. "Ponto de medição" também pode ser referido como "ponto de teste" ou "ponto de impacto". Em todos os casos, o resultado do teste deve ser atribuído a este ponto, independentemente de onde ocorre o primeiro contato.
- 1.26.1. "Ponto de medição" para o teste de cabeça significa um ponto na superfície externa do veículo selecionado para avaliação. O ponto de medição é onde o perfil da cabeça contata a seção transversal da superfície exterior do veículo em um plano longitudinal vertical através do centro de gravidade da cabeça (veja a Figura 8A).
- 1.26.2. "Ponto de medição" para o teste da perna inferior ao para-choque e o teste da perna superior para o teste do para-choque está localizado no plano longitudinal vertical através do eixo central do pêndulo (veja a Figura 8B).

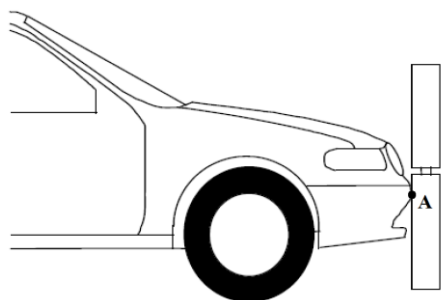
Figura 8A
Ponto de medição no plano longitudinal vertical através do centro do pêndulo de forma de cabeça



Nota: Devido à geometria espacial da parte superior do capô, o primeiro contato pode não ocorrer no mesmo plano vertical longitudinal ou transversal que contém o ponto de medição A.

Figura 8B

Ponto de medição no plano longitudinal vertical através do centro do eixo central do pêndulo de forma de perna

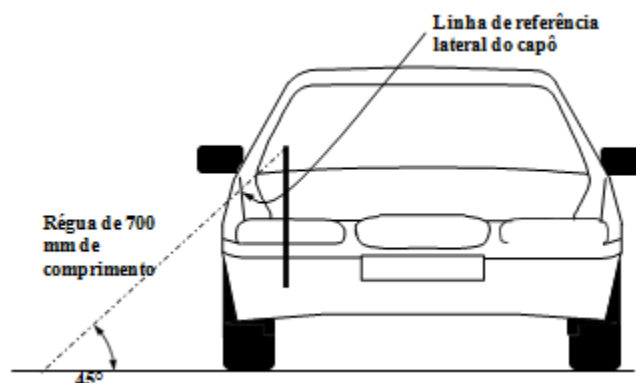


- 1.27. "*Posição normal de condução*" significa o veículo posicionado sobre uma superfície horizontal plana com seu peso em ordem de marcha e com os pneus inflados de acordo com as especificações de pressão recomendadas pelo fabricante, as rodas dianteiras na posição para frente em linha reta e com o peso do passageiro colocado no banco do passageiro dianteiro. Os bancos dianteiros são colocados na posição intermediária nominal. A suspensão deve ser ajustada na condição de condução normal, conforme especificado pelo fabricante para uma velocidade de 40 km/h.
- 1.28. "*Peso do passageiro*" significa o peso nominal de um passageiro que deve ter 68 kg, com um peso adicional de 7 kg para a bagagem que deve estar localizada no compartimento de bagagem, de acordo com a norma ISO 2416–1992.
- 1.29. "*Marcas de referência primárias*" significa furos, superfícies, marcas e sinais de identificação na carroçaria do veículo. O tipo de marca de referência utilizada e a posição vertical (Z) de cada marca em relação ao solo devem ser especificadas pelo fabricante do veículo de acordo com as condições de funcionamento especificadas no parágrafo 1.25. Estas marcas devem ser selecionadas de modo a poder verificar facilmente as alturas de marcha atrás e traseira do veículo e a atitude do veículo.

Se as marcas de referência primárias forem encontradas dentro de ± 25 mm da posição de projeto no eixo vertical (Z), então a posição de projeto deve ser considerada como a altura de passeio normal. Se esta condição for satisfeita, o veículo deve ser ajustado para a posição de projeto, ou todas as medidas adicionais devem ser ajustadas e os testes realizados, para simular o veículo na posição de projeto.

- 1.30. "*Linha de referência lateral*" significa o traçado geométrico dos pontos mais altos de contato entre a régua de 700 mm de comprimento e as laterais do veículo, quando a régua, mantida paralela com o plano vertical transversal do veículo e inclinada para dentro em 45°, esteja atravessada por baixo, e mantenha contato com as laterais da estrutura dianteira (veja a Figura 9).

Figura 9
Linha de referência lateral



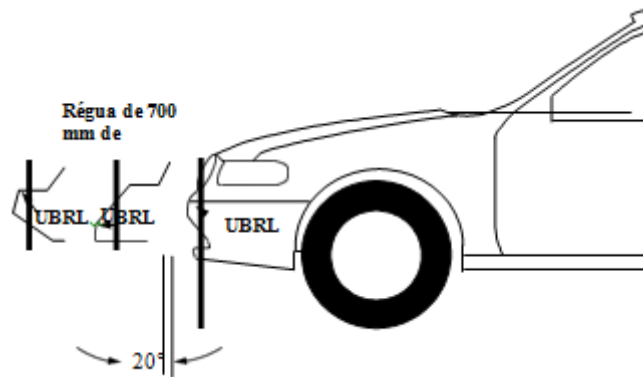
- 1.31. *"Um terço da linha de frente do capô"* significa o traçado geométrico entre os pontos de referência do canto, medidos com uma fita flexível que segue o contorno externo da régua, dividido em 3 partes iguais.
- 1.32. *"Um terço da parte superior do capô"* significa o traçado geométrico da área entre as linhas de referência laterais do capô, medidos com uma fita flexível que segue o contorno externo da parte superior do capô em qualquer seção transversal, dividido em 3 partes iguais.
- 1.33. *"Um terço do para-choque"* significa o traçado geométrico entre os cantos do para-choque, medidos com uma fita flexível que segue o contorno externo do para-choque, dividido em 3 partes iguais.
- 1.34. *"Tíbia"* do pêndulo da perna inferior é definida como todos os componentes ou peças de componentes (incluindo cobertura de músculo e pele, instrumentação e suportes, polias, etc. fixados ao pêndulo com o objetivo de arremessá-lo) abaixo do nível do centro do joelho. Observe que a tíbia conforme definido, inclui tolerâncias para peso, etc. do pé.
- 1.35. *"Peso sem carga do veículo"* significa o peso nominal de um veículo completo, conforme determinado pelo critério a seguir:
- a) Peso do veículo com carroçaria e todos os equipamentos instalados de fábrica, equipamentos elétricos e auxiliares para o funcionamento normal do veículo, incluindo líquidos, ferramentas, extintor de incêndio, peças de reposição padrão, calços e roda de reserva, se instalados.
 - b) O tanque de combustível deve ser abastecido com, pelo menos, 90 por cento da capacidade nominal e os demais sistemas que contenham líquidos (exceto aqueles para água usada) em cem por cento da capacidade especificada pelo

fabricante.

- 1.36. *"Linha de referência superior do para-choque"* significa uma linha que identifique o limite superior para os pontos significantes do contato do pedestre com o para-choque. É definido como o traçado geométrico dos pontos mais altos de contato entre a régua de 700 mm de comprimento e o para-choque, quando a régua, mantida paralela com o plano longitudinal vertical e inclinada para trás em 20°, estiver passando pela parte dianteira do veículo, enquanto mantém contato com o piso e com a superfície do para-choque (veja a Figura 10).

Quando necessário, a régua deve ser encurtada para evitar qualquer contato com estruturas acima do para-choque.

Figura 10
Linha de Referência Superior do Para-choque (UBRL)



- 1.37. *"Tipo de veículo com relação aos requisitos de proteção ao pedestre"* significa uma categoria de veículos que, exceto em relação às colunas A, não diferem em tal respeito essencial como:

- (a) A estrutura,
- (b) As dimensões principais,
- (c) Os materiais das superfícies externas do veículo,
- (d) A disposição de componentes (externos ou internos),

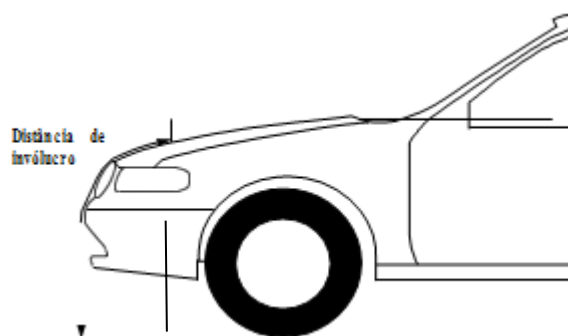
na medida em que eles podem ser considerados como tendo um efeito negativo sobre os resultados dos testes de impacto, prescritos neste Regulamento.

- 1.38. *"Veículos da categoria M1 derivados de N1"* significa aqueles veículos da categoria M1 que, exceto as colunas A, possuem a mesma estrutura geral e formato da categoria de veículos N1 pré-existente.

- 1.39. "Veículos da categoria N1 derivados de M1" significa aqueles veículos da categoria N1 que, exceto as colunas A, possuem a mesma estrutura geral e formato da categoria de veículos M1 pré-existente.
- 1.40. "Para-brisa" significa a parte dianteira envidraçada do veículo situada entre as colunas A.
- 1.41. "Distância do Invólucro (WAD)" significa o traçado geométrico descrito na superfície externa da estrutura externa do veículo por uma extremidade da fita flexível, quando é mantida em um plano longitudinal vertical do veículo e passada pela estrutura dianteira. A fita é mantida esticada durante toda a operação com uma extremidade mantida no mesmo nível do plano de referência do piso, verticalmente abaixo da face dianteira do para-choque e a outra extremidade mantida em contato com a estrutura dianteira (veja a Figura 11). O veículo está na posição de condução normal.

Este procedimento deve ser seguido, utilizando-se fitas alternativas de comprimentos adequados, para descrever as distâncias de invólucros de 1.000 mm (WAD1000), de 1.700 mm (WAD1700) e de 2.100 mm (WAD2100).

Figura 11
Medição de distância de invólucro



2. Especificações

2.1. Teste de perna ao para-choque

Para veículos com uma altura inferior do para-choque na posição de teste de teste inferior a 425 mm, devem ser aplicados os requisitos constantes no item 2.1.1.

Para veículos com uma altura de para-choque inferior na posição de teste que seja maior que, ou igual a, 425 mm e menor que 500 mm, devem ser aplicados os requisitos dos itens 2.1.1. ou 2.1.2., a critério do fabricante.

Para veículos com uma altura inferior do para-choque na posição de teste de mais de, ou igual a, 500 mm, devem ser aplicados os requisitos constantes no item 2.1.2.

2.1.1. Perna inferior ao para-choque:

Quando testado, de acordo com o Anexo 3, item 1. (pêndulo de perna inferior flexível), o valor absoluto do alongamento do ligamento colateral médio dinâmico máximo no joelho não deve exceder 22 mm e o ligamento cruzado anterior dinâmico máximo e alongamento do ligamento cruzado posterior não devem exceder 13 mm. O valor absoluto dos momentos de flexão dinâmica na tíbia não deve exceder 340 Nm. Além disso, o fabricante poderá designar larguras de teste de para-choque até no máximo de 264 mm no total, onde o valor absoluto do momento de flexão da tíbia não deve exceder 380 Nm. Uma Parte Contratante pode restringir a aplicação do requisito de zona de relaxamento na sua legislação nacional se decidir que tal restrição é apropriada.

O pêndulo inferior da perna deve ser certificado de acordo com o Anexo 4, item 1.

2.1.2. Perna superior ao para-choque:

Quando testado, de acordo com o Anexo 3, item 2. (perna superior ao para-choque), a soma instantânea das forças de impacto em relação ao tempo não deve exceder 7,5 kN e o momento de flexão no pêndulo de teste não deve exceder 510 N.m.

O pêndulo superior da perna deve ser certificado de acordo com o Anexo 4, item 2.

2.2. Testes de cabeça

2.2.1. Cabeças de criança e adulto:

Quando testados de acordo com o Anexo 3, itens 3., 4., e 5., o HIC gravado não deve exceder 1.000 acima de dois terços das áreas de teste da Parte Superior do capô. O HIC para as áreas remanescentes não deve exceder 1.700 para ambas as cabeças.

Caso haja apenas uma área de teste de cabeça de criança, o HIC registrado não deve exceder 1.000 acima de dois terços da área de teste. Para a área remanescente, HIC não deve exceder 1.700.

2.2.2. Impacto de cabeça de criança:

Quando testado de acordo com o Anexo 3, itens 3. e 4., o HIC gravado não deve exceder 1.000 acima de um mínimo da metade da área de teste de cabeça de criança. O HIC para as áreas remanescentes não deve exceder 1.700.

2.2.3. Os pêndulos de cabeça devem ser certificados de acordo com o Anexo 4, item 3.

Anexo 1

Condições gerais de teste

1. Temperatura e umidade
 - 1.1. No momento do teste, as instalações de teste e o veículo ou subsistema devem ter uma umidade relativa de 40 ± 30 por cento e temperatura estabilizada de $20 \pm 4^{\circ}\text{C}$.
2. Local do teste de impacto
 - 2.1. O local do teste deve compreender uma superfície plana, lisa e dura com uma inclinação que não exceda 1 por cento.

3. Preparação do veículo
- 3.1. Deve ser utilizado para o teste um veículo completo ou uma seção da carroçaria, ajustado às condições a seguir:
 - 3.1.1. O veículo deve estar em sua posição normal de condução, e deverá estar firmemente fixado sobre suportes levantados ou então sobre uma superfície horizontal plana com o freio de estacionamento aplicado.
 - 3.1.2. A seção da carroçaria deve incluir, no teste, todas as peças da estrutura dianteira do veículo, todos os componentes sob o capô e todos os componentes atrás do para-brisa que poderiam ser envolvidos em um impacto frontal com um usuário vulnerável da estrada, para demonstrar o desempenho e as interações de todos os componentes contributivos do veículo. A seção da carroçaria deve ser firmemente montada na posição normal de condução do veículo.
- 3.2. Todos os dispositivos designados para proteger os usuários vulneráveis da estrada quando atingidos por um veículo devem ser corretamente ativados antes e/ou estar ativos durante o teste pertinente. O fabricante deverá ser responsável por mostrar que quaisquer dispositivos irão funcionar conforme pretendido em um impacto contra pedestres.
- 3.3. Para componentes do veículo que poderiam alterar o formato ou a posição, exceto os dispositivos ativos para proteger os pedestres, e que tenham mais de um formato ou posição fixa devem exigir que o veículo esteja de conformidade com os componentes em cada formato ou posição fixa.

Anexo 2

Especificações do pêndulo de teste (Impactador)

1. Pêndulo da perna inferior
 - 1.1. O pêndulo flexível da perna inferior deve consistir em pele e pele, segmentos flexíveis do osso longo (representando fêmur e tíbia) e uma articulação do joelho como mostrado na Figura 1. O pêndulo montado deve ter uma massa total de 13,2 kg $\pm$ 0,4 kg. As dimensões do pêndulo totalmente montado devem ser como definido na Figura 1.

Os suportes, polias, protetores, peças de conexão, etc. fixados ao pêndulo com o objetivo de arremessa-lo e / ou protegê-lo, podem se estender além das dimensões e tolerâncias mostradas na Figura 1 e nas Figuras 2 (a) e (b).

- 1.2. A forma transversal dos segmentos do corpo principal do fêmur, os segmentos do corpo principal da tíbia e suas faces de impacto devem ser como definido na Figura 2 (a).
- 1.3. A forma de secção transversal da articulação do joelho e a face de impacto devem ser como definido na Figura 2 (b).
- 1.4. As massas do fêmur e da tíbia sem a carne e a pele, incluindo as partes de

conexão na articulação do joelho, devem ter $2,46 \text{ kg} \pm 0,12 \text{ kg}$ e $2,64 \text{ kg} \pm 0,13 \text{ kg}$, respectivamente. A massa da articulação do joelho sem a carne e a pele deve ser de $4,28 \text{ kg} \pm 0,21 \text{ kg}$. A massa montada do fêmur, a articulação do joelho e a tíbia sem a carne e a pele devem ser de $9,38 \text{ kg} \pm 0,3 \text{ kg}$.

Os centros de gravidade do fêmur e da tíbia sem a carne e a pele, incluindo as partes de conexão na articulação do joelho, devem ser como definidos na Figura 1. O centro de gravidade da articulação do joelho deve ser conforme definido na Figura 1.

O momento de inércia do fêmur e da tíbia sem a carne e a pele, incluindo as peças de conexão inseridas na articulação do joelho, sobre o eixo X através do respectivo centro de gravidade deve ser de $0,0325 \text{ kg m}^2 \pm 0,0016 \text{ kgm}^2$ e $0,0467 \text{ kg m}^2 \pm 0,0023 \text{ kgm}^2$ respectivamente. O momento de inércia da articulação do joelho em relação ao eixo X através do respectivo centro de gravidade deve ser de $0,0180 \text{ kgm}^2 \pm 0,0009 \text{ kgm}^2$.

2. Instrumentação da perna inferior
- 2.1. Quatro transdutores devem ser instalados na tíbia para medir os momentos de flexão nos locais dentro da tíbia. Três transdutores devem ser instalados no fêmur para medir os momentos de flexão aplicados ao fêmur. Os locais de detecção de cada um dos transdutores são como definidos na Figura 2. O eixo de medição de cada transdutor deve ser o eixo X do pêndulo.
- 2.2. Três transdutores devem ser instalados na articulação do joelho para medir os alongamentos do Ligamento Colateral Medial (MCL), do Ligamento Cruzado Anterior (ACL) e do Ligamento Cruzado Posterior (PCL). As posições de medição de cada transdutor são mostradas na Figura 3. Os locais de medição devem estar dentro de $\pm 4 \text{ mm}$ ao longo do eixo X a partir do centro da junção do joelho.
- 2.3. O valor de resposta da instrumentação *Channel Frequency Class* (CFC), conforme definido na ISO 6487: 2002, deve ser 180 para todos os transdutores. Os valores de resposta da Classe de Amplitude do Canal (CAC), conforme definido em ISO 6487: 2002, devem ser de 30 mm para os alongamentos do ligamento do joelho e 400 Nm para os momentos de flexão da tíbia e do fêmur. Isso não exige que o próprio pêndulo seja capaz de alongar ou dobrar fisicamente até esses valores.
- 2.4. A determinação de todos os momentos de flexão da tíbia do pêndulo inferior flexível e os alongamentos do ligamento devem ser limitados ao intervalo de avaliação (AI), conforme definido no item 2.2. deste regulamento.

Figura 1

Pêndulo de perna inferior flexível

Dimensões e locais do centro de gravidade do fêmur, articulação do joelho e tíbia (vista lateral)

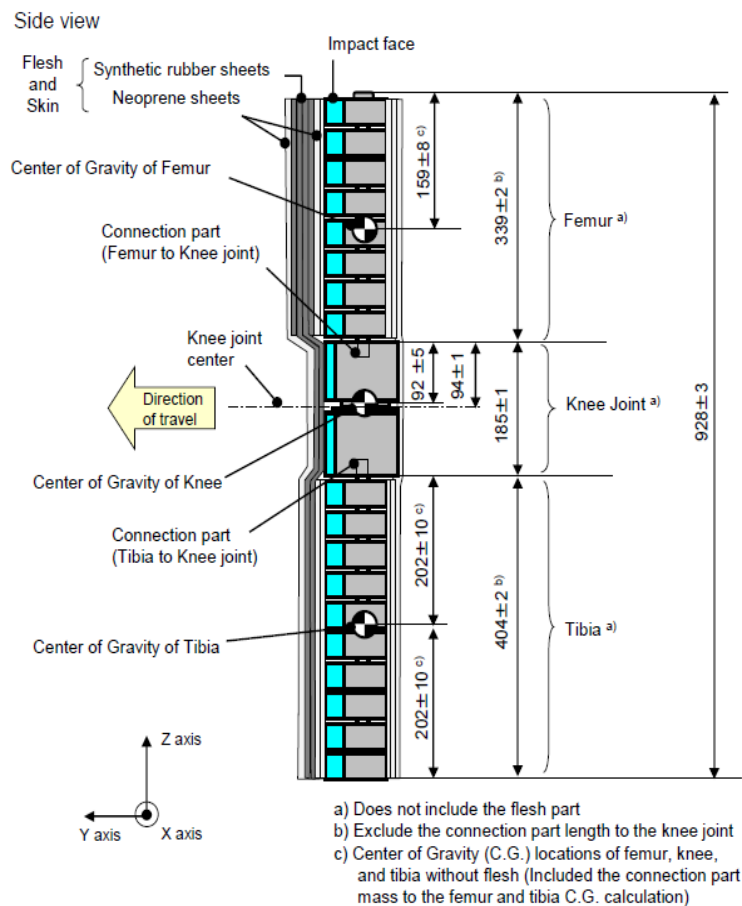


Figura 2

Pêndulo de perna inferior flexível, plano esquemático de dimensões do fêmur, da tíbia e do joelho (vista superior)

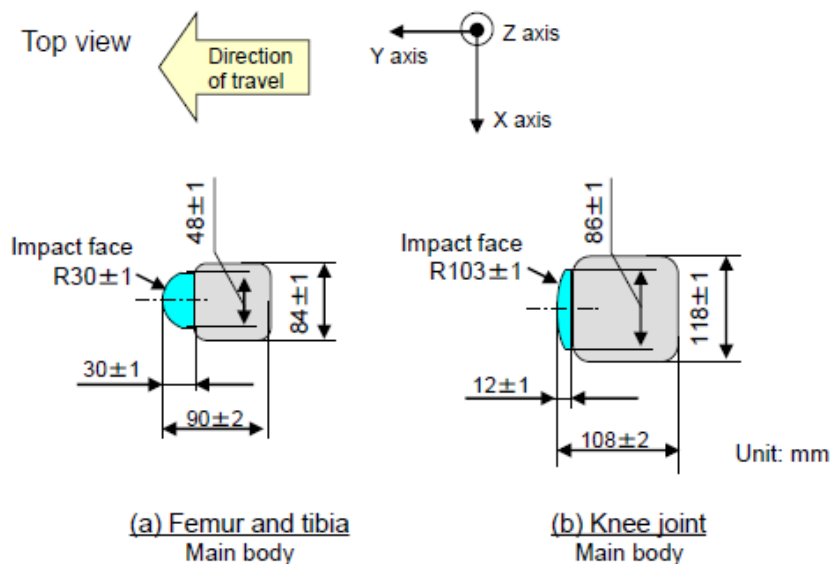
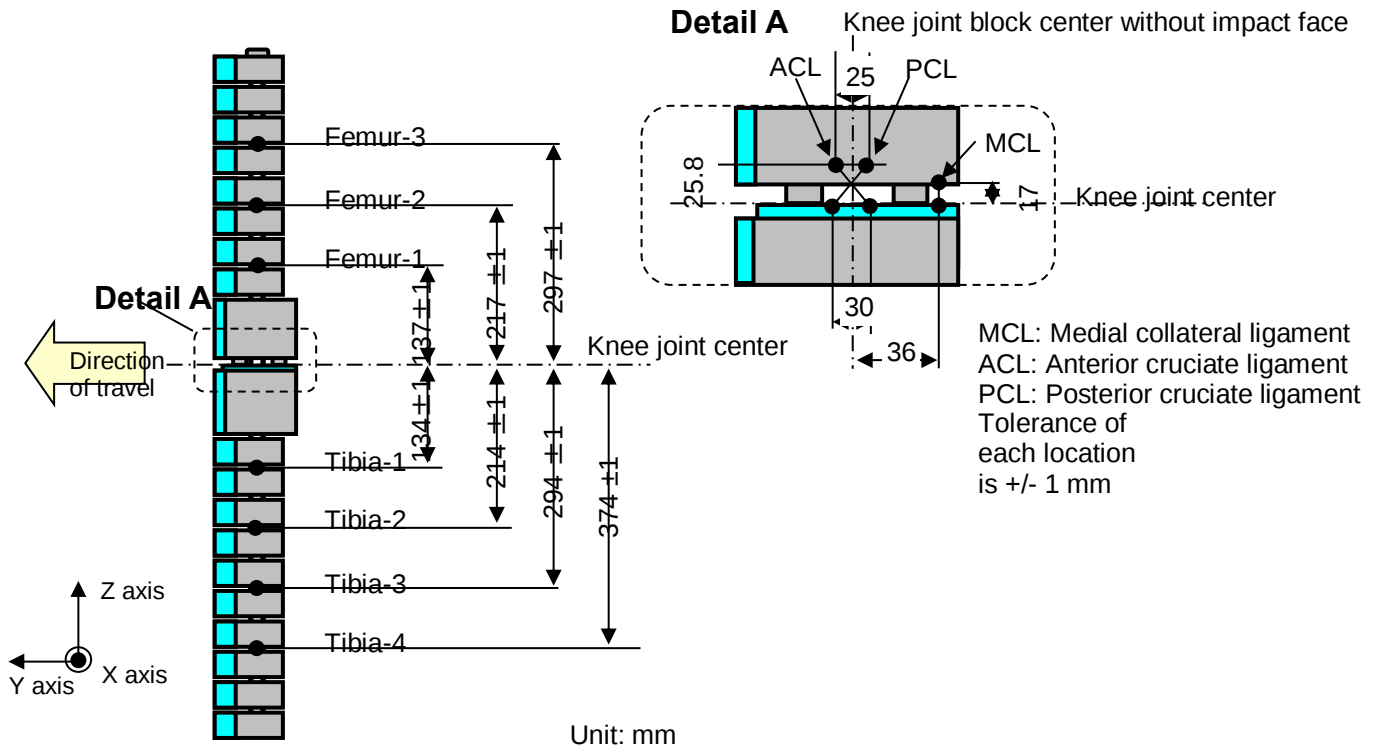


Figura 3

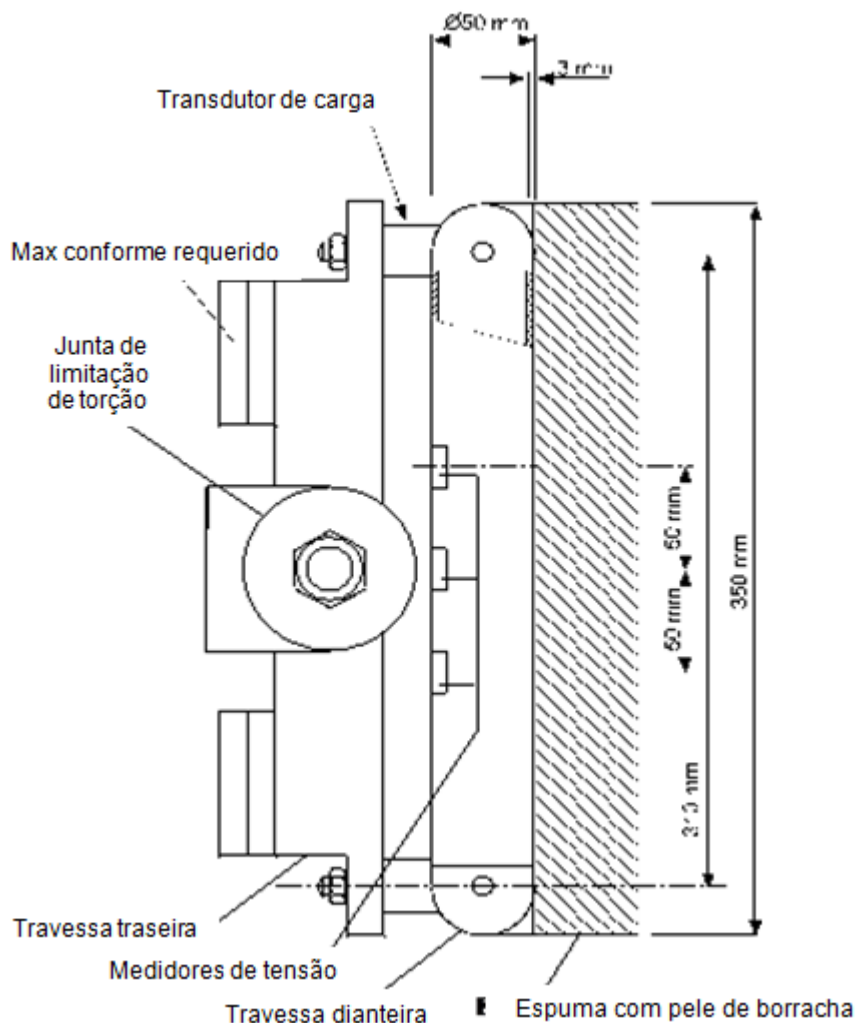
Locais dos instrumentos do Pêndulo de perna inferior flexível



3. Pêndulo da perna superior
- 3.1. O pêndulo da perna superior deve ser rígido, revestido com espuma no lado do impacto e com um comprimento de 350 ± 5 mm (veja a Figura 4).
- 3.2. O peso total do pêndulo da perna superior, incluindo-se aqueles componentes de propulsão e orientação que efetivamente são peças do pêndulo durante o impacto deve ser de $9,5 \pm 0,1$ kg.
- 3.3. O peso total da travessa dianteira e outros componentes na parte dianteira dos conjuntos do transdutor de carga, juntamente com aquelas peças dos conjuntos do transdutor de carga na parte dianteira dos elementos ativos, mas excluindo-se a espuma e a pele, deve ser de $1,95 \pm 0,05$ kg.
- 3.4. O pêndulo da perna superior para o teste do para-choque deve ser montado no sistema de propulsão por uma junta limitadora de torção e ser indiferente à carga fora do eixo. O pêndulo deve mover-se somente no sentido especificado do impacto quando em contato com o veículo, devendo-se evitar o movimento em outras direções, incluindo-se a rotação sobre qualquer eixo.
- 3.5. A junta limitadora de torção deve ser colocada de tal forma que o eixo longitudinal da travessa dianteira esteja vertical no momento do impacto com uma tolerância de $\pm 2^\circ$, com o torque de fricção de junta ajustado em 675 ± 25 Nm.

- 3.6. O centro de gravidade daquelas peças do pêndulo que está efetivamente à frente da junta limitadora de torção, incluindo-se quaisquer pesos instalados, deve permanecer na linha central longitudinal do pêndulo, com uma tolerância de ± 10 mm.
- 3.7. O comprimento entre as linhas centrais do transdutor de carga deve ser de 310 ± 1 mm e o diâmetro da travessa dianteira deve ser de 50 ± 1 mm.
- 4. Instrumentação da perna superior
 - 4.1. Deve ser medida a tensão da travessa dianteira para avaliar os momentos de flexão em três posições, conforme mostrado na Figura 4, utilizando-se um canal separado para cada uma. Os medidores de tensão estão localizados no pêndulo na parte posterior da travessa dianteira. Os dois medidores de tensão externos estão localizados 50 ± 1 mm do eixo simétrico do pêndulo. O medidor de tensão intermediário está localizado no eixo simétrico com uma tolerância de ± 1 mm.
 - 4.2. Dois transdutores de carga devem ser instalados para medir individualmente as forças aplicadas em uma das extremidades do pêndulo da perna superior, mais os medidores de tensão que medem os momentos de flexão no centro do pêndulo da perna superior e nas posições de 50 mm em ambos os lados da linha central (veja a Figura 4)
 - 4.3. CFC do valor de resposta de instrumentação, conforme definido em ISO 6487:2002, deve ser de 180 para todos os transdutores. Os valores de resposta CAC, conforme definido em ISO 6487:2002, devem ser de 10 kN para os transdutores de força e de 1.000 N.m para as medições de momento de flexão.

Figura 4
Pêndulo da perna superior



5. Pêndulos de cabeças de criança e adulto

5.1. Pêndulo da cabeça de criança (veja a Figura 5)

- 5.1.1. O pêndulo da cabeça de criança deve ser feito de alumínio, apresentar construção homogênea e ter um formato esférico. O diâmetro total deve ser de 165 ± 1 mm. O peso deve ser de $3,5 \pm 0,07$ kg. O momento de inércia sobre um eixo através do centro de gravidade e perpendicular à direção de impacto deve estar dentro da faixa de 0,008 a 0,012 kgm^2 . O centro de gravidade do pêndulo de cabeça, incluindo a instrumentação deve estar localizado no centro geométrico da esfera com uma tolerância de ± 2 mm.

A esfera deve ser revestida com uma pele sintética de $14 \pm 0,5$ mm de espessura, que deve cobrir, pelo menos, a metade da esfera.

- 5.1.2. A primeira frequência natural do pêndulo de cabeça de criança deve ser acima de 5.000 Hz.

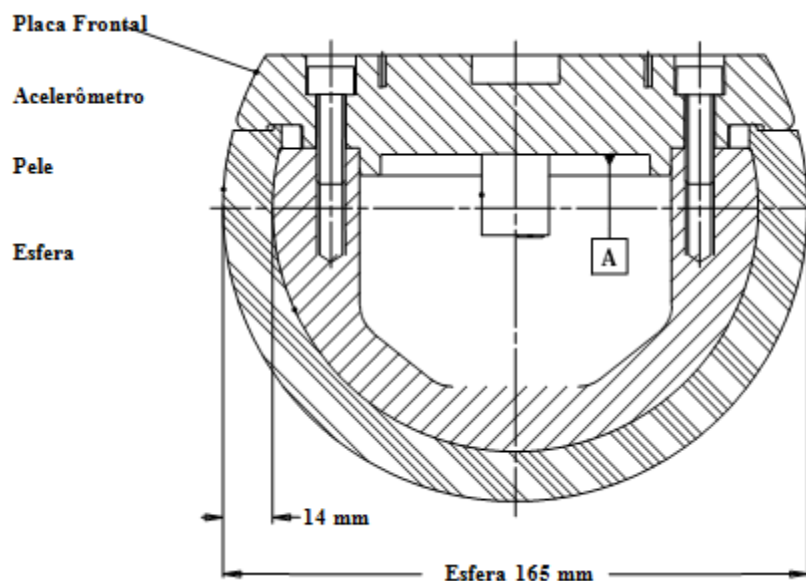
5.2. Instrumentação da cabeça de criança

- 5.2.1. O entalhe na esfera deve permitir a montagem de um acelerômetro triaxial ou

de três uniaxiais dentro de ± 10 mm de tolerância do local de massa sísmica do centro da esfera para o eixo de medição, e de massa sísmica de ± 1 mm de tolerância de localização do centro da esfera para o sentido perpendicular para o eixo de medição.

- 5.2.2. Caso sejam utilizados três acelerômetros uniaxiais, um dos acelerômetros deve ter seu eixo sensível perpendicular à face de fixação A (veja a Figura 5) e sua massa sísmica deve estar posicionada dentro de um campo de tolerância cilíndrico de 1 mm de raio e 20 mm de comprimento. A linha central do campo de tolerância deve passar perpendicularmente pela face de fixação e seu ponto intermediário deve coincidir com o centro da esfera do pêndulo de cabeça.
- 5.2.3. Os acelerômetros restantes devem estar com seus eixos sensíveis perpendiculares entre si e paralelos à face de fixação A e seu peso sísmico deve estar posicionado dentro de um campo de tolerância esférico com raio de 10 mm. O centro do campo de tolerância deve coincidir com o centro da esfera do pêndulo de cabeça.
- 5.2.4. CFC do valor de resposta de instrumentação, conforme definido em ISO 6487:2002, deve ser de 1.000. O valor de resposta CAC, conforme definido em ISO 6487:2002, deve ser de 500 para a aceleração.

Figura 5
Pêndulo da cabeça de criança

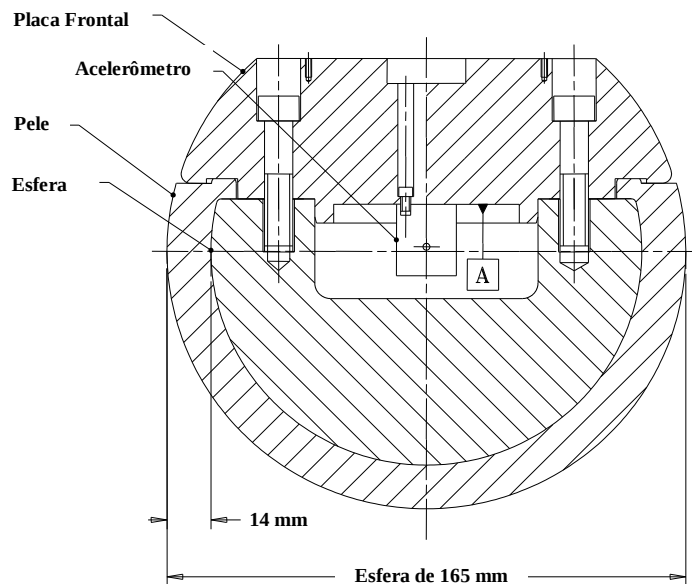


- 5.3. Pêndulo da cabeça de adulto (veja a Figura 6)
- 5.3.1. O pêndulo da cabeça de adulto deve ser feito de alumínio, apresentar construção homogênea e ter um formato esférico. O diâmetro total é de 165 ± 1 mm, conforme mostrado na Figura 6. O peso deve ser $4,5 \pm 0,1$ kg. O

momento de inércia sobre um eixo através do centro de gravidade e perpendicular à direção de impacto deve estar dentro da faixa de 0,010 a 0,013 kgm². O centro de gravidade do pêndulo de cabeça, incluindo a instrumentação deve estar localizado no centro geométrico da esfera com uma tolerância de ± 5 mm.

A esfera deve ser revestida com uma pele sintética de $14 \pm 0,5$ mm de espessura, que deve cobrir, pelo menos, a metade da esfera.

Figura 6
Pêndulo da cabeça de adulto



- 5.3.2. A primeira frequência natural do pêndulo de cabeça deve estar acima de 5.000 Hz.
- 5.4. Instrumentação da cabeça de adulto
 - 5.4.1. O entalhe na esfera deve permitir a montagem de um acelerômetro triaxial ou de três uniaxiais dentro de ± 10 mm de tolerância do local de massa sísmica do centro da esfera para o eixo de medição, e de 1 mm de tolerância de localização da massa sísmica do centro da esfera para o sentido perpendicular ao eixo de medição.
 - 5.4.2. Caso sejam utilizados três acelerômetros uniaxiais, um dos acelerômetros deve ter seu eixo sensível perpendicular à face de fixação A (veja a Figura 6) e sua massa sísmica deve estar posicionada dentro de um campo de tolerância cilíndrico de 1 mm de raio e 20 mm de comprimento. A linha central do campo de tolerância deve passar perpendicularmente pela face de fixação e seu ponto intermediário deve coincidir com o centro da esfera do pêndulo de

cabeça.

- 5.4.3. Os acelerômetros restantes devem estar com seus eixos sensíveis perpendiculares entre si e paralelos à face de fixação A e seu peso sísmico deve estar posicionado dentro de um campo de tolerância esférico com raio de 10 mm. O centro do campo de tolerância deve coincidir com o centro da esfera do pêndulo de cabeça.
- 5.4.4. CFC do valor de resposta de instrumentação, conforme definido em ISO 6487:2002, deve ser de 1.000. O valor de resposta CAC, conforme definido em ISO 6487:2002, deve ser de 500 para a aceleração.
- 5.5. Face traseira do pêndulo de cabeça de criança e adulto.

Deverá estar disponível uma face plana traseira na superfície externa dos pêndulos de cabeça que seja perpendicular à direção de deslocamento, e tipicamente perpendicular ao eixo de um dos acelerômetros, bem como ser uma placa plana capaz de fornecer acesso aos acelerômetros e um ponto de fixação para o sistema de propulsão.

Anexo 3 **Procedimentos de teste**

- 1. Perna inferior ao para-choque
 - 1.1. Para cada prova, o pêndulo (fêmur, articulação do joelho e tíbia) deve ser coberto por carne e pele composta por folhas de borracha sintética (R1, R2) e folhas de neoprene (N1F, N2F, N1T, N2T, N3), como mostrado na Figura 1. O tamanho das folhas deve estar dentro dos requisitos descritos na Figura 1. As folhas são necessárias para ter características de compressão como mostrado na Figura 2. As características de compressão devem ser verificadas usando material do mesmo lote que as folhas usadas para o impacto de carne e pele.
 - 1.2. Todos os componentes do pêndulo devem ser armazenados por um período de tempo suficiente em uma área de armazenamento controlada com uma temperatura estabilizada de $20^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ antes da remoção do pêndulo para o teste. Após a remoção do armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a condições diferentes das que pertencem à área de ensaio, conforme definido no ponto 1.1 do Anexo 1.
 - 1.3. Cada teste deverá ser completado dentro de duas horas a partir do momento em que o pêndulo a ser utilizado for removido da área controlada de armazenamento.
 - 1.4. Os pontos de medição selecionados devem estar na área de teste do para-choque, conforme definido no item 1.11 do Regulamento.
 - 1.5. Um mínimo de três testes da perna inferior ao para-choque devem ser realizados, um no terço mediano e nos terços externos do para-choque na posição avaliada como sendo a mais propensa a causar ferimentos. Os testes devem ser realizados em diferentes tipos de estrutura, onde eles variam por

toda a área a ser avaliada. Os pontos de medição selecionados devem estar no mínimo, separados a uma distância de 132 mm horizontalmente, e de um mínimo de 66 mm dentro dos cantos definidos do para-choque. Estas distâncias mínimas devem ser determinadas com uma fita flexível, mantida estirada ao longo da superfície externa do veículo. As posições testadas pelos laboratórios devem ser indicadas no relatório de teste.

- 1.6. A direção da velocidade do vetor de velocidade de impacto deve estar no plano horizontal e paralela ao plano vertical longitudinal do veículo. A tolerância para a direção do vetor de velocidade no plano horizontal e no plano longitudinal deve ser de $\pm 2^\circ$ no momento do primeiro contato. O eixo do pêndulo deve estar perpendicular ao plano horizontal com uma tolerância de $\pm 2^\circ$ no ângulo de arfagem e rolagem no plano lateral e longitudinal. Os planos horizontal, longitudinal e lateral são ortogonais entre si (veja a Figura 3).
- 1.7. A parte inferior do pêndulo (sem peças necessárias para o lançamento e / ou proteção) deve estar a 75 mm acima do plano de referência do solo no momento do primeiro contato com o para-choques (ver Figura 4), com uma tolerância de ± 10 mm. Ao determinar a altura do sistema de propulsão, deve-se fazer uma provisão para a influência da gravidade durante o período de voo livre do pêndulo.
- 1.8. O pêndulo de perna inferior para os testes do para-choque deve estar em "voo livre" no momento do impacto. O pêndulo deve ser liberado para o voo livre em uma distância tal do veículo que os resultados do teste não sejam influenciados pelo contato do pêndulo com o sistema de propulsão durante o retorno do pêndulo.

O pêndulo poderá ser impulsionado por qualquer meio que possa ser mostrado para atender aos requisitos do teste.

- 1.9. No momento do primeiro contato, o pêndulo deve ter a orientação pretendida sobre seu eixo vertical para a operação correta da rótula do joelho, com uma tolerância de $\pm 5^\circ$ (veja a Figura 3).
- 1.10. Para os testes de perna inferior, deve aplicar-se uma tolerância de impacto horizontal e vertical de ± 10 mm. O laboratório de teste pode verificar em um número suficiente de pontos de medição que esta condição pode ser atendida e os testes estão sendo conduzidos com a precisão necessária.
- 1.11. Durante o contato entre o pêndulo e o veículo, o pêndulo não deve contatar o piso ou qualquer objeto que não seja parte do veículo.
- 1.12. A velocidade de impacto do pêndulo ao atingir o para-choque deve ser de $11,1 \pm 0,2$ m/s. O efeito da gravidade deve ser considerado quando a velocidade de impacto for obtida a partir de medições tomadas antes do momento do primeiro contato.

Figura 1 **Pêndulo de perna inferior flexível: dimensões da carne e da pele**

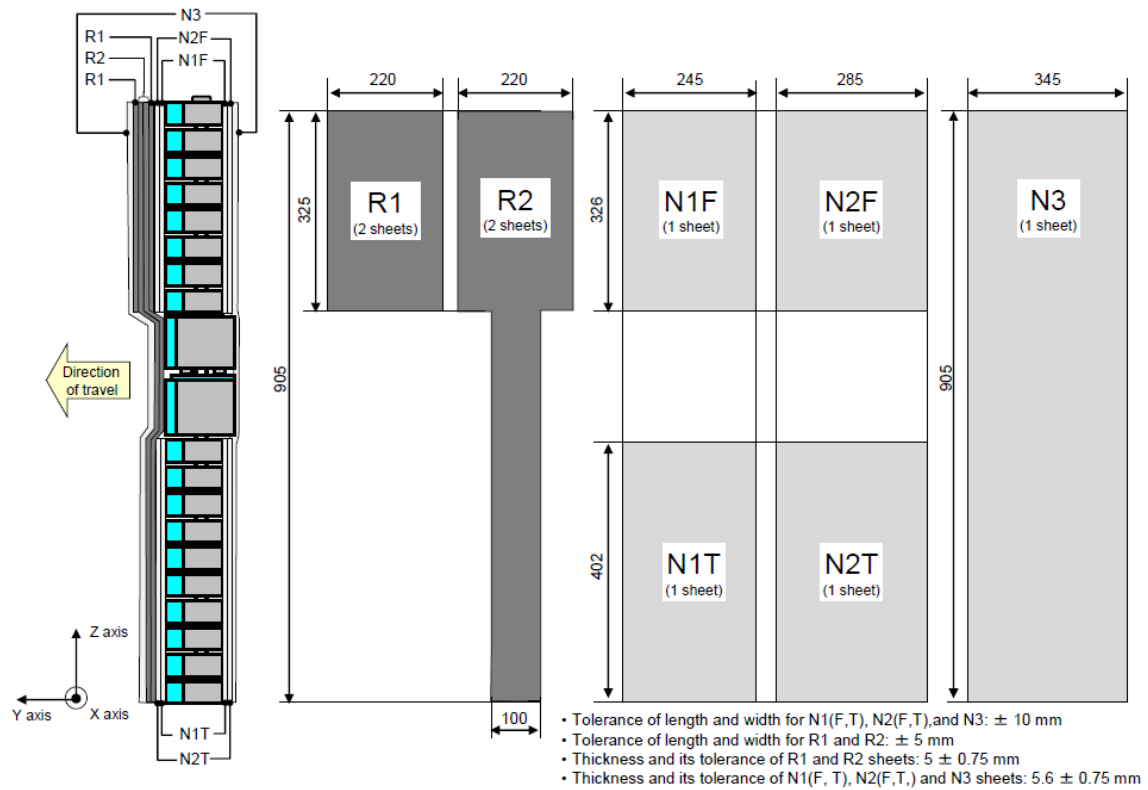
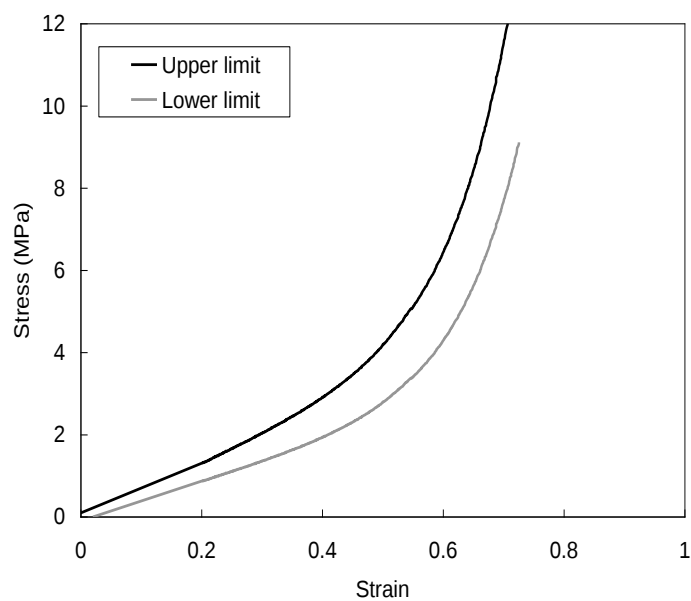


Figura 2
Pêndulo de perna inferior flexível: características de compressão da carne e da pele

a) Folhas de borracha sintética



b) Folhas de Neoprene

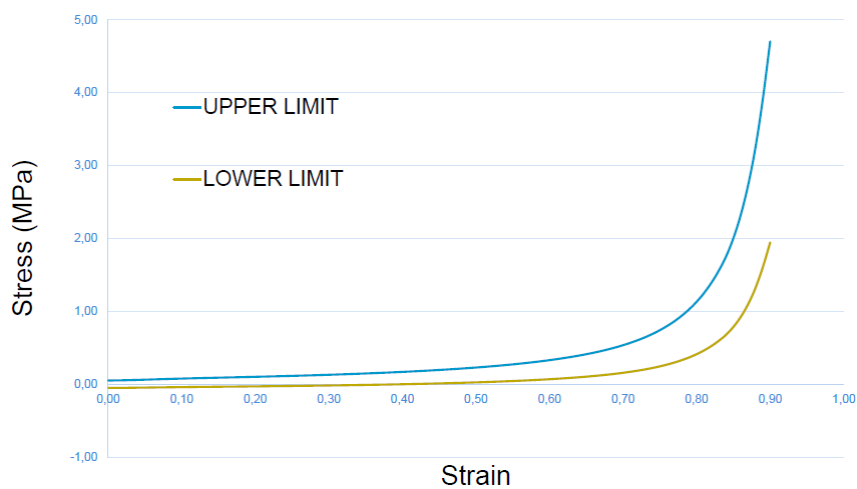


Figura 3
Tolerâncias de ângulos para o pêndulo de perna inferior flexível no momento do primeiro impacto

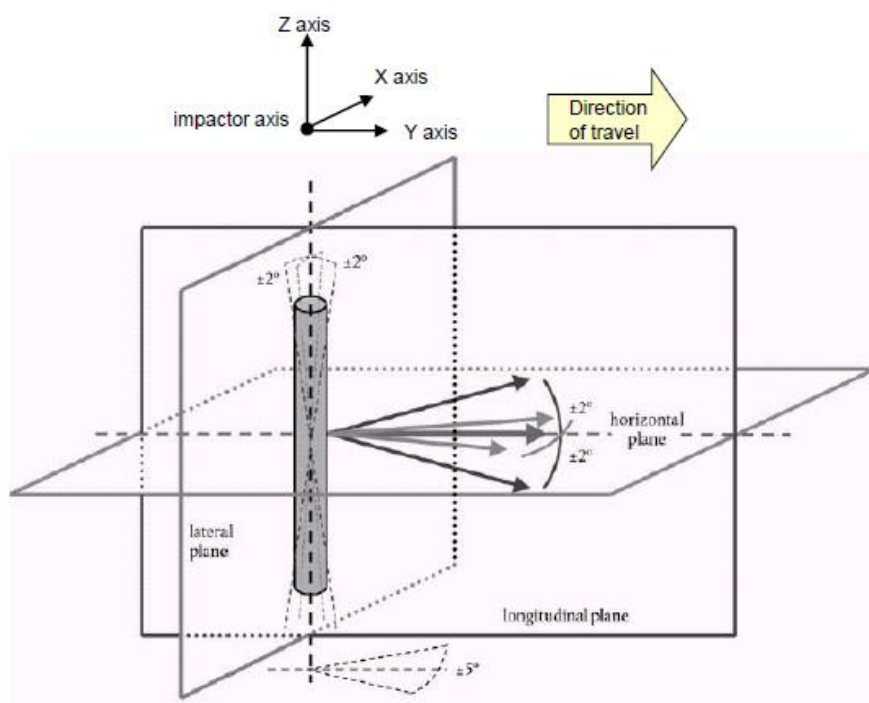
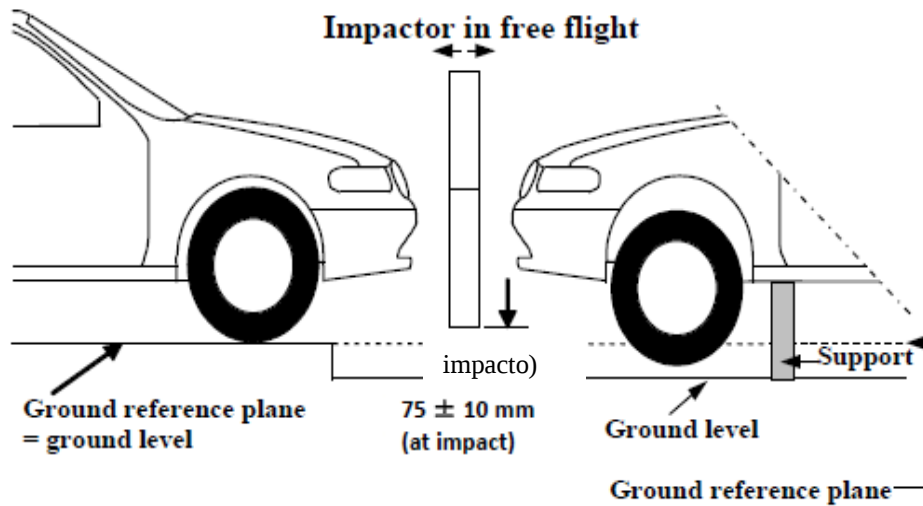


Figura 4
Pêndulo de perna inferior flexível para ensaios de para-choques para veículo

Continuação da RESOLUÇÃO N° 752, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2018.

completo em posição normal de condução (esquerda) e para seção da carroçaria montado em suportes (direito)



2. Perna superior ao para-choque
- 2.1. Para cada teste o músculo simulado com espuma deve ser de duas novas capas de espuma de 25 mm de espessura do tipo CF-45 ou equivalente, que deve ser cortada de uma manta de material usado para o teste de certificação dinâmico. A pele deve ser de uma manta de borracha reforçada com fibra com espessura de 1,5 mm. Os pesos da espuma e da pele de borracha juntos devem ser de $0,6 \pm 0,1$ kg (isto exclui quaisquer reforços, fixações, etc. que sejam utilizados para fixar as extremidades traseiras da pele de borracha na travessa traseira). A espuma e a pele de borracha devem ser dobradas para trás voltadas para a traseira, com a pele de borracha fixada através de espaçadores à travessa traseira de forma que os lados da pele de borracha sejam mantidos paralelos. A espuma deve ser de tal tamanho e formato que uma folga adequada seja mantida entre a espuma e os componentes que estão atrás da travessa dianteira, para evitar circuitos significativos de carga entre a espuma e estes componentes.
- 2.2. O pêndulo de teste ou, pelo menos, o músculo simulado com espuma deve ser armazenado durante um período de, pelo menos, quatro horas, em uma área de armazenamento controlada com uma umidade estabilizada de 35 ± 15 por cento e uma temperatura estabilizada de 20 ± 4 °C antes da remoção do pêndulo para teste. Após a remoção do local de armazenamento, o pêndulo não deve ser submetido a condições distintas daquelas da área de teste.
- 2.3. Cada teste deverá ser completado dentro de duas horas a partir do momento em que o pêndulo a ser utilizado for removido da área controlada de armazenamento.
- 2.4. Os pontos de medição selecionados devem estar na área de teste do para-choque, conforme definido no item 1.12 do Regulamento.

- 2.5. Um mínimo de três testes da perna superior ao para-choque deve ser realizado, um no terço mediano e nos terços externos do para-choque na posição avaliada como sendo a mais propensa a causar ferimentos. Os testes devem ser realizados em diferentes tipos de estrutura, onde eles variam por toda a área a ser avaliada. Os pontos de medição selecionados devem estar no mínimo, separados a uma distância de 132 mm horizontalmente, e de um mínimo de 66 mm dentro dos cantos definidos do para-choque.

Estas distâncias mínimas devem ser determinadas com uma fita flexível, mantida estirada ao longo da superfície externa do veículo. As posições testadas pelos laboratórios devem ser indicadas no relatório de teste.

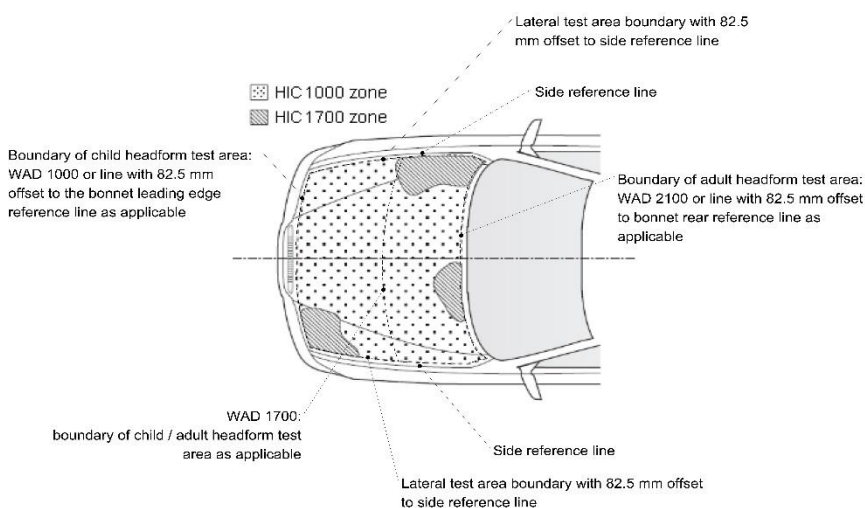
- 2.6. A direção do impacto deve ser paralela ao eixo longitudinal do veículo, com o eixo da perna superior vertical no momento do primeiro contato. A tolerância nesta direção é de $\pm 2^\circ$.

No momento do primeiro contato, a linha central do pêndulo deve estar verticalmente a meio caminho entre a linha de referência do para-choque superior e a linha de referência do para-choque inferior com uma tolerância de ± 10 mm e a linha central vertical do pêndulo deve ser posicionada lateralmente com o local de impacto selecionado com uma tolerância de ± 10 mm. O laboratório de teste pode verificar em um número suficiente de pontos de medição que esta condição pode ser atendida e os testes estão sendo conduzidos com a precisão necessária.

- 2.7. A velocidade de impacto do pêndulo da perna superior ao atingir o para-choque deve ser de $11,1 \pm 0,2$ m/s.
3. Procedimentos de teste de cabeça de criança e adulto – Especificações comuns de teste
- 3.1. Propulsão dos pêndulos de cabeça
- 3.1.1. Os pêndulos de cabeça devem estar em "voo livre" no momento do impacto, na velocidade requerida de impacto (conforme especificado nos itens 4.6. e 5.6.) e na direção requerida de impacto (conforme especificado nos itens 4.7. e 5.7.).
- 3.1.2. Os pêndulos devem ser liberados para o voo livre em uma distância tal do veículo que os resultados do teste não sejam influenciados pelo contato do pêndulo com o sistema de propulsão durante o retorno do pêndulo.
- 3.2. Medição da velocidade de impacto
- 3.2.1. A velocidade do pêndulo de cabeça deve ser medida em alguns pontos durante o voo livre antes do impacto, de acordo com o método especificado em ISO 3784:1976. A velocidade medida deve ser ajustada, considerando-se todos os fatores que poderiam afetar o pêndulo entre o ponto de medição e o ponto de impacto, para determinar a velocidade do pêndulo no momento do impacto. O ângulo do vetor de velocidade no momento do impacto deve ser calculado ou medido.
- 3.3. Gravação

- 3.3.1. Os históricos de tempo de aceleração devem ser gravados, e HIC deverá ser calculado. O ponto de medição na estrutura dianteira do veículo deve ser registrado. A gravação dos resultados de teste deve estar de acordo com a ISO 6487:2002.
- 3.4. Divisão das zonas da cabeça
- 3.4.1. O fabricante deve identificar as zonas da área de teste superior do capô onde HIC não deve exceder 1.000 (zona HIC 1000) ou 1.700 (zona HIC 1700) (veja a Figura 5).

Figura 5
Exemplo de marcação da zona HIC1000 e da zona HIC1700



- 3.4.2. Marcação da área de teste da "parte superior do capô", bem como a zona "HIC1000" e zona "HIC1700" estará baseada em um desenho fornecido pelo fabricante, quando visto do plano horizontal acima do veículo que está paralelo ao plano zero horizontal do veículo. Uma quantidade suficiente de coordenadas X e Y deve ser fornecida pelo fabricante para marcar as áreas no veículo real enquanto considera o contorno externo do veículo na direção Z.
- 3.4.3. As áreas da "zona HIC1000" e zona "HIC1700" poderão compreender várias peças, com o número destas peças não estando limitado. A determinação da zona impactada é feita pelo ponto de medição.
- 3.4.4. O cálculo da superfície da área de impacto, bem como as áreas da superfície da "zona HIC1000" e da zona "HIC1700" deve ser realizado na base de um capô projetado quando visto a partir de um plano horizontal paralelo ao plano zero horizontal acima do veículo, na base dos dados de desenhos fornecidos pelo fabricante.
- 3.5. Pontos de medição – Especificações Particulares

Apesar das disposições dos itens 4.2. e 5.2 abaixo, caso uma quantidade de posições de medição tenha

sido selecionada como passíveis de causar ferimentos e a área de teste restante for excessivamente pequena para selecionar outra posição de medição enquanto mantendo o espaçamento mínimo entre os pontos, então menos de nove testes para cada pêndulo poderão ser realizados. As posições testadas pelos laboratórios devem ser indicadas no relatório de teste. Entretanto, os serviços técnicos que realizam os testes devem efetuar o maior número de testes necessário para garantir a conformidade do veículo com os valores de limite de critério de ferimentos na cabeça (HIC) de 1.000 para a zona HIC1000 e 1.700 para a zona HIC1700, especialmente nos pontos próximos a bordas entre os dois tipos de zonas.

4. Cabeça de criança – Procedimento específico de teste
- 4.1. Os testes devem ser feitos para a estrutura dianteira dentro dos limites, conforme definido no item 1.13. Para os testes na área traseira da parte superior do capô, o pêndulo de cabeça não deve contatar o para-brisa ou a coluna A antes de impactar a parte superior do capô.
- 4.2. No mínimo, nove testes devem ser realizados com o pêndulo de cabeça de criança, três testes cada, no meio e nos terços externos das áreas de teste da parte superior do capô de criança/adulto pequeno, nas posições avaliadas como sendo as mais prováveis de causar ferimentos.

Os testes devem ser de diferentes tipos de estrutura, onde os mesmos variam por toda a área a ser avaliada e nas posições avaliadas como sendo as mais prováveis de causar ferimentos.

- 4.3. Os pontos selecionados de medição para o pêndulo de cabeça de criança/adulto pequeno devem estar a um mínimo de 165 mm de distância e dentro da área de teste da cabeça infantil conforme definido no item 1.14 do Regulamento.

Estas distâncias mínimas devem ser determinadas com uma fita flexível, mantida estirada ao longo da superfície externa do veículo.

- 4.4. Nenhum ponto de medição deve ser localizado de maneira que o pêndulo irá impactar a área de teste com um golpe de raspão, resultando em um segundo impacto mais severo fora da área de teste.
- 4.5. Para o teste da cabeça de criança, deve aplicar-se uma tolerância de impacto longitudinal e transversal de ± 10 mm. Esta tolerância é medida ao longo da superfície do capô. O laboratório de teste pode verificar em um número suficiente de pontos de medição que esta condição pode ser atendida e os testes estão sendo conduzidos com a precisão necessária.
- 4.6. A velocidade da cabeça no momento do impacto deve ser de $9,7 \pm 0,2$ m/s.
- 4.7. A direção do impacto deve ser no plano vertical longitudinal do veículo a ser testado a um ângulo de $50 \pm 2^\circ$ na horizontal. A direção do impacto de testes na estrutura dianteira deve ser para baixo e para trás.
5. Procedimento específico de teste de cabeça de adulto
- 5.1. Os testes devem ser feitos para a estrutura dianteira dentro dos limites, conforme definido no item 2.1. deste Regulamento. Para os testes na traseira

da parte superior do capô, o pêndulo de cabeça não deve contatar o para-brisa ou a coluna A antes de impactar a parte superior do capô.

- 5.2. No mínimo, nove testes devem ser realizados com o pêndulo de cabeça de adulto, três testes cada, no meio e nos terços externos das áreas de teste da parte superior do capô de adulto, nas posições avaliadas como sendo as mais prováveis de causar ferimentos.

Os testes devem ser de diferentes tipos de estrutura, onde os mesmos variam por toda a área a ser avaliada e nas posições avaliadas como sendo as mais prováveis de causar ferimentos.

- 5.3. Os pontos selecionados de medição no capô para o pêndulo de cabeça de adulto devem estar a um mínimo de 165 mm de distância e dentro da área de teste da cabeça de adulto conforme definido no item 1.1 do Regulamento.

Estas distâncias mínimas devem ser determinadas com uma fita flexível, mantida estirada ao longo da superfície externa do veículo.

- 5.4. Nenhum ponto de medição deve ser localizado de maneira que o pêndulo irá impactar a área de teste com um golpe de raspão, resultando em um segundo impacto mais severo fora da área de teste.
- 5.5. Para o teste de cabeça adulta, é aplicável uma tolerância de impacto longitudinal e transversal de ± 10 mm. Esta tolerância é medida ao longo da superfície do capô. O laboratório de teste pode verificar em um número suficiente de pontos de medição que esta condição pode ser atendida e os testes estão sendo conduzidos com a precisão necessária.
- 5.6. A velocidade da cabeça no momento do impacto deve ser de $9,7 \pm 0,2$ m/s.
- 5.7. A direção do impacto deve ser no plano vertical longitudinal do veículo a ser testado a um ângulo de $65 \pm 2^\circ$ na horizontal. A direção do impacto de testes na estrutura dianteira deve ser para baixo e para trás.

Anexo 4

Certificação do pêndulo (Impactador)

1. Certificação do pêndulo de perna inferior flexível
 - 1.1. O pêndulo deve ser certificado usando dois testes de certificação da seguinte forma: Primeiro, a certificação deve ser realizada de acordo com o procedimento de teste de certificação inversa (IC) prescrito no item 1.4. deste anexo antes de iniciar uma série de testes de veículos. Em segundo lugar, após um máximo de 10 veículos testados, a certificação deve ser realizada de acordo com o procedimento de teste de certificação do pêndulo (PC) prescrito no item 1.3. deste anexo. O teste de certificação em curso deve constituir a sequência IC-PC - PC - IC - PC - PC - etc., com um máximo de 10 testes entre cada certificação.

Além disso, o pêndulo deve ser certificado de acordo com os procedimentos prescritos no item 1.2.

abaixo de pelo menos uma vez por ano.

1.2. Testes estatísticos

- 1.2.1. O fêmur e a tíbia do pêndulo de perna inferior flexível devem atender aos requisitos especificados no item 1.2.2. deste anexo quando testado de acordo com o item 1.2.4. deste anexo. A articulação do joelho do pêndulo da perna inferior deve atender aos requisitos especificados no item 1.2.3. deste anexo quando testado de acordo com o item 1.2.5 deste anexo. A temperatura estabilizada do pêndulo durante os testes de certificação deve ser de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Os valores de resposta CAC, conforme definido na ISO 6487:2002 devem ser de 30 mm para os alongamentos do ligamento do joelho e 4 kN para a carga externa aplicada. Para esses testes, a filtragem passa-baixa em uma frequência apropriada é permitida para remover o ruído de frequência mais alto, sem afetar significativamente a medida da resposta do pêndulo.

- 1.2.2. Quando o fêmur e a tíbia do pêndulo são carregados em flexão de acordo com o item 1.2.4. abaixo, o momento aplicado e a deflexão gerada no centro do fêmur e da tíbia (M_c e D_c) devem estar dentro dos corredores mostrados na Figura 1.
- 1.2.3. Quando a articulação do joelho do pêndulo é carregada em dobra de acordo com o item 1.2.5. deste anexo, os alongamentos MCL, ACL e PCL e o momento de flexão aplicado ou a força no centro da articulação do joelho (M_c ou F_c) devem estar dentro dos corredores mostrados na Figura 2.
- 1.2.4. As bordas do fêmur e da tíbia, que não se dobram, devem ser montadas firmemente na plataforma de suporte como mostrado na Figura 3 e na Figura 4. O eixo Y do pêndulo deve ser paralelo ao eixo de carregamento dentro de uma tolerância de $180^{\circ} \pm 2^{\circ}$. Para obter carregamentos repetitivos, as pastilhas de plástico de politetrafluoroetileno (PTFE) de baixa fricção são usadas sob cada suporte (ver Figura 3 e Figura 4).

O centro da força de carga deve ser aplicado no centro do fêmur e na tíbia com uma tolerância de $\pm 2\text{ mm}$ ao longo do eixo Z. A força deve ser aumentada de modo a manter uma taxa de deflexão entre 10 e 100 mm / minuto até o momento de flexão na parte central (M_c) do fêmur ou da tíbia chegar a 380 Nm.

- 1.2.5. As extremidades da articulação do joelho devem ser montadas firmemente na plataforma de suporte como mostrado na Figura 5. O eixo Y do pêndulo deve ser paralelo ao eixo de carregamento com uma tolerância de $\pm 2^{\circ}$. Para obter carregamentos repetitivos, são utilizadas sob coberturas plásticas de politetrafluoroetileno (PTFE) de baixa fricção (ver Figura 5). Para evitar danos ao pêndulo, deve ser colocada uma folha de Neoprene debaixo da rampa de carga e a face do pêndulo da articulação do joelho descrita na Figura 3 do Anexo 4 deve ser

removida. A folha de Neoprene utilizada neste teste deve ter características de compressão, conforme mostrado na Figura 2 (b) do Anexo 5.

O centro da força de carga deve ser aplicado no centro da junção do joelho com uma tolerância de ± 2 mm ao longo do eixo Z (veja a Figura 5 abaixo). A carga externa deve ser aumentada de modo a manter uma taxa de deflexão entre 10 e 100 mm / minuto até o momento de flexão na parte central da articulação do joelho (Mc) atingir 400 Nm.

1.3. Testes de certificação dinâmica (teste de pêndulo)

1.3.1. Certificação

1.3.1.1. A instalação de teste utilizada para o teste de certificação deve ter uma temperatura estabilizada de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante o teste.

1.3.1.2. A temperatura da área de certificação deve ser medida no momento da certificação e registrada em um relatório de certificação.

1.3.2. Requisitos

1.3.2.1. Quando o pêndulo de perna inferior flexível é utilizado para um teste de acordo com o item 1.3.3. abaixo, o valor absoluto do momento máximo de flexão da tibia em:

(a) Tibia-1 deve ser $235\text{ Nm} \leq 272\text{ Nm}$;

(b) Tibia-2 deve ser $187\text{ Nm} \leq 219\text{ Nm}$;

(c) Tibia-3 deve ser $139\text{ Nm} \leq 166\text{ Nm}$;

(d) Tibia-4 deve ser $90\text{ Nm} \leq 111\text{ Nm}$.

O valor absoluto do alongamento máximo de:

(a) O MCL deve ser de $20,5 \leq 24,0\text{ mm}$;

(b) ACL deve ser $8,0\text{ mm} \leq 10,5\text{ mm}$;

(c) PCL deve ser $3,5\text{ mm} \leq 5,0\text{ mm}$.

Para todos esses valores para o momento máximo de flexão e o alongamento máximo, as leituras utilizadas devem ser do tempo de impacto inicial à 200 ms após o tempo de impacto.

1.3.2.2. CFC do valor de resposta de instrumentação, conforme definido em ISO 6487:2002, deve ser de 180 para todos os transdutores. Os valores de resposta de CAC, conforme definido em ISO 6487:2002, devem ser de 30 mm para os alongamentos do ligamento do joelho e 400 Nm para os momentos de flexão da tibia.

1.3.3. Procedimento de teste

1.3.3.1. O pêndulo flexível da perna inferior, incluindo a carne e a pele, deve ser

suspensão do teste de certificação dinâmico $15^{\circ} \pm 1^{\circ}$ para cima da horizontal como mostrado na Figura 6 abaixo. O pêndulo deve ser liberado da posição suspensa e cair livremente contra a junta do pino da plataforma de teste como mostrado na Figura 6

- 1.3.3.2. O centro da articulação do joelho do pêndulo deve ser de $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ abaixo da linha inferior da barra de rolagem, e a face de impacto da tíbia sem a carne e a pele deve estar localizada a $13 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ do bordo superior dianteiro da barra de rolagem quando o pêndulo está pendurado livremente, como mostrado na Figura 6 abaixo.

- 1.4. Testes de certificação dinâmica (teste inverso)

- 1.4.1. Certificação

- 1.4.1.1. A instalação de teste utilizada para o teste de certificação deve ter uma temperatura estabilizada de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante o teste.

- 1.4.1.2. A temperatura da área de certificação deve ser medida no momento da certificação e registrada em um relatório de certificação.

- 1.4.2. Requisitos

- 1.4.2.1. Quando o pêndulo de perna inferior flexível é utilizado para o teste de acordo com o item 1.4.3. deste anexo, o valor absoluto do momento máximo de flexão da tíbia:

- (a) Tibia-1 deve ser $230 \text{ Nm} \leq 272 \text{ Nm}$;
- (b) Tibia-2 deve ser $210 \text{ Nm} \leq 252 \text{ Nm}$;
- (c) Tibia-3 deve ser $166 \text{ Nm} \leq 192 \text{ Nm}$;
- (d) Tibia-4 deve ser $93 \text{ Nm} \leq 108 \text{ Nm}$.

O valor absoluto do alongamento máximo de:

- (a) O MCL deve ser de $17,0 \text{ mm} \leq 21,0 \text{ mm}$;
- (b) ACL deve ser de $8,0 \text{ mm} \leq 10,0 \text{ mm}$;
- (c) PCL deve ser $4,0 \text{ mm} \leq 6,0 \text{ mm}$.

Para todos esses valores para o momento máximo de flexão e o alongamento máximo, as leituras utilizadas devem ser do tempo de impacto inicial à 50 ms após o tempo de impacto.

- 1.4.2.2. O valor de resposta da instrumentação CFC, conforme definido na ISO 6487: 2002, deve ser 180 para todos os transdutores. Os valores de resposta CAC, conforme definido na ISO 6487: 2002, devem ser de 30 mm para os alongamentos do ligamento do joelho e 400 Nm para os momentos de flexão da tíbia.

- 1.4.3. Procedimento de teste

- 1.4.3.1. O pêndulo de perna inferior flexível montado (com a carne e a pele) deve ser pendurado verticalmente e livremente suspenso por um equipamento de teste como mostrado na Figura 7 abaixo. É impactado pela borda superior de um

pêndulo de “favo de mel” de alumínio orientado linearmente, coberto por um pano de papel fino com uma espessura máxima de 1 mm, a uma velocidade de impacto de $11,1 \text{ m/s} \pm 0,2 \text{ m/s}$. O dispositivo de perna deve atingir uma condição de voo livre dentro de 10 ms após o tempo do primeiro contato do pêndulo de favo de mel.

- 1.4.3.2. O “favo de mel” da liga 5052, C, deve ser de $200 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de largura, $160 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de altura e $60 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ de profundidade e deve ter uma força de queda de 75 libras por polegada quadrada (psi) ± 10 por cento. O favo deve ter tamanhos de células de 3/16 de polegada ou 1/4 de polegada e uma densidade de 2,0 libras por pé cúbico (pcf) para o tamanho da célula de 3/16 polegadas ou uma densidade de 2,3 pcf para o tamanho de célula de 1/4 polegada.
- 1.4.3.3. A borda superior da face do favo deve estar alinhada com a placa rígida do pêndulo guiado linearmente. No momento do primeiro contato, a borda superior do favo deve estar alinhada com a linha central do joelho dentro de uma tolerância vertical de $\pm 2 \text{ mm}$.

O “favo de mel” não deve ser deformado antes do teste de impacto.

- 1.4.3.4. No momento do primeiro contato, o ângulo de inclinação do pêndulo da perna inferior flexível (rotação em torno do eixo Y) e, portanto, o ângulo de inclinação do vetor de velocidade do pêndulo de favo de mel deve estar dentro de uma tolerância de $\pm 2^\circ$ em relação ao lateral plano vertical. O ângulo de rolo do pêndulo da perna inferior flexível (rotação em torno do eixo X) e, portanto, o ângulo de rolamento do pêndulo de favo de mel deve estar dentro de uma tolerância de $\pm 2^\circ$ em relação ao plano vertical longitudinal. O ângulo de guinada do pêndulo da perna inferior flexível (rotação em torno do eixo Z) e, portanto, o ângulo de guinada do vetor de velocidade do pêndulo de favo de mel deve estar dentro de uma tolerância de $\pm 2^\circ$.
- 2. Certificação do pêndulo da perna superior
 - 2.1. O pêndulo certificado poderá ser utilizado para no máximo 20 impactos antes da recertificação (este limite não se aplica aos componentes de propulsão ou de orientação). O pêndulo deve também ser recertificado caso tenha transcorrido mais de um ano desde a última certificação, ou caso alguma saída do transdutor do pêndulo, em algum impacto tenha excedido CAC especificada.
 - 2.2. Certificação
 - 2.2.1. O músculo simulado com espuma para o pêndulo de teste deve ser armazenado durante um período de, pelo menos, quatro horas, em uma área de armazenamento controlada com uma umidade estabilizada de 35 ± 10 por cento e com uma temperatura estabilizada de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ antes da remoção do pêndulo para certificação. O próprio pêndulo de teste deve ter uma temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ no momento do impacto. As tolerâncias de

temperatura para o pêndulo de teste devem ser aplicadas a uma umidade relativa de 40 ± 30 por cento após um período de imersão de, pelo menos, quatro horas antes de sua aplicação em um teste.

- 2.2.2. A instalação de teste utilizada para o teste de certificação deve ter uma umidade estabilizada de 40 ± 30 por cento e a temperatura estabilizada de $20 \pm 4^{\circ}\text{C}$ durante a certificação.
- 2.2.3. Cada certificação deverá ser completada dentro de duas horas a partir do momento em que o pêndulo a ser calibrado for removido da área controlada de armazenamento.
- 2.2.4. A umidade relativa e a temperatura da área de certificação deve ser medida no momento da certificação e registrada no relatório de certificação.
- 2.3. Requisitos
- 2.3.1. Quando o pêndulo for impulsionado em um pêndulo cilíndrico fixo, o pico de força medido em cada transdutor de carga não deverá ser inferior a 1,20 kN e superior a 1,55 kN e a diferença entre os picos de força medidos nos transdutores de carga superior e inferior não deve ser maior que 0,10 kN. Além disso, o pico do momento de flexão, medido pelos medidores de tensão não deve ser inferior a 190 N.m e superior a 250 N.m na posição central e inferior a 160 N.m e superior a 220 N.m para as posições externas. A diferença entre o pico superior e inferior dos momentos de flexão não deve ser superior a 20 N.m.

Para todos estes valores, as leituras utilizadas devem ser do impacto inicial com o pêndulo e não da fase de contenção. Qualquer sistema utilizado para conter o impactador ou pêndulo deve ser arranjado de tal forma que a fase de contenção não sobreponha o tempo com o impacto inicial. O sistema de contenção não deve fazer que as saídas do transdutor excedam a CAC especificada.

- 2.3.2. CFC do valor de resposta de instrumentação, conforme definido em ISO 6487:2002, deve ser de 180 para todos os transdutores. Os valores de resposta CAC, conforme definido em ISO 6487:2002, devem ser de 10 kN para os transdutores de força e de 1.000 N.m para as medições de momento de flexão.
- 2.4. Procedimento de teste
- 2.4.1. O pêndulo deve ser montado no sistema de propulsão e de orientação, através de uma junta limitadora de torção. A junta limitadora de torção deve ser colocada de tal forma que o eixo longitudinal da travessa dianteira esteja perpendicular em relação ao eixo do sistema de orientação, com uma tolerância de $\pm 2^{\circ}$, com o torque de fricção de junta ajustado em $675 \pm 25 \text{ Nm}$. O sistema de orientação deve estar completamente instalado com as guias de baixa fricção, que permita que o pêndulo seja movido apenas no sentido especificado do impacto, quando em contato com o pêndulo.
- 2.4.2. O peso do pêndulo deve ser ajustado para fornecer um peso de $12 \pm 0,1 \text{ kg}$,

este peso inclui aquele dos componentes de propulsão e de orientação que efetivamente fazem parte do pêndulo durante o impacto.

- 2.4.3. O centro de gravidade daquelas peças do pêndulo que estão efetivamente à frente da junta limitadora de torção, incluindo-se quaisquer pesos adicionais instalados, deve permanecer na linha central longitudinal do pêndulo, com uma tolerância de ± 10 mm.
- 2.4.4. O pêndulo deve ser certificado com espuma previamente inutilizada.
- 2.4.5. A espuma do pêndulo não deve ser excessivamente manuseada ou deformada antes, durante ou após a instalação.
- 2.4.6. O pêndulo com a travessa vertical dianteira deve ser impulsionado horizontalmente a uma velocidade de $7,1 \pm 0,1$ m/s no pêndulo estacionário, conforme mostrado na Figura 7.
- 2.4.7. O tubo do pêndulo deve ter um peso de $3 \pm 0,03$ kg, uma espessura de parede de $3 \pm 0,15$ mm e um diâmetro externo de 150 mm $+1$ mm/ -4 mm. O comprimento total do tubo do pêndulo deve ser de 275 ± 25 mm. O tubo do pêndulo deve ser feito de aço sem costura trefilado a frio (é permitida a galvanização da superfície metálica visando à proteção contra corrosão), com um acabamento de superfície externa maior que 2,0 micrômetros. Deve ser suspensa por dois cabos de $1,5 \pm 0,2$ mm de diâmetro e de comprimento mínimo de 2,0 m. A superfície do pêndulo deve estar limpa e seca. O tubo do pêndulo deve ser posicionado de tal forma que o eixo longitudinal do cilindro fique perpendicular à travessa dianteira (ou seja, nivelado), com uma tolerância de $\pm 2^\circ$, e na direção do movimento do pêndulo, com uma tolerância de $\pm 2^\circ$, e com o centro do tubo do pêndulo alinhado com o centro da travessa dianteira do pêndulo, com tolerâncias de ± 5 mm lateralmente e ± 5 mm verticalmente.
- 3. Cabeça de criança e adulto
 - 3.1. Os pêndulos certificados poderão ser utilizados para no máximo 20 impactos antes da recertificação. Os pêndulos devem ser recertificados caso tenha transcorrido mais de um ano desde a última certificação, ou caso a saída do transdutor do pêndulo, em algum impacto tenha excedido CAC especificada.
 - 3.2. Teste de queda
 - 3.2.1. Quando os pêndulos de cabeça caírem de uma altura de 376 ± 1 mm, de acordo com o item 3.3. abaixo, o pico resultante da aceleração medida por um acelerômetro triaxial (ou três uniaxiais) no pêndulo de cabeça deve ser:
 - (a) Para o pêndulo de cabeça de criança não inferior a 245 g e não superior a 300 g;
 - (b) Para o pêndulo de cabeça de adulto não inferior a 225 g e não superior a 275 g.

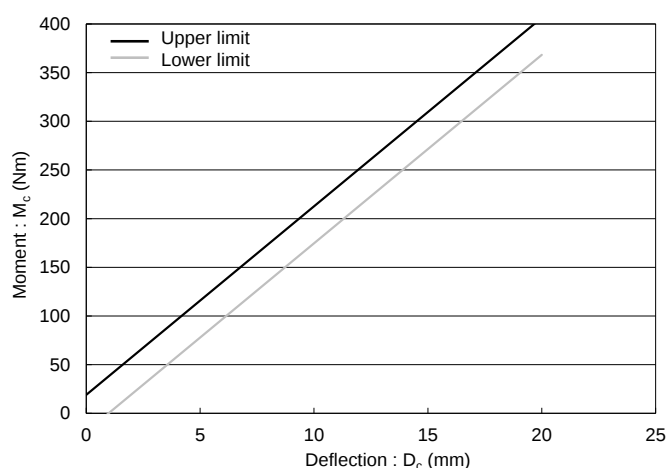
A curva de tempo de aceleração deve ser unimodal.

- 3.2.2. Os valores de resposta de instrumentação CFC e CAC para cada acelerômetro devem ser de 1.000 Hz e 500 g respectivamente, conforme definido em ISO 6487:2002.
- 3.2.3. Os pêndulos de cabeça devem ter uma temperatura de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ no momento do impacto. As tolerâncias de temperatura devem ser aplicadas a uma umidade relativa de 40 ± 30 por cento após um período de imersão de, pelo menos, quatro horas antes de sua aplicação em um teste.
- 3.3. Procedimento de teste
- 3.3.1. O pêndulo de cabeça deve ser suspenso por uma sonda de queda, conforme mostrado na Figura 9.
- 3.3.2. O pêndulo de cabeça deve cair de uma altura especificada de forma que assegure a liberação instantânea em uma placa de aço horizontal plana rigidamente apoiada, com 50 mm de espessura e 300 x 300 mm quadrados que apresente uma superfície limpa e seca e um acabamento de superfície entre 0,2 e 2,0 micrômetros.
- 3.3.3. O pêndulo de cabeça deve cair com a face traseira do pêndulo de acordo com o ângulo de teste especificado no Anexo 3, item 4.7 para o pêndulo de cabeça de criança e no Anexo 3, item 5.7. para o pêndulo de cabeça de adulto em relação à vertical, conforme mostrado na Figura 8. A suspensão do pêndulo de cabeça deve ser tal que não gire durante a queda.
- 3.3.4. O teste de queda deve ser realizado três vezes, com o pêndulo de cabeça girado 120° ao redor de seu eixo simétrico após cada teste.

Figura 1

Pêndulo de perna inferior flexível: requisitos dos corredores do fêmur e da tíbia no teste de certificação estática

a) Corredor de dobra do fêmur



(b) Corredor de dobra de Tibia

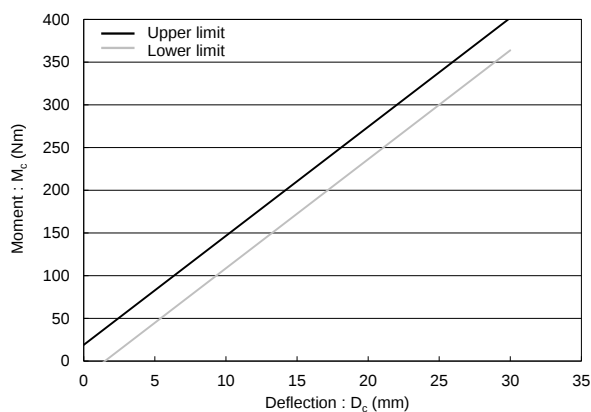
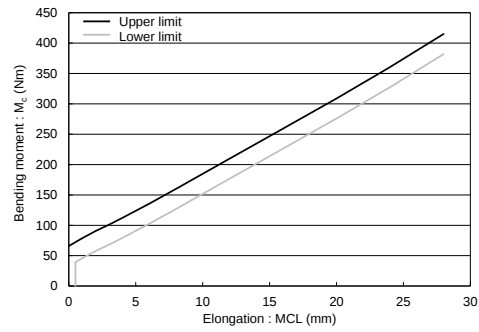
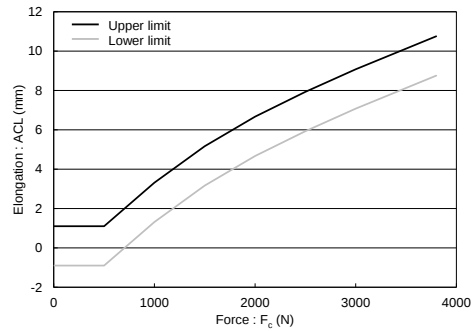


Figura 2

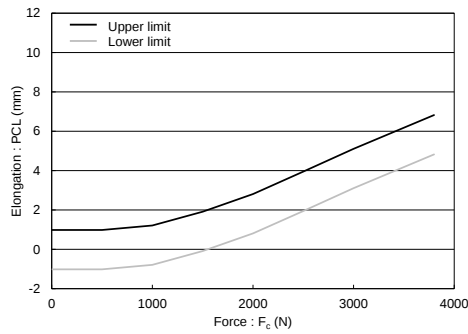
Pêndulo de perna inferior flexível: Corredores de requisitos para a articulação do joelho no teste de certificação estática



(a) for MCL



(b) for ACL



(c) for PCL

Figura 3

Pêndulo de perna inferior flexível: Configuração de teste de impacto para o fêmur no teste de certificação estática

Figura 5
Pêndulo de perna inferior flexível: Configuração do teste para a articulação do joelho no teste de certificação estática

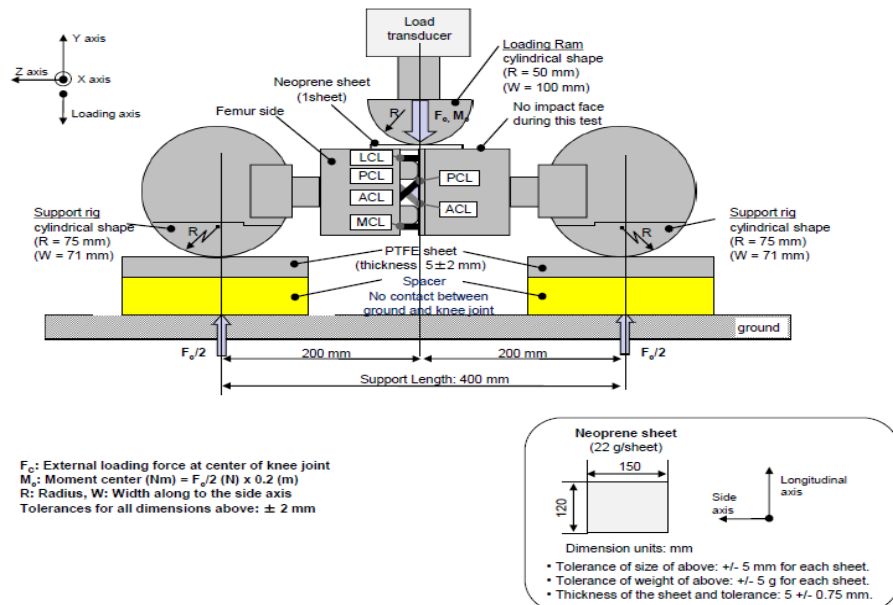


Figura 6
Pêndulo de perna inferior flexível: Configuração do teste para o teste dinâmico de certificação do pêndulo de perna baixa (teste de pêndulo)

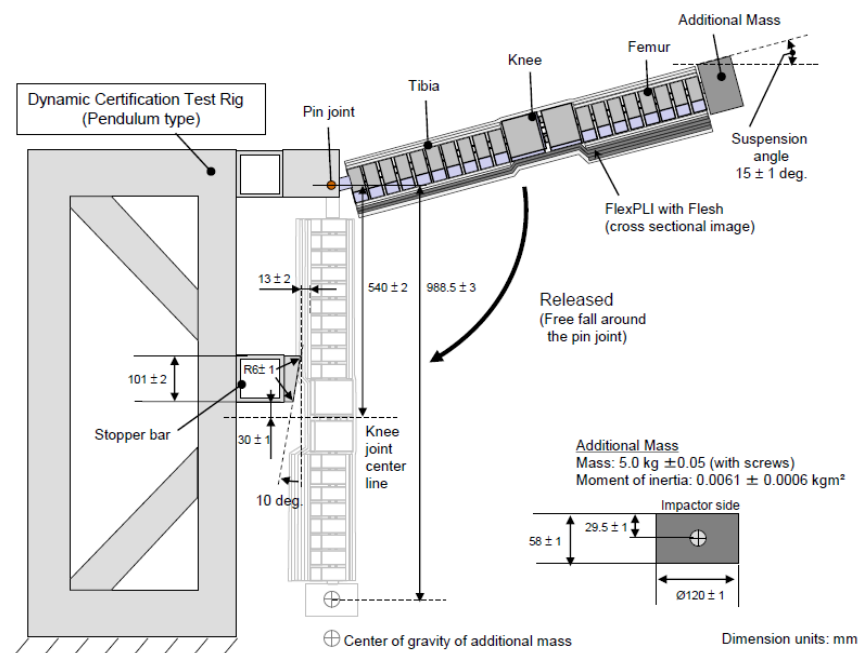


Figura 7
Pêndulo de perna inferior flexível: Configuração do teste para o teste dinâmico de certificação do pêndulo de perna baixa (teste inverso)

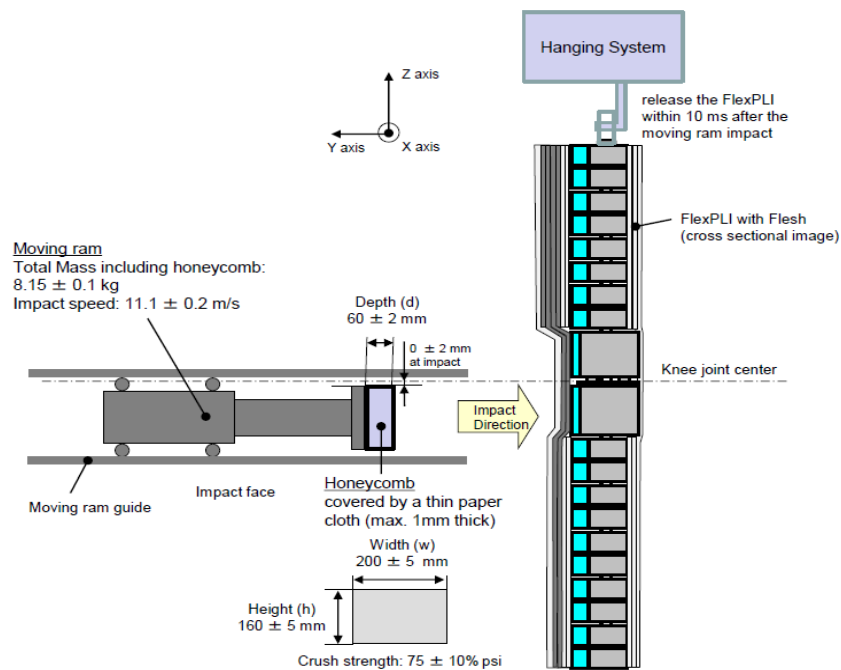


Figura 8
Configuração de teste para teste de certificação do pêndulo de perna superior dinâmico

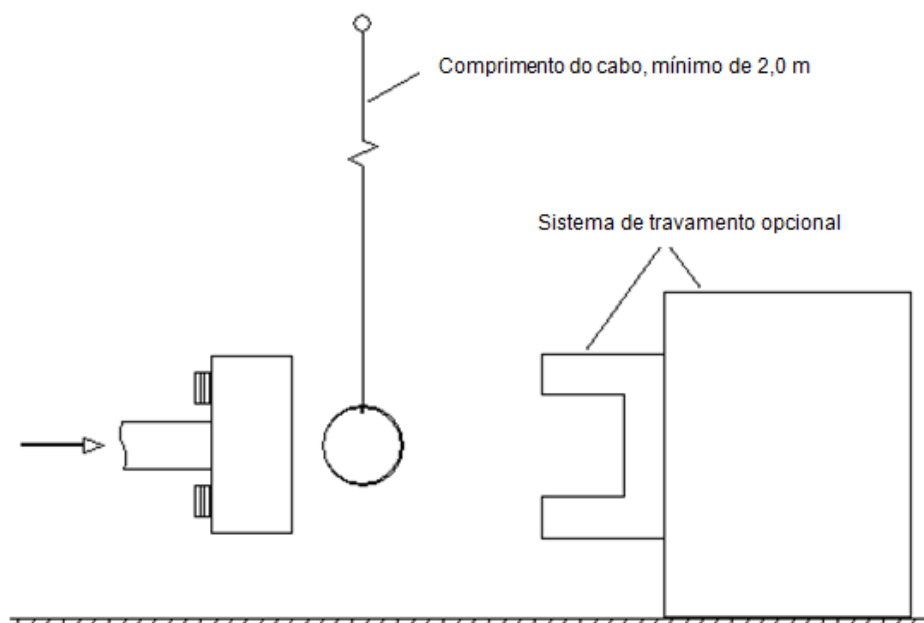


Figura 9
Configuração de teste para teste de bio-fidelidade do pêndulo da cabeça dinâmico

