

## ANEXO II

### **PROCEDIMENTO E REQUISITOS DE DESEMPENHO EM ENSAIO DE IMPACTO LATERAL CONTRA BARREIRA DE IMPACTO PERPENDICULAR AO EIXO LONGITUDINAL DO VEÍCULO.**

#### 1. Definições

Para efeito do presente regulamento, entende-se por:

1.1. **Habitáculo:** espaço destinado aos passageiros, delimitado pelo teto, assoalho, laterais, portas, vidros, painel corta-fogo e painel do compartimento de carga ou painel de apoio do encosto dos bancos traseiros.

1.2. **Ponto R ou ponto de referência do banco especificado pelo fabricante do veículo:** ponto cujas coordenadas são estabelecidas em relação à estrutura do veículo e corresponde à posição teórica do ponto de rotação tronco/coxas (ponto H) para a estrutura normal de condução ou de utilização mais baixa e mais recuada especificada pelo fabricante do veículo para cada um dos lugares sentados por ele previstos.

1.3. **Ponto H:** ponto determinado nos termos da ABNT NBR 16187.

1.4. **Capacidade dos reservatórios de combustível:** capacidade dos reservatórios de combustíveis especificada pelo fabricante do veículo, incluindo o reservatório do sistema de partida a frio, caso aplicável.

1.5. **Plano transversal:** plano vertical perpendicular ao plano vertical longitudinal médio do veículo.

1.6. **Sistema de Retenção:** dispositivo cujo objetivo é reter e/ou proteger os ocupantes.

1.7. **Tipo de sistema de retenção:** categoria de dispositivo de proteção que não difere em aspectos essenciais como:

- Tecnologia
- Geometria
- Materiais utilizados

1.8. **Massa de Referência:** massa em ordem de marcha do veículo acrescida de uma massa de 100 kg (correspondente à massa do manequim utilizado no ensaio de colisão lateral e da respectiva aparelhagem para o ensaio).

1.9. **Massa em ordem de marcha:** massa do veículo sem condutor, sem passageiros e sem carga, porém com os reservatórios de combustível, incluindo o reservatório e partida a frio, se aplicável a 90% de sua capacidade e demais reservatórios a 100% da sua capacidade, mais as ferramentas habituais e a roda sobressalente, se aplicável.

1.10. **Barreira móvel deformável (MDB):** dispositivo que é levado a colidir contra o veículo submetido a ensaio, constituído por um trenó e por um impactador.

1.11. **Impactador:** Elemento de esmagamento montado na parte frontal da barreira móvel

1.12. **Trenó:** estrutura montada sobre rodas capaz de se deslocar ao longo de seu eixo longitudinal até o ponto de impacto. O impactador é montado em sua parte frontal.

1.13. **Modelo de veículo:** categoria de veículos rodoviários automotores que não diferem em aspectos essenciais, como os descritos abaixo:

- O comprimento, a largura e a distância ao solo do veículo, na medida em que possam influenciar negativamente no comportamento funcional requerido neste regulamento;
- A estrutura, dimensões, forma e materiais das laterais do habitáculo, na medida em que possam influenciar negativamente no comportamento funcional requerido neste regulamento;
- A forma e as dimensões interiores do habitáculo e o tipo de sistema de proteção, na medida em que possam influenciar negativamente no comportamento funcional requerido neste regulamento;
- A posição (dianteira, traseira ou central) e orientação (transversal ou longitudinal) do motor, na medida em que possam influenciar negativamente os resultados de ensaio de colisão previsto neste regulamento;
- A massa em ordem de marcha, na medida em que possa influenciar negativamente no comportamento funcional requerido neste regulamento.
- O acabamento e arranjo interior e os equipamentos interiores opcionais, na medida em que possam influenciar negativamente no comportamento funcional requerido neste regulamento;
- O tipo do(s) banco(s) dianteiro(s) e a posição do ponto R, na medida em que possam influenciar negativamente no comportamento funcional requerido neste regulamento.

## 2. Requisitos e Ensaios

### 2.1. Requisitos Gerais

2.1.1. O veículo deve ser submetido aos ensaios descritos no Apêndice 1 do presente Anexo.

2.1.2. O ensaio deve ser efetuado do lado do condutor, salvo quando se tratar de uma construção assimétrica suscetível de afetar o comportamento funcional em caso de colisão lateral.

O fabricante deve fornecer, quando solicitado, elementos que comprovem a compatibilidade dos comportamentos funcionais comparados com os do lado do condutor, quando o ensaio for efetuado neste lado.

2.1.3. Os resultados do ensaio devem ser considerados satisfatórios se as condições de 2.2 e 2.3 forem atendidas.

## 2.2. Critérios de comportamento funcional

Os critérios de comportamento funcional determinados no ensaio de colisão devem atender às condições apresentadas em 2.2.1 a 2.2.4.

2.2.1. O critério de comportamento funcional da cabeça (HPC) deve ser inferior ou igual a 1000. Se não houver contato da cabeça, o HPC não é medido nem calculado, registrando-se como resultado a frase “não houve contato da cabeça”.

2.2.2. Os critérios do comportamento funcional da caixa torácica devem ser:

2.2.2.1. Critério de deformação da costela (RDC): inferior ou igual a 42 mm;

2.2.2.2. Critério dos tecidos moles (V\*C): inferior ou igual a 1,0 m/s.

2.2.3. O critério do comportamento funcional da pélvis deve ser, no que se refere à força máxima exercida na sínfise púbica (PSPF), inferior ou igual a 6 kN.

2.2.4. O critério do comportamento funcional do abdômen deve ser a força máxima exercida internamente do abdômen (APF), inferior ou igual a 2,5 kN (equivalente a uma força externa de 4,5 kN).

## 2.3. Requisitos específicos:

2.3.1. Durante o ensaio, as portas não podem se abrir.

2.3.2. Após a colisão, deve ser possível realizar o apresentado em 2.3.2.1 a 2.3.2.3 sem o uso de ferramentas.

2.3.2.1. Abrir um número suficiente de portas previstas para a entrada e saída normal dos ocupantes e, se necessário, deslocar o encosto dos bancos ou os próprios bancos, de forma que todos os ocupantes possam ser retirados.

2.3.2.2. Liberar o manequim dos sistemas de retenção.

2.3.2.3. Retirar o manequim do veículo.

2.3.3. Nenhum componente ou dispositivo interno do habitáculo deve se destacar de forma que gere risco de ferimentos devido a pontos contundentes ou cantos vivos.

2.3.4. É admitida a ocorrência de rupturas devido a deformações permanentes, desde que não aumentem o risco de ferimentos.

2.3.5. Se após a colisão houver um vazamento contínuo de líquido do sistema de alimentação de combustível, incluído o sistema de partida a frio, quando aplicável, a vazão dos respectivos fluidos não podem exceder 30 g/min. Se o líquido derramado

pelo sistema de alimentação de combustível misturar com líquidos provenientes de outros circuitos e não for possível identificá-los e separá-los facilmente, o vazamento contínuo deve ser avaliado levando em consideração todos os líquidos recolhidos.

## **APÊNDICE 1**

### **METODO DE ENSAIO DE COLISÃO**

#### **1. Instalações Ambiente para a realização do ensaio**

O ambiente deve ter espaço suficiente para a instalação do sistema de propulsão da barreira móvel deformável, projeção do veículo na sequência da colisão e instalação do equipamento utilizado no ensaio. A superfície onde acontecem a colisão e a projeção do veículo deve ser horizontal e plana, deve estar livre de corpos e materiais estranhos e deve ser representativa de uma superfície de via pública normal que se apresente seca e livre de corpos e materiais estranhos.

#### **2. Condições para a realização do ensaio**

##### **2.1. O veículo a ser ensaiado deve estar parado.**

##### **2.2. A barreira móvel deformável deve possuir as características previstas no Apêndice 2. A barreira móvel deformável deve estar equipada com um dispositivo que impeça um segundo impacto no veículo.**

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

##### **2.4. O plano longitudinal médio vertical da barreira móvel deformável deve coincidir a $\pm 25$ mm com o plano transversal vertical que passa no ponto R do banco dianteiro do veículo ensaiado adjacente ao lado que sofre a colisão. No momento da colisão, o plano horizontal médio limitado pelos dois planos laterais tangentes às extremidades da face frontal deve estar situado entre dois planos determinados antes do ensaio e situados 25 mm acima e abaixo do plano acima definido.**

##### **2.5. A aparelhagem deve ser conforme a ISO 6487:1987, salvo especificado em contrário ao presente regulamento.**

##### **2.6. A temperatura estabilizada do manequim no momento do ensaio de colisão lateral deve ser de $22 \pm 4$ °C.**

#### **3. Velocidade de ensaio**

##### **3.1. A velocidade da barreira móvel deformável no momento da colisão deve ser de $50 \text{ km/h} \pm 1 \text{ km/h}$ . A velocidade da barreira deve ser estabilizada pelo menos 0,5 m antes da colisão. A exatidão da medição deve ser de 1 %. No entanto, se o ensaio for realizado a uma velocidade de colisão superior e o veículo atender aos requisitos, o ensaio deve ser considerado atendido.**

#### **4. Caracterização do veículo**

##### **4.1. Especificação geral**

O veículo ensaiado deve ser representativo da produção em série, deve ter todos os equipamentos normalmente nele instalados e deve estar em ordem de marcha. Alguns dos seus componentes podem ser removidos ou substituídos por massas equivalentes, se ficar evidente que a sua remoção ou substituição não influenciará os resultados do ensaio.

#### 4.2. Especificação referente aos equipamentos do veículo

O veículo ensaiado deve ter todos os equipamentos suscetíveis de influenciar os resultados do ensaio.

#### 4.3. Massa do veículo

- 4.3.1. A massa do veículo a ser ensaiado deve ser a massa de referência definida no item 1.8 do referido Anexo. A massa do veículo deve ser ajustada à massa de referência com uma tolerância de  $\pm 1\%$ .
- 4.3.2. Os reservatórios de combustíveis, incluindo o reservatório de partida a frio, se aplicável, devem conter uma quantidade de água de massa equivalente a 90% da massa do reservatório de combustível cheio, de acordo com as especificações do fabricante, com uma tolerância de  $\pm 1\%$ .
- 4.3.3. Os outros sistemas (de frenagem, de arrefecimento etc.) podem estar vazios e, neste caso, a massa correspondente deve ser compensada.
- 4.3.4. Se a massa da instrumentação instalada no veículo exceder os 25 kg autorizados, esse excesso pode ser compensado por reduções que não tenham efeitos significativos nos resultados do ensaio.
- 4.3.5. A massa da instrumentação não pode alterar a carga de referência em cada eixo em mais de 5 % e cada variação não pode exceder 20 kg.

#### 5. Preparação do veículo

- 5.1. As janelas laterais devem estar fechadas, pelo menos do lado da colisão.
- 5.2. As portas devem estar fechadas, porém não trancadas.
- 5.3. A transmissão deve ser colocada em ponto morto e o freio de estacionamento deve estar liberado.
- 5.4. Os sistemas de regulagem dos bancos, caso existam, devem ser regulados na posição especificada pelo fabricante do veículo.
- 5.5. Se for regulável, o banco onde é instalado o manequim e os seus elementos deve ser ajustado conforme descrito em 5.5.1 a 5.5.4.
  - 5.5.1. O dispositivo de regulagem longitudinal deve ser fixado, recorrendo ao dispositivo de travamento, na posição que mais se aproxime do meio curso entre as suas posições mais avançada e mais recuada. Se essa posição se situar entre dois pontos de travamento, deve-se fixar o banco na posição imediatamente atrás da posição média.

- 5.5.2. O apoio de cabeça deve ser regulado de forma que a sua superfície superior fique ao nível do centro de gravidade da cabeça do manequim; se isto não for possível, o apoio de cabeça deve estar na sua posição mais elevada.
- 5.5.3. O encosto do banco deve ser regulado de forma que a linha de referência do tronco da máquina tridimensional para a determinação do ponto H faça um ângulo de  $25^\circ \pm 1^\circ$  para trás, salvo especificado em contrário pelo fabricante.
- 5.5.4. Todos os outros dispositivos de regulagem do banco devem ser colocados no ponto médio do curso respectivo, no entanto, o dispositivo de regulagem de altura deve ser regulado na posição correspondente à do banco fixo, caso o modelo de veículo em questão possua bancos reguláveis e fixos. Caso não exista travamento nas posições médias respectivas, devem ser utilizadas, conforme o caso, as posições situadas imediatamente atrás, imediatamente abaixo ou o mais próximo possível, no sentido da lateral adjacente dos pontos de meio curso correspondentes. No caso da regulagem que envolve a rotação em torno de um eixo (reclinação), entende-se o termo "para trás" como sendo o sentido de regulagem que desloca a cabeça do manequim para trás. Se o manequim ultrapassar os limites do volume normalmente ocupado pelo passageiro, por exemplo, se a cabeça tocar no revestimento do teto, será necessário garantir um afastamento de 10 mm. Para isso, deve-se recorrer, por esta ordem, à regulagem do ângulo do encosto do banco e à regulagem da posição longitudinal do banco.
- 5.6. Os outros bancos da frente devem ser regulados numa posição idêntica à do banco destinado ao manequim, se isto for possível, salvo especificado em contrário pelo fabricante.
- 5.7. Se o volante for regulável, todos os seus dispositivos de regulagem devem ser regulados a meio curso.
- 5.8. A pressão dos pneus deve ser a especificada pelo fabricante do veículo.
- 5.9. O veículo a ser ensaiado deve ser colocado numa posição em que o seu eixo de rotação longitudinal fique horizontal e deve ser mantido nessa posição por meio de dispositivos de apoio, até a instalação do manequim e a conclusão de todos os preparativos.
- 5.10. O veículo deve estar na sua posição normal nas condições previstas em 4.3. Os veículos com suspensão de altura regulável devem ser ensaiados nas condições normais de utilização a 50 km/h especificadas pelo fabricante do veículo. Para o efeito, pode recorrer-se, se necessário, a dispositivos de apoio suplementares, desde que estes não tenham qualquer efeito no comportamento do veículo ensaiado durante a colisão.
6. Manequim de colisão lateral e sua instalação
- 6.1. O manequim de colisão lateral deve atender às especificações do Apêndice 3 e deve ser instalado no banco dianteiro do lado da colisão, conforme descrito no Apêndice 4.

- 6.2. Os cintos de segurança ou outros sistemas de retenção especificados para o veículo devem ser utilizados. Os cintos, assim como suas respectivas ancoragens, devem ser de um tipo homologado em conformidade com a legislação vigente.
- 6.3. O cinto de segurança ou sistema de retenção deve ser regulado para o manequim de acordo com as instruções do fabricante. Na ausência destas, a regulagem da altura, caso exista, deve ser ajustada no meio curso. Se isto não for possível, deve ser utilizada a posição imediatamente abaixo.

## 7. Medições a serem efetuadas no manequim de colisão lateral

Devem ser registradas as leituras feitas pelos dispositivos de medição apresentados de 7.1 a 7.4.

### 7.1. Medições na cabeça do manequim

A aceleração triaxial resultante deve ser referida ao centro de gravidade da cabeça.

A aparelhagem do canal da cabeça deve ser conforme a ISO 6487:1987, com:

- classe de frequência (CFC): 1 000 Hz;
- classe de amplitude (CAC): 150 g.

### 7.2. Medições no tórax do manequim

Os três canais de medição da deformação da caixa torácica devem ser conforme a ISO 6487:1987, com:

- classe de frequência (CFC): 1 000 Hz;
- classe de amplitude (CAC): 60 mm.

### 7.3. Medições na pélvis do manequim

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

- classe de frequência (CFC): 1 000 Hz;
- classe de amplitude (CAC): 15 kN.

### 7.4. Medições no abdômen do manequim

Os canais de medição da força exercida sobre o abdômen devem ser conforme a ISO 6487:1987, com:

- classe de frequência (CFC): 1 000 Hz;
- classe de amplitude (CAC): 5 kN.

## SEÇÃO A

### DETERMINAÇÃO DOS DADOS DE COMPORTAMENTO FUNCIONAL

Os resultados requeridos nos ensaios são especificados no item 2 do referido anexo.

#### 1. Critério do comportamento funcional da cabeça (HPC)

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

O HPC deve ser o valor máximo da expressão:

$$HPC = (t_2 - t_1) \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_2}^{t_1} a \, dl \right]^{2,5}$$

Onde:

a - é a aceleração resultante do centro de gravidade da cabeça, expressa em metros por segundo quadrado ( $m/s^2$ ), dividida por 9,81, registrada em função do tempo e filtrada na classe de frequência de canal de 1 000 Hz;

$t_1$  e  $t_2$  - são dois instantes quaisquer compreendidos entre o instante inicial do contato e o último instante do contato.

#### 2. Critério do comportamento funcional do tórax

##### 2.1. Deformação da caixa torácica

A deformação máxima da caixa torácica é o valor máximo da deformação de qualquer costela determinado pelos transdutores de deslocamento do tórax, filtrado na classe de frequência de canal de 180 Hz.

##### 2.2. Critério de viscosidade

A resposta máxima dos tecidos moles é o valor máximo do critério dos tecidos moles ( $V^*C$ ) em qualquer costela, calculado através do produto instantâneo da compressão relativa do tórax em relação à largura do hemitórax pela velocidade de compressão obtida por derivação da compressão, filtrada na classe de frequência de canal de 180 Hz. Para os efeitos deste cálculo, a largura normalizada do hemitórax deve ser de 140 mm.

$$V^*C = \max \left( \frac{D}{0,14} \cdot \frac{dD}{dt} \right)$$

Onde:

D - é a deformação das costelas, expressa em metros (m).

O critério de viscosidade ( $V^*C$ ) para o manequim no ensaio de colisão lateral é calculado como o produto instantâneo da compressão e da taxa de deflexão do esterno. Ambas são obtidas a partir da medição da deflexão do esterno.

A resposta da deflexão do esterno é filtrada uma vez à classe 180 de frequência de canal (CFC 180). A compressão no instante t é calculada a partir deste sinal filtrado como:

$$C_{(t)} = \frac{D_{(t)}}{0,14}$$

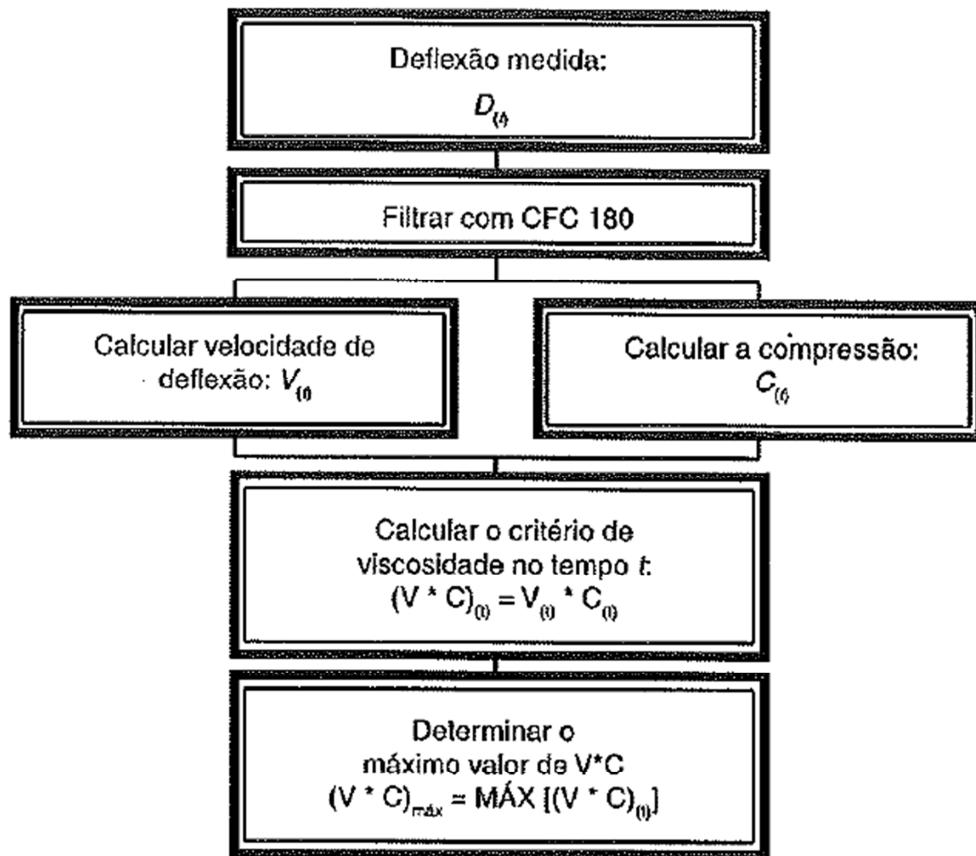
A velocidade de deflexão do esterno no instante  $t$  é calculada a partir da deflexão filtrada como:

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

Onde:

$D_{(t)}$  - é a deflexão no instante  $t$ , expresso em metros (m);

$\delta t$  - é o intervalo de tempo, expresso em segundos (s) entre as medições da deflexão. O valor máximo de  $\delta t$  deve ser de  $1,25 \times 10^{-4}$ s. Este processo de cálculo é indicado na Figura 1.



**Figura 1 - Diagrama**

### 2.3. Critério da proteção do abdômen

O valor da força máxima exercida sobre o abdômen é o valor máximo da soma das três forças medidas pelos três transdutores montados 39 mm abaixo da superfície, do lado da colisão, filtrada na classe de frequência (CFC) de 600 Hz.

### 2.4. Critério da proteção funcional da pélvis

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

## APÊNDICE 2

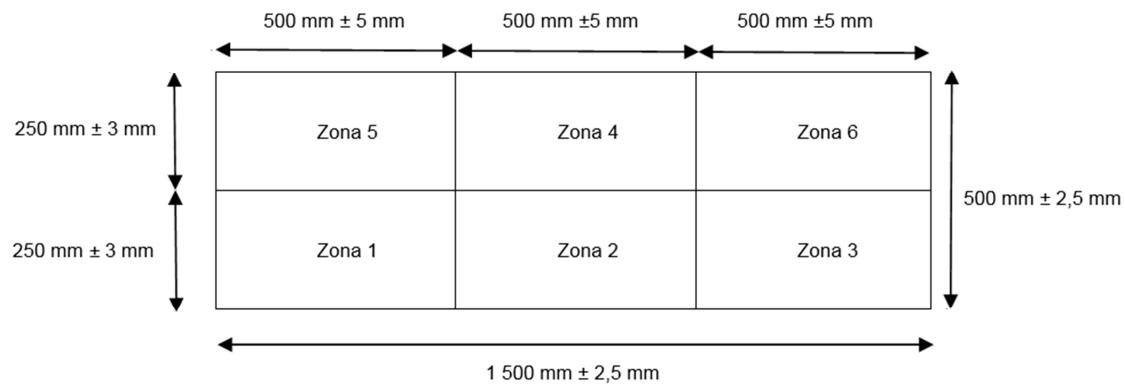
### BARREIRA MÓVEL DEFORMÁVEL (MDB)

1. Características da barreira móvel deformável (MDB)
  - 1.1. A barreira móvel deformável (MDB) inclui o trenó e o impactador.
  - 1.2. A massa total da barreira móvel deformável deve ser de  $950 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$ .
  - 1.3. O centro de gravidade da barreira móvel deformável deve estar situado no máximo a 10 mm do plano longitudinal médio vertical,  $1000 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$  para trás do eixo dianteiro e  $500 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$  acima do solo.
  - 1.4. A distância entre a face frontal do impactador e o centro de gravidade da barreira móvel deformável deve ser de  $2000 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$ .
  - 1.5. A distância do impactador ao solo, medida em condições estáticas, antes da colisão, e a partir da aresta inferior frontal deve ser de  $300 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ .
  - 1.6. A bitola dos eixos dianteiro e traseiro do trenó deve ser de  $1500 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ .
  - 1.7. A distância entre os eixos do trenó deve ser de  $3000 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ .

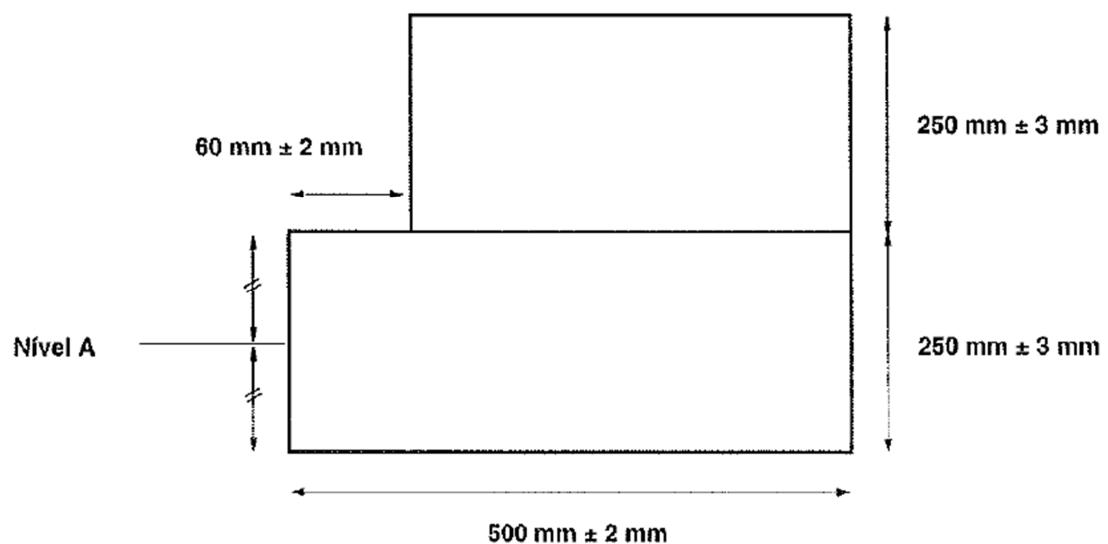
#### 2. Características do Impactador

O impactador consiste em seis blocos de colmeia de alumínio (*honeycomb*), os quais foram processados de modo a obter um incremento progressivo na relação força *versus* deformação. As placas de alumínio para o fechamento estão fixadas nas partes dianteira e traseira dos blocos.

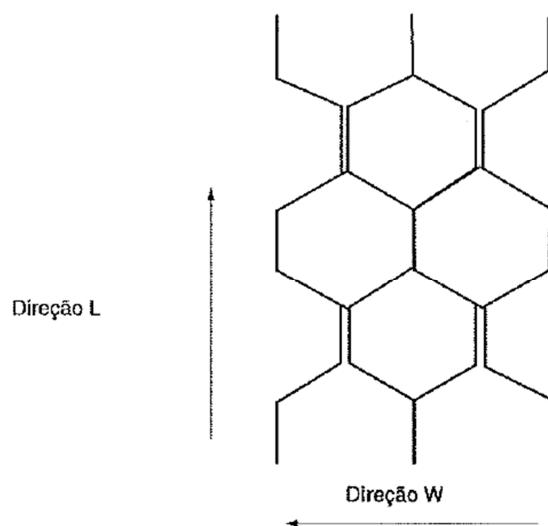
- 2.1. Blocos de colmeia
  - 2.1.1. Características geométricas
    - 2.1.1.1. O impactador deve ser constituído de seis zonas agrupados, cujas formas, dimensões e posição são representadas nas Figuras 2 e 3. As zonas são definidas nas Figuras 2 e 3 como  $500 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  e  $250 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ . Na construção da colmeia de alumínio, esta deve ter 500 mm na direção W e 250 mm na direção L (ver Figura 4).



**Figura 2 – Representação do impactador**

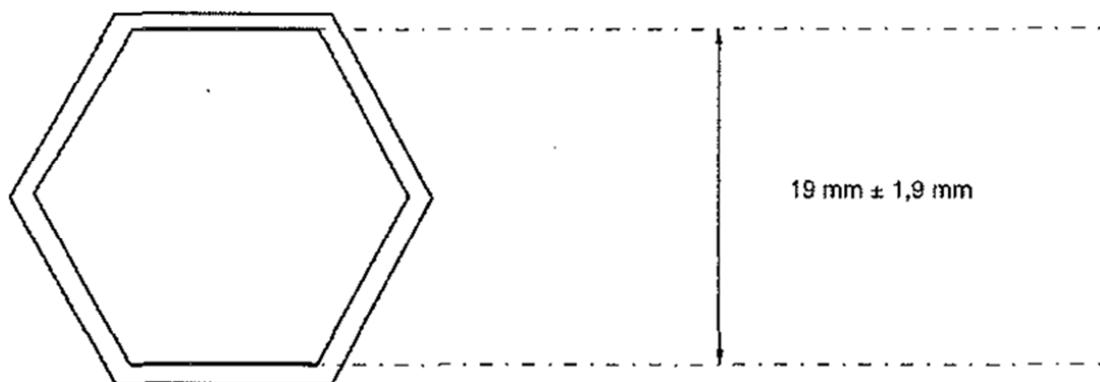


**Figura 3 – Visão superior (incluindo somente a placa frontal)**



**Figura 4 - Orientação da colmeia (honeycomb) de alumínio – direção da expansão da colmeia**

- 2.1.1.2. O impactador está dividido em duas fileiras. A fileira inferior deve ter  $250 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$  de altura e  $500 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  de profundidade após a pré-compressão (ver 2.1.2). A fileira superior deve ser menor que  $60 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  na profundidade após a pré-compressão. (Figura 3)
- 2.1.1.3. Os blocos devem ser centralizados nas seis zonas definidas na Figura 2 e cada bloco (incluindo células incompletas) deve cobrir completamente a área definida por cada zona.
- 2.1.2. Pré-compressão
- 2.1.2.1. A pré-compressão deve ser realizada na superfície do impactador (*honeycomb*) em que a placa frontal está fixada.
- 2.1.2.2. Os blocos 1, 2 e 3 devem ser comprimidos  $10 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  na região superior da superfície previamente ao ensaio para atingir a dimensão de  $500 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  (Figura 3).
- 2.1.2.3. Os blocos 4, 5 e 6 devem ser comprimidos  $10 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  na região superior da superfície previamente ao ensaio para atingir a dimensão de  $440 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  (Figura 3).
- 2.1.3. Características dos materiais
- 2.1.3.1. As dimensões das células devem ser  $19 \text{ mm} \pm 1,9 \text{ mm}$  para cada bloco (ver Figura 5).
- 2.1.3.2. As células da fileira superior devem ser feitas de alumínio 3003.
- 2.1.3.3. As células da fileira inferior devem ser feitas de alumínio 5052.
- 2.1.3.4. Os blocos de alumínio deformáveis devem ser processados para que, quando deformados estaticamente, a curva de força x deflexão esteja dentro dos limites definidos para cada um dos seis blocos (Figuras 2 e 3). Além disso, todos os seis blocos devem estar livres de quaisquer resíduos resultantes do processo de fabricação da barreira deformável.
- 2.1.3.5. A massa dos blocos em cada lote não pode diferir mais do que 5 % da massa média dos blocos desse lote.



**Figura 5 - Dimensão das células da colmeia (*honeycomb*) de alumínio**

2.1.4. Ensaios estáticos

- 2.1.4.1. Uma amostra de cada lote da colmeia (*honeycomb*) processada deve ser ensaiada de acordo com os procedimentos de ensaio estático descritos no item 5 do referido Apêndice.
- 2.1.4.2. A força de compressão de cada bloco ensaiado deve atender às faixas de força por deflexão, definidas nas Figuras 6 a 9.

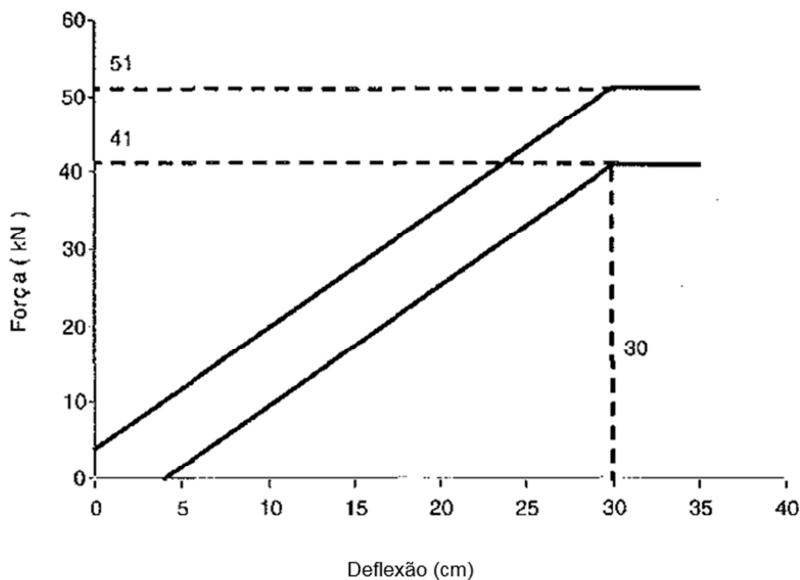


Figura 6 - Curvas de força x deflexão para ensaios estáticos (Blocos 1 e 3)

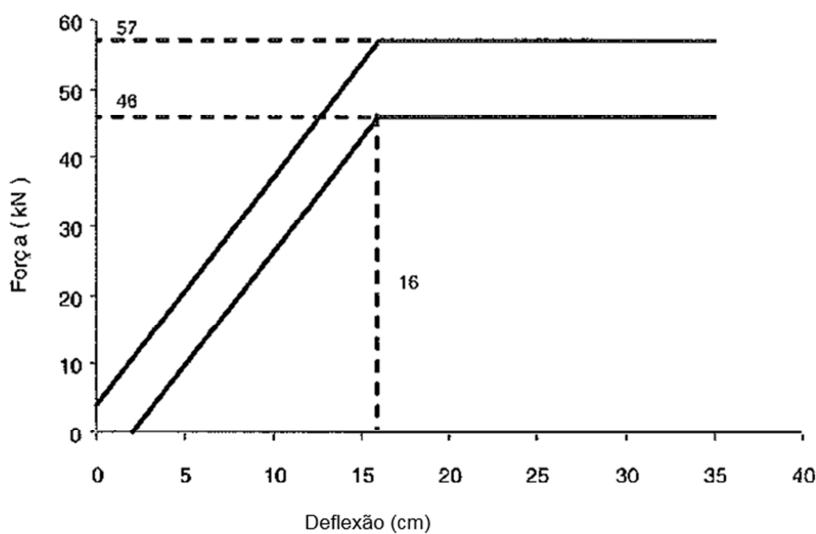


Figura 7 - Curvas de força x deflexão para ensaios estáticos (Bloco 2)

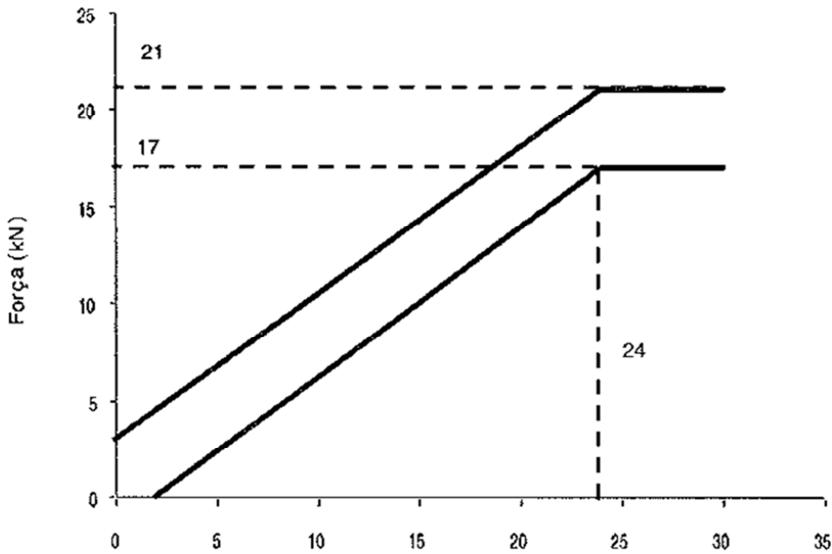


Figura 8 - Curvas de força x deflexão para ensaios estáticos (Bloco 4)

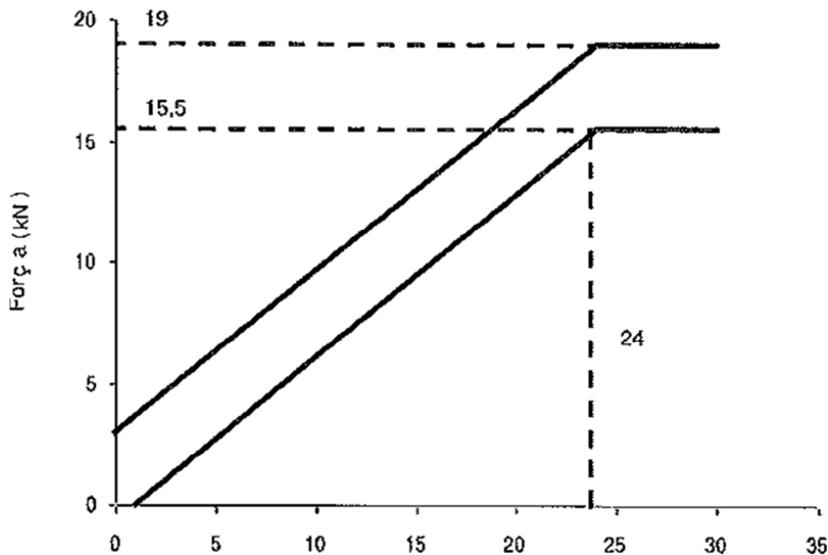


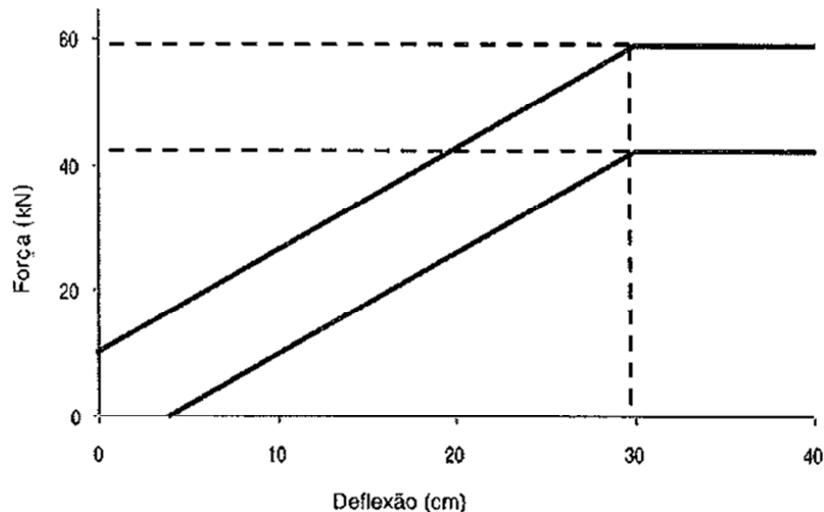
Figura 9 - Curvas de força x deflexão para ensaios estáticos (Blocos 5 e 6)

## 2.1.5. Ensaios dinâmicos

2.1.5.1. São admitidos desvios em relação às faixas de força por deflexão que caracterizam a rigidez do impactador, definidas nas Figuras 10 a 14, desde que simultaneamente:

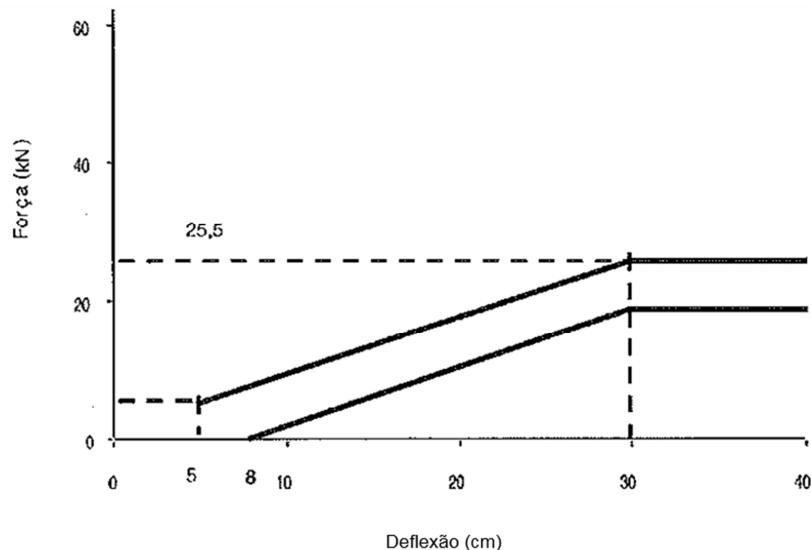
- 2.1.5.1.1 o desvio ocorra após o início da colisão e antes da deformação do impactador ter atingido 150 mm;
- 2.1.5.1.2 o desvio não exceda 50 % do valor instantâneo mais próximo fixado pelos limites;
- 2.1.5.1.3 o deslocamento correspondente a cada desvio não exceda 35 mm da deflexão e a soma dos deslocamentos não exceda 70 mm;

- 2.1.5.1.4 O somatório da energia resultante do desvio fora dos limites não excede 5 % da energia bruta associada ao bloco correspondente.
- 2.1.5.2. Os blocos 1 e 3 devem ser idênticos e a sua rigidez deve ser tal que as curvas força x deflexão correspondentes estejam dentro dos limites da Figura 10.



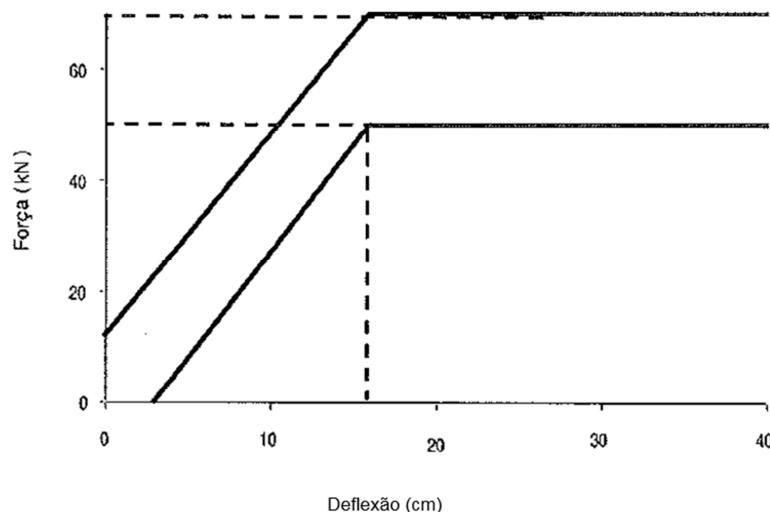
**Figura 10 - Curvas de força x deflexão para ensaios dinâmicos (Blocos 1 e 3)**

- 2.1.5.3. Os blocos 5 e 6 devem ser idênticos e a sua rigidez deve ser tal que as curvas força x deflexão correspondentes estejam dentro dos limites da Figura 11.



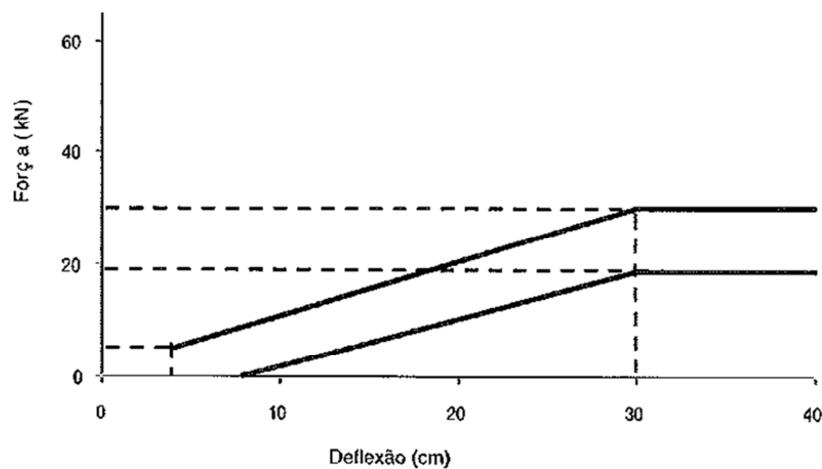
**Figura 11 - Curvas de força x deflexão para ensaios dinâmicos (Blocos 5 e 6)**

- 2.1.5.4. A rigidez do bloco 2 deve ser tal que a curva força x deflexão correspondente esteja dentro dos limites da Figura 12.



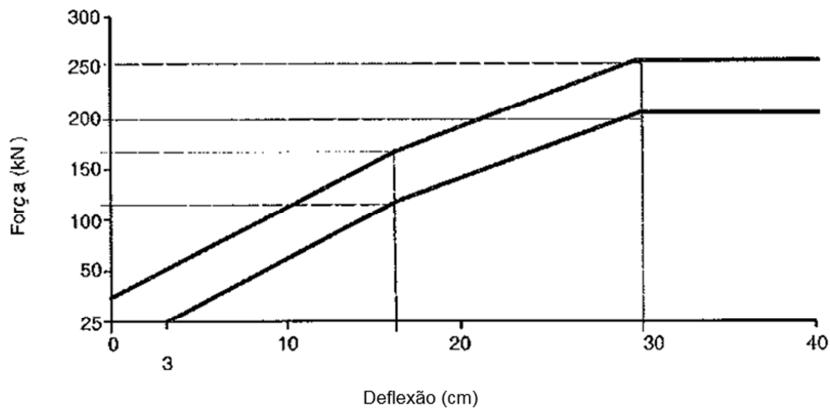
**Figura 12 - Curvas de força x deflexão para ensaios dinâmicos (Bloco 2)**

- 2.1.5.5. A rigidez do bloco 4 deve ser tal que a curva força x deflexão correspondente esteja dentro dos limites da Figura 13.



**Figura 13 - Curvas de força x deflexão para ensaios dinâmicos (Bloco 4)**

- 2.1.5.6. A curva força x deflexão do impactador no seu conjunto deve estar dentro dos limites da Figura 14.



**Figura 14 - Conjunto de blocos**

- 2.1.5.7. As curvas força x deflexão devem ser sujeitas à verificação através do ensaio descrito no item 6 do referido apêndice, que se baseia na colisão do conjunto impactador com uma barreira dinamométrica, à velocidade de  $35 \text{ km/h} \pm 0,5 \text{ km/h}$ .
- 2.1.5.8. A energia dissipada durante a colisão em cada um dos blocos 1 e 3 deve ser de  $9,5 \text{ kJ} \pm 2 \text{ kJ}$ .
- 2.1.5.9. A energia dissipada em cada um dos biocos 5 e 6 deve ser de  $3,5 \text{ kJ} \pm 1 \text{ kJ}$ .
- 2.1.5.10. A energia dissipada no bloco 4 deve ser de  $4 \text{ kJ} \pm 1 \text{ kJ}$ .
- 2.1.5.11. A energia dissipada no bloco 2 deve ser de  $15 \text{ kJ} \pm 2 \text{ kJ}$ .
- 2.1.5.12. A energia total dissipada durante a colisão deve ser de  $45 \text{ kJ} \pm 3 \text{ kJ}$ .
- 2.1.5.13. A deformação máxima do impactador a partir do primeiro ponto de contato calculado pela integração dos acelerômetros de acordo com 2.9.4.6.3 deve ser igual a  $330 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$ .
- 2.1.5.14. A deformação residual estática final medida no impactador após um ensaio dinâmico de nível B (Figura 3) deve ser igual a  $310 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$ .

## 2.2. Placa frontal

### 2.2.1. Características geométricas

- 2.2.1.1. A placa frontal deve ter  $1500 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  de largura,  $250 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  de altura e  $0,5 \text{ mm} \pm 0,06 \text{ mm}$  de espessura.
- 2.2.1.2. Quando montado, as dimensões gerais do impactador (definidas na Figura 2) devem ser:  $1500 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$  (largura) e  $500 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$  (altura).
- 2.2.1.3. A borda superior da placa frontal inferior e a borda inferior da placa frontal superior devem estar alinhadas dentro de 4 mm.

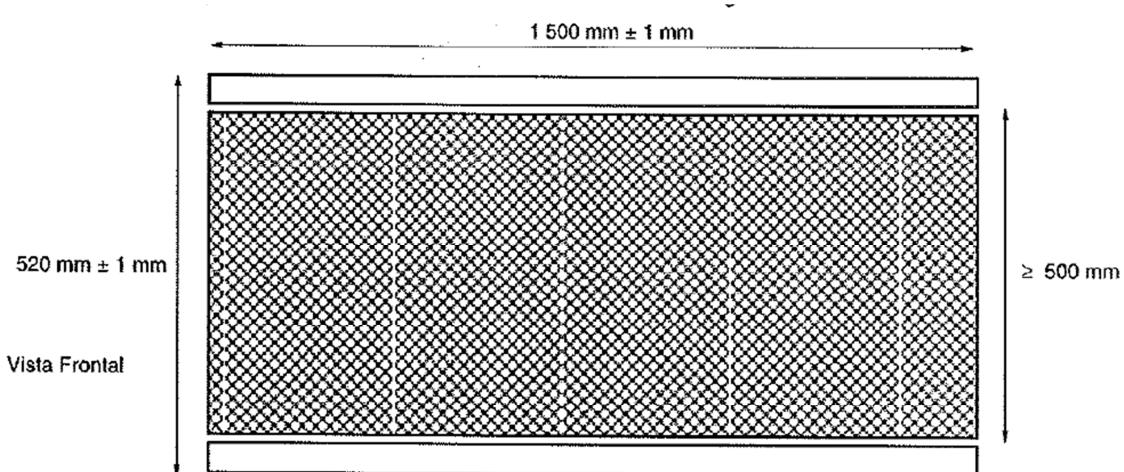
### 2.2.2. Características do material

As placas frontais devem ser produzidas com alumínio das séries AIMg<sub>2</sub> a AIMg<sub>3</sub> com alongamento  $\geq 12\%$  e um UTS  $\geq 175 \text{ N/mm}^2$ .

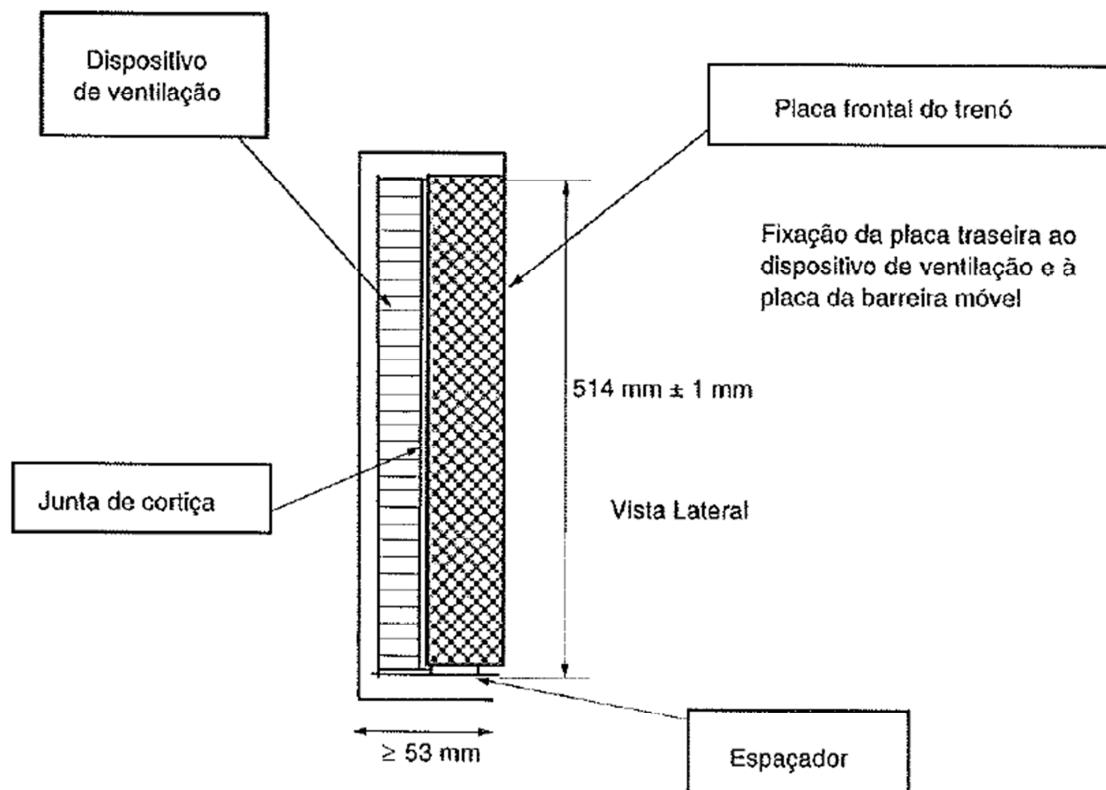
## 2.3. Placa traseira

### 2.3.1. Características geométricas

As características geométricas devem estar de acordo com as Figuras 15 e 16.



**Figura 15 - Placa traseira (vista frontal)**



**Figura 16 - Placa traseira (vista lateral)**

### 2.3.2. Características do material

A placa traseira deve consistir em uma folha de alumínio com 3 mm e deve ser produzida com alumínio da série AIMg<sub>2</sub> a AIMg<sub>3</sub> com uma rigidez entre 50 HBS e 65

HBS. Esta placa deve ser perfurada com furos de ventilação. A localização, o diâmetro e a distância entre centros são mostrados na Figura 17.

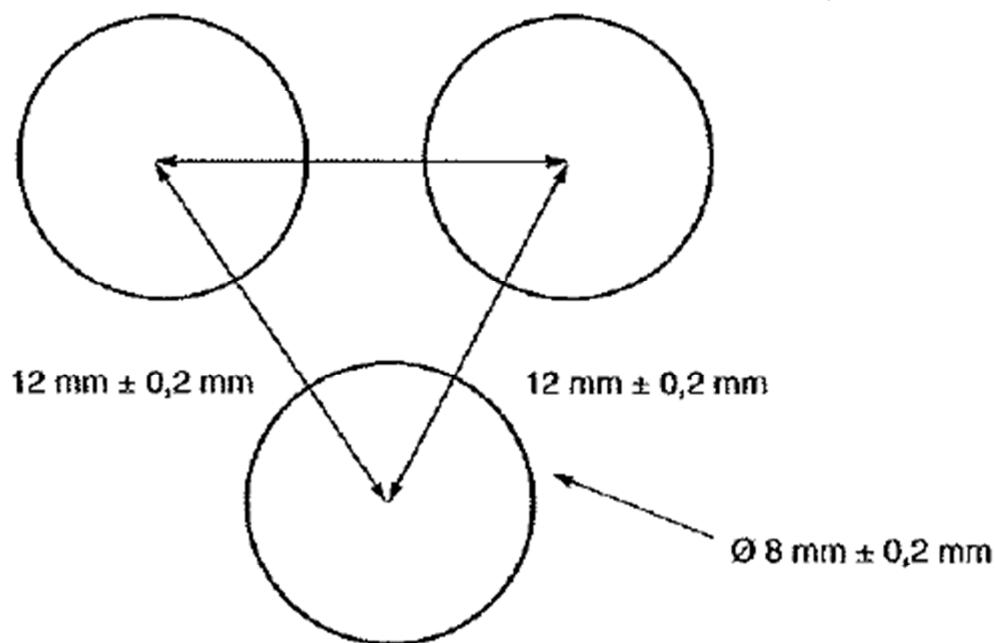


Figura 17 - Distâncias entre centros dos furos de ventilação da placa traseira

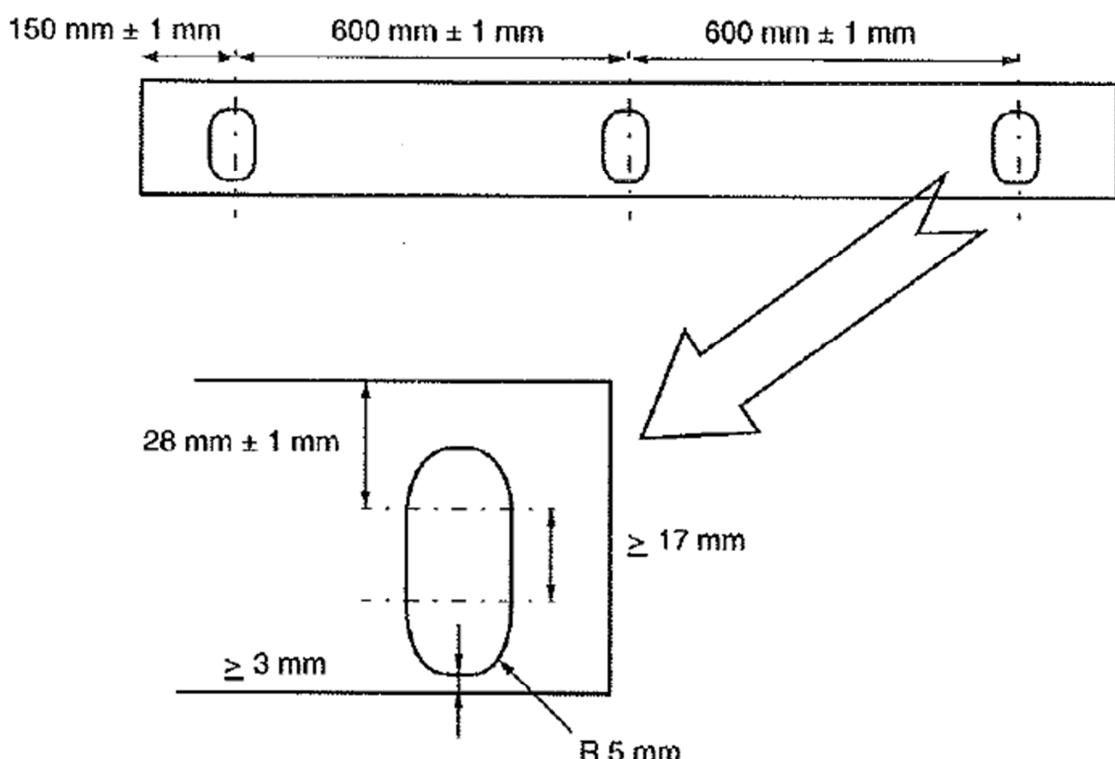
- 2.4. Localização dos blocos de colmeia
  - 2.4.1. Os blocos de colmeia devem estar centralizados na zona perfurada da placa traseira. (Figura 15).
- 2.5. Colagem
  - 2.5.1. Para as placas frontais e traseiras, deve ser aplicada no máximo uma quantidade de  $0,5 \text{ kg/m}^2$  de adesivo direta e uniformemente sobre a superfície da placa frontal, proporcionando uma película com espessura máxima de 0,5 mm. O adesivo a ser utilizado deve ter duas partes de poliuretano (como uma resina Ciba Geigy XB5090/1 com uma dureza de XB5304) ou equivalente.
  - 2.5.2. Para a placa traseira, a resistência mínima de aderência deve ser de 0,6 MPa, ensaiada de acordo com 2.5.3.
  - 2.5.3. Os ensaios de resistência de colagem com tensões *Flatwise* são utilizados para medir a resistência de adesivos de acordo com a ASTM C297-6 e os corpos de prova devem ter 100 mm x 100 mm e 15 mm de profundidade, colados com uma amostra do material da placa traseira ventilada. A colmeia utilizada deve ser representativa do impactador a um grau equivalente às proximidades da placa traseira na barreira, porém sem pré-compressão.

## 2.6. Rastreabilidade

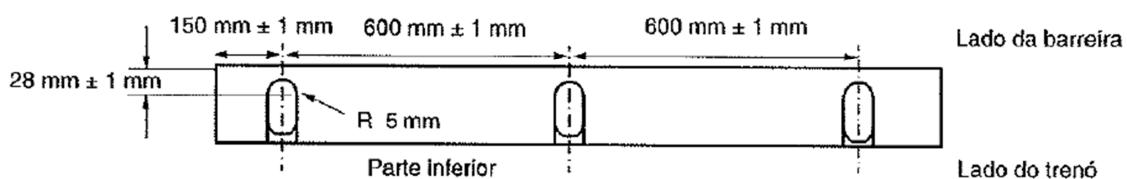
As barreiras deformáveis devem ter números de série consecutivos estampados, gravados ou de outra maneira permanentemente fixados, onde os lotes de cada bloco individual e a data de fabricação podem ser estabelecidos.

## 2.7. Fixação do impactador

Os ajustes na barreira móvel devem estar de acordo com a Figura 18. O ajuste utilizado deve usar seis parafusos M8 e as dimensões da largura da barreira na região anterior às rodas da barreira móvel não podem ser excedidas. Espaçadores apropriados devem ser utilizados entre o flange da placa traseira inferior e a face da barreira móvel para evitar o abaulamento da placa traseira quando os parafusos de fixação forem apertados.



NOTA: Nos furos na parte inferior do flange podem ser abertas ranhuras, como demonstrado na Figura 18, para facilitar a fixação, desde que a aderência seja suficiente para evitar desprendimento durante o ensaio.

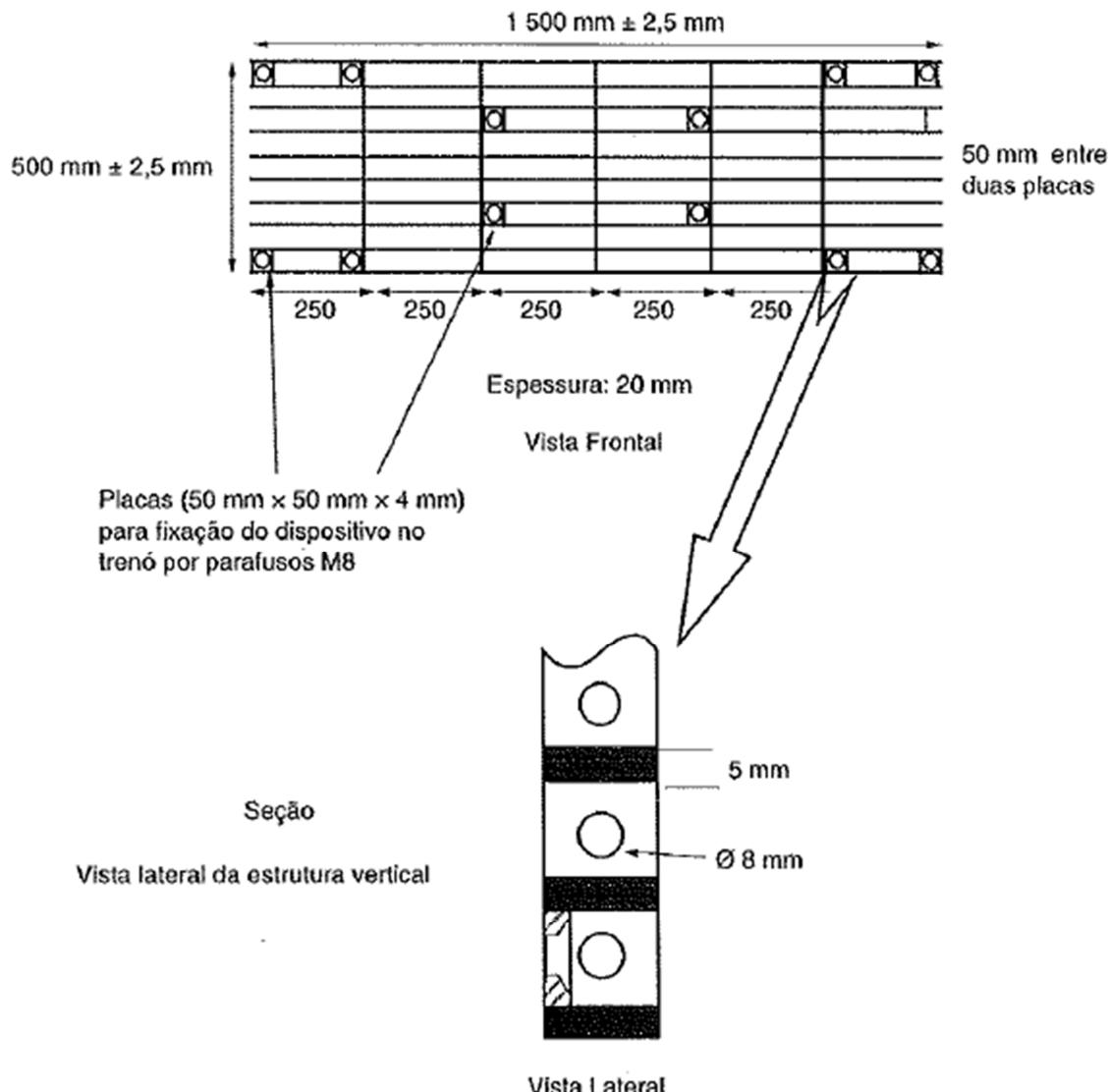


**Figura 18 - Ajustes na barreira móvel**

## 3. Sistema de ventilação

A interface entre a barreira móvel e o sistema de ventilação deve ser sólida, rígida e plana. O dispositivo de ventilação é parte da barreira móvel e não do impactador

conforme fornecido pelo fabricante. As características geométricas do dispositivo de ventilação devem estar de acordo com a Figura 19.



**Figura 19 – Características geométricas do dispositivo de ventilação**

### 3.1. Estrutura da ventilação

O dispositivo de ventilação é uma estrutura, fabricada com uma placa com 5 mm de espessura e 20 mm de largura. Somente as placas verticais são perfuradas com 9 furos de 8 mm para deixar o ar circular horizontalmente.

### 3.2. Procedimento de montagem do dispositivo de ventilação

3.2.1. Montar o dispositivo de ventilação na placa frontal da barreira móvel.

3.2.2. Certificar-se de que um medidor com espessura de 0,5 mm não possa ser inserido em nenhum ponto entre o dispositivo de ventilação e a face da barreira móvel. Se houver um espaço maior que 0,5 mm, a estrutura de ventilação necessitará ser repostada ou ajustada para que não haja um espaço maior que 0,5 mm.

3.2.3. Desmontar o dispositivo de ventilação da parte frontal da barreira móvel.

- 3.2.4. Fixar uma camada com 1,0 mm de cortiça na face frontal da barreira móvel.
- 3.2.5. Remontar o dispositivo de ventilação na parte frontal da barreira móvel e apertar para remover o ar.

#### 4. Conformidade da produção

A conformidade dos procedimentos de produção deve estar de acordo com os requisitos apresentados em 4.1 a 4.4.

- 4.1. O fabricante deve ser responsável pela conformidade do procedimento de produção e em particular:
  - 4.1.1. Assegurar a existência de procedimentos efetivos para que a qualidade dos produtos possa ser inspecionada;
  - 4.1.2. Ter acesso aos equipamentos de ensaios necessários para inspecionar a conformidade de cada produto;
  - 4.1.3. Assegurar que os resultados de ensaios sejam registrados e que os documentos permaneçam disponíveis por um período de 10 anos após os ensaios;
  - 4.1.4. Demonstrar que as amostras ensaiadas são uma medição confiável do desempenho do lote (exemplos dos métodos de amostragem de acordo com os lotes de produção são descritos em 4.1.5 e 4.1.6);
  - 4.1.5. Analisar os resultados dos ensaios para verificar e assegurar a estabilidade das características da barreira, efetuar permissões para as variações de uma produção industrial, assim como temperatura, qualidade do material bruto, tempo de Imersão química, concentração química, neutralização etc., e o controle do material processado a fim de se remover qualquer resíduo do processo.
  - 4.1.6. Assegurar que qualquer conjunto de amostras ou peças de ensaios que apresente evidências de não conformidade gere amostras e ensaios adicionais. Todas as atitudes necessárias devem ser tomadas para restabelecer a conformidade da produção correspondente.
- 4.2. O nível de certificação do fabricante deve ser no mínimo ISO 9001.
- 4.3. No que diz respeito às condições mínimas para o controle de produção, o detentor de um acordo deve assegurar o controle da conformidade de acordo com os métodos descritos em 4.4.
- 4.4. A amostragem de acordo com o lote é feita conforme descrito em 4.4.1 a 4.4.3.
  - 4.4.1. Se diversos exemplos de um tipo de bloco são construídos de um bloco original de uma colmeia de alumínio e todos são tratados no mesmo banho de tratamento (produção paralela), um desses exemplos pode ser escolhido como uma amostra e cuidados devem ser tomados para assegurar que o tratamento seja uniformemente aplicado a todos os blocos. Caso contrário, é necessária a seleção de mais de uma amostra.

4.4.2. Se um número limitado de blocos similares (ou seja, de 3 a 20) é tratado no mesmo banho (produção em série) e são construídos do mesmo bloco original de colmeia de alumínio, o primeiro e o último blocos tratados em um lote devem ser coletados como amostras representativas do lote. Se o primeiro bloco atender aos requisitos, mas o último não, é necessário obter amostras da produção anterior até que a amostra que atenda seja encontrada. Somente os blocos entre estas amostras devem ser considerados aprovados.

4.4.3. Uma vez obtida a experiência com a consistência do controle da produção, pode ser possível combinar ambas as abordagens de amostragem, de modo que mais do que um grupo da produção paralela possa ser considerado um lote de amostras fornecidas do primeiro e do último grupo de produção que atende aos requisitos.

5. Ensaio estático

5.1. A partir de uma ou mais amostras (selecionadas por método estatístico) de cada lote de produção, as colmeias de alumínio devem ser ensaiadas de acordo com o procedimento descrito em 5.2 a 5.6.

5.2. A dimensão da colmeia de alumínio da amostra deve atender o tamanho normal dos blocos do impactador, ou seja, 250 mm x 500 mm x 440 mm para blocos da fileira superior e 250 mm x 500 mm x 500 mm para blocos da fileira inferior.

5.3. A amostra deve ser comprimida entre duas placas paralelas, que devem ser no mínimo 20 mm mais largas que a seção transversal dos blocos.

5.4. A velocidade de compressão deve ser de 100 mm/min, com tolerância de 5 %.

5.5. A taxa de aquisição de dados para a compressão estática deve ser no mínimo de 5 Hz.

5.6. O ensaio estático deve continuar até que a compressão do bloco seja no mínimo de 300 mm para os blocos 4 e 6 e 350 mm para os blocos 1 e 3.

6. Ensaio dinâmico

Para cada 100 barreiras produzidas, o fabricante deve realizar um ensaio dinâmico contra uma barreira dinamométrica apoiada por uma barreira rígida, de acordo com o método descrito em 6.1 a 6.6.

6.1. Instalação

6.1.1. Piso do ensaio

A área do ensaio deve ser suficientemente grande para acomodar uma pista de aceleração da barreira móvel deformável e os equipamentos necessários para o ensaio. Na última parte da pista, pelo menos 5 m antes da barreira rígida, o piso deve ser horizontal, plano e liso.

### 6.1.2. Barreira rígida e parede dinamométrica

- 6.1.2.1. A barreira rígida deve ser um bloco de concreto reforçado de não menos que 3 m de largura e não menos que 1,5 m de altura. A espessura da barreira deve ser tal que a sua massa seja de no mínimo 70 000 kg.
- 6.1.2.2. A face frontal deve ser vertical e perpendicular ao eixo de aceleração da pista e equipada com seis células de carga, cada uma capaz de medir a carga total do impacto. O centro da célula de carga deve estar alinhado com o centro das seis zonas de impacto da face da barreira móvel deformável. Suas bordas devem distar da área adjacente 20 mm de tal forma que, com a tolerância do alinhamento do impacto da barreira móvel deformável, as zonas de impacto não entrem em contato com as áreas das células de carga. As células montadas e as suas superfícies devem estar de acordo com os requisitos descritos na ISO 6487:1987.
- 6.1.2.3. A superfície de proteção, que compreende uma placa de madeira compensada com espessura de  $12\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ , é adicionada a cada célula de carga de tal forma que não degrade a resposta do transdutor.
- 6.1.2.4. A barreira rígida deve ser ancorada no solo ou posicionada sobre o solo, se necessário, utilizando dispositivos de fixação adicionais para limitar sua deflexão. A barreira rígida (à qual as células de carga estão fixadas) pode ter características diferentes, porém deve fornecer resultados que sejam pelo menos igualmente conclusivos para ser utilizada.

### 6.2. Propulsão da barreira móvel deformável

No momento do impacto, a barreira móvel deformável deve estar livre de ações de sistemas de esterçamento ou de propulsão e deve atingir o obstáculo em um movimento perpendicular à face da barreira dinamométrica. O alinhamento do impacto deve ter precisão de 10 mm.

### 6.3. Instrumentos de medição

#### 6.3.1. Velocidade

A velocidade de impacto deve ser de  $35\text{ km/h} \pm 0,5\text{ km/h}$  e o instrumento utilizado para gravação da velocidade no impacto deve ter precisão de 0,1 %.

#### 6.3.2. Cargas

Os instrumentos de medição devem atender às especificações determinadas na ISO 6487:1987, sendo:

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

### 6.3.3. Aceleração

- 6.3.3.1. A aceleração na direção longitudinal deve ser medida em três pontos separados do trenó, um centralizado e outro em cada lado da barreira e em locais não sujeitos à deformação.
- 6.3.3.2. O acelerômetro central deve estar localizado a 500 mm da localização do centro de gravidade da MDB e deve estar alinhado com os planos vertical e longitudinal posicionados com precisão de  $\pm 10$  mm do centro de gravidade da MDB.
- 6.3.3.3. Os acelerômetros laterais devem estar à mesma altura relativa entre eles  $\pm 10$  mm e à mesma distância da superfície frontal da MDB  $\pm 20$  mm.
- 6.3.3.4. A instrumentação deve atender às especificações determinadas na ISO 6487 e às seguintes especificações:
  - CFC 1 000 Hz (antes da integração);
  - CAC 50 g.

### 6.4. Especificações gerais da barreira

As características individuais de cada barreira devem atender aos requisitos do item 1 do referido apêndice e devem ser documentadas.

### 6.5. Especificações gerais do impactador

- 6.5.1. A adequação de um impactador com relação aos requisitos de ensaio dinâmico deve ser confirmada quando as saídas das seis células de carga produzirem sinais que atendam aos requisitos indicados no item 2 do referido apêndice.
- 6.5.2. Impactadores devem possuir números de série consecutivos que devem ser estampados, gravados ou de outra forma permanentemente fixados, a partir dos quais os lotes de blocos individuais e a data de fabricação possam ser determinados.

### 6.6. Procedimento para processamento dos dados

#### 6.6.1. Dados não processados.

No instante  $T = T_0$ , todos os desníveis constantes (*offset*) devem ser removidos dos dados. O método pelo qual os desníveis constantes (*offset*) são removidos deve ser documentado no relatório de ensaio.

#### 6.6.2. Filtragem do sinal

- 6.6.2.1. Os dados não processados devem ser filtrados antes do processamento/cálculo.
- 6.6.2.2. Os dados dos acelerômetros utilizados para integração devem ser filtrados com CFC 180 conforme a ISO 6487:1987.
- 6.6.2.3. Os dados dos acelerômetros para cálculo do impulso devem ser filtrados com CFC 60 conforme a ISO 6487:1987.

- 6.6.2.4. Os dados das células de carga devem ser filtrados com CFC 60 conforme a ISO 6487:1987.
- 6.6.3. Cálculo da deflexão da face da MDB
- 6.6.3.1. Os dados dos três acelerômetros individualmente (depois de filtrados com CFC 180) devem ser integrados duas vezes para se obter a deflexão do elemento deformável da barreira.
- 6.6.3.2. As condições iniciais para a deflexão são:
- velocidade = velocidade de impacto (medida pela instrumentação);
  - deflexão = 0.
- 6.6.3.3. A deflexão no lado esquerdo, no centro e no lado direito da barreira móvel deformável deve ser mostrada graficamente em relação ao tempo.
- 6.6.3.4. A deflexão máxima calculada a partir de cada um dos três acelerômetros deve ter tolerância de 10 mm. Caso contrário, o ponto mais extremo deve ser removido e a diferença de deflexão calculada a partir dos dois acelerômetros restantes deve ser verificada para assegurar que esteja dentro da tolerância de 10 mm.
- 6.6.3.5. Se as deflexões medidas no lado esquerdo, direito e centro estiverem dentro dos 10 mm, então a aceleração média dos três acelerômetros deve ser utilizada para calcular a deflexão da face da barreira.
- 6.6.3.6. Se a deflexão de apenas dois acelerômetros atender à tolerância de 10 mm, então a aceleração média destes dois acelerômetros deve ser utilizada para calcular a deflexão da face da barreira.
- 6.6.3.7. Se as deflexões calculadas a partir dos três acelerômetros (esquerdo, direito e central) não estiverem dentro da tolerância de 10 mm, então os dados não processados devem ser revistos para determinar as causas da grande variação. Neste caso, o laboratório deve estabelecer qual acelerômetro deve ser utilizado para determinar a deflexão da barreira móvel deformável, ou, se nenhuma das leituras dos acelerômetros puder ser utilizada, o ensaio de certificação deve ser repetido. Uma explicação detalhada deve ser reportada no relatório de ensaio.
- 6.6.3.8. A curva média da deflexão x tempo deve ser combinada com os dados força x tempo das células de carga da barreira para cada um dos blocos.

#### 6.6.4. Cálculo da energia

A energia absorvida por cada um dos blocos e para toda a face da MDB deve ser calculada até o instante de deflexão máxima da barreira.

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

Onde:

$t_o$  - é o tempo do primeiro contato, expresso em segundos (s);

$t_I$  - é o tempo que a barreira atinge o repouso, ou seja, onde  $u = 0$ ;

$s$  - é a deflexão do elemento deformável da barreira calculado de acordo com 6.6.3, expressa em milímetros (mm).

6.6.5. Verificação dos dados de força dinâmica

6.6.5.1. Comparar o impulso total,  $I$ , calculado a partir da integração da força total durante o período de contato com a variação de momento durante este período ( $M^*\Delta V$ ).

6.6.5.2. Comparar a variação de energia cinética total da MDB dada por:

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

Onde:

$V_i$  - é a velocidade de impacto, expressa em metros por segundo (m/s);

$M$  - é a massa total da MDB, expressa em quilogramas (kg).

Se a variação de momento ( $M^*\Delta V$ ) não for igual ao impulso total ( $I$ )  $\pm 5\%$  ou se a energia total absorvida ( $\Sigma E_n$ ) não for igual à energia cinética  $E_k \pm 5\%$ , então os dados do ensaio devem ser analisados para determinar a causa do erro.

### **APÊNDICE 3**

#### **DESCRIÇÃO TÉCNICA DO MANEQUIM A UTILIZAR NO ENSAIO DE COLISÃO LATERAL**

##### **1. Generalidades**

- 1.1. O manequim de colisão lateral, incluindo a instrumentação e calibração, encontra-se descrito em seus desenhos técnicos e dispõe de manual do usuário<sup>1</sup>.

*(<sup>1</sup>) O manequim corresponde à especificação do manequim ES-2. O número da tabela de conteúdos do desenho técnico é E-AA-DRAWING-LIST-SET-25-032 datado de 25 de julho de 2003. O conjunto completo de desenhos técnicos ES-2 e o manual do usuário do ES-2 estão depositados na Comissão Econômica da ONU para a Europa (UNECE) e podem ser consultados se for requerido.*

- 1.2. As dimensões e massas do manequim a serem utilizadas no ensaio de colisão lateral correspondem às de um adulto do sexo masculino do 50º percentil, sem os antebraços.

- 1.3. O manequim a ser utilizado no ensaio é constituído de um esqueleto de metal e de plástico recoberto com borracha, plástico e espuma, que simula os tecidos moles.

##### **2. Construção**

O manequim a ser utilizado no ensaio de colisão lateral está representado em esquema na Figura 20 e na Tabela 1.

###### **2.1. Cabeça**

- 2.1.1. A cabeça é o componente N° 1 representado na Figura 20.

- 2.1.2. A cabeça é constituída de uma estrutura de alumínio recoberta de uma pele flexível de plástico vinílico. O interior da estrutura é uma cavidade onde estão alojados os acelerômetros triaxiais e o lastro.

- 2.1.3. Na união entre a cabeça e o pescoço existe uma célula de carga substituível. Esta peça pode ser substituída por uma célula de carga na parte superior do pescoço.

###### **2.2. Pescoço**

- 2.2.1. O pescoço é o componente N° 2 representado na Figura 20.

- 2.2.2. O pescoço é constituído de um elemento de união cabeça/pescoço, um elemento de união pescoço/tórax e um elemento central que estabelece a ligação entre esses dois elementos.

- 2.2.3. Os elementos de união cabeça/pescoço (componente N° 2a) e o elemento de união pescoço/tórax (componente N° 2c) são constituídos de dois discos de alumínio unidos por um parafuso de cabeça semiesférica e oito amortecedores de borracha.
- 2.2.4. O elemento cilíndrico central (componente N° 2b) é de borracha. Em ambos os lados o disco de alumínio das peças de interface é moldado na peça de borracha.
- 2.2.5. O pescoço está montado no suporte do pescoço, que é o componente N° 2d representado na Figura 20. Este suporte pode ser substituído, opcionalmente, por uma célula de carga na parte inferior do pescoço.
- 2.2.6. O ângulo entre as duas faces do suporte do pescoço é de 25°. Uma vez que o bloco dos ombros está inclinado para trás 5°, o ângulo resultante entre o pescoço e o tronco é de 20°.
- 2.3. Ombros
- 2.3.1. Os ombros são o componente N° 3 representado na Figura 20.
- 2.3.2. Os ombros são constituídos de um bloco ~~dos ombros~~, duas clavículas e uma cobertura ~~dos ombros~~ de espuma.
- 2.3.3. O bloco dos ombros (componente N° 3a) é constituído de um bloco espaçador de alumínio e duas placas de alumínio, uma fixada na sua parte superior e a outra na sua parte inferior. Ambas as placas são cobertas por uma camada de politetrafluoretileno (PTFE).
- 2.3.4. As clavículas (componentes N° 3b) são de poliuretano (PU) e são mantidas na sua posição neutra por dois elásticos (componentes N° 3c) ligados à parte posterior do bioco dos ombros. A cobertura exterior das clavículas tem uma configuração que permite colocar os braços na posição normal.
- 2.3.5. A cobertura dos ombros (componente N° 3d) é de espuma de poliuretano de baixa densidade e está fixada ao bioco dos ombros.
- 2.4. Tórax
- 2.4.1. O tórax é o componente N° 4 representado na Figura 20.
- 2.4.2. O tórax é constituído de uma coluna torácica rígida e três módulos de costeias idênticos.
- 2.4.3. A coluna torácica (componente N° 4a) é de aço. Na superfície posterior está montado um espaçador de aço e uma placa posterior curvada de poliuretano (PU) (componente N° 4b).
- 2.4.4. A superfície superior da coluna torácica está inclinada para trás 5°.
- 2.4.5. Na parte inferior da coluna torácica, uma célula de carga T12 ou uma reposição para célula carga é montada (componente N° 4j).

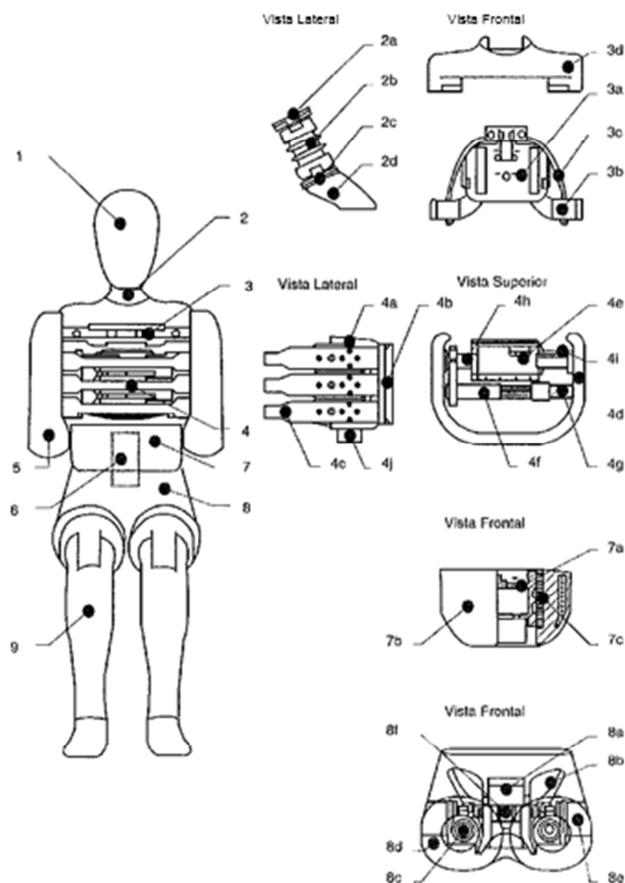
- 2.4.6. Cada um dos módulos de costelas (componente N° 4c) é constituído de uma costela de aço recoberta de espuma de poliuretano, que simula os tecidos moles (componente N° 4d), um elemento pistão-cilindro (componente N° 4e), que estabelece a ligação entre a costela e a coluna torácica, um amortecedor hidráulico (componente N° 4f) e uma mola amortecedora rígida (componente N° 4g).
- 2.4.7. O sistema pistão-cilindro (componente N° 4e) permite a deflexão do lado sensível da costela (componente N° 4d) em relação à coluna torácica (componente N° 4a) e ao lado não sensível. Este sistema está equipado com rolamento linear tipo agulha.
- 2.4.8. No elemento pistão-cilindro existe uma mola de regulagem (componente N° 4h).
- 2.4.9. É possível montar um transdutor de deslocamento (componente N° 4j) na coluna torácica (componente N° 4e) e conectá-lo à extremidade do pistão-cilindro, no lado sensível da costela.
- 2.5. Braços
- 2.5.1. Os braços correspondem ao componente N° 5 representado na Figura 20.
- 2.5.2. Os braços são constituídos de um esqueleto de plástico recoberto de poliuretano e de uma pele de PVC, que simulam os tecidos moles. A representação dos tecidos moles consiste em poliuretano de alta densidade (PU) moldado na parte superior e espuma de poliuretano (PU) na parte inferior.
- 2.5.3. A articulação ombro-braço permite regulagem discreta da posição do braço nos ângulos de 0°, 40° e 90° em relação ao eixo do tronco.
- 2.5.4. A articulação ombro-braço permite apenas uma rotação em relação ao eixo do tronco (tipo flexão-extensão).
- 2.6. Coluna lombar
- 2.6.1. A coluna lombar é o componente N° 6 representado na Figura 20.
- 2.6.2. A coluna lombar é constituída de um cilindro de borracha maciça com duas placas de união de aço em cada extremidade: no interior do cilindro existe um cabo de aço.
- 2.7. Abdômen
- 2.7.1. O abdômen é o componente N° 7 representado na Figura 20.
- 2.7.2. O abdômen é constituído de uma peça metálica e uma cobertura de espuma.
- 2.7.3. A parte interior do abdômen é constituída de uma peça metálica (componente N° 7a), cuja parte superior está montada numa placa de cobertura.

- 2.7.4. A cobertura (componente N° 7b) é de espuma de poliuretano (PU). A cobertura de espuma tem em ambos os lados uma placa de borracha recurvada com esferas de chumbo integradas.
- 2.7.5. De cada lado do abdômen, entre a cobertura de espuma e a peça metálica rígida, podem ser instalados três transdutores de força (componente N° 7c) ou três unidades fictícias não medidoras.
- 2.8. Pélvis
- 2.8.1. A pélvis é o componente N° 8 representado na Figura 20.
- 2.8.2. A pélvis é constituída de um bloco sacro, duas cristas ilíacas, duas articulações do quadril e uma cobertura de espuma que simula os tecidos moles.
- 2.8.3. O sacro (componente N° 8a) é constituído de um bloco de alumínio com o interior em chumbo e de uma placa de alumínio, montada na parte superior do bloco. Na parte frontal do bloco existe uma cavidade que facilita a instrumentação.
- 2.8.4. As cristas ilíacas (componentes N° 8b) são de poliuretano.
- 2.8.5. As articulações do quadril (componentes N° 8c) são de aço e constituídas de um suporte superior do fêmur e uma articulação de esfera, ligada a um eixo que passa no ponto H do manequim. A capacidade de abdução e adução do suporte superior do fêmur é absorvida por batentes de borracha nas extremidades da amplitude de movimento.
- 2.8.6. A cobertura (componente N° 8d) é de espuma de poliuretano revestida de uma pele de PVC, que simulam os tecidos moles. Na região do ponto H, a pele é substituída por um grande cilindro de espuma de poliuretano de estrutura celular aberta (componente N° 8e), que está ligado a uma placa de aço fixada à crista ilíaca por um eixo que atravessa a articulação de esfera.
- 2.8.7. As cristas ilíacas estão unidas na sínfise púbica por um transdutor de força (componente N° 8f) ou um transdutor fictício.
- 2.9. Pernas
- 2.9.1. As pernas são o componente N° 9 representado na Figura 20.
- 2.9.2. As pernas são constituídas de um esqueleto metálico recoberto de espuma de poliuretano (PU) e de uma pele de PVC, que simulam os tecidos moles.
- 2.9.3. Um poliuretano de alta densidade (PU) moldado com uma pele PVC representa os tecidos moles da parte superior das pernas.
- 2.9.4. As articulações do joelho e do tornozelo permitem apenas uma rotação de tipo flexão-extensão.

2.10. Vestuário

2.10.1. O vestuário não é mostrado na Figura 20.

2.10.2. O vestuário é de borracha e cobre os ombros, o tórax, a parte superior dos braços, o abdômen, a coluna lombar e a parte superior da pélvis.



**Figura 20 - Constituição do manequim a ser utilizado no ensaio de colisão lateral**

**Tabela 1 - Componentes do manequim de colisão lateral**

Componente N°	Descrição	Quantidade por manequim
1	Cabeça	1
2	Pescoço	1
2a	União cabeça-pescoço	1
2b	Elemento cilíndrico central	1
2c	União pescoço-tórax	1
2d	Suporte do pescoço	1
3	Ombros	1
3a	Bloco dos ombros	1
3b	Clavículas	2
3c	Elásticos	2
3d	Cobertura dos ombros	1
4	Tórax	1

<b>Componente N°</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade por manequim</b>
4a	Coluna torácica	1
4b	Placa posterior (curvada)	1
4c	Módulo de costelas	3
4d	Costela de aço recoberta de espuma	3
4e	Pistão-cilindro	3
4f	Amortecedor	3
4g	Mola amortecedora rígida	3
4h	Mola de regulagem	3
4!	Transdutor de deslocamento	3
4j	Célula de carga TI 2 ou célula de carga	1
5	Braço	2
6	Coluna lombar	1
7	Abdômen	1
7a	Estrutura central	1
7b	Cobertura de espuma	1
7c	Transdutor de força ou reposição	3
8	Pélvis	1
8a	Sacro	1
8b	Cristas ilíacas	2
8c	Articulações do quadril	2
8d	Cobertura	1
8e	Bloco de espuma para o ponto H	1
8f	Transdutor de força ou reposição	1
9	Pernas	2
10	Vestuário	1
4	Tórax	1
4a	Coluna torácica	1
4b	Placa posterior (curvada)	1
4c	Módulo de costelas	3
4d	Costela de aço recoberta de espuma	3
4e	Pistão-cilindro	3
4f	Amortecedor	3
4g	Mola amortecedora rígida	3
4h	Mola de regulagem	3
4!	Transdutor de deslocamento	3
4j	Célula de carga TI 2 ou célula de carga	1
5	Braço	2
6	Coluna lombar	1
7	Abdômen	1
7a	Estrutura central	1
7b	Cobertura de espuma	1
7c	Transdutor de força ou reposição	3

<b>Componente N°</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade por manequim</b>
8	Pélvis	1
8a	Sacro	1
8b	Cristas ilíacas	2
8c	Articulações do quadril	2
8d	Cobertura	1
8e	Bloco de espuma para o ponto H	1
8f	Transdutor de força ou reposição	1
9	Pernas	2
10	Vestuário	1

3. Montagem do manequim
- 3.1. Cabeça-pescoço
- 3.1.1. O momento de torção a ser aplicado aos parafusos para a montagem do pescoço é de 10 N.m.
- 3.1.2. A cabeça é montada com quatro parafusos no elemento de união cabeça-pescoço.
- 3.1.3. O elemento de união pescoço-tórax é fixado ao suporte do pescoço com quatro parafusos.
- 3.2. PESCOÇO-OMBROS-TÓRAX
- 3.2.1. O suporte do pescoço é fixado ao bloco dos ombros com quatro parafusos.
- 3.2.2. O bloco dos ombros é fixado com três parafusos na superfície superior da coluna torácica.
- 3.3. OMBROS-BRAÇOS
- 3.3.1. Os braços são fixados às clavículas com um parafuso e um rolamento que permitem a sua regulagem. O momento de torção aplicado aos parafusos deve possibilitar aos braços a manutenção da posição quando submetidos à aceleração de 1 g a 2 g em seu eixo.
- 3.4. TÓRAX-COLUNA LOMBAR-ABDÔMEN
- 3.4.1. A direção de montagem dos módulos das costelas no tórax deve ser do lado do impacto.
- 3.4.2. O adaptador da coluna lombar é montado na célula de carga T12 ou na reposição da célula de carga na parte inferior da coluna torácica através de dois parafusos.
- 3.4.3. O adaptador da coluna lombar é fixado com quatro parafusos na parte superior da coluna lombar.

- 3.4.4. O flange superior da carcaça central do abdômen é fixado entre o adaptador da coluna lombar e a coluna lombar propriamente dita.
- 3.4.5. A posição dos transdutores de força abdominal deve ser no lado do impacto.
- 3.5. Coluna lombar-pélvis-pernas
- 3.5.1. A coluna lombar é fixada à placa de cobertura do sacro com três parafusos. Em caso de uso de células de carga na coluna lombar inferior, devem ser utilizados quatro parafusos.
- 3.5.2. A placa inferior da coluna lombar é fixada com três parafusos ao sacro.
- 3.5.3. As pernas são fixadas ao suporte superior do fêmur com um parafuso na articulação da pélvis.
- 3.5.4. As conexões das pernas ao joelho e ao tornozelo podem ser ajustadas para se obter uma retenção de 1 g a 2 g.
4. Características principais
- 4.1. Massas
- 4.1.1. As massas dos principais componentes do manequim estão presentes na Tabela 2

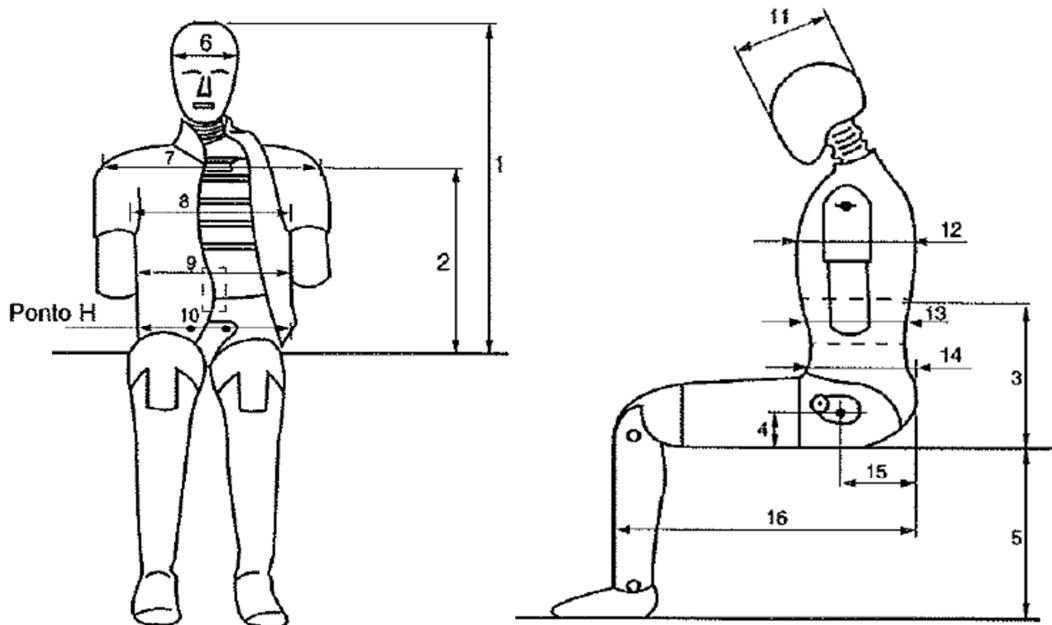
**Tabela 2 - Massa dos componentes principais de um manequim**

Componente	Massa (kg)	Tolerância (kg)	Conteúdo principal
Cabeça	4.0	$\pm 0,2$	Conjunto completo da cabeça, incluindo acelerômetros triaxiais e célula de carga superior do
Pescoço	1.0	$\pm 0,05$	Pescoço, não incluído o suporte do pescoço
Tórax	22,4	$\pm 1$	Suporte do pescoço, cobertura dos ombros, ombros, parafusos de fixação dos braços, coluna, placa traseira do tórax, módulos de costelas, transdutores de deslocamento das costelas, transdutores de carga da placa traseira ou a reposição, célula de carga TI 2 ou reposição, estrutura central do abdômen, transdutores de força abdominal, 2/3 do vestuário
Braço (cada)	1,3	$\pm 0,1$	Parte superior, incluindo a placa de posicionamento (cada)
Abdômen e coluna lombar	5,0	$\pm 0,25$	Cobertura do abdômen e coluna lombar
Pélvis	12,0	$\pm 0,6$	Sacro, placa de montagem da coluna lombar, articulações do quadril, abraçadeiras superiores do fêmur, cristas ilíacas, transdutor de força pélvica, cobertura da pélvis e 1/3 do vestuário
Pernas (cada)	12,7	$\pm 0,6$	Pé, parte superior e inferior da perna e a cobertura até a junção com a parte superior do fêmur (cada)

Componente	Massa (kg)	Tolerância (kg)	Conteúdo principal
Total	72,0	±1,2	

#### 4.2. Dimensões principais

As dimensões principais do manequim de colisão lateral são mostradas na Tabela 3 e estão representadas na Figura 21.



NOTA: As dimensões devem ser medidas sem o vestuário

**Figura 21 - Representação das dimensões principais do manequim**

**Tabela 3 - Dimensões principais do manequim**

Nº	Parâmetro	Dimensão (mm)
1	Altura na posição sentada	$909 \pm 9$
2	Assento até a junta do ombro	$565 \pm 7$
3	Assento até a face inferior da coluna torácica	$351 \pm 5$
4	Assento até a articulação (centro do parafuso)	$100 \pm 3$
5	Assento até planta do pé	$442 \pm 9$
6	Largura da cabeça	$155 \pm 3$
7	Largura dos ombros/braço	$470 \pm 9$
8	Largura do tórax	$327 \pm 5$
9	Largura do abdômen	$280 \pm 7$
10	Largura da pélvis	$366 \pm 7$
11	Profundidade da cabeça	$201 \pm 5$

Nº	Parâmetro	Dimensão (mm)
12	Profundidade do tórax	$267 \pm 5$
13	Profundidade do abdômen	$199 \pm 5$
14	Profundidade da pélvis	$240 \pm 5$
15	Parte traseira dos glúteos até a articulação (centro do parafuso)	$155 \pm 5$
16	Parte traseira das nádegas até a parte frontal do joelho	

5. Certificação do manequim

5.1. Lado da colisão

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

5.1.2. As configurações dos módulos das costelas (incluindo a aparelhagem), dos transdutores de força abdominais e do transdutor instalado na sínfise púbica devem ser adaptadas para o lado que irá ser objeto do ensaio de colisão.

5.2. Instrumentação

5.2.1. Toda a instrumentação deve estar calibrada com base nos requisitos da documentação especificada no item 1.1 da Descrição técnica do manequim a ser utilizado no ensaio de colisão lateral.

5.2.2. Todos os canais da instrumentação devem atender às especificações de gravação de dados conforme a ISO 6487 ou a SAE J211 (1995).

5.2.3. O número mínimo de canais para o atendimento desta Norma deve ser 10:

- aceleração da cabeça: 3;
- deslocamento das costelas: 3;
- forças no abdômen: 3;
- força na sínfise pública: 1.

5.2.4. Adicionalmente, 38 canais podem estar disponíveis:

- força superior no pescoço: 6;
- força inferior no pescoço: 6;
- força na clavícula: 3;
- força na placa posterior do tórax: 4;
- aceleração T1: 3;
- aceleração T12: 3;
- aceleração nas costelas: 6 (2 em cada costela);
- força na coluna vertebral TI 2: 4;
- força lombar inferior: 3;
- aceleração pélvica: 3;
- força no fêmur: 6.

5.2.5. Opcionalmente, 4 canais indicadores de posicionamento estão disponíveis:

- rotação de tórax: 2;
- rotação de pélvis: 2.

5.3. Verificação visual

5.3.1. Antes do ensaio de certificação, devem ser verificadas visualmente todas as peças do manequim, sendo substituídas as peças danificadas.

5.4. Ensaio de ajuste geral

5.4.1. A Figura 22 mostra o ajuste do ensaio para a certificação do manequim para impacto lateral.

5.4.2. A configuração dos ensaios de certificação e dos procedimentos de ensaio devem estar de acordo com as especificações e requisitos da documentação descritos no item 1.1 da Descrição técnica do manequim a ser utilizado no ensaio de colisão lateral.

5.4.3. Os ensaios da cabeça, do pescoço, do tórax e da coluna lombar são efetuados nos componentes correspondentes, após serem desmontados do manequim.

5.4.4. Os ensaios dos ombros, do abdômen e da pélvis são efetuados com um manequim completo (sem vestuário). Para a realização destes ensaios, o manequim é sentado numa superfície plana, colocando-se duas folhas de politetrafluoretileno (PTFE) de espessura não superior a 2 mm entre o manequim e a superfície.

5.4.5. Antes de iniciar o respectivo ensaio, os componentes a serem certificados devem ser mantidos no local onde será realizado o ensaio durante pelo menos 4 h, a uma temperatura compreendida entre 18°C e 22°C e umidade relativa entre 10 % e 70 %.

5.4.6. O período decorrido até a repetição de um ensaio de certificação não pode ser inferior a 30 min.

5.5. Cabeça

5.5.1. O subconjunto da cabeça, incluindo a célula de carga superior do pescoço, é posicionado a 200 mm ± 1 mm de altura e deve sofrer uma queda livre em uma superfície de impacto rígida e plana.

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

5.5.3. A aceleração máxima resultante da cabeça, filtrada com o CFC 1000 conforme a ISO 6487, deve situar-se entre 100 g e 150 g.

5.5.4. O desempenho da cabeça pode ser ajustado de forma a atender aos requisitos, alterando as características de atrito na interface caixa craniana-revestimento (pele), por exemplo, lubrificando-a com pó de talco ou com um aerosol de politetrafluoretileno (PTFE).

## 5.6. Pescoço

5.6.1. O elemento de união cabeça-pescoço é montado num simulador especial simétrico da cabeça utilizado para fins de certificação, cuja massa é de 3,9 kg  $\pm$  0,05 kg (ver Figura 25), com o auxílio de uma placa de interface com espessura de 12 mm e massa de 0,205 kg  $\pm$  0,05 kg.

5.6.2. O simulador da cabeça e o pescoço são montados em posição invertida na parte inferior de um pêndulo de flexão do pescoço que permite o movimento lateral do sistema. O pêndulo de flexão do pescoço corresponde ao especificado na FMVSS 214 (2000), CFR 49, Chapter V, Part 572.33 (ver Figura 24).

5.6.3. O pêndulo do pescoço está equipado com um acelerômetro uniaxial conforme especificado na Figura 24.

5.6.4. O pêndulo deve ser deixado cair livremente de uma altura escolhida, de forma a atingir uma velocidade de impacto de 3,4 m/s  $\pm$  0,1 m/s, medida no ponto onde se encontra instalado o acelerômetro.

5.6.5. O pêndulo é desacelerado da velocidade de impacto até zero por um dispositivo apropriado (uso recomendado de uma colmeia (*honeycomb*) de 76,2 mm mostrado na Figura 24), de forma que a variação da velocidade no tempo se situe dentro da faixa representada na Figura 26, resultando em uma mudança de velocidade (os tempos na faixa estão especificados na Tabela 4). Todos os canais devem ser registrados com filtros ISO 6487 ou SAE J211 (1995) e filtrados digitalmente com o CFC 180 conforme a ISO 6487. A desaceleração do pêndulo é filtrada em conformidade com o CFC 60 conforme a ISO 6487 ou SAEJ211 (1995).

**Tabela 4 - Variação da velocidade x tempo do pêndulo na faixa representativa no ensaio de certificação do pescoço**

Limite superior de tempo (s)	Velocidade (m/s)	Limite inferior de tempo (s)	Velocidade (m/s)
0,001	0	0	- 0,05
0,003	- 0,25	0,0025	- 0,375
0,014	- 3,2	0,0135	-3,7
-	-	0,017	-3,7

5.6.6. O ângulo máximo de flexão do simulador da cabeça em relação ao pêndulo (ângulo dθA + dθC na Figura 25) deve ser de  $49^\circ \leq d\theta A + d\theta C \leq 59^\circ$  e deve ocorrer entre  $54 \text{ ms} \leq t \leq 66 \text{ ms}$

5.6.7. Os deslocamentos máximos do centro de gravidade do simulador de cabeça medidos nos ângulos  $d\theta A$  e  $d\theta B$  e o tempo  $t$  (ver Figura 25) devem ser:

5.6.7.1. Ângulo anterior ao pêndulo:  $32^\circ \leq d\theta A \leq 37^\circ$ , ocorrendo no intervalo  $53 \text{ ms} \leq t \leq 63 \text{ ms}$

5.6.7.2. Ângulo posterior ao pêndulo:  $(0,81 \times d\theta A + 1,75)^\circ \leq d\theta B \leq (0,81 \times d\theta A + 4,25)^\circ$ , ocorrendo no intervalo  $54 \text{ ms} \leq t \leq 64 \text{ ms}$

5.6.8. O desempenho do pescoço pode ser ajustado substituindo os oito amortecedores de seção circular por amortecedores de dureza *Shore* apropriada.

## 5.7. Ombros

5.7.1. O comprimento do elástico deve ser ajustado de forma que seja necessária uma força de  $27,5 \text{ N} \leq F \leq 32,5 \text{ N}$ , aplicada de trás para frente a  $4 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  da borda externa da clavícula no mesmo plano do movimento.

5.7.2. O manequim é sentado numa superfície plana, horizontal e rígida, sem encosto. O tórax é colocado na vertical e os braços são posicionados num ângulo de  $40^\circ \pm 2^\circ$  para frente em relação à vertical. As pernas são posicionadas na horizontal.

5.7.3. O impactador deve ser um pêndulo de  $23,4 \text{ kg} \pm 0,2 \text{ kg}$  e  $152,4 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$  de diâmetro com um raio de  $12,7 \text{ mm}$  na extremidade. O pêndulo corresponde ao da FMVSS 214 (2000), *CFR 49, Chapter V, Part 572.33* e está suspenso por quatro cabos metálicos num suporte rígido de forma que o seu eixo fique situado pelo menos  $3,5 \text{ m}$  abaixo do referido suporte (ver Figura 23).

5.7.4. O impactador deve ser equipado com um acelerômetro na direção do impacto e instalado no eixo do impactador.

5.7.5. O impactador deve balançar livremente contra o ombro do manequim e colidir com uma velocidade de  $4,3 \pm 0,1 \text{ m/s}$ .

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

5.7.7. A aceleração máxima do impactador, filtrada com CFC 180 (ISO 6487), deve situar-se entre  $7,5 \text{ g} \leq a \leq 10,5 \text{ g}$ .

## 5.8. Braços

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

## 5.9. Tórax

5.9.1. O módulo de cada costela é certificado separadamente.

- 5.9.2. O módulo de costela é posicionado na vertical num dispositivo próprio para ensaios de queda, onde o cilindro do módulo é firmemente fixado no suporte do dispositivo.
- 5.9.3. O impactador é uma massa em queda livre de  $7,78 \text{ kg} \pm 0,01 \text{ kg}$ , com face plana e um diâmetro de  $150 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ .
- 5.9.4. A linha de centro do impactador deve ficar alinhada com a linha de centro do sistema de guia das costelas.
- 5.9.5. A severidade do impacto é especificada através da queda de alturas de 815 mm, 204 mm e 459 mm. A queda dessas alturas resulta em velocidades de aproximadamente 4 m/s, 2 m/s e 3 m/s respectivamente. As alturas não podem desviar-se dos valores especificados em mais de 1 %.
- 5.9.6. O deslocamento das costelas deve ser medido através de um transdutor de deslocamento na própria costela.
- 5.9.7. Os requisitos de certificação de costela são mostrados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Requisitos para a certificação dos módulos de costela**

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

- 5.9.8. O comportamento funcional do módulo de costela pode ser ajustado substituindo a mola de regulagem existente no interior do cilindro por uma mola de rigidez apropriada.
- 5.10. Coluna lombar
- 5.10.1. A coluna lombar é montada num simulador especial simétrico da cabeça utilizado para fins de certificação, cuja massa é de  $3,9 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$  (ver Figura 25), com o auxílio de uma placa de interface de 12 mm de espessura com uma massa de  $0,205 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$ .
- 5.10.2. O simulador da cabeça e a coluna lombar são montados em posição invertida na parte inferior de um pêndulo de flexão do pescoço que permite o movimento lateral do sistema. O pêndulo do pescoço corresponde ao da FMVSS 214 (2000), CFR49, Chapter V, Part 572.33.
- 5.10.3. O pêndulo está equipado com um acelerômetro uniaxial de acordo com a especificação do pêndulo de pescoço (ver Figura 24).
- 5.10.4. O pêndulo deve permitir uma queda livre de uma altura escolhida de forma a atingir uma velocidade de impacto de  $6,05 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$ , medida no ponto onde se encontra instalado o acelerômetro.

- 5.10.5. O pêndulo é desacelerado da velocidade de impacto até zero por um dispositivo apropriado (é recomendado o uso de uma colmeia (*honeycomb*) de 6 polegadas, mostrada na Figura 24), resultando em uma mudança de velocidade em função do tempo de acordo com o especificado na Figura 27 e Tabela 6. Todos os canais devem ser registrados com filtros CFC180 conforme a ISO 6487 ou SAEJ211 (1995). A desaceleração do pêndulo é filtrada em conformidade com o CFC 60 conforme a ISO 6487 ou SAEJ211 (1995).

**Tabela 6 - Variação da velocidade-tempo do pêndulo na faixa representativa no ensaio de certificação da coluna lombar**

Limite superior de tempo (s)	Velocidade (m/s)	Limite inferior de tempo (s)	Velocidade (m/s)
0,001	0,0000	0,0000	-0,05
0,0037	- 0,2397	0,0027	- 0,425
0,027	- 5,8000	0,0245	- 6,5
-	-	0,0300	- 6,5

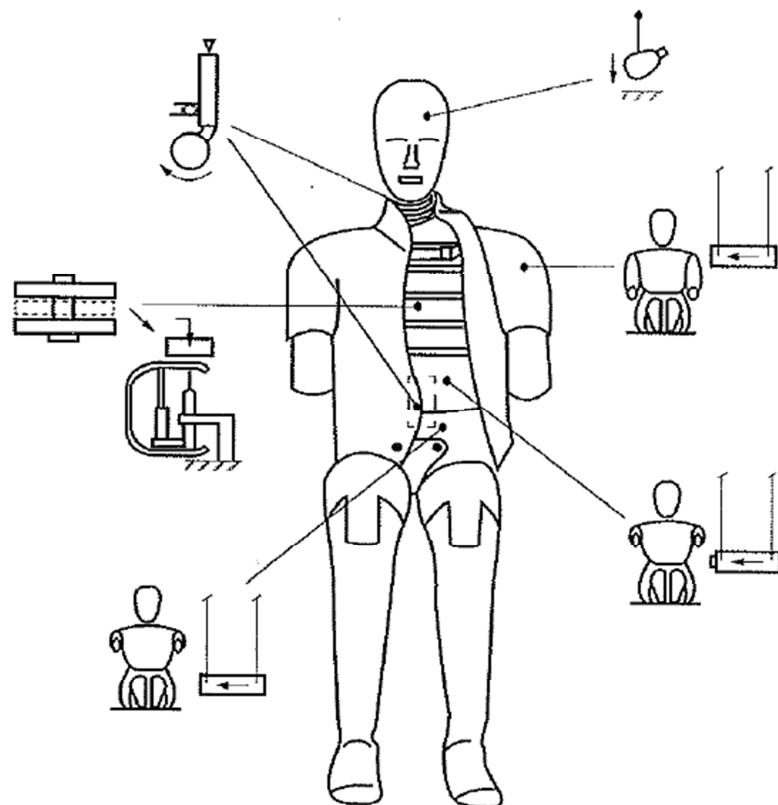
- 5.10.6. O ângulo máximo de flexão da cabeça em relação ao pêndulo (Figura 25) deve ser de  $45^\circ \leq d\theta A + d\theta C \leq 55^\circ$  e deve ocorrer entre  $39 \text{ ms} \leq t \leq 53 \text{ ms}$ .
- 5.10.7. Os deslocamentos máximos do centro de gravidade do simulador de cabeça medidos nos ângulos  $d\theta A$  e  $d\theta B$  e no tempo  $t$  (ver Figura 25) devem ser:
- 5.10.7.1. Ângulo anterior ao pêndulo:  $31^\circ \leq d\theta A \leq 35^\circ$ , ocorrendo no intervalo  $44 \text{ ms} \leq t \leq 52 \text{ ms}$ ;
  - 5.10.7.2. Ângulo posterior ao pêndulo:  $(0,8 \times d\theta A + 2)^\circ \leq d\theta B \leq (0,8 \times d\theta A + 4,5)^\circ$ , ocorrendo no intervalo  $44 \text{ ms} \leq t \leq 52 \text{ ms}$ .
- 5.10.8. O desempenho da coluna lombar pode ser ajustado pela mudança de tensão do cabo da espinha.
- 5.11. Abdômen
- 5.11.1. O manequim deve estar sentado numa superfície plana, horizontal e rígida, sem encosto. O tórax deve ser colocado na vertical e os braços e as pernas devem ser posicionados na horizontal.
- 5.11.2. O impactador é um pêndulo de  $23,4 \text{ kg} \pm 0,2 \text{ kg}$  e  $152,4 \text{ kg} \pm 0,25 \text{ mm}$  de diâmetro, com um raio de  $12,7 \text{ mm}$  na extremidade. O pêndulo corresponde à FMVSS 214 (2000), CFR 49, Chapter V, Part 572.33 e está suspenso por oito cabos metálicos num suporte rígido de forma que o seu eixo fique situado pelo menos  $3,5 \text{ m}$  abaixo do referido suporte (ver Figura 23).
- 5.11.3. O impactador deve ser equipado com um acelerômetro instalado no seu eixo a fim de medir a direção do impacto.

- 5.11.4. O pêndulo deve estar equipado com uma peça impactadora horizontal de 1,0 kg  $\pm$  0,01 kg que simula um apoio de braço. A massa total do impactador, incluindo a peça que simula o apoio de braço, é de 24,4 kg  $\pm$  0,21 kg. O simulador do apoio de braço é um dispositivo rígido com 70 kg  $\pm$  1 mm de altura e 150 kg  $\pm$  1 mm de largura, que deve penetrar pelo menos 60 mm no abdômen. O eixo do pêndulo deve coincidir com o centro da peça que simula o apoio de braço.
- 5.11.5. O impactador deve movimentar-se livremente contra o abdômen do manequim e colidir a uma velocidade de 4,0 m/s  $\pm$  0,1 m/s.
- 5.11.6. A direção do impacto deve ser perpendicular ao eixo anterior-posterior do manequim e o eixo do impactador deve estar alinhado ao centro do transdutor de força central.
- 5.11.7. A força máxima exercida pelo impactador, obtida através da multiplicação da aceleração do impactador, filtrada com o CFC 180 (ISO 6487), pela sua massa (incluindo a peça que simula o apoio de braço), deve situar-se entre 4,0 kN e 4,8 kN e ocorrer entre  $10,6 \text{ ms} \leq t \leq 13,0 \text{ ms}$ .
- 5.11.8. As variações no tempo das forças medidas pelos três transdutores de força abdominais devem ser somadas e filtradas com o CFC 600 (ISO 6487). A força máxima obtida nesse somatório deve situar-se entre  $2,2 \text{ kN} \leq F \leq 2,7 \text{ kN}$  e  $10 \text{ ms} \leq t \leq 12,3 \text{ ms}$ .
- 5.12. Pélvis
- 5.12.1. O manequim deve estar sentado numa superfície plana, horizontal e rígida, sem encosto. O tórax deve ser colocado na vertical e os braços e as pernas devem ser posicionados na horizontal.
- 5.12.2. O impactador é um pêndulo de 23,4 kg  $\pm$  0,2 kg e 152,4 kg  $\pm$  0,25 mm de diâmetro, com um raio de 12,7 mm na extremidade. O pêndulo corresponde ao da FMVSS 214 (2000), CFR 49, Chapter V, Part 572.33 e está suspenso por oito cabos metálicos num suporte rígido de forma que o seu eixo fique situado pelo menos 3,5 m abaixo do referido suporte (ver Figura 23).
- 5.12.3. O impactador deve ser equipado com um acelerômetro instalado no eixo do impactador a fim de medir a direção do impacto.
- 5.12.4. O impactador deve movimentar-se livremente contra a pélvis do manequim e colidir a uma velocidade de 4,3 m/s  $\pm$  0,1 m/s.
- 5.12.5. A direção do impacto deve ser perpendicular ao eixo anterior-posterior do manequim e o eixo do impactador deve passar no centro do ponto H da placa traseira.
- 5.12.6. A força máxima exercida pelo impactador, obtida através da multiplicação da aceleração do impactador, filtrada com o CFC 180 (ISO 6487), pela sua massa, deve situar-se entre  $4,4 \text{ kN} \leq F \leq 5,4 \text{ kN}$  e  $10,3 \text{ ms} \leq t \leq 15,5 \text{ ms}$ .

5.12.7. A força exercida na sínfise púbica, filtrada com o CFC 600 (ISO 6487), deve situar-se entre  $1,04 \text{ kN} \leq F \leq 1,64 \text{ kN}$  e  $9,9 \text{ ms} \leq t \leq 15,9 \text{ ms}$ .

5.13. Pernas

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



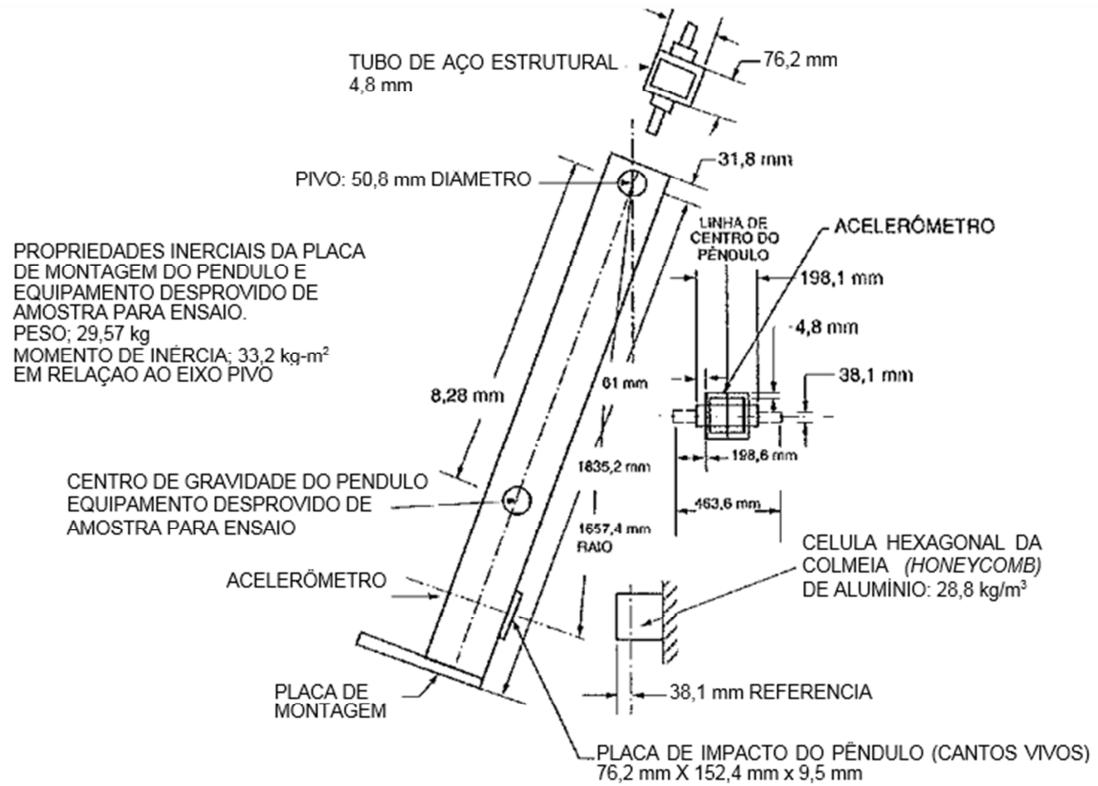
**Figura 22 - Ilustração de uma instalação de ensaio para a certificação de um manequim de colisão lateral**



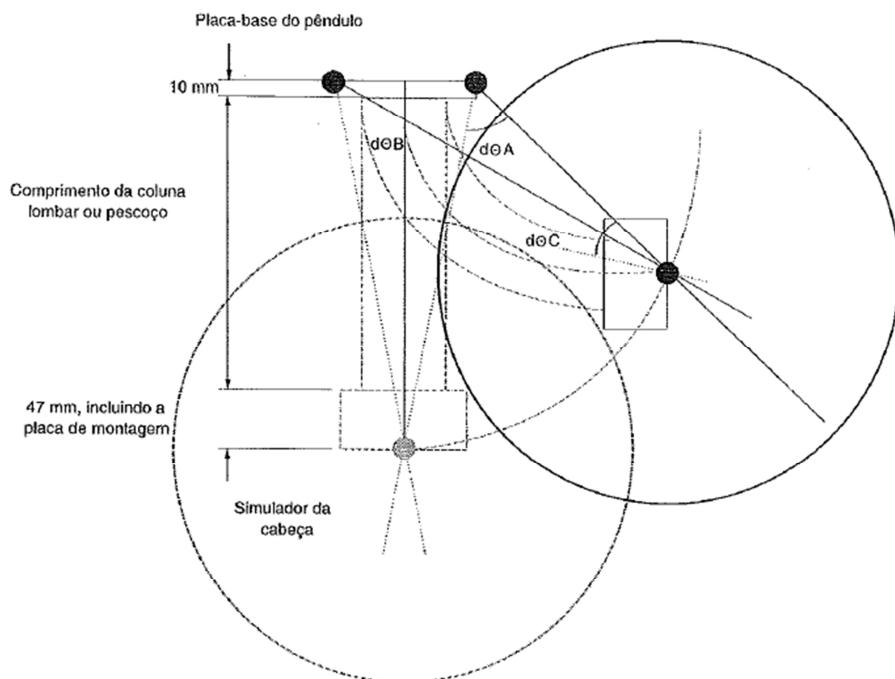
*a) Suspensão com quatro fios  
(removidos os cabos cruzados)*

*b) Suspensão com oito fios*

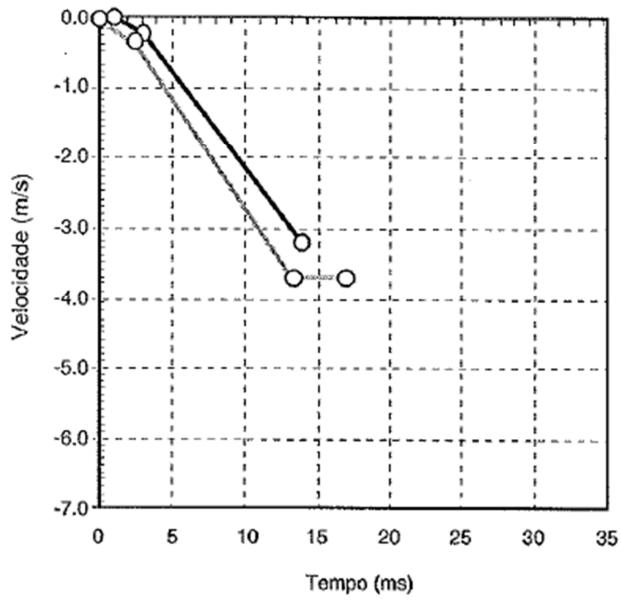
**Figura 23 - Suspensão do impactador pendular com 23,4 kg**



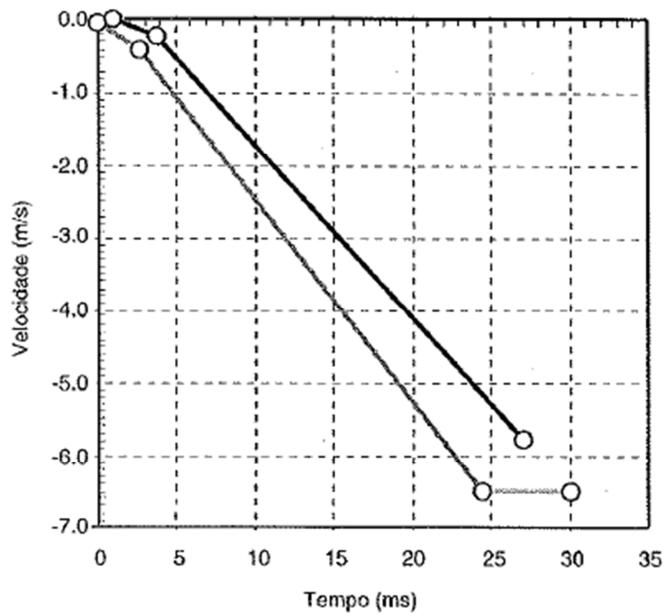
**Figura 24 - Especificações do pêndulo de pescoço de acordo com a FMVSS 214 (2000), CFR 49, Chapter V, Part 572.33**



**Figura 25 - Configuração de ensaio de certificação do pescoço e da coluna lombar**



**Figura 26 - Variação velocidade x tempo do pêndulo na faixa representativa no ensaio de certificação do pescoço**



**Figura 27 - Variação velocidade x tempo do pêndulo na faixa representativa no ensaio de certificação da coluna lombar**

## APÊNDICE 4

### **INSTALAÇÃO DO MANEQUIM A SER UTILIZADO NO ENSAIO DE COLISÃO LATERAL**

1. Generalidades
  - 1.1. O manequim para impacto lateral deve estar de acordo com o apêndice 6 e deve ser utilizado de acordo com o procedimento de instalação, apresentado no item 2 do referido apêndice.
2. Instalação
  - 2.1. Ajustar as juntas dos joelhos e tornozelos para que, quando estendidos horizontalmente, possam apenas suportar a tibia e o pé (ajuste de 1 g a 2 g).
  - 2.2. Conferir se o manequim está adaptado para a direção de impacto desejada.
  - 2.3. O manequim deve estar vestido com uma calça curta e justa de algodão e uma camisa de algodão de mangas curtas.
  - 2.4. Os pés devem estar calçados com sapatos.
  - 2.5. Instalar o manequim no banco lateral dianteiro do lado que vai sofrer a colisão, conforme especificado na descrição de ensaio de colisão lateral.
  - 2.6. O plano de simetria do manequim deve coincidir com o plano médio vertical do assento especificado.
  - 2.7. A pélvis do manequim deve ser posicionada de forma que a linha lateral que passa no ponto H do manequim seja perpendicular ao plano longitudinal central do banco. A linha que passa no ponto H do manequim deve ser horizontal, admitindo-se uma inclinação máxima de  $\pm 2^\circ$ . O manequim pode estar equipado com sensores.

A posição correta da pélvis do manequim pode ser verificada em relação ao ponto H com o ponto H do manequim tridimensional utilizando os furos M3 na placa traseira do ponto H em cada lado da pélvis do manequim ES-2. Os furos M3 são indicados como “Hm”. A posição “Hm” deve estar em um círculo com um raio de 10 mm em torno do ponto H do manequim.
  - 2.8. A parte superior do torso deve ser primeiro inclinada para frente e em seguida bem recostada contra o encosto do banco. Os ombros do manequim devem ser totalmente puxados para trás.
  - 2.9. Independentemente do local onde o manequim for instalado, o ângulo entre o braço e a linha de referência torso-braço de cada lado deve ser de  $40^\circ \pm 5^\circ$ . A linha de referência torso-braço é definida como a interseção do plano tangente à superfície anterior das costelas com o plano vertical longitudinal do manequim que contém o braço.

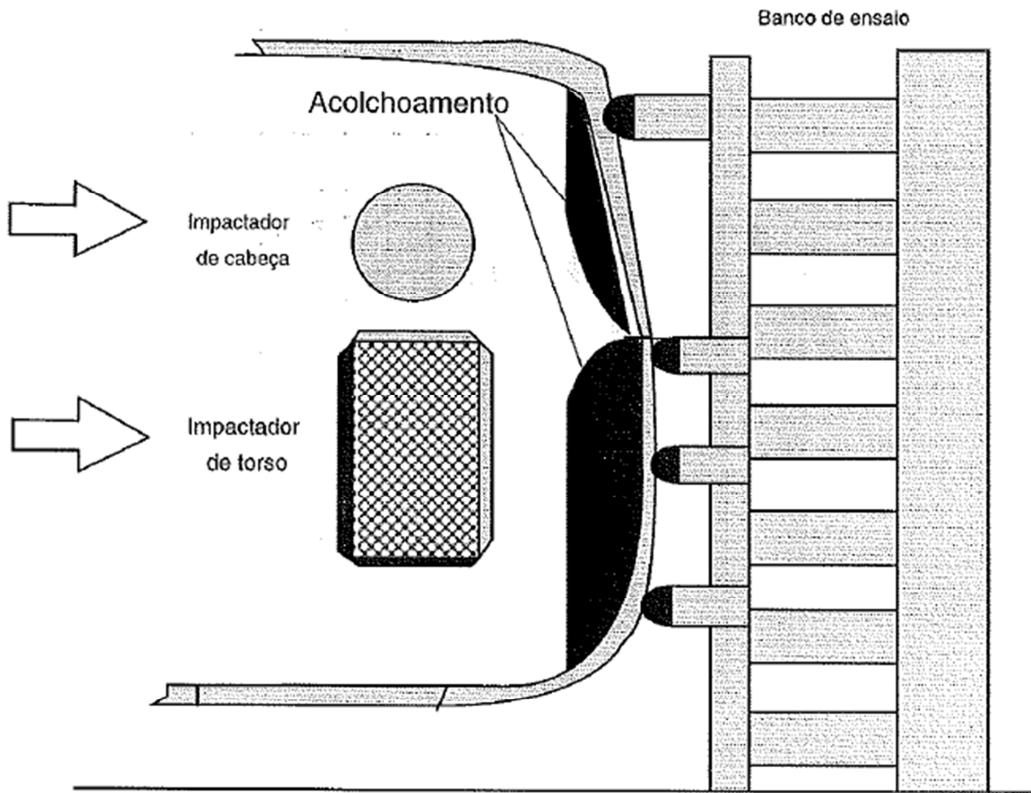
- 2.10. Para a posição sentada do condutor, sem provocar movimentos da pélvis ou do torso, apoiar o pé direito do manequim no pedal do acelerador, sem pressão, e assentar o calcanhar no piso o mais à frente possível. Assentar o pé esquerdo perpendicularmente à perna, com o calcanhar apoiado no piso e na mesma linha lateral que o calcanhar do pé direito. Ajustar os joelhos do manequim de forma que as suas superfícies exteriores estejam a 150 mm ± 10 mm do plano de simetria do manequim. Se isto for possível nas condições descritas, apoiar as coxas do manequim na almofada do banco.
- 2.11. Para as outras posições sentadas, sem provocar movimentos da pélvis ou do torso, apoiar os calcanhares do manequim no piso o mais à frente possível, sem exercer na almofada do banco uma pressão superior à devida ao peso dos próprios pernas. Ajustar os joelhos do manequim de forma que as suas superfícies exteriores estejam a 150 mm ± 10 mm do plano de simetria do manequim.

## APÊNDICE 5

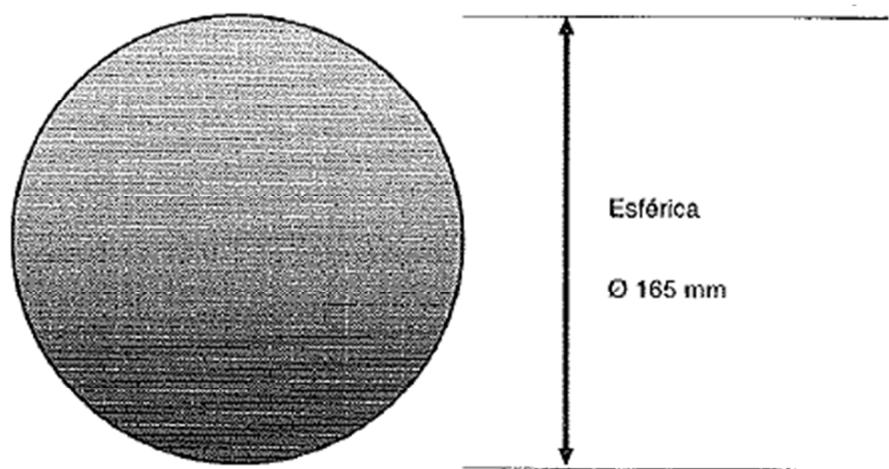
### ENSAIO PARCIAL

1. Objetivo
  - 1.1. O objetivo é verificar se um veículo que passou por modificações apresenta características de absorção de energia pelo menos equivalentes (ou superiores) às do tipo de veículo aprovado neste regulamento.
2. Procedimento e equipamento necessários
  - 2.1. Ensaios de referência
    - 2.1.1. Utilizando os materiais absorvedores empregados inicialmente durante a aprovação do veículo, montados em uma estrutura lateral nova do veículo a ser aprovado, devem ser realizados dois ensaios dinâmicos utilizando dois impactadores diferentes (ver Figura 28).
      - 2.1.1.1. O impactador em forma de cabeça descrito em 3.1 deve colidir a 24,1 km/h com a zona atingida pela cabeça do EUROSID durante a aprovação do veículo. Os resultados do ensaio devem ser registrados e o HPC calculado. Contudo, não é necessário efetuar este ensaio se, nos ensaios descritos no apêndice 1, não ocorrer contato da cabeça ou se a cabeça só tiver contato com os vidros das portas, desde que não seja vidro laminado.
      - 2.1.1.2. O impactador que representa o tronco, descrito em 3.2, deve colidir a 24,1 km/h com a zona lateral atingida pelos ombros, braço e tórax do EUROSID durante a aprovação do veículo. Os resultados do ensaio devem ser registrados e o HPC calculado.
    - 2.2. Ensaio de aprovação
      - 2.2.1. Utilizando os novos materiais absorvedores, bancos etc. presentes na extensão da aprovação e montados em uma estrutura lateral de um veículo, os ensaios especificados em 2.1.1.1 e 2.1.1.2 devem ser repetidos, os novos resultados registrados e os HPC calculados.
        - 2.2.1.1. Se os HPC calculados a partir dos resultados dos dois ensaios de aprovação forem inferiores aos obtidos nos ensaios de referência (efetuados com os materiais absorvedores ou bancos originalmente utilizados), deve ser concedida a extensão.
        - 2.2.1.2. Se os novos HPC forem superiores aos obtidos nos ensaios de referência, deve ser efetuado um novo ensaio completo (com os absorvedores, bancos etc. propostos).
  3. Equipamento a ser utilizado no ensaio
    - 3.1. Impactador em forma de cabeça (Figura 29)

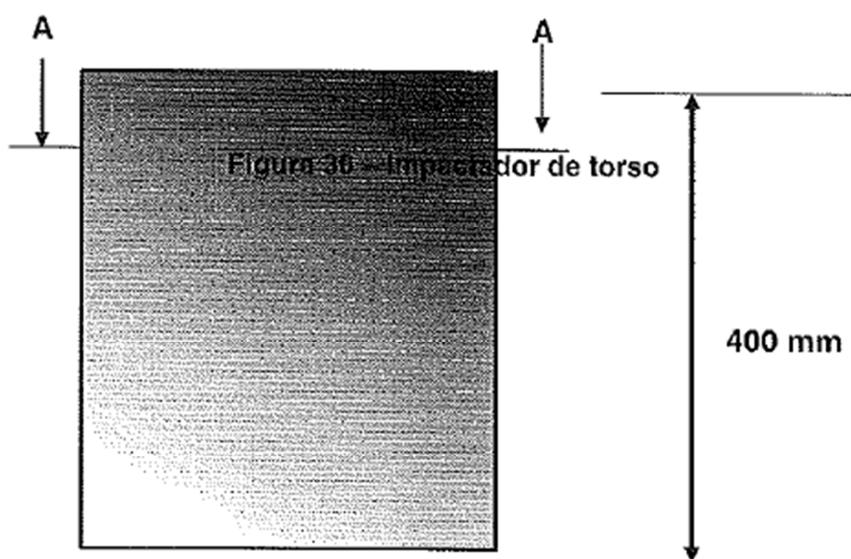
- 3.1.1. Trata-se de um impactador linear rígido e totalmente guiado com uma massa de 6,8 kg. A sua superfície de impacto é hemisférica, com um diâmetro de 165 mm.
- 3.1.2. O impactador deve estar equipado com dois acelerômetros e um dispositivo de medição de velocidade capazes de efetuar medições na direção de impacto.
- 3.2. Bloco Impactador em forma de torso (Figura 30).
- 3.2.1. Trata-se de um impactador linear rígido e guiado com uma massa de 30 kg. As suas dimensões, incluindo as dimensões da seção transversal, estão representadas na Figura 30.
- 3.2.2. O bloco deve estar equipado com dois acelerômetros e um dispositivo de medição de velocidade capazes de efetuar medições na direção de impacto.



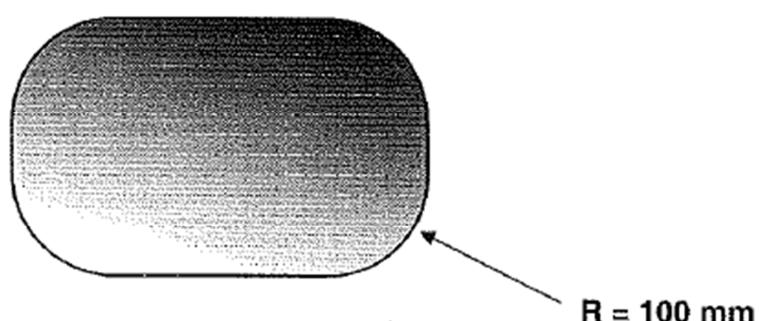
**Figura 28 - Ensaios dinâmicos realizados com dois diferentes impactadores**



**Figura 29 - Impactador de cabeça**



**A - A**



**Figura 30 - Impactador de torso**