

## **RESOLUÇÃO Nº 629, DE 30 DE NOVEMBRO DE 2016.**

Altera e substitui os Anexos II e III da Resolução CONTRAN nº 445, de 25 de junho de 2013, que estabelece os requisitos de segurança para veículos de transporte público coletivo de passageiros e transporte de passageiros tipos micro-ônibus e ônibus, categoria M3 de fabricação nacional e importado, e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN), no uso da competência que lhe confere o artigo 12, inciso I, da Lei nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), e conforme o Decreto nº 4711, de 29 de maio de 2003, que trata da coordenação do Sistema Nacional de Trânsito (SNT).

Considerando a melhor adequação do veículo de transporte público coletivo de passageiros e transporte de passageiros à sua função, ao meio ambiente e ao trânsito;

Considerando a necessidade de aperfeiçoar e atualizar os requisitos de segurança para os veículos automotores nacionais e importados;

Considerando o que consta no processo nº 80000.112233/2016-69;

**RESOLVE:**

Art. 1º Substituir os Anexos II e III, da Resolução CONTRAN nº 445, de 25 de junho de 2013, que passam a vigorar conforme os anexos desta Resolução.

Art. 2º Os fabricantes, importadores, encarregadores e transformadores de veículos deverão informar nos novos pedidos de concessão de marca/modelo/versão e de emissão do CAT o atendimento aos requisitos contidos nos Anexos desta Resolução, bem como atualizar os processos existentes com essa informação, observando os prazos estabelecidos nesta Resolução.

Art. 3º Os fabricantes, importadores, encarregadores e transformadores de veículos, que já possuem Certificado de Adequação a Legislação de Trânsito (CAT) emitidos pelo DENATRAN deverão adequar-se ao disposto nos Anexos II e III desta resolução, sendo concedidos os seguintes prazos para adequação:

§1º A partir de 1º de julho de 2017 aplica-se o disposto desta Resolução aos veículos de piso duplo não-articulados de característica rodoviária para o transporte coletivo de passageiros que deverão estar em conformidade com os requisitos e procedimentos disposto no item 2.2.1 do Apêndice 1 do Anexo II desta Resolução.

§2º A partir de 1º de janeiro de 2020 aplica-se o disposto no caput aos veículos que estão indicados no item 1 da tabela (conforme o Campo de Aplicação) do Anexo III e que deverão adequar-se ao disposto no novo Apêndice 3 do Anexo III desta Resolução.

§3º Para atualização dos CATs já emitidos, os interessados devem encaminhar, o CAT original, memorial descritivo, relatório de ensaio comprovando o atendimento destes requisitos, bem como o Comprovante de Capacidade Técnica (CCT) válido.

Art. 4º Permanecem válidos os CATs emitidos anteriores a data de publicação desta Resolução, desde que já tenham comprovado o atendimento dos requisitos estabelecidos nos Anexos II e III desta Resolução, e desde que o fabricante, importador, encarregador, transformador ou fabricante do equipamento veicular possua CCT válido.

Art 5º As novas solicitações para obtenção do Certificado de Adequação à Legislação de Trânsito-CAT, deverão atender às exigências constantes na presente Resolução, sendo facultado antecipar a sua adoção total ou parcial.

Art 6º Os veículos novos, produzidos, importados, encarregados ou transformados, a partir dos prazos estabelecidos no §1º e §2º do Art 3º deverão ser fabricados em conformidade com o que determina o Anexo II e III desta Resolução.

Art. 7º Os Anexos desta Resolução se encontram disponíveis no sítio eletrônico [www.denatran.gov.br](http://www.denatran.gov.br).

Art. 8º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Elmer Coelho Vicenzi  
Presidente

Pedro de Souza da Silva  
Ministério da Justiça e Cidadania

Rone Evaldo Barbosa  
Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil

José Fernando Uchôa Costa Neto  
Ministério da Educação

Paulo Cesar de Macedo  
Ministério do Meio Ambiente

Luiz Otávio Maciel Miranda  
Ministério da Saúde

Rafael Silva Menezes  
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Thomas Paris Caldellas  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

Noboru Ofugi  
Agência Nacional de Transportes Terrestres

## ANEXO II ENSAIO DE ESTABILIDADE

### APÊNDICE 1 (Anexo II)

#### 1 CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Este requisito é obrigatório para os veículos da categoria M3 das classes rodoviário, intermunicipal, particular e opcional para os veículos das classes urbano e escolar.

#### 2 ESPECIFICAÇÕES E REQUISITOS GERAIS

2.1 A estabilidade dos veículos deve ser tal que o ponto a partir do qual ocorre o capotamento não seja ultrapassado se a superfície sobre a qual se encontra o veículo for inclinada para ambos os lados, alternadamente, em um ângulo de 28 graus em relação à horizontal.

2.2 Para a realização do ensaio acima descrito, o veículo deve apresentar-se com a sua massa em ordem de marcha, definida como sendo a massa do veículo com carroceria (incluindo líquidos, ferramentas e estepe, se instalados, o motorista e um membro da tripulação se o veículo dispõe de assento para tal), acrescida de:

2.2.1 Cargas iguais a Q de acordo com a tabela abaixo, colocadas no lugar de cada passageiro (apenas do andar superior, se os veículos forem de dois andares). Se o veículo for destinado a transportar passageiros em pé ou se houver um membro da tripulação que não viaje sentado, os centros de gravidade das cargas Q ou dos 75 kg que as representam devem estar uniformemente distribuídos pela zona destinada aos passageiros em pé ou pela zona da tripulação, respectivamente, a uma altura de 875 mm. Caso um veículo de dois andares se destinar a transportar um membro da tripulação que não viaje sentado, o centro de gravidade da massa de 75 kg que representa o membro da tripulação deve ser colocado no corredor do andar superior, a uma altura de 875 mm. Se o veículo estiver equipado para o transporte de bagagem no teto, deve ser fixada neste último, em representação da bagagem, uma massa declarada pelo fabricante, não inferior a 75 kg/m<sup>2</sup> uniformemente distribuída. Os outros compartimentos para bagagem não devem conter qualquer bagagem.

Aplicação	Q (kg) massa de um passageiro
Urbano e Escolar	68
Rodoviário	68 <sup>(*)</sup>
Intermunicipal	68 <sup>(*)</sup>
Particular	68 <sup>(*)</sup>

(\*): Somar 3 kg para bagagem de mão, para veículos com bagageiro sobre os assentos

2.2.2 Se o veículo tiver lotação variável em lugares sentados e lugares em pé ou estiver concebido para transportar uma ou mais cadeiras de rodas, em qualquer área do compartimento dos passageiros em que ocorram essas variáveis, a carga a usar nos termos do item 2.2.1 do presente Apêndice deve ser a maior das seguintes:

2.2.2.1 massa representativa do número de passageiros sentados que podem ocupar a área em questão, incluindo a massa dos eventuais bancos desmontáveis, ou;

2.2.2.2 massa representativa do número de passageiros em pé que podem ocupar a área em questão, ou;

2.2.2.3 massas das cadeiras de rodas, com os respectivos usuários, que podem ocupar a área em questão, à razão de 250 kg cada, colocadas a uma altura de 500 mm acima do piso, no centro de cada espaço destinado a uma cadeira de rodas, ou;

2.2.2.4 massa dos passageiros sentados, dos passageiros em pé e dos utilizadores de cadeiras de rodas, e de qualquer combinação destes que possa ocupar a área em questão.

2.3 A altura dos degraus eventualmente utilizados para evitar que as rodas do veículo escorreguem lateralmente no equipamento utilizado para o ensaio de inclinação não deve ser superior a dois terços da distância entre a superfície em que o veículo se encontra imobilizado antes de ser inclinado e a parte do aro da roda mais próxima dessa superfície quando o veículo estiver carregado conforme previsto no item 2.2 do presente Apêndice.

2.4 Durante o ensaio, não poderá haver contato entre quaisquer partes do veículo não destinadas a entrar em contato na utilização normal. Também não poderão produzir-se danos ou avarias em qualquer parte do veículo.

2.5 Em alternativa poderá recorrer-se a um método de cálculo para demonstrar que o veículo não sofre capotamento nas condições descritas nos itens 2.1 e 2.2 do presente Apêndice. Um cálculo desse tipo deve ter em conta os seguintes parâmetros:

2.5.1 Massas e dimensões;

2.5.2 Altura do centro de gravidade;

2.5.3 Flexibilidade da suspensão;

2.5.4 Elasticidade vertical e horizontal dos pneumáticos;

2.5.5 Características da regulação da pressão do ar na suspensão pneumática;

2.5.6 Posição do centro dos momentos;

2.5.7 Resistência da carroçaria à torção.

2.6 Para a comprovação do ensaio de estabilidade no item 1.1 - alternativamente serão aceitos os procedimentos e resultados dos testes conforme as Diretivas 2001/85/CE e 97/27/CE ou a norma CE R107.

## **APÊNDICE 2 (Anexo II)**

### **VERIFICAÇÃO DO LIMITE DE ESTABILIDADE EM CONDIÇÕES ESTÁTICAS POR APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE CÁLCULO**

#### **1 CAMPO DE APLICAÇÃO**

1.1 Este requisito é obrigatório para os veículos das categorias M3 das classes rodoviário, intermunicipal, particular e opcional para os veículos das classes urbano e escolar.

2 A verificação da conformidade de um veículo com os requisitos especificados no item 2 do Apêndice 1 do presente Anexo poderá ser feita através de um método de cálculo. Todas as exigências contidas no presente Anexo devem ser certificadas pelo fabricante que possui capacitação técnica e laboratorial ou mediante ensaios reconhecidos por autoridade competente, que por sua vez, emitirá documento específico constando todos os valores registrados nos ensaios.

3 O órgão técnico oficial responsável pela aceitação dos ensaios poderá exigir a realização de provas em determinadas partes do veículo para verificar os pressupostos do método de cálculo.

#### **4 PREPARATIVOS PARA OS CÁLCULOS:**

4.1 O veículo deve ser representado por um sistema de eixos tridimensional.

4.2 Devido à posição do centro de gravidade da carroçaria do veículo e às diferentes flexibilidades da suspensão e dos pneumáticos, a elevação dos eixos num dos lados do veículo em resultado de uma aceleração lateral não é, em geral, simultânea. Nestas circunstâncias, a inclinação lateral da carroçaria sobre cada eixo deve ser verificada considerando-se que as rodas do eixo ou dos outros eixos permanecem no solo.

4.3 Para simplificar, pressupõe-se que o centro de gravidade das massas não suspensas situa-se no plano longitudinal do veículo, na reta que passa pelo centro do eixo de rotação das rodas. O pequeno desvio do centro de rolamento devido à deflexão do eixo pode ser desprezado. O comando da suspensão pneumática não será considerado.

4.4 Os parâmetros a serem considerados são, no mínimo, os seguintes:

4.4.1 Características do veículo, como a distância entre-eixos, a largura dos pneus, as massas suspensas/não suspensas, a posição do centro de gravidade do veículo, a contração, alongamento e a flexibilidade da suspensão do veículo e ainda a não linearidade, a elasticidade horizontal e vertical dos pneus, a torção da superestrutura e a posição do centro de rolamento dos eixos.

#### **5 VALIDADE DO MÉTODO DE CÁLCULO**

5.1 A validade do método de cálculo deve ser estabelecida segundo os critérios do órgão técnico oficial responsável, por exemplo, com base no ensaio comparativo de um veículo similar.

### ANEXO III

## PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE CARROÇARIAS DE VEÍCULOS DA CATEGORIA M3

### 1 CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Os veículos da categoria M3 deverão ser submetidos aos requisitos do presente Anexo de acordo à sua classe de aplicação, conforme definidos no ANEXO I desta Resolução. Os critérios que diferenciam cada um estão descritos nas tabelas abaixo.

<b>Tabela – Veículos M3</b>				
<b>Transporte Público Coletivo de Passageiros</b>			<b>Transporte de Passageiros</b>	
<b>Urbano</b>	<b>Intermunicipal</b>	<b>Rodoviário</b>	<b>Escolar</b>	<b>Particular</b>
<b>Requisitos obrigatórios:</b> - 1.1 e 1.2 do Apêndice 1 e - Apêndice 2, item 2	<b>Requisitos obrigatórios:</b> - Apêndice 3 (*) - Apêndice 2, item 1	<b>Requisitos obrigatórios:</b> - Apêndice 3 (*) - Apêndice 2, item 1	<b>Requisitos obrigatórios:</b> - 1.1 e 1.2 do Apêndice 1 e - Apêndice 2, item 2	<b>Requisitos obrigatórios:</b> - Apêndice 3 (*) - Apêndice 2, item 1
<b>Requisitos alternativos:</b> - Apêndice 3	<b>Requisitos alternativos:</b>  Para veículos de piso único com $PBT \leq 10t$ e veículos de dois pisos: Apêndice 1, item 1.1 e item 1.2 e Apêndice 2	<b>Requisitos alternativos:</b>  Para veículos de piso único com $PBT \leq 10t$ e veículos de dois pisos: Apêndice 1, item 1.1 e item 1.2 e Apêndice 2	<b>Requisitos alternativos:</b> - Apêndice 3	<b>Requisitos alternativos:</b>  Para veículos de piso único com $PBT \leq 10t$ e veículos de dois pisos: Apêndice 1, item 1.1 e item 1.2 e Apêndice 2
(*) Somente para veículos de piso único				
Nota: quando o veículo atender com o Apêndice 3, independentemente do PBT, o mesmo fica dispensado do atendimento do Apêndice 1 e item 2 do Apêndice 2.				

Legenda:

#### **Apêndice 1**

item 1.1 = 50% PBT sobre o teto

Item 1.2 = tração lateral

#### **Apêndice 2**

item 1 = impacto frontal

Item 2 = condições de resistência a impactos na lateral esquerda

### **Apêndice 3**

Regulamento ECE R66.02

## **2 GENERALIDADES QUANTO À ESTRUTURA**

2.1 A estrutura da carroçaria poderá ser constituída de perfis metálicos ou qualquer outro material que ofereça resultado similar quanto a sua resistência e segurança;

2.2 Qualquer que seja o material utilizado na estrutura da carroçaria do veículo deverá apresentar, nas partes que a compõem, sólida fixação entre si através de solda, de rebites ou de parafusos, visando evitar ruídos e vibrações do veículo, quando em movimento, além de garantir, através dos reforços necessários, resistência suficiente para suportar, nos pontos de concentração de carga (apoios, suportes, aberturas, uniões, etc), a todo tipo de esforços a que venham ser submetidos;

2.3 Será admitida a substituição do conjunto chassis-carroçaria por uma estrutura 'autoportante' construída à base de reticulado de perfis ou tubos metálicos. Essa estrutura deverá conter iguais ou melhores características de solidez, resistência e segurança que o conjunto chassis-carroçaria original;

2.4 Os veículos da categoria M3 devem cumprir com as condições impostas pelos ensaios de resistência descritos nos Apêndices 1 e 2 do presente Anexo e de acordo com o campo de aplicação.

2.5 Todas as exigências contidas no presente Anexo devem ser certificadas, por parte do fabricante, mediante ensaios reconhecidos por autoridade competente, que por sua vez emitirá documento específico constando todos os valores registrados nos ensaios.

## APÊNDICE 1 (Anexo III)

### 1 CONDIÇÕES DE RESISTÊNCIA FRENTE AO CAPOTAMENTO:

#### 1.1 CARGA VERTICAL PARA OS VEÍCULOS DA CATEGORIA M3:

1.1.1 A estrutura da carroçaria deverá ser projetada para resistir a uma carga estática, sobre o teto, equivalente a 50% do peso máximo admitido pelos chassis (PMAch) (PBT), distribuído uniformemente ao longo do mesmo, durante cinco (5) minutos, sem experimentar deformações, em qualquer ponto, que superem 70 mm;

1.1.2 Para realização do teste deverá ser adotado, como módulo experimental, o vão da estrutura correspondente ao maior passo de janelas que ela possua com os respectivos prolongamentos até uma distância equivalente à metade do passo, a cada lado dos respectivos anéis de estrutura das laterais e teto, desde o nível do piso do veículo até a parte superior da estrutura (Figura 1). A amarração da estrutura do piso, com a estrutura da lateral, tratará de reproduzir-se fielmente, podendo-se colocar um tubo ou perfil por baixo da estrutura da mesma secção;

1.1.3 Se as diagonais do parapeito das janelas não têm estrutura intermediária, no centro dos passos será colocada uma, da altura do correspondente peitoril, para soldar, neste, a interseção da diagonal;

1.1.4 A carga sobre o módulo experimental será determinada multiplicando-se o peso máximo admissível dos chassis (PMAch) (PBT) por 0,5 e por duas vezes o passo das janelas (pmax) e dividindo o valor encontrado pelo comprimento total da carroçaria (Lt);

$$C = \frac{PMAch \times 0,5 \times 2 \text{ pmax}}{Lt}$$

1.1.5 A carga se aplicará diretamente por meio de chapas de aço, de fina espessura (máximo de 2mm), de forma transversal ao módulo, sobre os arcos de cada anel da estrutura, dividida em duas (2) partes iguais. O comprimento das chapas será tal que alcance a largura total do teto do módulo;

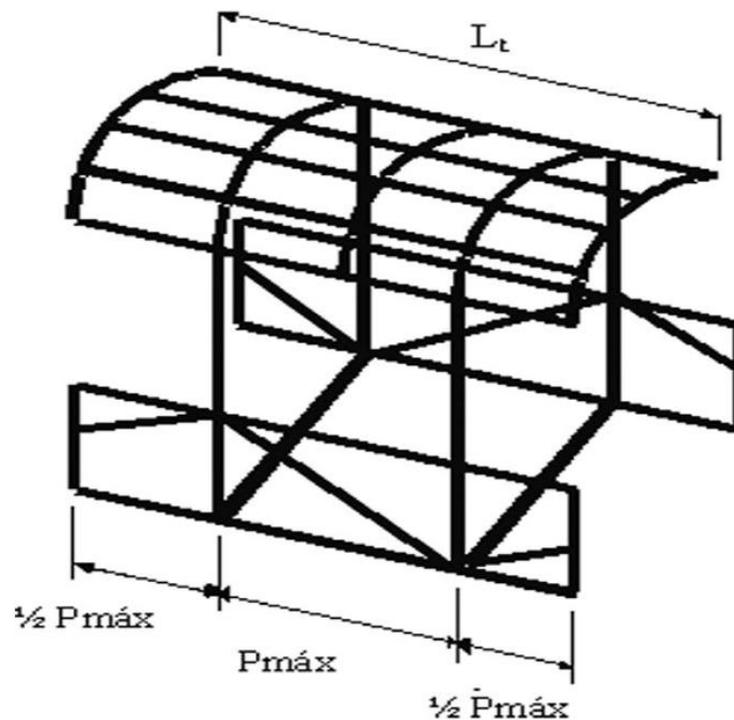
1.1.5.1 Alternativamente, as chapas de aço, podem ser colocadas de forma longitudinal ao módulo, sendo que o comprimento da chapa alcance todo o comprimento do módulo, com relação à largura, pode ser usada 2 ou mais chapas para cobrir todos os arcos de cada anel da estrutura. O total de chapas deve ser distribuído uniformemente sobre o módulo;

#### 1.2 CARGA LATERAL:

1.2.1 Os anéis da estrutura ou pórticos devem estar desenhados, além do mais, para suportar, como mínimo, uma carga estática horizontal igual a 15% do peso máximo admissível dos chassis (PMAch), distribuído uniformemente sobre cada um dos elos, aplicado à altura do engate lateral com o teto, sobre a janela, sem que o mesmo sofra um deslocamento horizontal maior 140mm. A carga deverá manter-se aplicada durante um intervalo de tempo não inferior a cinco (5) minutos;

1.2.2 Adotando-se o módulo anterior, a carga lateral se aplicará através de uma estrutura secundária, colocada no centro do módulo e soldada sobre os tubos ou mão-francesa da estrutura. Com mecanismos pneumáticos, hidráulicos ou com pesos suspensos, desde a estrutura secundária no centro do módulo, se realizará uma força de tração horizontal, sobre o engaste na união de duas (2) colunas de qualquer lateral. O valor da força lateral sobre cada coluna será igual ao valor que resulte da multiplicação do peso máximo admissível do chassi (PMAch) por 0,15 e dividido pelo número de pórticos formados pelos arcos do teto com as colunas (a frente e a traseira consideram-se como dois (2) pórticos mais);

$$T = \frac{PMAch \times 0,15}{N^{\circ} \text{ DE PÓRTICOS}}$$



**Figura 1: Detalhe geral do módulo de ensaio**

## APÊNDICE 2 (Anexo III)

### RESISTÊNCIA A IMPACTO FRONTAL E LATERAL

#### 1 CONDIÇÕES DE RESISTÊNCIA A IMPACTO FRONTAL

1.1 Os veículos da categoria M3, das classes de aplicação rodoviário, intermunicipal e particular independentemente da sua composição devem contar, em sua frente, desde o nível da plataforma do motorista até a altura da borda superior de seu assento (medida mínima de 400mm), uma chapa de aço de espessura mínima de 2mm com tolerância de  $\pm 5\%$  ou de condições de resistência equivalente, unida adequadamente às travessas superior e inferior e às colunas esquerda e direita de união entre a frente e as laterais.

1.2 As aberturas para porta de inspeção, letreiros de destino, alojamento de faróis, limpadores de pára-brisa, etc., não podem exceder 25% da superfície total a proteger, devendo, tais aberturas, serem convenientemente reforçadas.

1.3 A chapa em referência pode ser colocada interna ou externamente à estrutura frontal, e a travessa inferior da mencionada estrutura deve fixar-se convenientemente às longarinas ou à estrutura dianteira do chassis.

1.4 A proteção frontal em veículos dotados de motor dianteiro pode ser instalada somente do lado esquerdo, do lado frontal ao motorista, fixado solidamente a uma das longarinas do chassis, ou estrutura equivalente, quando razões de ordem construtiva impeçam sua colocação na extensão total da frente do veículo.

1.5 Quando disposições construtivas não permitem a colocação da chapa de aço, nas condições e na forma acima discriminadas, o fabricante deve certificar o veículo, mediante ensaio de pêndulo, na condição de resistência mínima da frente da carroçaria, de acordo com que segue:

a) Módulo para ensaio: composto pela estrutura dianteira, o anel resistente imediato e os elementos de união entre ambos, que formam a parte integral da carroçaria a ser ensaiada (testada). Para o caso de carroçarias 'autoportantes', o módulo se estenderá até o primeiro elemento resistente transversal, posterior ao local destinado ao motorista;

b) Fixação do módulo: o módulo deve ser fixado de forma tal a se evitar qualquer movimento do conjunto devendo, todos os movimentos, corresponderem à deformação e/ou rupturas no módulo e em suas fixações;

c) Dispositivo de ensaio: o dispositivo de ensaio deve ser composto de um pêndulo, com o menor fator de escorregamento possível em suas articulações, solidário ao dispositivo de fixação do módulo que, em seu percurso, o pêndulo intercepte o módulo frontalmente. O impacto deve ocorrer sobre a vertical do pêndulo, com no máximo 3 graus de variação, anterior à linha vertical. A distância do pêndulo, a área de impacto, deve ser de 4.500 a 5.000 mm, a massa de 1.000 kg, com uma área plana de impacto de 700 mm x 700 mm;

d) Impacto: o impacto ocorre entre os pontos abaixo discriminados e o centro da face de impacto da massa do pêndulo;

d.1) Pontos de impacto:

d.1.1) Coordenada transversal coincide com o eixo do volante do veículo, à distância entre 150 e 200mm do piso do assoalho, no posto do motorista;

d.1.2) Ponto simétrico entre d.1.1 e o eixo longitudinal do veículo;

e) Método de ensaio: Elevar-se-á a massa do pêndulo em sua trajetória normal a uma altura de 2000 mm sobre o ponto de impacto e deixar-se-á cair livremente, primeiro em d.1.1 e a seguir em d.1.2. Em ambos os casos a trajetória do pêndulo deverá ser paralela ao eixo longitudinal do veículo.

f) Resultado do ensaio: Após efetuados os dois impactos, nenhum ponto da estrutura veicular em ensaio poderá sofrer deformação longitudinal permanente superior a 200 mm. As deformações serão medidas a partir de uma referência solidária ao dispositivo de ensaio.

1.5.1 A estrutura da carroçaria, para os veículos com chassis independentes, deve ser fixada ao chassis através de seus componentes originais da base, e o chassis, propriamente dito, fixo ao módulo de ensaio.

## **2 CONDIÇÕES DE RESISTÊNCIA A IMPACTOS NA LATERAL ESQUERDA**

2.1 Os veículos onde piso dos assentos se encontra a menos de 1,5 m de altura em relação ao nível do solo devem contar com uma proteção contra impactos na lateral esquerda, nessas regiões, que cumpra com os requisitos 2.2 a 2.4 a seguir.

2.2 Deverá ser colocado em sentido longitudinal, a partir do nível do assoalho de fixação dos assentos e até uma altura não inferior a 250mm, uma chapa de aço, de dois milímetros (2mm) de espessura, com tolerância de  $\pm 5\%$  ou de condições de resistência similares, fixada por meio de trava mecânica ou química à travessa inferior da lateral ou travessa do assoalho ao suporte dianteiro da primeira fila de assentos e ao suporte traseiro da última fila de assentos e a cada um dos suportes e travessas na área do parapeito das respectivas janelas.

2.3 Se os assentos são fixados também ao painel lateral, por fixação do tipo fusível, a referida chapa de aço de 2 mm de espessura com tolerância de  $\pm 5\%$ , deverá ser firmemente fixada por meio de trava mecânica ou química ao perfil de fixação dos assentos.

2.4 Ao invés desta proteção, definida como TRAVESSA ESTRUTURAL DA LATERAL ESQUERDA, poderá instalar-se uma chapa externa ou interna de aço de 1,25 mm de espessura e de 500 mm de altura, fixada por meio de trava mecânica ou química em condições similares a anterior.

2.5 Alternativamente aos itens 2.2 ao 2.4, o fabricante da carroceria pode desenvolver e aplicar outros conceitos e/ou elementos construtivos, desde que este apresente resistência estrutural equivalente que atenda os requisitos de ensaio do Apêndice 3.

## **APÊNDICE 3 (Anexo III)**

### **RESISTÊNCIA DA SUPERESTRUTURA**

#### **1 DEFINIÇÕES**

Para efeitos do presente Apêndice, entende-se por:

1.1 Espaço residual - o espaço que deve subsistir no compartimento dos passageiros durante e depois de um dos ensaios da estrutura prescritos no presente Anexo.

1.2 Superestrutura - a(s) parte(s) da estrutura do veículo que contribue(m) para a resistência deste em caso de acidente com capotamento.

1.3 Seção da carroçaria - uma seção que contenha pelo menos dois montantes verticais idênticos de cada lado e seja representativa de uma ou mais partes da estrutura do veículo.

1.4 Energia total - a energia que se considera ser absorvida por toda a estrutura do veículo. Pode ser determinada conforme indicado no presente Anexo.

#### **2 ESPECIFICAÇÕES E REQUISITOS GERAIS**

2.1 A superestrutura do veículo deve ter uma resistência suficiente para garantir que, durante e após a aplicação de um dos métodos de ensaio ou de cálculo previstos no Item 3 seguinte:

2.1.1 Nenhuma parte do veículo que tenha sido deslocada invada o espaço residual especificado no item 4 do presente Apêndice, e

2.1.2 Nenhuma parte do espaço residual sobressaia da estrutura deformada.

2.2 Os requisitos do item 2.1 do presente Apêndice são aplicáveis ao veículo com todas as suas partes, elementos e painéis estruturais e todas as partes rígidas salientes, como as bagageiras e o equipamento de ventilação. Contudo, para os efeitos do item 2.1 do presente Apêndice, não serão considerados as anteparas, divisórias, arcos e outros elementos de reforço da superestrutura do veículo, nem equipamentos fixos como bares, pequenas cozinhas ou instalações sanitárias.

2.3 Tratando-se de um veículo articulado, ambas as partes deste devem satisfazer os requisitos do item 2.1.

#### **3 MÉTODOS DE ENSAIO**

3.1 Cada modelo de veículo deve ser examinado com base num dos métodos a seguir numerados (à escolha do fabricante) ou num método alternativo aprovado pela autoridade competente:

3.1.1 Ensaio de capotamento de um veículo completo, descrito no item 6.1 do presente Apêndice;

3.1.2 Ensaio de capotamento de uma ou mais seções da carroçaria representativas de um veículo completo, descrito no item 6.2 do presente Apêndice;

3.1.3 Ensaio com um pêndulo de uma ou mais seções da carroçaria, descrito no item 6.3 do presente Apêndice; ou

3.1.4 Verificação da resistência da superestrutura por aplicação de um método de cálculo, descrita no item 6.4 do presente Apêndice.

3.2 Se os métodos previstos nos itens 3.1.2, 3.1.3 e 3.1.4 não permitirem ter em conta determinadas diferenças importantes registradas entre duas seções do veículo (por exemplo, devido á presença de equipamento de ar condicionado no teto), devem ser propostos ao serviço técnico cálculos ou métodos de ensaio complementares. Na falta desses elementos complementares, pode ser exigido que o veículo seja ensaiado pelo método previsto no item 3.1.1.

#### **4 ESPAÇO RESIDUAL**

4.1 Para os efeitos do item 1.1 do presente Apêndice entende-se por espaço residual o volume definido no compartimento dos passageiros ao movimentar-se em linha reta o plano transversal vertical representado na figura 1(a) de modo que o ponto R representado na figura seja deslocado da posição do ponto R do banco lateral mais recuado para a posição do ponto R do banco lateral de passageiros mais avançado, passando nesse trajeto pelo ponto R de todos os bancos laterais intermediários.

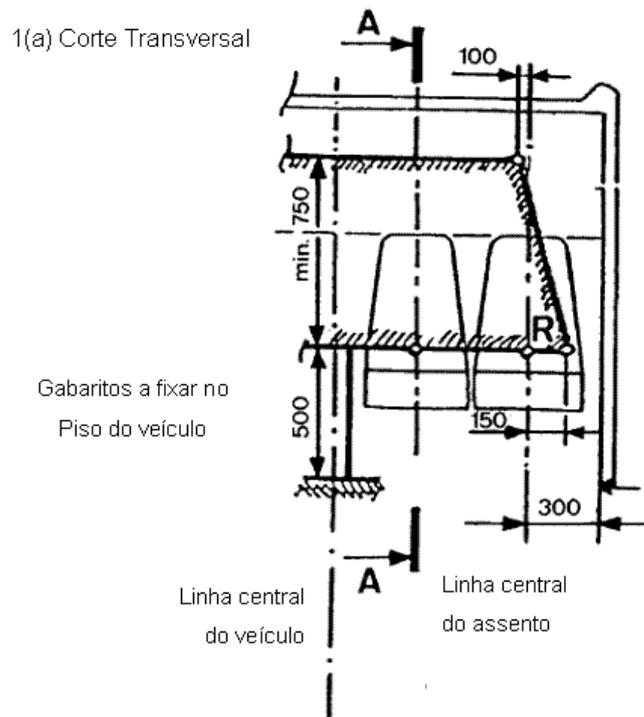
4.2 Os pontos R representados na figura 1(b) consideram-se situados a uma altura de 500 mm acima do piso por debaixo dos pés dos passageiros, a 300 mm da face interior da parede lateral do veículo e 100 mm para a frente do encosto do banco correspondente, no eixo médio do banco lateral em questão.

#### **5 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS**

5.1 Se forem ensaiadas seções da carroçaria, o serviço técnico responsável pela realização dos ensaios deve certificar-se de que o veículo satisfaz as condições especificadas no item 6.3.5 do presente Apêndice, que descrevem os requisitos aplicáveis à distribuição das partes principais da superestrutura do veículo no que respeita à absorção de energia.

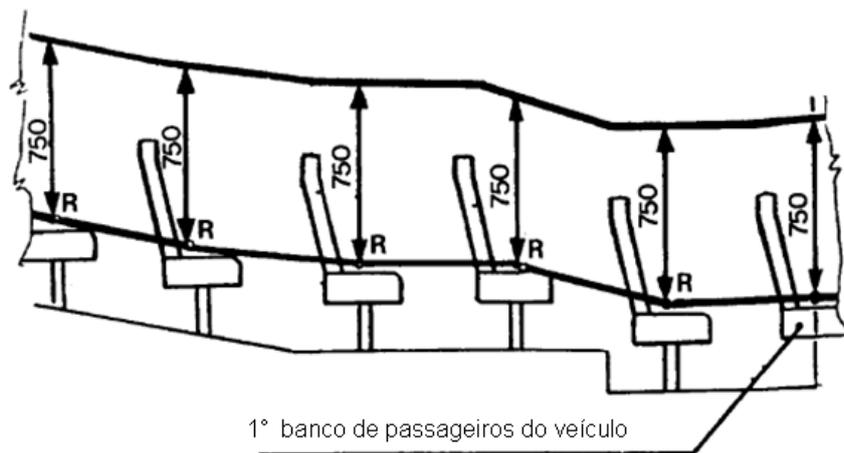
**Figura 1**

**ESPAÇO RESIDUAL** (dimensões em mm)



1(b) Corte Longitudinal

Secção A-A do veículo segundo o plano vertical que passa nos eixos médios dos bancos interiores



## 6 DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE ENSAIO

### 6.1 ENSAIO DE CAPOTAMENTO DE UM VEÍCULO COMPLETO

#### 6.1.1 Condições de realização dos ensaios

6.1.1.1 Mesmo que o veículo não tenha necessariamente de se encontrar na sua forma totalmente acabada, deve ser representativo dos veículos produzidos no que respeita à massa do veículo em ordem de marcha, ao centro de gravidade e à distribuição da massa declarados pelo fabricante.

6.1.1.2 Se forem reguláveis, os encostos dos bancos do condutor e dos passageiros devem ser ajustados o mais próximo possível da posição vertical. Se for regulável, a altura dos bancos deve ser a mais elevada possível.

6.1.1.3 As portas do veículo e as janelas do mesmo que possam ser abertas devem ser todas fechadas, mas não trancadas. As janelas e as anteparas ou painéis envidraçados podem apresentar-se com ou sem a vidraça respectiva, à escolha do fabricante. Se as vidraças não estiverem colocadas, devem ser instaladas no veículo massas equivalentes, nas posições apropriadas.

6.1.1.4 Os pneus devem ser calibrados na pressão prescrita pelo fabricante do veículo. Se o veículo estiver equipado com um sistema de suspensão pneumático, deve ser assegurada a alimentação de ar ao sistema pneumático. Se o veículo dispuser de um sistema de nivelamento automático, este deve ser regulado no nível especificado pelo fabricante com o veículo posicionado numa superfície horizontal plana. Os amortecedores devem funcionar normalmente.

6.1.1.5 O combustível, o ácido das baterias e os outros produtos combustíveis, explosivos ou corrosivos podem ser substituídos por outros produtos, desde que sejam satisfeitas as condições do item 6.1.1.1 do presente Apêndice.

6.1.1.6 A zona de impacto deve ser de concreto ou de outro material rígido.

#### **6.1.2 Método de ensaio (ver a figura 1)**

6.1.2.1 Coloca-se o veículo numa plataforma, obrigando-o seguidamente, a capotar para um dos lados. O lado em questão deve ser especificado pelo fabricante.

6.1.2.2 A posição do veículo na plataforma deve ser tal que, quando esta estiver na posição horizontal:

6.1.2.2.1 O eixo de rotação seja paralelo ao eixo longitudinal do veículo;

6.1.2.2.2 O eixo de rotação diste 0 a 200 mm da face vertical do degrau entre os dois níveis;

6.1.2.2.3 O eixo de rotação diste 0 a 100 mm da face exterior do pneumático, no eixo mais largo;

6.1.2.2.4 O eixo de rotação diste 0 a 100 mm, para baixo, do plano horizontal no qual os pneumáticos se encontram inicialmente apoiados; e

6.1.2.2.5 O desnível entre o plano horizontal de partida e o plano horizontal inferior no qual tem lugar o impacto não seja inferior a 800 mm.

6.1.2.3 O veículo deve ser impedido de se deslocar segundo o seu eixo longitudinal por meios adequados.

6.1.2.4 O equipamento utilizado no ensaio deve dispor de muretas laterais, para que os pneumáticos não possam deslizar lateralmente no sentido do capotamento.

6.1.2.5 O equipamento utilizado no ensaio deve produzir uma elevação simultânea de todos os eixos do veículo.

6.1.2.6 O veículo deve ser inclinado até capotar sem balanços nem outros efeitos dinâmicos. A velocidade angular do movimento não deve exceder  $5^\circ$  por segundo ( $0,087 \text{ rad/s}$ ).

6.1.2.7 Para verificar se os requisitos do item 2.1 do presente Apêndice foram satisfeitos, utilizar-se-ão um sistema de fotografia ultra-rápida, gabaritos deformáveis ou outros meios adequados. Esta verificação deve ser efetuada em pelo menos duas posições (em princípio, na parte dianteira e na parte traseira do compartimento dos passageiros), cuja localização exata fica ao critério do serviço técnico. Os gabaritos devem ser fixados a partes praticamente indeformáveis da estrutura.

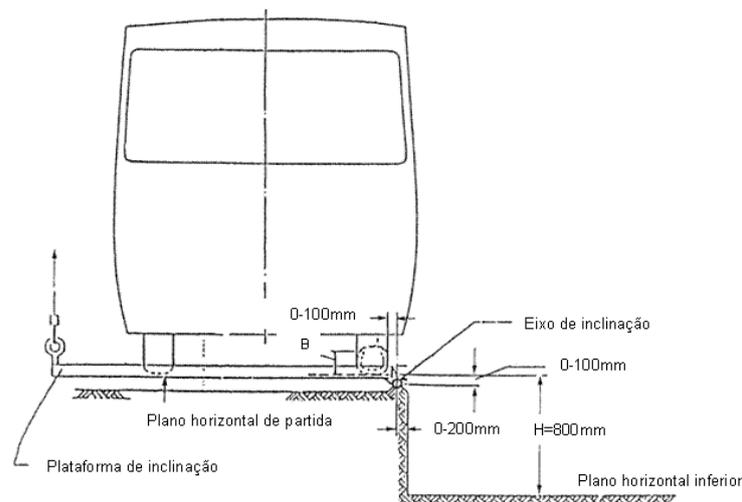


Figura 1

## 6.2 ENSAIO DE CAPOTAMENTO DE UMA SEÇÃO DE CARROÇARIA

### 6.2.1 Condições de realização dos ensaios

6.2.1.1 A seção de carroçaria deve representar uma seção do veículo sem carga.

6.2.1.2 A geometria da seção de carroçaria, o eixo de rotação e a posição do centro de gravidade nas direções vertical e transversal devem ser representativos do veículo completo.

6.2.1.3 O fabricante deve especificar a massa da seção de carroçaria na forma de uma percentagem da massa sem carga em ordem de marcha do veículo.

6.2.1.4 O fabricante deve especificar a energia a absorver pela seção de carroçaria na forma de uma percentagem da energia total que seria absorvida por um veículo completo.

6.2.1.5 A percentagem da energia total referida no item 6.2.1.4 do presente Apêndice não deve ser inferior à percentagem da totalidade da massa do veículo em ordem de marcha total referida no item 6.2.1.3 do presente Apêndice.

6.2.1.6 São aplicáveis as condições de realização dos ensaios especificadas no item 6.1.1.6 e nos itens 6.3.2.1 a 6.3.2.6 do presente Apêndice.

## **6.2.2 Método de ensaio**

6.2.2.1 O método de ensaio é idêntico ao descrito no item 6.1.2 do presente Apêndice, com a diferença de que, em vez do veículo completo, se utiliza a seção de carroçaria acima referida.

## **6.3 ENSAIO COM UM PÊNDULO DE UMA SEÇÃO DE CARROÇARIA**

### **6.3.1 Energia e direção de impacto**

6.3.1.1 A energia a transmitir a uma seção determinada da carroçaria deve ser a soma das energias declaradas pelo fabricante para cada um dos arcos transversais de reforço que fazem parte da seção de carroçaria em questão.

6.3.1.2 Por meio de um pêndulo, aplicar-se-á seção de carroçaria em questão a fração apropriada da energia prevista no item 6.4 do presente Apêndice, de modo que, no momento do impacto, o ângulo da direção de movimento do pêndulo com o plano médio vertical de orientação longitudinal da referida seção de carroçaria seja de 25° (+ 0° - 5°). O fabricante deve especificar o ângulo exato dentro do intervalo de variação admitido.

### **6.3.2 Condições de realização dos ensaios**

6.3.2.1 O órgão técnico oficial responsável pela realização dos ensaios efetuará o número de ensaios que considerar suficiente para comprovar que os requisitos especificados no item 2.1 do presente Apêndice são satisfeitos.

6.3.2.2 As seções de carroçaria devem ser constituídas pelas seções da estrutura normal correspondentes ao piso, ao quadro, às paredes laterais e ao teto compreendidas entre os montantes em questão. Também devem ser incluídas as seções correspondentes aos bagageiros, condutos de ventilação, etc., caso existam.

6.3.2.3 As portas da seção de carroçaria e as janelas da mesma que possam ser abertas devem ser todas fechadas, mas não trancadas. As janelas e os anteparos ou painéis envidraçados podem apresentar-se com ou sem a vidraça respectiva, à escolha do fabricante.

6.3.2.4 Nos casos em que tal se justifique, fica ao critério do fabricante a inclusão ou não dos bancos, na sua posição normal em relação à estrutura da seção de carroçaria em

causa. Os elementos de fixação e de união de todos os elementos estruturais e acessórios normalmente existentes devem estar no seu lugar. Se forem reguláveis, os encostos dos bancos devem ser ajustados o mais próximo possível da posição vertical e a altura dos bancos deve ser a mais elevada possível.

6.3.2.5 A escolha do lado da seção de carroçaria que sofrerá o impacto fica ao critério do fabricante. Se for necessário ensaiar mais do que uma seção de carroçaria, o impacto deve dar-se do mesmo lado em todas essas seções.

6.3.2.6 Para verificar se os requisitos do item 2.1 do presente Apêndice foram satisfeitos, utilizar-se-ão um sistema de fotografia ultra-rápida, gabaritos deformáveis ou outros meios adequados. Os gabaritos devem ser fixados a partes praticamente indeformáveis da estrutura.

6.3.2.7 A seção de carroçaria a ensaiar deve ser fixada com firmeza e segurança ao suporte por meio das travessas do mesmo ou dos elementos que as substituíam, de tal modo que o suporte e os elementos de fixação não absorvam uma quantidade de energia significativa durante o impacto.

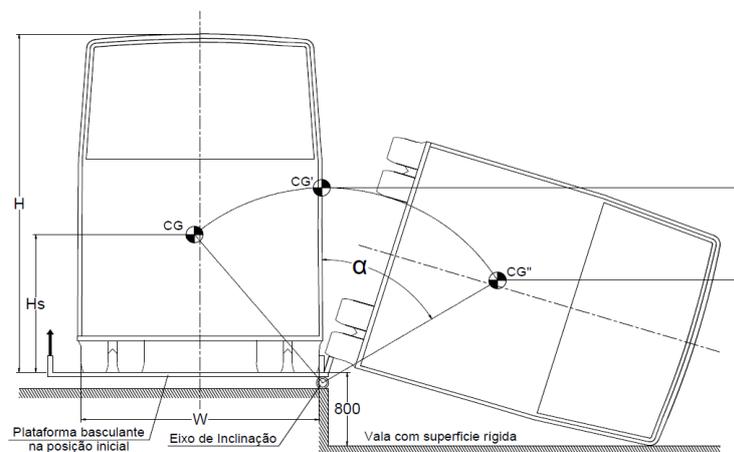
6.3.2.8 O pêndulo deve ser lançado de uma altura que lhe permita atingir a seção de carroçaria com uma velocidade compreendida entre 3 e 8 m/s.

### 6.3.3 Descrição do pêndulo

6.3.3.1 A superfície de impacto do pêndulo deve ser de aço, com  $20 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  de espessura, e a massa do pêndulo deve estar uniformemente distribuída. A superfície de impacto deve ser retangular e plana; a sua largura não deve ser inferior à largura da seção de carroçaria ensaiada e a altura não deve ser inferior a 800 mm. Os seus ângulos devem ser arredondados com um raio de curvatura mínimo de 15 mm.

6.3.3.2 O corpo do pêndulo deve estar firmemente ligado a duas barras rígidas. O eixo das barras não poderá distar mais de 3 500 mm do centro geométrico do pêndulo.

### 6.3.4 Cálculo da energia total ( $E^*$ )



Hipóteses:

1 Considera-se que a seção transversal da carroçaria é retangular;

- 2 Considera-se que o sistema de suspensão se encontra fixado de uma forma rígida;  
 3 Considera-se que movimento da seção da carroçaria é uma rotação perfeita em torno do ponto 'A'

### **CÁLCULO DA ENERGIA TOTAL (E\*)**

Se o centro de gravidade (h) for determinado por métodos gráficos, E\* poderá ser dado pela fórmula:

$$E^* = 0,75 \times M \times g \times h, \text{ em (Nm)}$$

Alternativamente, E\* pode ser calculado mediante a seguinte fórmula:

$$E^* = 0,75 \times M \times g \times \left( \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_s^2} - \frac{W}{2H} \sqrt{H^2 - 0,8^2} + 0,8 \frac{H_s}{H} \right), \text{ em (Nm)}$$

Onde:

M = Mk, a massa sem carga em ordem de marcha do modelo de veículo, se não existirem sistemas de retenção dos ocupantes, ou Mt, a massa total efetiva do veículo, quando equipado com sistemas de retenção dos ocupantes, e  $M_t = M_k + k \times M_m$ , sendo k = 0,5 e Mm a massa total dos ocupantes com sistemas de retenção;

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2;$$

W = largura máxima exterior dos eixos (m);

Hs = altura do baricentro do veículo vazio (m);

H = altura do veículo (m);

### **6.3.5 REQUISITOS APLICÁVEIS À DISTRIBUIÇÃO DAS PARTES PRINCIPAIS DA SUPERESTRUTURA EM RESPEITO À ABSORÇÃO DE ENERGIA**

6.3.5.1 Deverá ser executado um número de provas suficiente para convencer o serviço técnico encarregado das provas de que os requisitos estabelecidos no item 2.1 do presente Apêndice foram satisfeitos. Isto não significa necessariamente que se deva executar mais de uma prova;

6.3.5.2 Se, apesar de as duas seções de carroçaria não serem idênticas, muitas das características estruturais de uma determinada seção de carroçaria forem comuns às de uma seção de carroçaria ensaiada anteriormente, poderá demonstrar-se a aceitabilidade da primeira através de cálculos baseados nos dados obtidos nos ensaios desta última.

6.3.5.3 O fabricante deve indicar quais são os montantes da superestrutura que considera contribuir para a resistência da mesma e também a quantidade de energia (E<sub>i</sub>) que está previsto que cada montante absorva. Os elementos fornecidos devem satisfazer os seguintes critérios:

(1)	$\sum_{i=1}^m E_i > E^*$	Onde “m” é o número total de montantes indicado pelo fabricante;
-----	--------------------------	--

(2a)	$\sum_{i=1}^{i=n} E_{iF} \geq 0,4 E^*$	Onde “n” é o número total de montantes situados à frente do centro de gravidade do veículo
(2b)	$\sum_{i=1}^{i=p} E_{iR} \geq 0,4 E^*$	Onde “p” é o número total de montantes situados para trás do centro de gravidade do veículo
(3)	$L_F \geq 0,4 l_f$	Só é aplicável se “d <sub>max</sub> exceder a 0,8 vezes a deformação máxima permitida sem que haja invasão do espaço residual
(4)	$L_R \geq 0,4 l_r$	
(5)	$\frac{d_{max}}{d_{min}} \leq 2,5$	

Onde:

'E<sub>i</sub>' é a quantidade de energia que pode ser absorvida pelo montante i da superestrutura indicada pelo fabricante;

'E<sub>iF</sub>' é a quantidade de energia que pode ser absorvida pelo montante i situado para a frente do centro de gravidade do veículo indicada pelo fabricante;

'E<sub>iR</sub>' é a quantidade de energia que pode ser absorvida pelo montante i situado para a retaguarda do centro de gravidade do veículo indicada pelo fabricante;

'E\*' é a energia total absorvida pela estrutura completa do veículo;

'd<sub>max</sub>' é a maior deformação medida na direção do impacto numa das seções da estrutura da carroçaria depois de absorvida a energia de impacto correspondente indicada pelo fabricante;

'd<sub>min</sub>' é a menor deformação medida na direção do impacto (no mesmo ponto do espaço entre montantes que para d<sub>max</sub>) numa das seções da estrutura da carroçaria depois de absorvida a energia de impacto correspondente indicada pelo fabricante;

$L_F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (E_{iF} l_{if})}{\sum_{i=1}^{i=n} E_{iF}}$	É a distância média ponderada à qual se encontram os montantes situados para frente do centro de gravidade do veículo indicados pelo fabricante
$L_R = \frac{\sum_{i=1}^{i=p} (E_{iR} l_{ir})}{\sum_{i=1}^{i=p} E_{iR}}$	É a distância média ponderada à qual se encontram os montantes situados para trás do centro de gravidade do veículo indicados pelo fabricante

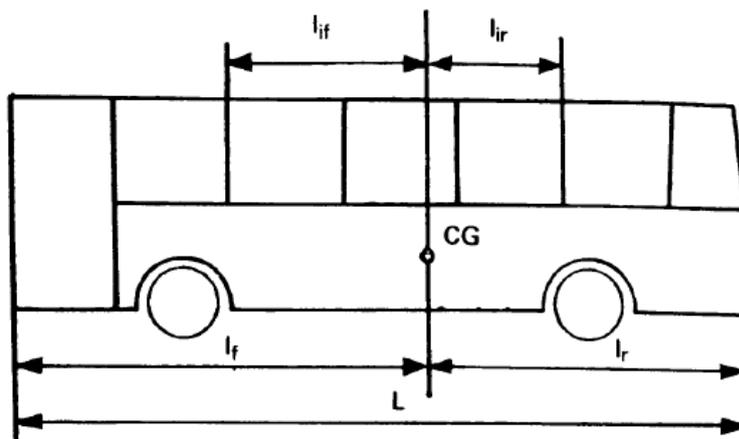
Onde:

' $l_{if}$ ' é a distância do centro de gravidade do veículo ao montante  $i$  situado à frente do centro de gravidade;

' $l_{ir}$ ' é a distância do centro de gravidade do veículo ao montante  $i$  situado para trás do centro de gravidade;

' $l_f$ ' é a distância do centro de gravidade do veículo à face dianteira do mesmo;

' $l_r$ ' é a distância do centro de gravidade do veículo à face traseira do mesmo.



## 6.4 VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA SUPERESTRUTURA POR APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE CÁLCULO

6.4.1 A verificação da conformidade de uma superestrutura ou de seções de uma superestrutura com os requisitos do item 2.1 do presente Apêndice poderá ser feita através de um método de cálculo aprovado pelo serviço técnico responsável pela realização dos ensaios.

6.4.2 Se for previsível que a estrutura venha a ser sujeita a deformações que excedam o limite de elasticidade dos materiais utilizados, os cálculos devem simular o comportamento da estrutura quando sujeita a grandes deformações plásticas.

6.4.3 Para verificar as hipóteses assumidas nos cálculos, o serviço técnico responsável pela realização dos ensaios poderá exigir o ensaio de determinados elementos de união ou de partes específicas da estrutura.

### 6.4.4 Preparativos para os cálculos

6.4.4.1 Os cálculos só serão iniciados depois de analisada a estrutura e definido um modelo matemático. Esta análise comporta a identificação dos elementos estruturais a ter em conta e a identificação dos pontos de possível articulação plástica. Devem ser indicadas as dimensões dos elementos estruturais e as propriedades dos materiais utilizados. Para determinar a relação entre a força (momento) aplicada e a deformação plástica produzida, dados essenciais para os cálculos, serão realizados ensaios físicos

nos pontos de articulação plástica. Também será necessário determinar a velocidade e a tensão de deformação correspondente. Se o método de cálculo não permitir prever a ocorrência de fraturas importantes, será essencial investigar, experimentalmente ou através de uma análise específica ou de ensaios dinâmicos apropriados, a ocorrência de tais fraturas. Será ainda necessário indicar a distribuição de cargas ao longo do comprimento do veículo.

6.4.4.2 O método de cálculo deve ter em conta as deformações dos materiais até aos limites de elasticidade respectivos e identificar os pontos onde as articulações plásticas terão lugar preferencialmente e poderão ocorrer subsequentemente, salvo se os pontos e a sequência de ocorrência das articulações plásticas forem conhecidos antecipadamente. O método deve ainda ter em conta as modificações que têm lugar na geometria da estrutura, pelo menos enquanto as deformações não ultrapassarem os limites aceitáveis. Os cálculos devem simular a energia e a direção de impacto a que a superestrutura em questão estaria sujeita se fosse submetida ao ensaio de capotamento descrito no item 6.3.1 do presente Apêndice. A validade do método de cálculo será comprovada por comparação com os resultados de ensaios físicos reais. Não é indispensável que estes tenham sido efetuados no quadro da recepção do veículo em causa.

#### **6.4.5 Ensaio de seções da superestrutura**

Quando se utilizar um método de cálculo para uma seção de uma superestrutura completa, as condições acima especificadas para um veículo completo continuarão a ser aplicáveis.