Só os textos originais da UNECE fazem fé ao abrigo do direito internacional público. O estatuto e a data de entrada em vigor do presente regulamento devem ser verificados na versão mais recente do documento UNECE comprovativo do seu estatuto, TRANS/WP.29/343, disponível no seguinte endereço: http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html.

Regulamento n.º 66 da Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas (UNECE) — Prescrições técnicas uniformes aplicáveis à homologação de veículos de passageiros de grande capacidade no que se refere à resistência da superestrutura

Adenda 65: Regulamento n.º 66

Revisão 1

Inclui todo o texto válido até:

Suplemento 1 à versão original do regulamento — Data de entrada em vigor: 3 de Setembro de 1997

Série 01 de alterações — Data de entrada em vigor: 9 de Novembro de 2005

ÍNDICE

REGULAMENTO

1. Âmbito de aplicação
2. Termos e definições
3. Pedido de homologação
4. Homologação
5. Especificações e requisitos gerais
6. Modificação e extensão da homologação de um modelo de veículo
7. Conformidade da produção
8. Sanções aplicáveis por não conformidade da produção
9. Cessação da produção
10. Disposições transitórias
11. Designações e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização de ensaios de homologação e dos serviços administrativos

ANEXOS

Anexo 1 — Comunicação relativa a modelos de veículos no que se refere à resistência da superestrutura, nos termos do Regulamento n.º 66

Anexo 2 — Disposição da marca de homologação

Anexo 3 — Determinação do centro de gravidade do veículo

Anexo 4 — Descrição da superestrutura

Anexo 5 — Ensaio de capotagem enquanto método de homologação de base

Anexo 6 — Ensaio de capotagem que utiliza secções da carroçaria enquanto método de homologação equivalente

Anexo 7 — Ensaio quase-estático de carga de secções da carroçaria enquanto método de homologação equivalente

Apêndice 1 — Determinação do movimento vertical do centro de gravidade durante a capotagem

Anexo 8 — Cálculo quase-estático baseado no ensaio de componentes enquanto método de homologação equivalente

Apêndice 1 — Características das rótulas plásticas

Anexo 9 — Simulação informática do ensaio de capotagem no veículo completo enquanto método de homologação equivalente

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O presente regulamento aplica-se a veículos rígidos ou articulados de um só piso projectados e construídos para o transporte de mais de 22 passageiros, sentados ou em pé, para além do condutor e da tripulação.

2. TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente regulamento, aplicam-se as seguintes definições e terminologia:

2.1. **Unidades de medida**

As unidades de medida são:

Dimensões e distâncias lineares	Metros (m) ou milímetros (mm)
Massa ou carga	Quilogramas (kg)
Força (e peso)	Newtons (N)
Momento	Metros de Newton (Nm)
Energia	Joules (J)
Constante gravitacional	9,81 (m/s^2)

2.2. «Veículo» designa um autocarro concebido e equipado para transporte de passageiros. O veículo é um exemplar representativo de um modelo de veículo.

2.3. «Modelo de veículo» designa uma categoria de veículos produzidos com as mesmas características técnicas de projecto, dimensões principais e configuração. O modelo de veículo é definido pelo fabricante do veículo.

2.4. «Família de modelos de veículos» designa os modelos de veículos, actualmente existentes e a propor no futuro, abrangidos pela homologação do caso mais desfavorável no que respeita ao presente regulamento.

2.5. «O caso mais desfavorável» designa o modelo de veículo, num grupo de modelos de veículos, menos susceptível de poder cumprir os requisitos do presente regulamento no que respeita à resistência da superestrutura. Os três parâmetros que definem o caso mais desfavorável são: resistência estrutural, energia de referência e espaço residual.

2.6. «Homologação de um modelo de veículo» designa a totalidade do processo oficial no âmbito do qual o modelo de veículo em causa é inspeccionado e ensaiado para se comprovar que cumpre todos os requisitos especificados no presente regulamento.

2.7. «Extensão da homologação» designa o procedimento oficial no âmbito do qual um modelo de veículo modificado é homologado com base num modelo de veículo homologado anteriormente, mediante comparação de critérios relativos à estrutura, à energia potencial e ao espaço residual.

2.8. «Veículo articulado» designa um veículo constituído por duas ou mais secções rígidas articuladas entre si; os segmentos para passageiros de cada secção são intercomunicantes, permitindo a livre circulação dos passageiros entre estes; as secções rígidas estão ligadas de modo permanente, só podendo ser separadas com recurso a meios normalmente apenas disponíveis numa oficina.

2.9. «Compartimento para passageiros» designa o espaço destinado aos passageiros, excluindo o espaço ocupado por quaisquer equipamentos fixos, tais como bares, *kitchenettes* ou instalações sanitárias.

2.10. «Compartimento do condutor» designa o espaço que se destina a ser utilizado exclusivamente pelo condutor e no qual se situam o banco do condutor, o volante, os comandos, os instrumentos e outros dispositivos necessários à condução do veículo.

2.11. «Sistema de retenção do ocupante» designa qualquer dispositivo que prenda um passageiro, o condutor ou um membro da tripulação ao banco respectivo durante uma capotagem.

2.12. «Plano longitudinal vertical médio» (VLCP) designa o plano vertical que passa pelos pontos médios do eixo dianteiro e do eixo traseiro.

2.13. «Espaço residual» designa um espaço a preservar no(s) compartimento(s) para os passageiros, a tripulação e o condutor para aumentar a possibilidade de sobrevivência dos passageiros, do condutor e da tripulação em caso de capotagem.

2.14. «Massa sem carga em ordem de marcha» (M_k) designa a massa do veículo em ordem de marcha, sem ocupantes e sem carga, mas adicionando 75 kg para a massa do condutor, a massa do combustível correspondente a 90 % da capacidade do tanque de combustível especificada pelo fabricante e as massas do fluido de arrefecimento, dos lubrificantes, das ferramentas e de uma roda de reserva, se aplicável.

2.15. «Massa total dos ocupantes» (M_m) designa a massa combinada dos eventuais passageiros e da tripulação que ocupem lugares sentados equipados com sistemas de retenção de ocupantes.

2.16. «Massa total efectiva do veículo» (M_t) designa a massa do veículo sem carga em ordem de marcha (M_k) combinada com a porção (k = 0,5) da massa total dos ocupantes (M_m) considerada rigidamente fixada ao veículo.

2.17. «Massa individual de um ocupante» (M_{mi}) designa a massa nominal de um ocupante. O valor desta massa é de 68 kg.

2.18. «Energia de referência» (E_R) designa a energia potencial do modelo de veículo a homologar, medida em relação ao nível horizontal inferior da vala, na posição inicial, instável, do processo de capotagem.

2.19. «Ensaio de capotagem de um veículo completo» designa um ensaio com um veículo completo, em tamanho real, para comprovação da resistência exigida da superestrutura.

2.20. «Banco basculante» designa um dispositivo técnico, incluindo uma plataforma basculante, uma vala e uma superfície de betão, usado para o ensaio de capotagem de um veículo completo ou de secções da carroçaria.

2.21. «Plataforma basculante» designa um plano rígido capaz de rodar em torno de um eixo horizontal para fazer bascular um veículo completo ou secções da carroçaria.

2.22. «Carroçaria» designa a estrutura completa do veículo em ordem de marcha, incluindo todos os elementos estruturais que formam o compartimento para passageiros, o compartimento do condutor, o compartimento para bagagem e os espaços destinados às unidades e aos componentes mecânicos.

2.23. «Superestrutura», designa os componentes portantes da carroçaria tal como definidos pelo fabricante, incluindo as peças e elementos que contribuem para a resistência e a capacidade de absorção de energia da carroçaria, preservando o espaço residual no ensaio de capotagem.

2.24. «Segmento» designa uma secção da superestrutura que forma um quadro fechado entre dois planos perpendiculares ao plano longitudinal vertical médio do veículo. Um segmento inclui um montante de janela (ou porta) em cada lado do veículo, assim como elementos das paredes laterais, uma secção da estrutura do tejadilho e uma secção do piso e da estrutura de suporte do piso.

2.25. «Secção da carroçaria» designa uma unidade estrutural que representa uma parte da superestrutura para efeitos de um ensaio de homologação. Uma secção da carroçaria inclui, pelo menos, dois segmentos ligados por elementos de conexão representativos (laterais, tejadilho e estrutura de suporte do piso).

2.26. «Secção da carroçaria original» designa uma secção da carroçaria composta por dois ou mais segmentos exactamente com a mesma forma e posição relativa, tal como aparecem no veículo real. Todos os elementos de conexão entre os segmentos devem estar dispostos exactamente como aparecem no veículo real.

2.27. «Secção da carroçaria artificial» designa uma secção da carroçaria construída a partir de dois ou mais segmentos, mas que não foram colocados na mesma posição, nem à mesma distância entre si como no veículo real. Os elementos de conexão entre esses segmentos não têm de ser idênticos aos da estrutura real da carroçaria, mas devem ser estruturalmente equivalentes.

2.28. «Parte rígida» designa a parte ou o elemento da estrutura que não apresenta uma deformação e absorção de energia significativas durante o ensaio de capotagem.

2.29. «Zona plástica» (PZ) designa uma parte da superestrutura especial e geometricamente limitada, na qual, em resultado das forças de impacto dinâmicas:

— estão concentradas grandes deformações plásticas,

— se produz uma distorção essencial da forma original (secção transversal, comprimento, ou outra característica geométrica),

— ocorre a instabilidade, em consequência da encurvadura local,

— a energia cinética é absorvida devido a deformação.

2.30. «Rótula plástica» (PH) designa uma zona plástica simples formada num elemento linear da estrutura (tubo simples, montante de janela, etc.).

2.31. «Longarina lateral do tejadilho» designa o elemento estrutural longitudinal da carroçaria por cima das janelas laterais, incluindo a transição curva de ligação com a estruturas do tejadilho. No ensaio de capotagem, é a longarina lateral do tejadilho que colide primeiro com o pavimento.

2.32. «Longarina de cintura» designa o elemento estrutural longitudinal da carroçaria abaixo das janelas laterais. No ensaio de capotagem, a longarina de cintura pode ser a segunda zona a entrar em contacto com o pavimento, após a deformação inicial da secção transversal do veículo.

3. PEDIDO DE HOMOLOGAÇÃO

3.1. O pedido de homologação de um modelo de veículo no que diz respeito à resistência da superestrutura deve ser apresentado pelo fabricante do veículo, ou pelo seu mandatário devidamente acreditado, ao serviço administrativo competente.

3.2. O pedido deve ser acompanhado dos documentos a seguir mencionados, em triplicado, e dos seguintes elementos:

3.2.1. Os principais dados e parâmetros de identificação do modelo de veículo ou grupo de modelos de veículo;

3.2.1.1. Desenhos e diagramas do modelo de veículo, da carroçaria e da disposição interior com as principais dimensões. Os lugares sentados equipados com sistemas de retenção dos ocupantes devem ser claramente assinalados e as posições no veículo devem ser exactamente dimensionadas;

3.2.1.2. A massa sem carga em ordem de marcha do veículo e as cargas por eixo correspondentes;

3.2.1.3. A posição exacta do centro de gravidade do veículo, em conjunto com o relatório de medição. Para determinar a posição do centro de gravidade, são utilizados os métodos de medição e de cálculo descritos no anexo 3.

3.2.1.4. A massa total efectiva do veículo em ordem de marcha e as cargas por eixo correspondentes.

3.2.1.5. A posição exacta do centro de gravidade da massa total efectiva do veículo, em conjunto com o relatório de medição. Para determinar a posição do centro de gravidade, são utilizados os métodos de medição e de cálculo descritos no anexo 3.

3.2.2. Todas as informações e todos os dados necessários para avaliar os critérios de caso mais desfavorável num grupo de modelos de veículo, nomeadamente:

3.2.2.1. O valor da energia de referência (E_R), que é o produto da massa do veículo (M), da constante de gravidade (g) e da altura (h_1) do centro de gravidade com o veículo na posição de equilíbrio instável, ao iniciar o ensaio de capotagem (ver figura 3).

$$E_R = M \cdot g \cdot h_1 = M \cdot g\left[0{,}8 + \sqrt{h_0^2 + (B \pm t)^2}\right]$$

sendo:

M = M_k, a massa sem carga em ordem de marcha do modelo de veículo, se não existirem sistemas de retenção dos ocupantes, ou

M_t, a massa total efectiva do veículo, quando equipado com sistemas de retenção dos ocupantes, e

M_t = $M_k + k \cdot M_m$, sendo k = 0,5

h_0 = a altura (em metros) do centro de gravidade do veículo para o valor da massa (M) escolhido

t = distância perpendicular (em metros) do centro de gravidade do veículo ao plano longitudinal vertical médio.

B = distância perpendicular (em metros) do plano longitudinal vertical médio do veículo ao eixo de rotação no ensaio de capotagem

g = constante gravitacional

h_1 = a altura (em metros) do centro de gravidade do veículo na sua posição inicial, instável, em relação ao nível inferior horizontal da vala

3.2.2.2. Desenhos e descrição pormenorizada da superestrutura do modelo do veículo ou do grupo de modelos de veículo em conformidade com anexo 4.

3.2.2.3. Desenhos pormenorizados do espaço residual nos termos do n.º 5.2. para cada modelo de veículo a homologar.

3.2.3. Documentação pormenorizada, parâmetros e dados pormenorizados complementares em função do método de ensaio de homologação seleccionado pelo fabricante, conforme indicado nos anexos 5, 6, 7, 8 e 9.

3.2.4. No caso de um veículo articulado, todas estas informações são indicadas separadamente para cada secção do modelo de veículo, à excepção do n.º 3.2.1.1., que se refere ao veículo completo.

3.3. A pedido do serviço técnico, deve ser apresentado um veículo completo (ou um veículo de cada modelo, se a homologação for solicitada para um grupo de modelos de veículo) para controlo da massa sem carga em ordem de marcha, das cargas por eixo, da posição do centro de gravidade e de todos os outros dados e informações relevantes para a resistência da superestrutura.

3.4. Em função do método de ensaio de homologação seleccionado pelo fabricante, são apresentados provetes adequados ao serviço técnico, mediante um pedido seu neste sentido. A disposição e o número desses provetes são acordados com o serviço técnico. Em caso de provetes que já tenham sido ensaiados antes, são apresentados os relatórios de ensaio respectivos.

4. HOMOLOGAÇÃO

4.1. Se o modelo de veículo ou o grupo de modelos de veículo apresentados para homologação nos termos do presente regulamento cumprirem os requisitos do n.º 5, é concedida a homologação desse modelo de veículo.

4.2. A cada modelo de veículo homologado é atribuído um número de homologação. Os dois primeiros algarismos (actualmente 01, correspondendo à série 01 de alterações) indicam a série de alterações que incorpora as principais e mais recentes alterações técnicas ao regulamento à data da emissão da homologação. A mesma parte contratante não pode atribuir o mesmo número a outro modelo de veículo.

4.3. A concessão, recusa, extensão da homologação de um modelo de veículo nos termos do presente regulamento deve ser notificada às partes contratantes do acordo que apliquem o presente regulamento por meio de um formulário de comunicação (ver anexo 1) e de desenhos e diagramas fornecidos pelo requerente da homologação, num formato acordado entre o fabricante e o serviço técnico. A documentação em papel deve ser dobrável no formato A4 (210 mm × 297 mm).

4.4. Nos veículos conformes a modelos de veículos homologados nos termos do presente regulamento deve ser afixada de maneira visível, num local facilmente acessível e indicado no formulário de homologação, uma marca de homologação internacional composta por:

4.4.1. Um círculo envolvendo a letra «E», seguida do número distintivo do país que concedeu a homologação ([1]);

4.4.2. O número do presente regulamento, seguido da letra «R», de um travessão e do número de homologação, à direita do círculo previsto no n.º 4.4.1.

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

4.6. A marca de homologação deve ser colocada sobre a chapa de identificação do veículo afixada pelo fabricante, ou na sua proximidade.

4.7. O anexo 2 do presente regulamento inclui exemplos de marcas de homologação.

5. ESPECIFICAÇÕES E REQUISITOS GERAIS

5.1. **Requisitos**

A superestrutura do veículo deve ter resistência suficiente para garantir que o espaço residual, durante e após o ensaio de capotagem no veículo completo, não foi danificado, o que significa que:

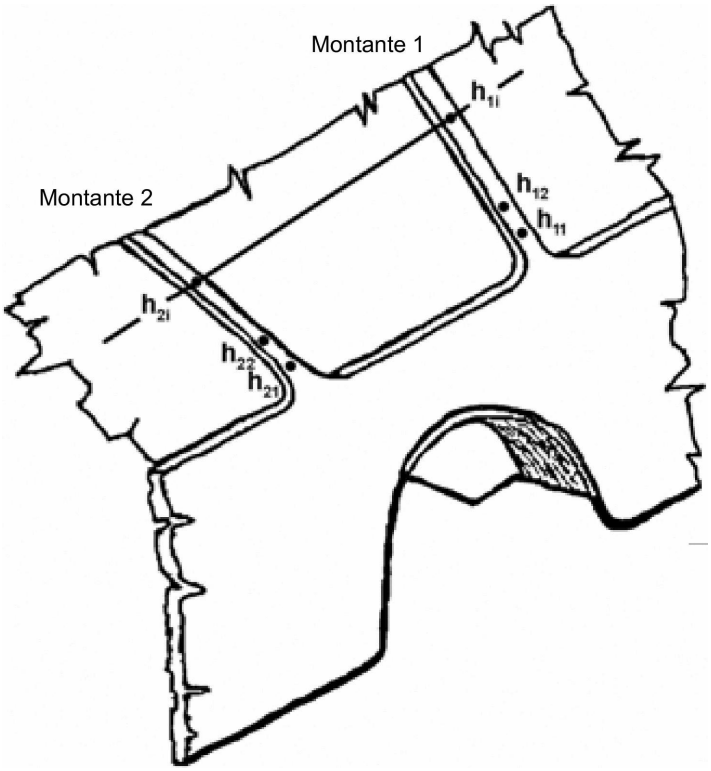
5.1.1. Nenhuma das partes do veículo que esteja situada fora do espaço residual no início do ensaio (por exemplo, montantes, barras de segurança, porta-bagagens) deve penetrar no espaço residual durante o ensaio. Os elementos da estrutura originalmente situados no espaço residual (por exemplo, varões verticais, divisórias, cozinhas, instalações sanitárias) não devem ser considerados ao avaliar a intrusão no espaço residual.

([1]) 1 para a Alemanha, 2 para a França, 3 para a Itália, 4 para os Países Baixos, 5 para a Suécia, 6 para a Bélgica, 7 para a Hungria, 8 para a República Checa, 9 para a Espanha, 10 para a Sérvia e Montenegro, 11 para o Reino Unido, 12 para a Áustria, 13 para o Luxemburgo, 14 para a Suíça, 15 (não utilizado), 16 para a Noruega, 17 para a Finlândia, 18 para a Dinamarca, 19 para a Roménia, 20 para a Polónia, 21 para Portugal, 22 para a Federação da Rússia, 23 para a Grécia, 24 para a Irlanda, 25 para a Croácia, 26 para a Eslovénia, 27 para a Eslováquia, 28 para a Bielorrússia, 29 para a Estónia, 30 (não utilizado), 31 para a Bósnia-Herzegovina, 32 para a Letónia, 33 (não utilizado), 34 para a Bulgária, 35 (não utilizado), 36 para a Lituânia, 37 para a Turquia, 38 (não utilizado), 39 para o Azerbaijão, 40 para a antiga República jugoslava da Macedónia, 41 (não utilizado), 42 para a Comunidade Europeia (homologações emitidas pelos Estados-Membros utilizando os respectivos símbolos ECE), 43 para o Japão, 44 (não utilizado), 45 para a Austrália, 46 para a Ucrânia, 47 para a África do Sul, 48 para a Nova Zelândia, 49 para Chipre, 50 para Malta e 51 para a República da Coreia. Os números seguintes serão atribuídos a outros países pela ordem cronológica da sua ratificação ou adesão ao acordo relativo à adopção de prescrições técnicas uniformes aplicáveis aos veículos de rodas, aos equipamentos e às peças susceptíveis de serem montados ou utilizados num veículo de rodas e às condições de reconhecimento recíproco das homologações emitidas em conformidade com essas prescrições; os números assim atribuídos serão comunicados pelo secretário-geral da Organização das Nações Unidas às partes contratantes no acordo.

5.1.2. Nenhuma parte do espaço residual deve sobressair da estrutura deformada. O contorno da estrutura deformada é determinado ponto a ponto entre cada montante de janela e/ou de porta adjacentes. Entre dois montantes deformados, o contorno é uma superfície teórica determinada por rectas unindo os pontos de contorno internos dos montantes, situados à mesma altura acima do nível do piso antes do ensaio de capotagem (ver figura 1).

Figura 1

Especificação do contorno da estrutura deformada



5.2. **Espaço residual**

A envolvente do espaço residual do veículo é definida por meio de um plano vertical transversal no interior do veículo, cuja periferia é a descrita nas figuras 2(a) e 2(c), e movendo este plano ao longo do comprimento do veículo [ver figura 2(b)] da seguinte maneira:

5.2.1. O ponto S_R situa-se no encosto de cada banco exterior orientado para a frente ou para a retaguarda (ou lugar sentado nominal), a 500 mm acima do piso sob o assento, a 150 mm da superfície interior da parede lateral. Não devem ser tidas em conta as cavas de roda e outras variações da altura do piso. Estas dimensões devem igualmente ser aplicadas, no caso de bancos virados para dentro, no seu plano médio.

5.2.2. Se os dois lados do veículo não forem simétricos no que respeita à disposição do piso e, consequentemente, à altura dos pontos S_R, o degrau entre as duas linhas do piso do espaço residual deve situar-se no plano longitudinal vertical médio do veículo [ver figura 2(c)].

5.2.3. A posição mais recuada do espaço residual é um plano vertical situado 200 mm atrás do ponto S_R do banco exterior mais recuado, ou a face interna da parede da retaguarda do veículo, se esta se situar a menos de 200 mm atrás do ponto S_R.

A posição mais avançada do espaço residual é um plano vertical situado 600 mm à frente do ponto S_R do banco (de passageiros, da tripulação, ou do condutor) mais avançado do veículo regulado na sua posição mais avançada.

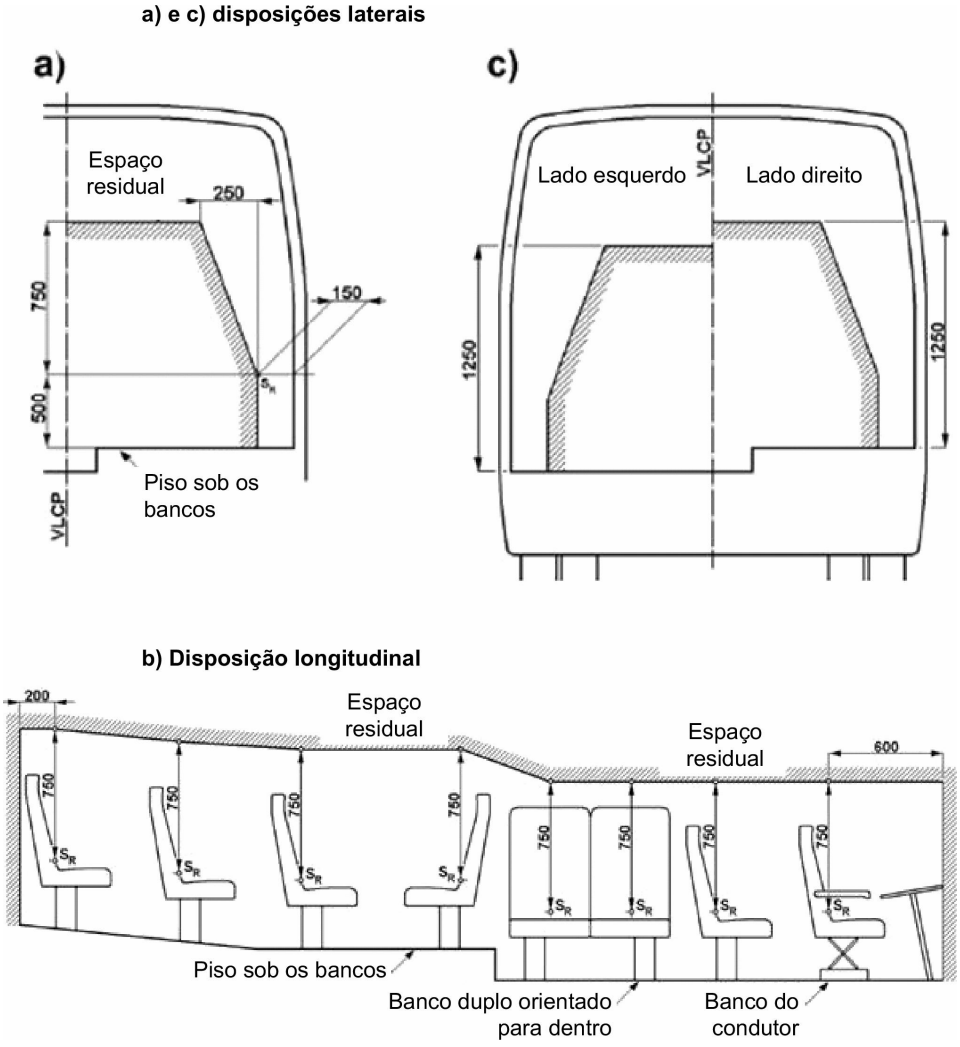
Se os bancos mais recuados e mais avançados dos dois lados do veículo não estiverem situados nos mesmos planos transversais, o comprimento do espaço residual em cada lado será diferente.

5.2.4. O espaço residual é contínuo no(s) compartimento(s) para os passageiros, a tripulação e o condutor entre o seu plano mais recuado e o mais avançado e é determinado através da deslocação do plano transversal vertical definido ao longo do comprimento do veículo, segundo rectas que passem pelos pontos de S_R de ambos os lados do veículo. Atrás do ponto S_r do banco mais recuado e à frente do ponto S_r do banco mais avançado, as rectas são horizontais.

5.2.5. O fabricante pode definir um espaço residual maior do que o exigido para uma dada disposição de bancos para simular o caso mais desfavorável num grupo de modelos de veículo, com o objectivo de permitir o futuro desenvolvimento do arranjo interior.

Figura 2

Especificação do espaço residual



5.3. **Especificação do ensaio de capotagem como método de homologação de base**

O ensaio de capotagem é um ensaio de inclinação lateral (ver figura 3), efectuado do seguinte modo:

5.3.1. O veículo completo é colocado na plataforma basculante, com a suspensão bloqueada, e é inclinado lentamente até atingir uma posição de equilíbrio instável. Se o modelo de veículo não estiver equipado com sistemas de retenção dos ocupantes, deve ser ensaiado na sua massa sem carga em ordem de marcha. Se o modelo de veículo estiver equipado com sistemas de retenção dos ocupantes, deve ser ensaiado com a massa total efectiva do veículo.

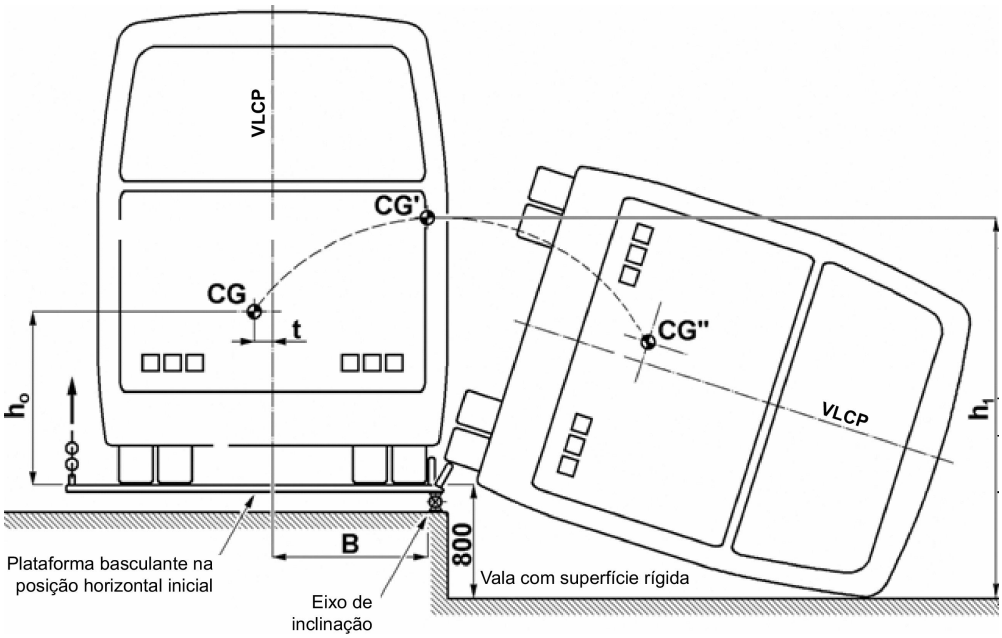
5.3.2. O ensaio de capotagem tem início nessa posição instável do veículo, com uma velocidade angular nula, passando o eixo de rotação pelos pontos de contacto das rodas com o solo. Nesse momento, o veículo é caracterizado pela energia de referência E_R (ver n.º 3.2.2.1. e a figura 3).

5.3.3. O veículo inclina-se até cair numa vala com uma profundidade nominal de 800 mm e um pavimento de betão cuja superfície é horizontal, seca e plana.

5.3.4. As especificações técnicas pormenorizadas do ensaio de capotagem com um veículo completo, enquanto ensaio de homologação de base, são as indicadas no anexo 5.

Figura 3

Representação do ensaio de capotagem com um veículo completo indicando o trajecto do centro de gravidade a partir da posição inicial, passando pela posição de equilíbrio instável



5.4. **Especificações dos ensaios de homologação equivalentes**

Em vez do ensaio de capotagem com um veículo completo, ao critério do fabricante, é possível optar por um dos seguintes métodos de ensaio de homologação equivalentes:

5.4.1. Ensaio de capotagem com secções da carroçaria representativas do veículo completo em conformidade com as especificações do anexo 6.

5.4.2. Ensaios quase-estáticos de carga de secções da carroçaria em conformidade com as especificações do anexo 7.

5.4.3. Cálculos quase-estáticos baseados nos resultados de ensaios com componentes em conformidade com as especificações do anexo 8.

5.4.4. Simulação informática — por meio de cálculos dinâmicos — do ensaio de capotagem de base com um veículo completo em conformidade com as especificações do anexo 9.

5.4.5. O princípio de base é que o método equivalente de ensaio de homologação deve ser levado a efeito de modo a que represente o ensaio de capotagem de base especificado no anexo 5. Se o método de ensaio de homologação equivalente escolhido pelo fabricante não puder ter em conta alguma característica especial ou de construção do veículo (por exemplo, sistema de ar condicionado no tejadilho, altura variável da longarina de cintura, altura variável do tejadilho), o serviço técnico pode requerer que o veículo completo seja submetido ao ensaio de capotagem especificado no anexo 5.

5.5. **Ensaio de autocarros articulados**

No caso de um veículo articulado, cada secção rígida do veículo deve obedecer ao requisito geral especificado no n.º 5.1. Cada secção rígida de um veículo articulado pode ser ensaiada separadamente ou em combinação, conforme descrito no n.º 2.3 do anexo 5 ou no n.º 2.6.7. do anexo 3.

5.6. **Direcção do ensaio de capotagem**

O ensaio de capotagem é realizado do lado do veículo que for mais perigoso no que diz respeito ao espaço residual. A decisão é tomada pelo serviço técnico com base na proposta do fabricante, tendo, pelo menos, em conta o seguinte:

5.6.1. A excentricidade lateral do centro de gravidade e o seu efeito na energia de referência na posição instável e inicial do veículo, ver n.º 3.2.2.1;

5.6.2. A assimetria do espaço residual, ver n.º 5.2.2;

5.6.3. As características de construção diferentes, assimétricas dos dois lados do veículo, e o reforço conferido por divisórias ou compartimentos interiores (por exemplo, guarda-roupa, casa-de-banho, cozinha). O lado com menor apoio é escolhido como sentido do ensaio de capotagem.

6. MODIFICAÇÃO E EXTENSÃO DA HOMOLOGAÇÃO DE UM MODELO DE VEÍCULO

6.1. Qualquer modificação do modelo de veículo homologado deve ser notificada ao serviço administrativo que concedeu a homologação. A referida entidade pode então:

6.1.1. Considerar que as modificações introduzidas não são susceptíveis de ter efeitos apreciáveis e que, em todo o caso, o modelo de veículo garante ainda a conformidade com o disposto no presente regulamento e que faz parte de uma família de modelos de veículo em conjunto com o veículo homologado, ou

6.1.2. Exigir um novo relatório de ensaio ao serviço técnico responsável pela realização dos ensaios que comprove que o novo modelo de veículo cumpre o disposto no presente regulamento e faz parte de um grupo de modelos de veículo em conjunto com o modelo de veículo homologado, ou

6.1.3. Recusar a extensão da homologação e exigir a realização de um novo procedimento de homologação.

6.2. As decisões do serviço administrativo e do serviço técnico devem ser baseadas nos três critérios do caso mais desfavorável:

6.2.1. O critério estrutural diz respeito ao facto de a superestrutura ter sido ou não modificada (ver anexo 4). Se não tiver havido qualquer alteração, ou se a nova superestrutura for mais forte, isso é considerado favorável.

6.2.2. O critério de energia diz respeito ao facto de a energia de referência ter sido ou não modificada. Se o novo modelo de veículo tiver a mesma energia de referência ou uma energia de referência inferior ao homologado, isso é considerado favorável.

6.2.3. O critério relativo ao espaço residual baseia-se na superfície envolvente do espaço residual. Se o espaço residual do novo modelo de veículo não invadir o espaço residual do modelo homologado, isso é considerado favorável.

6.3. Se os três critérios descritos no n.º 6.2. forem modificados favoravelmente, é concedida a extensão da homologação, sem necessidade de um exame suplementar.

Se as três respostas forem desfavoráveis, é exigido um novo procedimento de homologação.

Se as respostas a tais critérios combinarem critérios favoráveis e desfavoráveis, são exigidos procedimentos complementares de controlo (ensaios, cálculos, análise estrutural, entre outros). Essas verificações são determinadas pelo serviço técnico em cooperação com o fabricante.

6.4. A confirmação ou a recusa da homologação, especificando as modificações introduzidas, é notificada, por meio do procedimento indicado no n.º 4.3, às partes do acordo que apliquem o presente regulamento.

6.5. A entidade administrativa que emite a extensão da homologação atribui um número de série a cada formulário de comunicação estabelecido para tal extensão.

7. CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

7.1. Os procedimentos de conformidade da produção devem cumprir o disposto no apêndice 2 do acordo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev. 2).

7.2. Todos os veículos homologados nos termos do presente regulamento devem ser fabricados de modo a serem conformes ao modelo homologado, cumprindo o disposto no n.º 5. Só os elementos indicados pelo fabricante como elementos da superestrutura são examinados.

7.3. A frequência normal das inspecções autorizadas pelo serviço administrativo é bienal. Se a não conformidade for detectada durante uma dessas inspecções, o serviço administrativo pode aumentar a frequência das mesmas para restabelecer a conformidade da produção o mais rapidamente possível.

8. SANÇÕES POR NÃO CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

8.1. A homologação concedida a um modelo de veículo nos termos do presente regulamento pode ser revogada se os requisitos enunciados no n.º 7 não forem cumpridos.

8.2. Se uma parte contratante do acordo que aplique o presente regulamento revogar uma homologação que havia previamente concedido, deve notificar imediatamente desse facto as restantes partes contratantes que apliquem o presente regulamento, utilizando um formulário de homologação do qual conste no final, em grandes caracteres, a anotação, assinada e datada, «HOMOLOGAÇÃO REVOGADA».

9. CESSAÇÃO DA PRODUÇÃO

Se o titular da homologação deixar definitivamente de fabricar um modelo de veículo homologado nos termos do presente regulamento, deve informar desse facto o serviço administrativo que concedeu a homologação. Após receber a comunicação em causa, essa entidade deve do facto informar as outras partes no acordo que apliquem o presente regulamento por meio de um exemplar do formulário de homologação do qual conste, no final e em grandes caracteres, a anotação, assinada e datada, «CESSAÇÃO DA PRODUÇÃO».

10. DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

10.1. A contar da data oficial da entrada em vigor da série 01 de alterações, nenhuma parte contratante que aplique o presente regulamento pode recusar um pedido de homologação ECE ao abrigo do presente regulamento, com a redacção que lhe foi dada pela série 01 de alterações.

10.2. A partir de 60 meses após a data de entrada em vigor, as partes contratantes que apliquem o presente regulamento só devem conceder homologações ECE a novos modelos de veículos nos termos do presente regulamento se o modelo de veículo a homologar cumprir os requisitos do presente regulamento, com a redacção que foi dada pela série 01 de alterações.

10.3. As partes contratantes que apliquem o presente regulamento não devem recusar a concessão de extensões de homologações conformes à série precedente de alterações ao presente regulamento.

10.4. As homologações ECE concedidas ao abrigo do presente regulamento, na sua forma original, antes de decorridos 60 meses após a data de entrada em vigor, bem como todas as extensões dessas homologações, continuam a ser válidas indefinidamente, ressalvando o disposto no n.º 10.6. Se o modelo de veículo homologado em conformidade com uma versão precedente do presente regulamento cumprir o disposto no presente regulamento com a redacção que lhe foi dada pela série 01 de alterações, a parte contratante que tiver concedido a homologação deve desse facto notificar as restantes partes contratantes que apliquem o presente regulamento.

10.5. Nenhuma das partes contratantes que aplique o presente regulamento pode recusar uma homologação de âmbito nacional a um modelo de veículo homologado ao abrigo da série 01 de alterações ao presente regulamento.

10.6. A partir de 144 meses após a entrada em vigor da série 01 de alterações ao presente regulamento, as partes contratantes que o apliquem podem recusar a concessão do primeiro registo nacional (primeira entrada em circulação) a um modelo de veículo que não cumpra as prescrições da série 01 de alterações ao presente regulamento.

11. DESIGNAÇÕES E ENDEREÇOS DOS SERVIÇOS TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO E DOS SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS

As partes contratantes do acordo que apliquem o presente regulamento devem comunicar ao Secretariado da Organização das Nações Unidas as designações e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação e dos serviços administrativos que concedem essas homologações. Os formulários comprovativos da concessão, extensão, recusa ou revogação da homologação emitidos noutros países devem ser enviados aos serviços administrativos competentes de todas as partes contratantes no referido acordo.

ANEXO 1

COMUNICAÇÃO

[(Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



Emitido por: Designação do serviço administrativo:
.....
.....
.....

relativa a (2): CONCESSÃO DA HOMOLOGAÇÃO
EXTENSÃO DA HOMOLOGAÇÃO
RECUSA DA HOMOLOGAÇÃO
REVOGAÇÃO DA HOMOLOGAÇÃO
CESSAÇÃO DA PRODUÇÃO

a/de um modelo de veículo no que se refere à resistência da superestrutura nos termos do Regulamento n.º 66.

Homologação n.º ..... Extensão n.º .....

1. Marca de fabrico ou comercial do veículo: .....
2. Modelo de veículo: .....
3. Categoria/classe de veículo: .....
4. Nome e endereço do fabricante: .....
5. Nome e endereço do mandatário do fabricante, se aplicável: .....
6. Resumo ou descrição sintética da superestrutura no que respeita ao n.º 3.2.2.2 do presente regulamento e do anexo 4: .....
7. Número de referência do desenho pormenorizado que representa o espaço residual utilizado para o procedimento de homologação: .....
8. Massa sem carga em ordem de marcha (kg): ..... e cargas por eixo correspondentes (kg): .....
9. Número máximo de lugares sentados autorizados a estarem equipados com sistemas de retenção dos ocupantes: .....
10. Posição do centro de gravidade do veículo sem carga nos planos longitudinal, transversal e vertical: .....

10.1. Para a massa sem carga em ordem de marcha: .....

10.2. Para a massa total efectiva do veículo: .....

11. Se o veículo estiver equipado com sistemas de retenção dos ocupantes, adicionalmente, a massa total efectiva (kg) do veículo: ..... e as cargas por eixo correspondentes (kg): .....
12. Valor da energia de referência (E_R) conforme especificado no n.º 3.2.2.1 do presente regulamento: .....
13. Veículo apresentado para homologação em: .....
14. Método de ensaio ou cálculo utilizado para homologação: .....
15. Direcção do ensaio de capotagem utilizada ou assumida no procedimento de homologação: .....
16. Serviço técnico responsável pela realização dos ensaios de homologação: .....
17. Data do relatório de ensaio emitido por esse serviço: .....
18. Número do relatório emitido por esse serviço: .....
19. A homologação foi objecto de concessão/recusa/extensão/revogação: .....
20. Razão(ões) da extensão (se aplicável): .....

21. Posição da marca de homologação no veículo: .....

Lista de documentos que contêm dados especificados no n.º 3.2 do regulamento, bem como no anexo em que se refere o método de ensaio de homologação utilizado.

.....

.....

.....

.....

.....

Os documentos enumerados são arquivados pelo serviço administrativo competente e estão disponíveis mediante pedido.

Local: .....

Data: .....

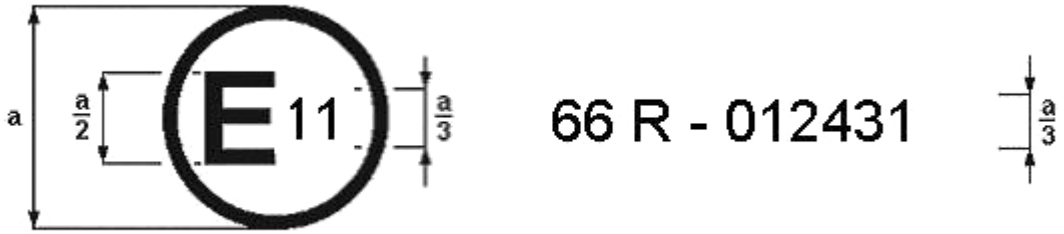
Assinatura: .....

(1) Número distintivo do país que procedeu à concessão/extensão da homologação (ver disposições relativas à homologação no presente regulamento).
(2) Riscar o que não for aplicável.

ANEXO 2

DISPOSIÇÃO DA MARCA DE HOMOLOGAÇÃO

(Ver n.º 4.4 do presente regulamento)



a = 8 mm mín.

A marca de homologação acima indicada, afixada num veículo, mostra que o modelo de veículo em causa foi homologado no Reino Unido (E11), no que respeita à resistência da superestrutura, nos termos do Regulamento n.º 66, com o número de homologação 012431. Os dois primeiros algarismos do número de homologação indicam que a homologação foi concedida em conformidade com a série 01 de alterações ao Regulamento n.º 66.

ANEXO 3

DETERMINAÇÃO DO CENTRO DE GRAVIDADE DO VEÍCULO

1. PRINCÍPIOS GERAIS

1.1. A energia de referência e a energia total absorvida no ensaio de capotagem dependem directamente da posição do centro de gravidade do veículo. Por conseguinte, a sua determinação deve ser efectuada com a maior precisão possível. O método de medição das dimensões, dos ângulos e valores de carga, assim como a precisão da medição devem ser registados para avaliação pelo serviço técnico. É exigido o seguinte grau de precisão dos aparelhos de medição:

— para medições inferiores a 2 000 mm:	uma precisão de ± 1 mm
— para medições inferiores a 2 000 mm:	uma precisão de ± 0,05 por cento
— para medição de ângulos:	uma precisão de ± 1 por cento
— para medição dos valores de carga:	uma precisão de ± 0,2 por cento.

A base de apoio do veículo e a distância entre os centros da superfície de apoio das rodas de um eixo (a via do eixo) devem ser determinadas a partir dos desenhos fornecidos pelo fabricante.

1.2. O bloqueamento da suspensão é especificado como a condição para determinar o centro de gravidade e para levar a efeito o ensaio de capotagem real. A suspensão é bloqueada na posição de funcionamento normal, conforme definido pelo fabricante

1.3. A posição do centro de gravidade é definida por três parâmetros:

1.3.1. A distância longitudinal (l_1) à linha média do eixo dianteiro;

1.3.2. A distância transversal (t) do plano longitudinal vertical médio do veículo;

1.3.3. A distância vertical (h_0) a partir do plano horizontal do pavimento, com os pneus insuflados como especificado para o veículo.

1.4. Um método para determinar l_1, t, h_0, utilizando células de carga é aqui descrito. Métodos alternativos que utilizem equipamento empilhador e/ou plataformas basculantes podem, por exemplo, ser propostos pelo fabricante ao serviço técnico, que decidirá se o método é aceitável com base no seu grau de precisão.

1.5. A posição do centro de gravidade do veículo sem carga (massa sem carga em ordem de marcha, M_k) é determinada por meio de medições.

1.6. A posição do centro de gravidade do veículo com a massa total efectiva (M_t) pode ser determinada:

1.6.1. Através da medição do veículo na condição de massa efectiva, ou

1.6.2. Através da utilização da posição do centro de gravidade medida na condição de massa sem carga em ordem de marcha e tendo em conta o efeito da massa total dos ocupantes.

2. MEDIÇÕES

2.1. A posição do centro de gravidade do veículo é determinada na condição de massa sem carga em ordem de marcha ou na condição de massa total efectiva do veículo, conforme definido nos n.os 1.5 e 1.6. Para a determinação da posição do centro de gravidade na condição de massa total efectiva do veículo, a massa nominal de um ocupante (multiplicada pela constante, k = 0,5) deve ser posicionada e mantida rigidamente 200 mm acima e 100 mm à frente do ponto R (conforme definido no anexo 5 do Regulamento n.º 21) do banco.

2.2. As coordenadas longitudinal (l_1) e transversal (t) do centro de gravidade são determinadas num pavimento horizontal comum (ver figura A3.1) com cada roda ou roda dupla do veículo assente numa célula de carga individual. Cada roda direccional é colocada na posição direita.

2.3. As leituras das células de carga individuais são anotadas simultaneamente e utilizadas para calcular a massa total do veículo e a posição do respectivo centro de gravidade.

2.4. A posição longitudinal do centro de gravidade em relação ao centro do ponto de contacto das rodas da frente (ver figura A3.1) é obtida pela seguinte fórmula:

$$l_1 = \frac{(P_3 + P_4) \cdot L_1 + (P_5 + P_6) \cdot L_2}{(P_{total})}$$

sendo:

P_1 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a roda da esquerda do primeiro eixo;

P_2 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a roda da direita do primeiro eixo;

P_3 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a(s) roda(s) da esquerda do segundo eixo;

P_4 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a(s) roda(s) da direita do segundo eixo;

P_5 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a(s) roda(s) da esquerda do terceiro eixo;

P_6 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a(s) roda(s) da direita do terceiro eixo;

$P_{total} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6) = M_k$ massa sem carga em ordem de marcha; ou

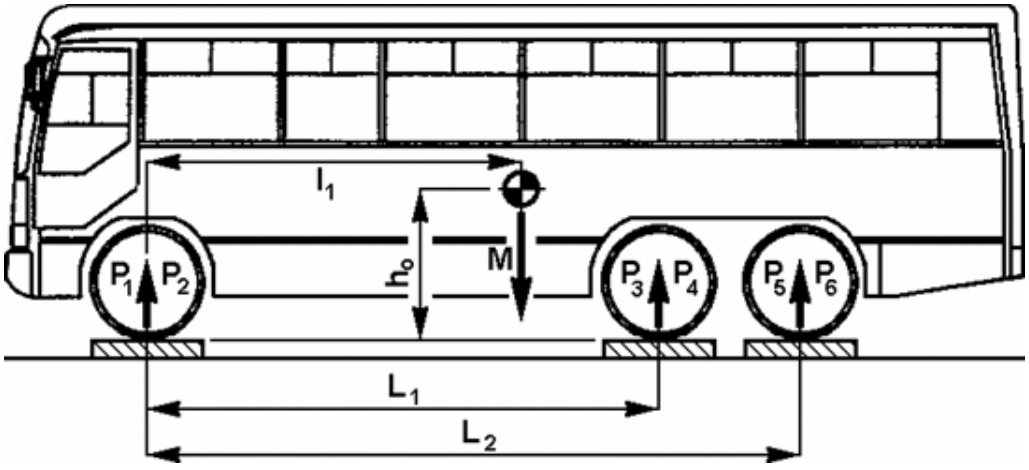
$= M_t$ Massa total efectiva do veículo, se aplicável;

L_1 = distância do centro da roda no primeiro eixo ao centro da roda no segundo eixo;

L_2 = distância do centro da roda no primeiro eixo ao centro da roda no terceiro eixo, se instalada

Figura A3.1

Posição longitudinal do centro de gravidade



2.5. A posição transversal (t) do centro de gravidade do veículo em relação ao seu plano longitudinal vertical médio (ver figura A3.2) é calculada através da seguinte fórmula:

$$t = \left((P_1 - P_2)\frac{T_1}{2} + (P_3 - P_4)\frac{T_2}{2} + (P_5 - P_6)\frac{T_3}{2} \right) \cdot \frac{l}{P_{total}}$$

sendo:

T_1 = distância entre os centros da superfície de apoio da(s) roda(s) em cada extremidade do primeiro eixo;

T_2 = distância entre os centros da superfície de apoio da(s) roda(s) em cada extremidade do segundo eixo;

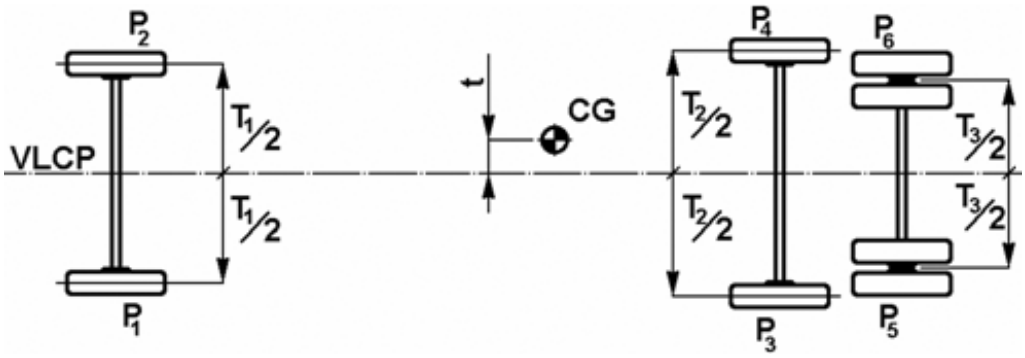
T_3 = distância entre os centros da superfície de apoio da(s) roda(s) em cada extremidade do terceiro eixo.

Esta equação pressupõe que pode ser traçada uma recta que passe pelos pontos centrais T_1, T_2, T_3. Se tal não for o caso, é necessária uma fórmula especial.

Se o valor de (t) for negativo, o centro de gravidade do veículo está situado à direita do eixo do veículo.

Figura A3.2

Posição transversal do centro de gravidade



2.6. A altura do centro de gravidade (h_0) é determinada mediante a inclinação do veículo longitudinalmente e utilizando células de carga individuais nas rodas dos dois eixos.

2.6.1. Para assentar as rodas da frente, duas células de carga são posicionadas num plano horizontal comum. O plano horizontal deve estar a uma altura suficiente acima das superfícies adjacentes para que o veículo possa ser inclinado para a frente até ao ângulo exigido (ver n.º 2.6.2. seguinte) sem que a parte dianteira toque essa superfície.

2.6.2. Um segundo par de células de carga é colocado num plano horizontal comum sobre estruturas de apoio sobrelevadas, pronto a receber as rodas do segundo eixo do veículo. As estruturas de apoio devem ser suficientemente altas para gerar um ângulo de inclinação significativo α (> 20°) do veículo. Quanto maior for o ângulo, mais exacto será o cálculo — ver figura A3.3. O veículo é reposicionado sobre as quatro células de carga com as rodas da frente calçadas, para impedir que role para a frente. Cada roda direccional é colocada na posição direita.

2.6.3. As leituras das células de carga são anotadas simultaneamente e utilizadas para calcular a massa total do veículo e a posição do respectivo centro de gravidade.

2.6.4. A inclinação do ensaio de inclinação é determinada pela equação (ver figura A3.3):

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{H}{L_1}\right)$$

sendo:

H = diferença de altura entre a superfície de apoio das rodas do primeiro e segundo eixos;

L_1 = distância do centro da roda do primeiro e segundo eixos.

2.6.5. A massa do veículo sem carga em ordem de marcha deve ser verificada através da seguinte fórmula:

$$F_{total} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \equiv P_{total} \equiv M_k$$

sendo:

F_1 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a roda da esquerda do primeiro eixo;

F_2 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a roda da direita do primeiro eixo;

F_3 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a roda da esquerda do segundo eixo;

F_4 = força exercida sobre a célula de carga colocada sob a roda da direita do segundo eixo;

Se os resultados desta equação não forem satisfatórios, a medição é repetida e/ou pede-se ao fabricante que altere o valor da massa sem carga em ordem de marcha na descrição técnica do veículo.

2.6.6. A altura (h_0) do centro de gravidade do veículo é calculada através da seguinte fórmula:

$$h_0 = r + \left(\frac{1}{tg\alpha}\right)\left(l_1 - L_1\frac{F_3 + F_4}{P_{total}}\right)$$

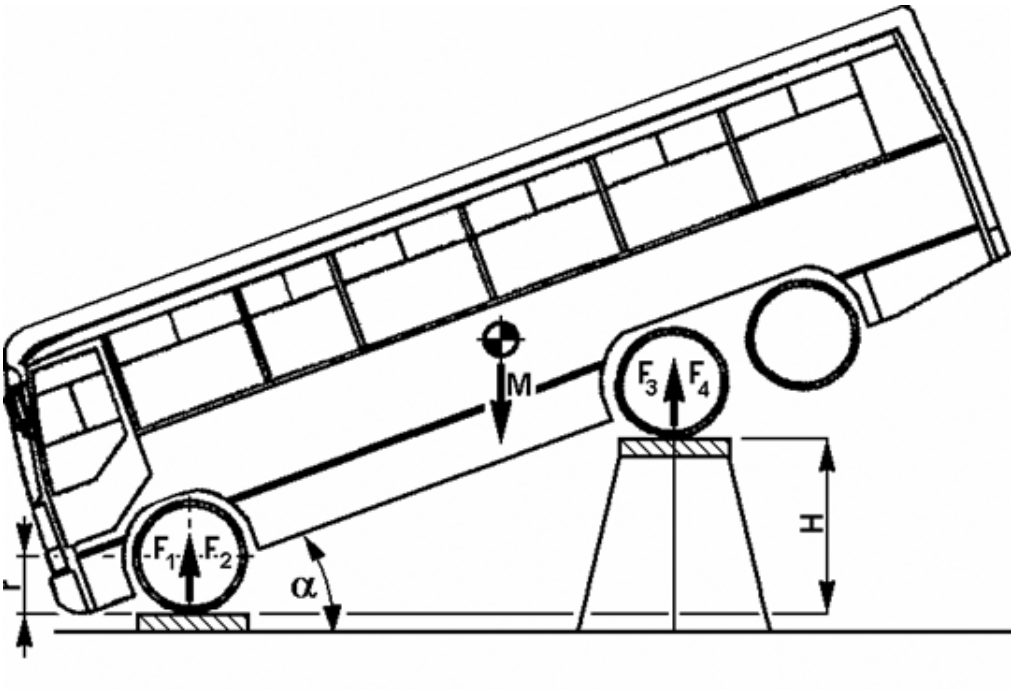
sendo:

r = altura do centro da roda (no primeiro eixo) acima da superfície superior da célula de carga.

2.6.7. Se o veículo articulado for ensaiado em secções distintas, a posição do centro de gravidade é estabelecida separadamente para cada secção.

Figura A3.3

Determinação da altura do centro de gravidade



ANEXO 4

DESCRIÇÃO DA SUPERESTRUTURA

1. PRINCÍPIOS GERAIS

1.1. O fabricante deve definir claramente a superestrutura da carroçaria (ver figura A4.1, por exemplo) e fornecer as seguintes informações:

1.1.1. Quais os segmentos que contribuem para a resistência e a absorção de energia da superestrutura;

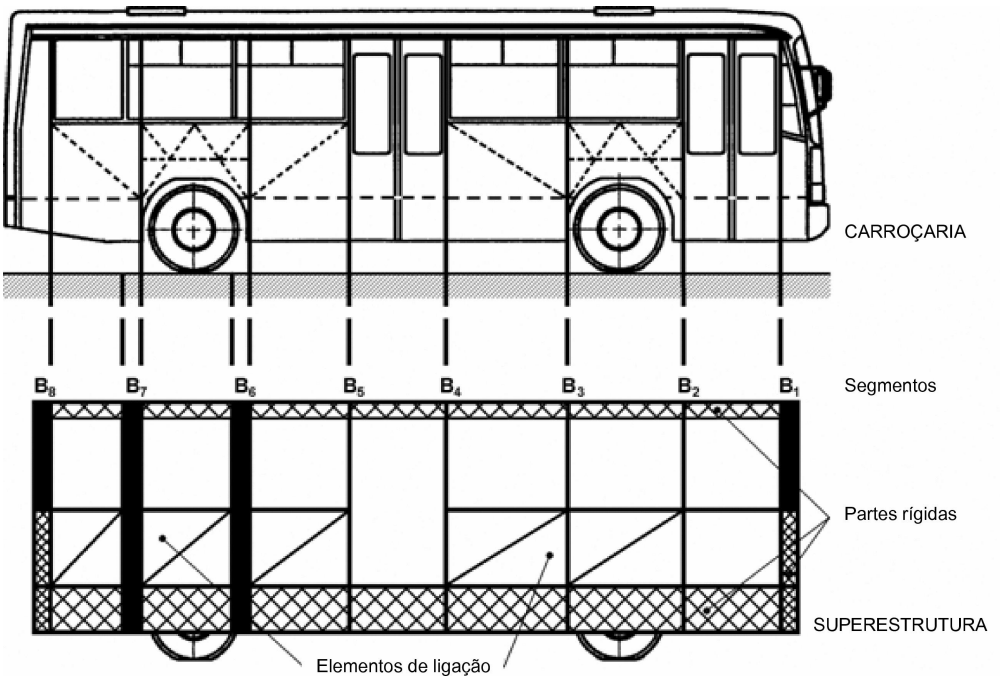
1.1.2. Quais os elementos de ligação entre os segmentos que contribuem para a resistência à torção da superestrutura;

1.1.3. A distribuição da massa entre os segmentos designados;

1.1.4. Quais os elementos da superestrutura que são considerados partes rígidas.

Figura A4. 1

Definição da superestrutura a partir da carroçaria



1.2. O fabricante deve fornecer as seguintes informações sobre os elementos da superestrutura:

1.2.1. Desenhos, com todas as medições geométricas significativas necessárias para produzir os elementos e avaliar qualquer mudança ou alteração do elemento;

1.2.2. O material dos elementos referidos nas normas nacionais ou internacionais;

1.2.3. As técnicas de ligação entre os elementos estruturais (rebitagem, aparafusagem, colagem, soldagem, tipo de soldadura, etc.).

1.3. Cada superestrutura deve ter, pelo menos, dois segmentos: um na frente do centro de gravidade e outro atrás do centro de gravidade.

1.4. Não são exigidas quaisquer informações sobre elementos da carroçaria que não façam parte da superestrutura.

2. SEGMENTOS

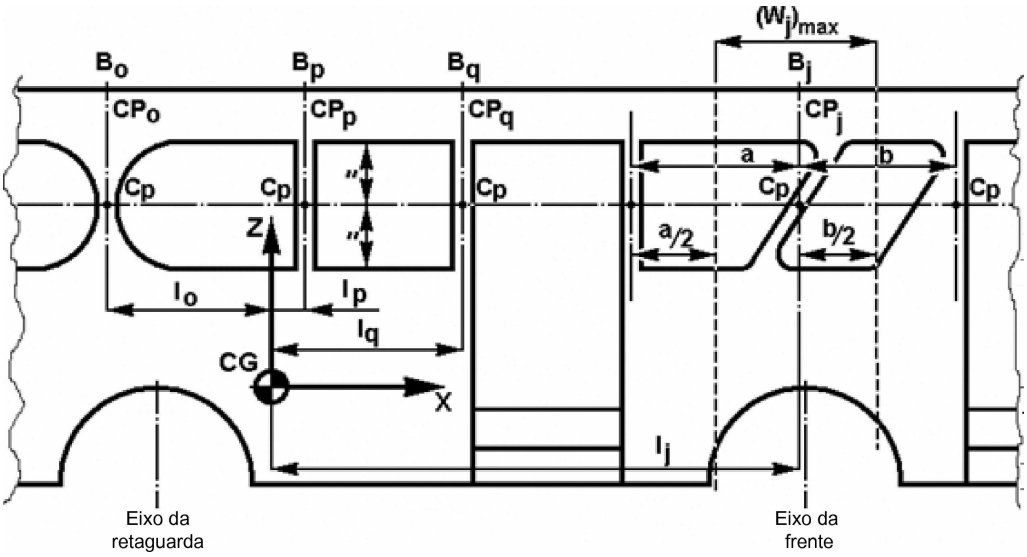
2.1. Um segmento é uma secção estrutural da superestrutura que forma um quadro fechado entre dois planos perpendiculares ao plano longitudinal vertical médio (VLCP). Um segmento inclui um montante de janela (ou porta) em cada lado do veículo, assim como elementos das paredes laterais, uma secção da estrutura do tejadilho e uma secção do piso e da estrutura de suporte do piso. Cada segmento tem um plano transversal médio (CP) perpendicular ao VLCP do veículo e que passa pelos pontos centrais (C_p) dos montantes das janelas (ver figura A4.2).

2.2. O ponto central (C_p) é definido como um ponto situado a meio da altura da janela e a meio da largura do montante. Se o C_p dos montantes do lado esquerdo e direito de um segmento não estiver situado no mesmo plano transversal, o C_p do segmento situa-se a meio dos planos transversais dos dois C_p.

2.3. O comprimento de um segmento é medido na direcção do eixo longitudinal do veículo e é determinado pela distância entre os dois planos perpendiculares ao VLCP do veículo. Há dois limites que definem o comprimento de um segmento: a disposição da janela (ou porta) e a forma e a construção dos montantes da janela (ou porta).

Figura A4. 2

Definição do comprimento dos segmentos



2.3.1. O comprimento máximo de um segmento é definido pelo comprimento dos dois caixilhos adjacentes das janelas (ou das portas) com base na fórmula seguinte:

$$(W_j)_{max} = \frac{1}{2}(a + b)$$

sendo:

a = o comprimento do caixilho da janela (ou da porta) para trás do montante j e

b = o comprimento do caixilho da janela (ou da porta) em frente do montante j.

Se os montantes em lados opostos do segmento não estiverem situados num plano transversal, ou se os caixilhos das janelas de cada lado do veículo tiverem comprimentos diferentes (ver figura A4.3), o comprimento global (W_j) do segmento é definido pela seguinte fórmula:

$$(W_j)_{max} = \frac{1}{2}(a_{min} + b_{min} - 2L)$$

sendo:

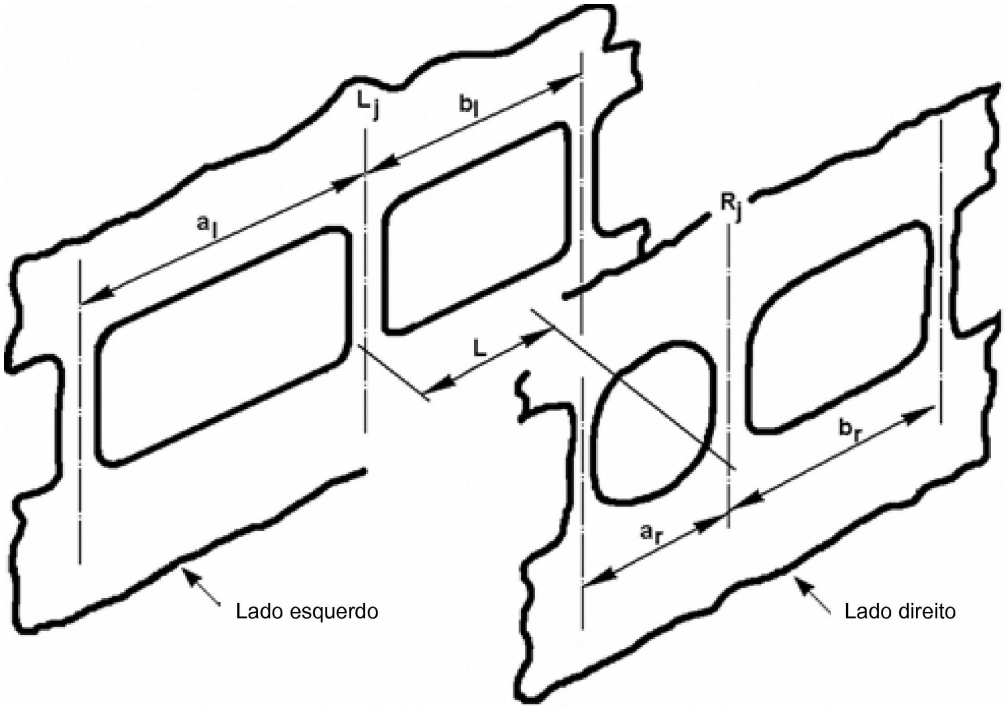
a_{min} = o menor valor de $a_{\text{lado direito}}$ ou de $a_{\text{lado esquerdo}}$

b_{min} = o menor valor de $b_{\text{lado direito}}$ ou $b_{\text{lado esquerdo}}$

L = a deslocação longitudinal entre as linhas médias dos montantes nos lados esquerdo e direito do veículo

Figura A4. 3

Definição do comprimento do segmento quando os montantes em cada lado do segmento não estão situados num plano transversal



2.3.2. O comprimento mínimo de um segmento deve incluir o montante completo de uma janela (incluindo as partes inclinadas, os arredondamentos nos cantos, etc.). Se a inclinação e os ângulos de canto excederem metade do comprimento da janela adjacente, o montante seguinte deve ser incluído no segmento.

2.4. A distância entre dois segmentos é definida como a distância entre os seus Cp.

2.5. A distância de um segmento ao centro de gravidade do veículo é definida como a distância perpendicular entre o seu Cp e o centro de gravidade do veículo.

3. ESTRUTURAS DE LIGAÇÃO ENTRE OS SEGMENTOS

3.1. As estruturas de ligação entre segmentos devem estar claramente definidas na superestrutura. Esses elementos estruturais dividem-se em duas categorias distintas:

3.1.1. As estruturas de ligação que fazem parte da superestrutura. Esses elementos são identificados pelo fabricante aquando da apresentação do projecto e incluem:

3.1.1.1. Estrutura da parede lateral, estrutura do tejadilho e estrutura do pavimento, que ligam diversos segmentos,

3.1.1.2. Elementos estruturais que reforçam um ou mais segmentos; por exemplo, caixas sob os bancos, cavas de roda, estrutura dos bancos ligando a parede lateral ao pavimento, estruturas da cozinha, do guarda-roupa e da casa-de-banho.

3.1.2. Os elementos adicionais que não contribuam para a resistência estrutural do veículo, mas que podem invadir o espaço residual, por exemplo: condutas de ventilação, segmentos para bagagens de mão, condutas de aquecimento.

4. DISTRIBUIÇÃO DA MASSA

4.1. O fabricante define claramente a parte da massa do veículo atribuída a cada um dos segmentos da superestrutura. Essa distribuição da massa deve expressar a capacidade de absorção de energia e a capacidade portante de cada segmento. Devem ser preenchidos os seguintes requisitos ao definir a distribuição da massa:

4.1.1. A soma das massas atribuídas a cada segmento deve ser relacionada com a massa M do veículo completo:

$$\sum_{j=1}^{n} (m_j) \geq M$$

sendo:

m_j = a massa atribuída ao segmento j;

n = o número de segmentos na superestrutura;

M = M_k, massa sem carga em ordem de marcha;
M_t, massa total efectiva do veículo, se aplicável

4.1.2. O centro de gravidade das massas distribuídas deve estar na mesma posição que o centro de gravidade do veículo:

$$\sum_{j=1}^{n} (m_j l_j) = 0$$

sendo:

l_j = distância do segmento «j» ao centro de gravidade do veículo (ver n.º 2.3).
l_j é positivo se o segmento estiver para a frente do centro de gravidade e negativo se estiver para trás.

4.2. A massa «m_j» de cada segmento da superestrutura é definida pelo fabricante do seguinte modo:

4.2.1. As massas dos componentes do segmento «j» devem estar relacionadas com a sua massa «m_j», através da seguinte fórmula:

$$\sum_{k=1}^{s} m_{jk} \geq m_j$$

sendo:

m_{jk} = a massa de cada componente do segmento;

s = o número das massas individuais de um segmento.

4.2.2. O centro de gravidade das massas dos componentes de um segmento ocupa a mesma posição transversal dentro do segmento que o centro de gravidade do segmento (ver figura A4.4):

$$\sum_{k=1}^{s} m_{jk} y_k \equiv \sum_{k=1}^{s} m_{jk} z_k \equiv 0$$

sendo:

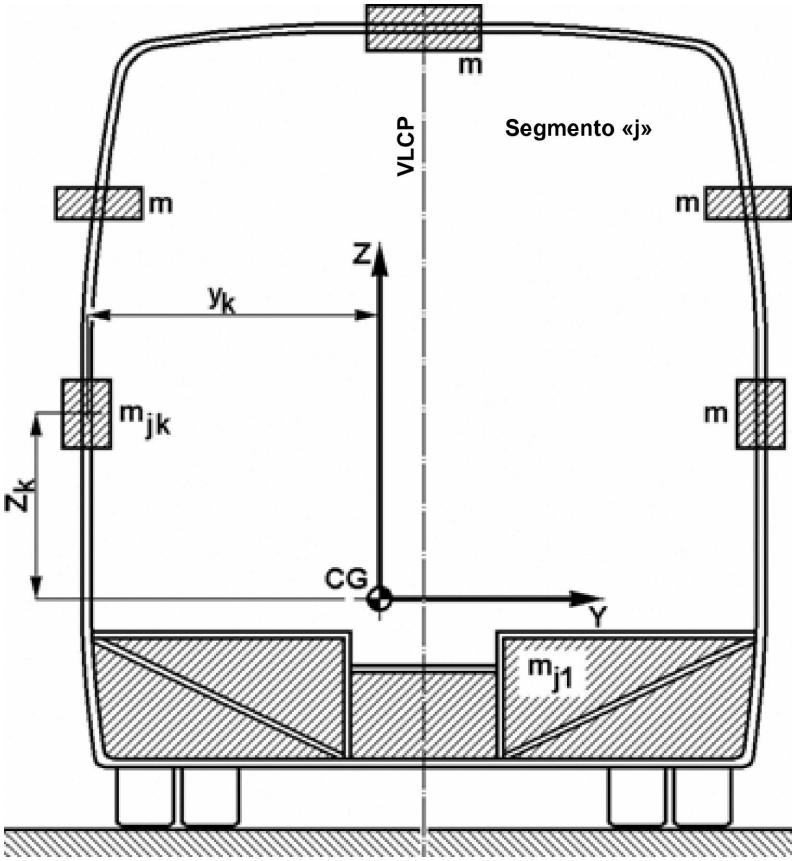
y_k = distância do componente de massa k do segmento ao eixo «Z»; (ver figura A4.4);
y_k tem um valor positivo de um lado do eixo e um valor negativo do outro lado;

z_k = distância do componente de massa k do segmento ao eixo «Y»;
z_k tem um valor positivo de um lado do eixo e um valor negativo do outro lado.

4.3. Se os sistemas de retenção dos ocupantes fizerem parte do equipamento do veículo, a massa dos ocupantes atribuída a um segmento deve ser associada a essa parte da superestrutura, que é concebida para absorver as cargas dos bancos e dos ocupantes.

Figura A4.4

Distribuição da massa na secção transversal de um segmento



ANEXO 5

ENSAIO DE CAPOTAGEM COMO MÉTODO DE HOMOLOGAÇÃO DE BASE

1. BANCO BASCULANTE

1.1. A plataforma basculante deve ser suficientemente rígida e a rotação suficientemente controlada para assegurar a elevação simultânea dos eixos do veículo com uma diferença de menos de 1° nos ângulos de inclinação da plataforma, medidos abaixo dos eixos.

1.2. A diferença de altura entre o plano inferior horizontal da vala (ver figura A5.1) e o plano da plataforma basculante na qual está o autocarro deve ser de 800 ± 20 mm.

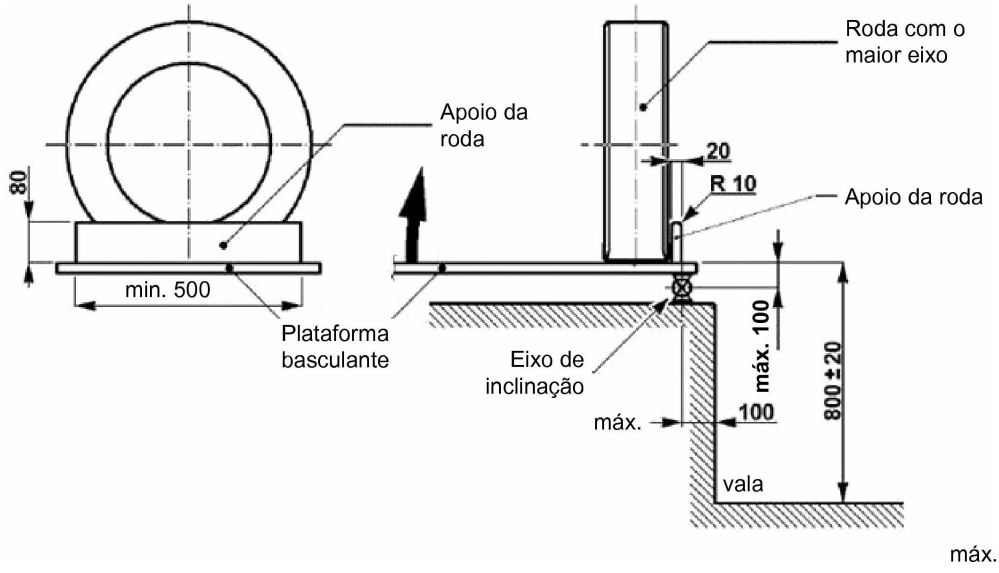
1.3. A plataforma basculante deve ser colocada do seguinte modo relativamente à vala (ver figura A5.1):

1.3.1. O seu eixo de rotação deve estar situado, no máximo, a 100 mm da parede vertical da vala;

1.3.2. o eixo de rotação deve estar situado, no máximo, a 100 mm abaixo do plano horizontal da plataforma basculante.

Figura A5.1

Geometria do banco basculante



1.4. Os apoios das roda são aplicados nas rodas perto do eixo de rotação contra o deslizamento do veículo lateralmente, ao ser inclinado. As características principais dos apoios das rodas (ver figura A5.1) devem ser:

1.4.1. Dimensões dos apoios da rodas:

Altura:	não deve ser maior do que dois terços da distância entre a superfície na qual o veículo repousa antes de ser inclinado e a parte da jante da roda mais próxima dessa superfície.
Largura:	20 mm
Raio das arestas:	10 mm
Comprimento:	no mínimo, 500 mm.

1.4.2. Os apoios das rodas no eixo mais largo são colocados na plataforma basculante, por forma a que o eixo de rotação diste, no máximo, 100 mm da face exterior do pneumático;

1.4.3. Os apoios de roda nos outros eixos devem ser ajustados por forma a que o plano longitudinal vertical médio (VLCP) do veículo fique paralelo ao eixo de rotação.

1.5. A plataforma basculante é construída para impedir o veículo de se mover ao longo do seu eixo longitudinal.

1.6. A área de impacto da vala deve ter um pavimento de betão com uma superfície horizontal, uniforme, seca e plana.

2. PREPARAÇÃO DO VEÍCULO DE ENSAIO

2.1. O veículo a ensaiar não tem de estar completamente acabado e «pronto a funcionar». Em geral, é admissível qualquer alteração relativamente à condição «completamente acabado», desde que as características de base e o comportamento funcional da superestrutura não sejam afectados por esse facto. O veículo de ensaio deve ser idêntico à sua versão completamente acabada no que respeita ao seguinte:

2.1.1. A posição do centro de gravidade, o valor total da massa do veículo (massa sem carga em ordem de marcha ou massa total efectiva do veículo equipado com sistemas de retenção) e a distribuição e a localização das massas, tal como declarada pelo fabricante.

2.1.2. Todos os elementos que, de acordo com o fabricante, contribuam para a resistência da superestrutura devem ser instalados na sua posição original (ver anexo 4 do presente regulamento).

2.1.3. Os elementos que não contribuam para a resistência da superestrutura e sejam demasiado valiosos para se correr o risco de poderem vir a ser danificados (por exemplo, corrente motriz, equipamento do painel de instrumentos, banco do condutor, equipamentos da cozinha e da casa-de-banho, etc.) podem ser substituídos por elementos adicionais equivalentes em massa e no tocante ao método de instalação. Esses elementos adicionais não devem produzir um efeito de reforço na resistência da superestrutura.

2.1.4. O combustível, o ácido da bateria e outros materiais combustíveis, explosivos ou corrosivos, podem ser substituídos por outros materiais, desde que as condições do n.º 2.1.1. se encontrem preenchidas.

2.1.5. Se os sistemas de retenção dos ocupantes fizerem parte do equipamento do modelo de veículo em causa, deve ser fixada uma massa a cada banco equipado com sistemas de retenção do ocupante segundo um dos dois métodos seguintes, à discrição do fabricante:

2.1.5.1. Primeiro método: essa massa deve:

2.1.5.1.1. Corresponder a 50 por cento da massa de um ocupante individual (M_{mi}) com 68 kg;

2.1.5.1.2. Estar colocada no centro de gravidade, a 100 mm acima e a 100 mm para a frente do ponto R do banco, conforme definido no anexo 5 do Regulamento n.º 21.

2.1.5.1.3. Estar fixada de forma rígida e firme para que não se desprenda durante o ensaio.

2.1.5.2. Segundo método: essa massa deve:

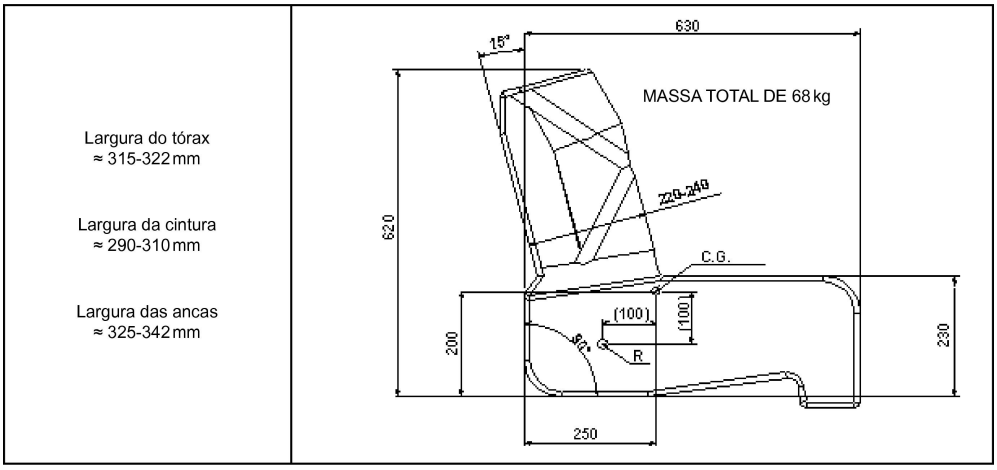
2.1.5.2.1. Corresponder a um balastro antropomórfico com uma massa de 68 kg, seguro com um sistema de retenção de dois pontos. O manequim deve permitir guiar e posicionar os cintos de segurança;

2.1.5.2.2. Estar colocada de tal forma que o seu centro de gravidade e as suas dimensões sejam conformes ao indicado na figura A5.2;

2.1.5.2.3. Estar fixada de forma rígida e firme para que não se desprenda durante o ensaio.

Figura A5.2

Dimensões do balastro antropomórfico



2.2. O veículo de ensaio é preparado do seguinte modo:

2.2.1. Os pneus são insuflados à pressão prescrita pelo fabricante.

2.2.2. O sistema de suspensão do veículo é bloqueado, ou seja, os eixos, as molas e os elementos de suspensão do veículo devem ser fixados em relação à carroçaria.

A altura do pavimento acima da plataforma basculante horizontal deve estar conforme às especificações do fabricante do veículo, consoante este último esteja na condição de massa sem carga em ordem de marcha ou carregado à massa total.

2.2.3. Todas as portas e janelas de abrir do veículo devem estar fechadas, mas não trancadas.

2.3. As secções rígidas de um veículo articulado podem ser ensaiadas separadamente ou em conjunto.

2.3.1. Para ensaiar as secções articuladas como um conjunto, as secções do veículo devem ser fixadas entre si de tal modo que:

2.3.1.1. Não se verifique uma deslocação relativa entre estas durante o processo de capotagem;

2.3.1.2. Não se verifique uma alteração significativa na distribuição da massa e nas posições do centro de gravidade;

2.3.1.3. Não se verifique qualquer alteração significativa na capacidade de resistência e deformação da superestrutura.

2.3.2. Para ensaiar separadamente as secções articuladas, as secções com um único eixo devem ser fixadas a um dispositivo artificial de apoio que as mantenha fixas em relação à plataforma basculante durante o movimento de inclinação da horizontal até ao ponto de capotagem. Este dispositivo de apoio deve cumprir os seguintes requisitos:

2.3.2.1. Deve estar fixado à estrutura de modo que não produza nem um efeito de reforço, nem de carga adicional sobre a superestrutura;

2.3.2.2. Deve ser construído de modo que não sofra qualquer deformação susceptível de modificar o sentido de capotagem do veículo;

2.3.2.3. A sua massa deve ser igual à massa dos elementos que constituem a junta articulada e que pertencem nominalmente à secção a ensaiar, mas que não são montadas nessa secção (por exemplo, plataforma giratória e respectivo pavimento, pegas, cortinas impermeáveis de borracha, etc.);

2.3.2.4. O seu centro de gravidade deve ter a mesma altura que o centro de gravidade comum aos elementos mencionados no n.º 2.3.2.3.

2.3.2.5. Deve ter um eixo de rotação paralelo ao eixo longitudinal da secção do veículo com vários eixos e passar através dos pontos de contacto dos pneumáticos dessa secção.

3. PROCEDIMENTO DE ENSAIO, PROCESSO DE CAPOTAGEM

3.1. Para o ensaio de capotagem, é necessário dispor de equipamentos e instrumentos de medição que permitam ter em conta um processo muito rápido, dinâmico e com várias fases distintas.

3.2. O veículo deve ser inclinado, sem balançar e sem efeitos dinâmicos, até alcançar um equilíbrio instável e começar o processo de capotagem. A velocidade angular da plataforma basculante não deve exceder 5 graus/segundo (0,087 radianos por segundo).

3.3. Para observar o interior do veículo e verificar se os requisitos do n.º 5.1. do presente regulamento foram cumpridos, utiliza-se um sistema de fotografia ultra-rápida ou de vídeo, gabaritos deformáveis, sensores eléctricos de contacto ou outros meios adequados. Essa verificação deve ser efectuada em qualquer ponto do compartimento destinado aos passageiros, ao condutor e à tripulação em que o espaço residual pareça estar em risco, ficando à discrição do serviço técnico a definição das posições exactas para essa verificação. Devem ser utilizadas, pelo menos, duas posições, nominalmente localizadas à frente e à retaguarda do compartimento para passageiros.

3.4. Recomenda-se a observação e gravação externas do processo de capotagem e deformação da seguinte forma:

3.4.1. Colocação de duas câmaras ultra-rápidas, uma na frente e outra na retaguarda. Devem estar localizadas a uma distância suficiente da parede da frente e da retaguarda do veículo para produzir uma imagem mensurável, evitando a distorção da grande angular na área sombreada indicada na figura A5.3a.

3.4.2. A posição do centro de gravidade e o contorno da superestrutura (ver figura A5.3b) são marcados por pontos de referência e fitas para permitir medições correctas sobre as imagens.

Figura A5.3a

Campo de visão recomendado para a câmara externa

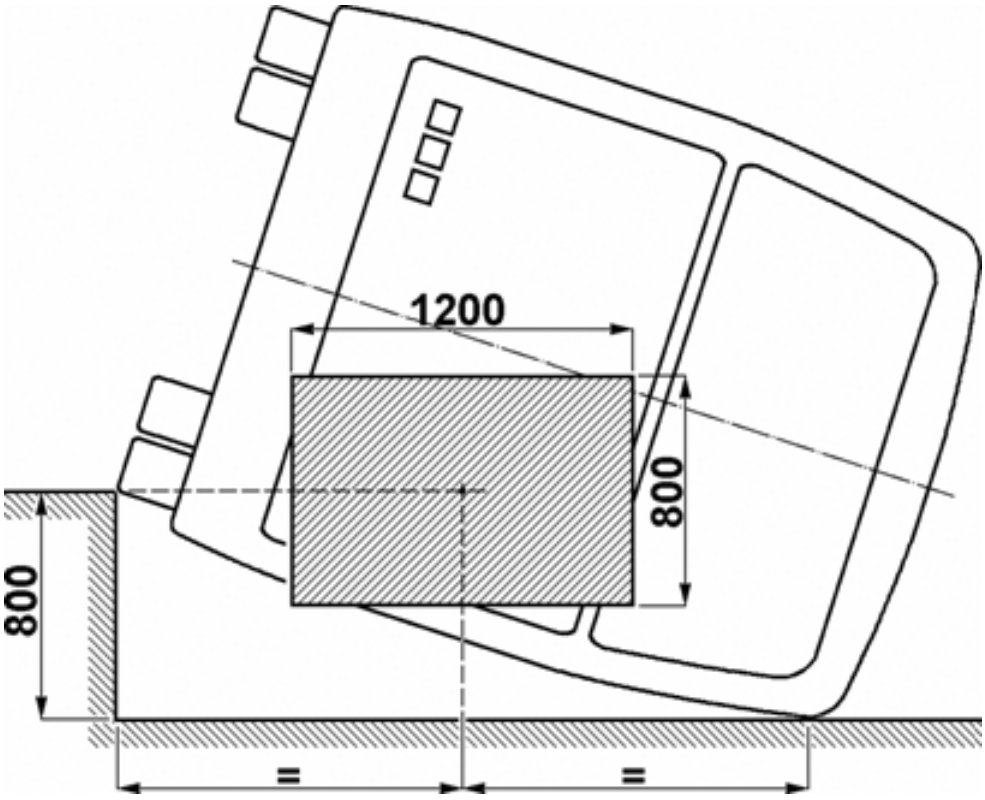
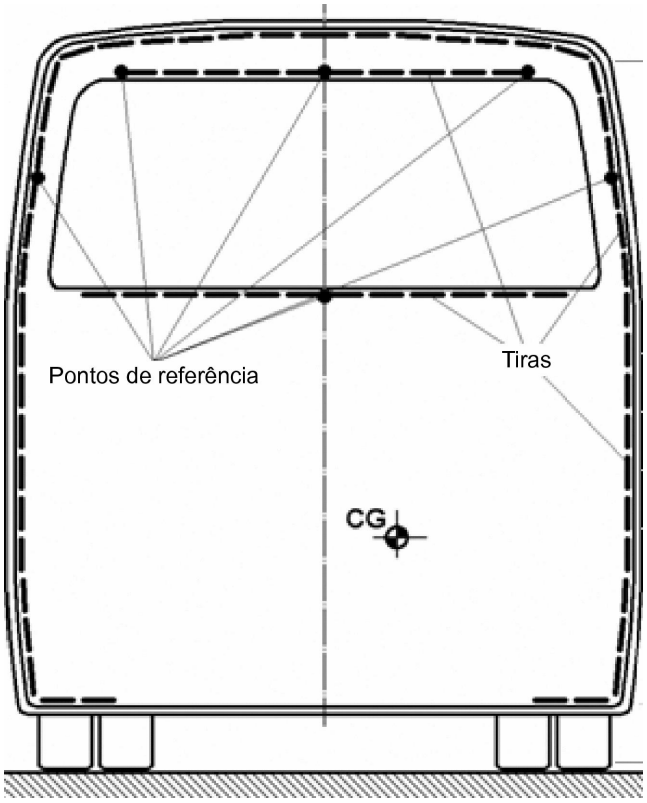


Figura A5.3b

Marcação recomendada da posição do centro de gravidade e do contorno do veículo



4. DOCUMENTAÇÃO RELATIVA AO ENSAIO DE CAPOTAGEM

4.1. O fabricante deve fornecer uma descrição pormenorizada do veículo a ensaiar, a saber:

4.1.1. Todas as disparidades existentes entre o modelo de veículo completamente acabado em ordem de marcha e o veículo submetido a ensaio devem ser enumeradas;

4.1.2. Quando partes ou unidades estruturais tiverem sido substituídas por outras unidades ou massas, deve ser comprovada uma substituição equivalente em todos os casos (no que respeita a massa, distribuição da massa e à sua instalação);

4.1.3. Deve ser feita uma declaração clara da posição do centro de gravidade no veículo a ensaiar, que pode ser baseada em medições levadas a efeito no veículo de ensaio quando este estiver pronto para ensaio, ou numa combinação de medições (realizadas no modelo de veículo completamente acabado) e em cálculos baseados nas substituições de massas.

4.2. O relatório de ensaio deve conter todos os dados (imagens, registos, desenhos, valores medidos, etc.) que demonstrem que:

4.2.1. O ensaio em causa foi realizado em conformidade com o disposto no presente anexo;

4.2.2. Os requisitos constantes dos n.^{os} 5.1.1. e 5.1.2. do presente regulamento foram cumpridos (ou não);

4.2.3. Foi efectuada uma avaliação individual das observações no interior;

4.2.4. Dele constam todos os dados e as informações necessárias para a identificação do modelo de veículo, do veículo de ensaio, do ensaio em si e do pessoal responsável pelo mesmo e pela sua avaliação.

4.3. Recomenda-se que, no relatório de ensaio, seja indicada a posição mais elevada e a mais baixa do centro de gravidade relativamente ao nível do pavimento da vala.

ANEXO 6

ENSAIO DE CAPOTAGEM QUE UTILIZA SECÇÕES DA CARROÇARIA ENQUANTO MÉTODO DE HOMOLOGAÇÃO EQUIVALENTE

1. DADOS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Se o fabricante optar por este método de ensaio, devem ser fornecidas as seguintes informações ao serviço técnico, para além dos dados, das informações e desenhos constantes do n.º 3 do presente regulamento:

1.1. Desenhos das secções da carroçaria a submeter a ensaio;

1.2. Verificação da validade da distribuição das massas indicadas no n.º 4 do anexo 4, após conclusão satisfatória dos ensaios de capotagem da carroçaria;

1.3. As massas medidas das secções da carroçaria a ensaiar e a verificação de que as posições do respectivos centros de gravidade são as mesmas que as do veículo sem carga em ordem de marcha, no caso de este não estar equipado com sistemas de retenção dos ocupantes, ou a massa total efectiva do veículo, caso os sistemas de retenção dos ocupantes se encontrem instalados (apresentação dos relatórios de medição).

2. BANCO BASCULANTE

O banco basculante deve cumprir os requisitos constantes do n.º 1 do anexo 5.

3. PREPARAÇÃO DAS SECÇÕES DA CARROÇARIA

3.1. O número de secções da carroçaria a ensaiar é determinado pelas seguintes regras:

3.1.1. Todas as diferentes configurações de segmentos que fazem parte da superestrutura devem ser ensaiadas em, pelo menos, uma secção da carroçaria;

3.1.2. Cada secção da carroçaria deve ter, no mínimo, dois segmentos;

3.1.3. Numa secção artificial carroçaria (ver n.º 2.27 do presente regulamento), a relação da massa de um qualquer segmento relativamente a qualquer outro não deve ser superior a 2;

3.1.4. O espaço residual do veículo completo deve estar bem representado nas secções da carroçaria, incluindo quaisquer combinações especiais resultantes da configuração da carroçaria dos veículos;

3.1.5. A estrutura de tejadilho completa deve estar bem representada nas secções da carroçaria, caso haja particularidades locais, como alteração da altura, instalação de ar condicionado, reservatórios de gás, porta-bagagens, etc.

3.2. Os segmentos da secção da carroçaria devem ser exactamente idênticos, do ponto de vista estrutural, aos que estão representados na superestrutura, no que respeita à forma, à geometria, ao material e às juntas.

3.3. As estruturas de ligação entre os segmentos devem representar a descrição da superestrutura pelo fabricante (ver n.º 3 do anexo 4) e as seguintes regras devem ser consideradas:

3.3.1. No caso de uma secção da carroçaria original baseada directamente na concepção real do veículo, as estruturas de base e de ligação adicionais (ver n.º 3.1 do anexo 4) devem ser as mesmas que as da superestrutura do veículo;

3.3.2. No caso de uma secção da carroçaria artificial, as estruturas de ligação devem ser equivalentes às da superestrutura do veículo no que diz respeito à resistência, à rigidez e ao comportamento funcional;

3.3.3. Os elementos rígidos que não fazem parte da superestrutura, mas que são susceptíveis de invadir o espaço residual durante o processo de deformação, devem ser montados nas secções da carroçaria;

3.3.4. A massa das estruturas de ligação deve ser incluída na distribuição da massa, em termos da sua atribuição a um segmento específico e da sua distribuição no interior do segmento.

3.4. As secções da carroçaria devem estar equipadas com apoios artificiais, para que as posições dos centros de gravidade e os eixos de rotação na plataforma basculante sejam os mesmos que no veículo completo. Esses apoios devem cumprir os seguintes requisitos:

3.4.1. Devem ser fixados à secção da carroçaria, de modo que não produzam um efeito nem de reforço nem de carga adicional na secção da carroçaria;

3.4.2. Devem ser suficientemente sólidos e rígidos para resistir a qualquer deformação susceptível de modificar o sentido da deslocação da secção da carroçaria durante o processo de inclinação e de capotagem;

3.4.3. As suas massas devem ser incluídas na distribuição da massa e na posição do centro de gravidade da secção da carroçaria.

3.5. A distribuição da massa na secção da carroçaria deve ser efectuada com base nas seguintes considerações:

3.5.1. A secção da carroçaria na sua totalidade (segmentos, estruturas de ligação, elementos estruturais adicionais, apoios) deve ser tida em consideração na verificação da validade das fórmulas 5 e 6 do n.º 4.2 do anexo 4.

3.5.2. Quaisquer massas fixadas nos segmentos (ver n.º 4.2.2 e figura 4 do anexo 4) devem ser colocadas e fixadas à secção da carroçaria de modo a que não produzam um efeito nem de reforço, nem de carga adicional, nem ainda de limitação da deformação.

3.5.3. Se os sistemas de retenção dos ocupantes fizerem parte do equipamento do modelo de veículo em causa, as massas dos ocupantes são consideradas como descrito nos anexos 4 e 5.

4. MÉTODO DE ENSAIO

O método de ensaio é o descrito no n.º 3 do anexo 5 para um veículo completo.

5. AVALIAÇÃO DOS ENSAIOS

5.1. Um modelo de veículo é homologado se todas as secções da carroçaria preencherem satisfatoriamente os requisitos do ensaio de capotagem, bem como das fórmulas 2 e 3 constantes do n.º 4 do anexo 4.

5.2. Se uma das secções da carroçaria não preencher os requisitos do ensaio, o modelo de veículo em questão não é homologado.

5.3. Se uma secção da carroçaria preencher os requisitos do ensaio de capotagem, considera-se que cada um dos segmentos que a constituem preencheu satisfatoriamente os requisitos do ensaio de capotagem e o seu resultado pode ser citado e utilizado em futuros pedidos de homologação, desde que a relação das massas desses segmentos permaneça a mesma nas superestruturas subsequentes.

5.4. Se uma secção da carroçaria não cumprir os requisitos do ensaio de capotagem, considera-se que todos os segmentos dessa secção da carroçaria não os preenchem também, mesmo que o espaço residual só tenha sido invadido num segmento.

6. DOCUMENTAÇÃO RELATIVA AOS ENSAIOS DE CAPOTAGEM DE SECÇÕES DA CARROÇARIA

O relatório de ensaio deve conter os seguintes dados:

6.1. A construção das secções da carroçaria sujeitas a ensaio (dimensões, materiais, massas, posição do centro de gravidade, métodos de construção);

6.2. A conformidade dos ensaios realizados com o disposto no presente anexo;

6.3. O cumprimento, ou não, dos requisitos constantes do n.º 5.1 do presente regulamento;

6.4. A avaliação individual das secções da carroçaria e dos seus segmentos;

6.5. A identificação do modelo de veículo, da superestrutura, das secções da carroçaria sujeitas a ensaio, dos ensaios efectuados e do pessoal responsável pelos ensaios e pela respectiva avaliação.

ANEXO 7

ENSAIO QUASE-ESTÁTICO DE CARGA DE SECÇÕES DA CARROÇARIA ENQUANTO MÉTODO DE HOMOLOGAÇÃO EQUIVALENTE

1. DADOS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O presente método de ensaio utiliza as secções da carroçaria como unidades de ensaio, sendo cada uma delas construída a partir de um mínimo de dois segmentos do veículo a avaliar e estando ligadas através de elementos estruturais representativos. Se o fabricante optar por este método de ensaio, devem ser fornecidas as seguintes informações complementares ao serviço técnico, para além dos dados, das informações e dos desenhos constantes do n.º 3.2. do presente regulamento:

1.1. Desenhos das secções da carroçaria a submeter a ensaio;

1.2. Valores da energia a absorver pelos segmentos individuais da superestrutura, assim como os valores de energia que pertencem às secções da carroçaria a ensaiar;

1.3. Verificação dos requisitos relativos à energia (ver n.º 4.2.) depois de completados, com resultados satisfatórios, os ensaios quase-estáticos de carga de secções da carroçaria.

2. PREPARAÇÃO DAS SECÇÕES DA CARROÇARIA

2.1. O fabricante deve ter em conta os requisitos constantes dos n.os 3.1, 3.2, e 3.3 do anexo 6 ao projectar e produzir as secções da carroçaria para ensaio.

2.2. As secções da carroçaria devem estar equipadas com um gabarito do espaço residual, em pontos específicos nos quais se considere que os montantes ou outros elementos estruturais são susceptíveis de penetrar, em consequência da deformação prevista.

3. MÉTODO DE ENSAIO

3.1. Cada secção da carroçaria a ensaiar deve ser sólida e estar fixada de forma segura ao banco de ensaio por meio de um quadro rígido de modo que:

3.1.1. A deformação plástica local não ocorra em torno dos pontos de fixação;

3.1.2. A localização e o método de fixação não inibam a formação e o trabalho previsto das zonas e rótulas plásticas.

3.2. Para aplicação da carga à secção da carroçaria devem ser tidas em conta as seguintes regras:

3.2.1. A carga deve ser uniformemente distribuída ao longo da longarina lateral do tejadilho através de uma viga rígida, mais longa que a longarina lateral, para simular o solo durante um ensaio de capotagem, e cuja geometria se adapte à da longarina.

3.2.2. A direcção da carga aplicada (ver figura A7.1) deve formar com o plano longitudinal vertical médio do veículo um ângulo com a inclinação (α) determinada através da seguinte fórmula:

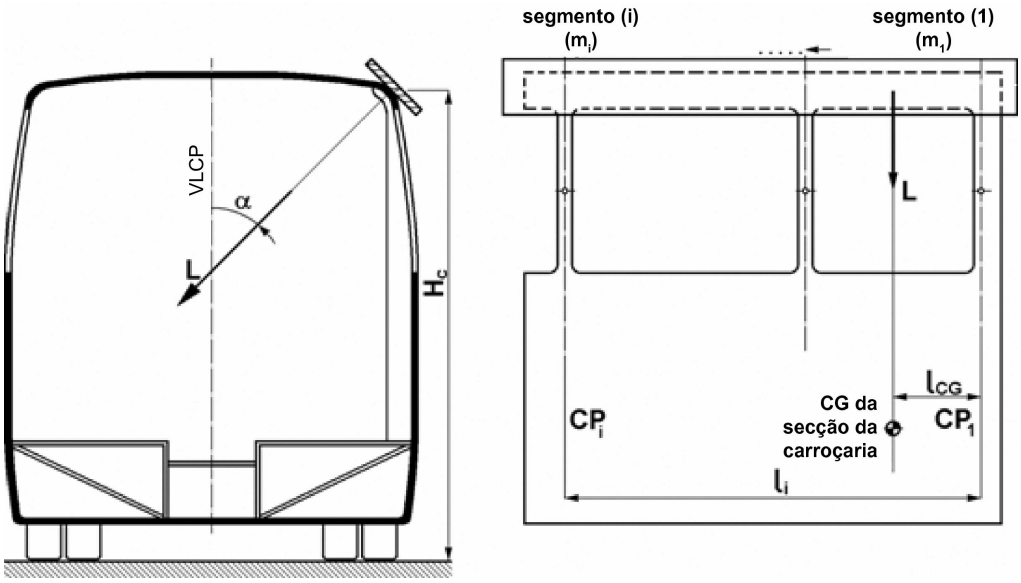
$$\alpha = 90^{0} - \arcsin\left(\frac{800}{H_c}\right)$$

sendo:

H_c = altura (em mm) da longarina lateral do tejadilho do veículo, medida a partir do plano horizontal no qual repousa.

Figura A7.1

Aplicação da carga na secção da carroçaria



3.2.3. A carga é aplicada à viga no centro de gravidade da secção da carroçaria e é determinada em função das massas dos segmentos e dos elementos estruturais que os ligam. Utilizando os símbolos da figura A.7.1, a posição da secção da carroçaria pode ser determinada pela seguinte fórmula:

$$l_{CG} = \frac{\sum_{i=1}^{s} m_i l_i}{\sum_{i=1}^{s} m_i}$$

sendo:

s = número dos segmentos na secção da carroçaria;

m_i = massa do segmento (segmento «i»);

l_i = distância do centro de gravidade do segmento «i» a um ponto-pivô seleccionado [o plano médio do segmento (1) na figura A7.1];

l_{CG} = distância do centro de gravidade da secção da carroçaria ao mesmo ponto-pivô seleccionado.

3.2.4. A carga é aumentada gradualmente através de medições da deformação associada a intervalos discretos até à deformação final (d_u), quando o espaço residual for invadido por um dos elementos da secção da carroçaria.

3.3. Ao traçar o diagrama carga-deformação:

3.3.1. A frequência de medição deve ser tal que produza uma curva contínua (ver figura A.7.2);

3.3.2. Os valores da carga e da deformação são medidos simultaneamente;

3.3.3. A deformação da longarina lateral do tejadilho com carga é medida no plano e na direcção da carga aplicada;

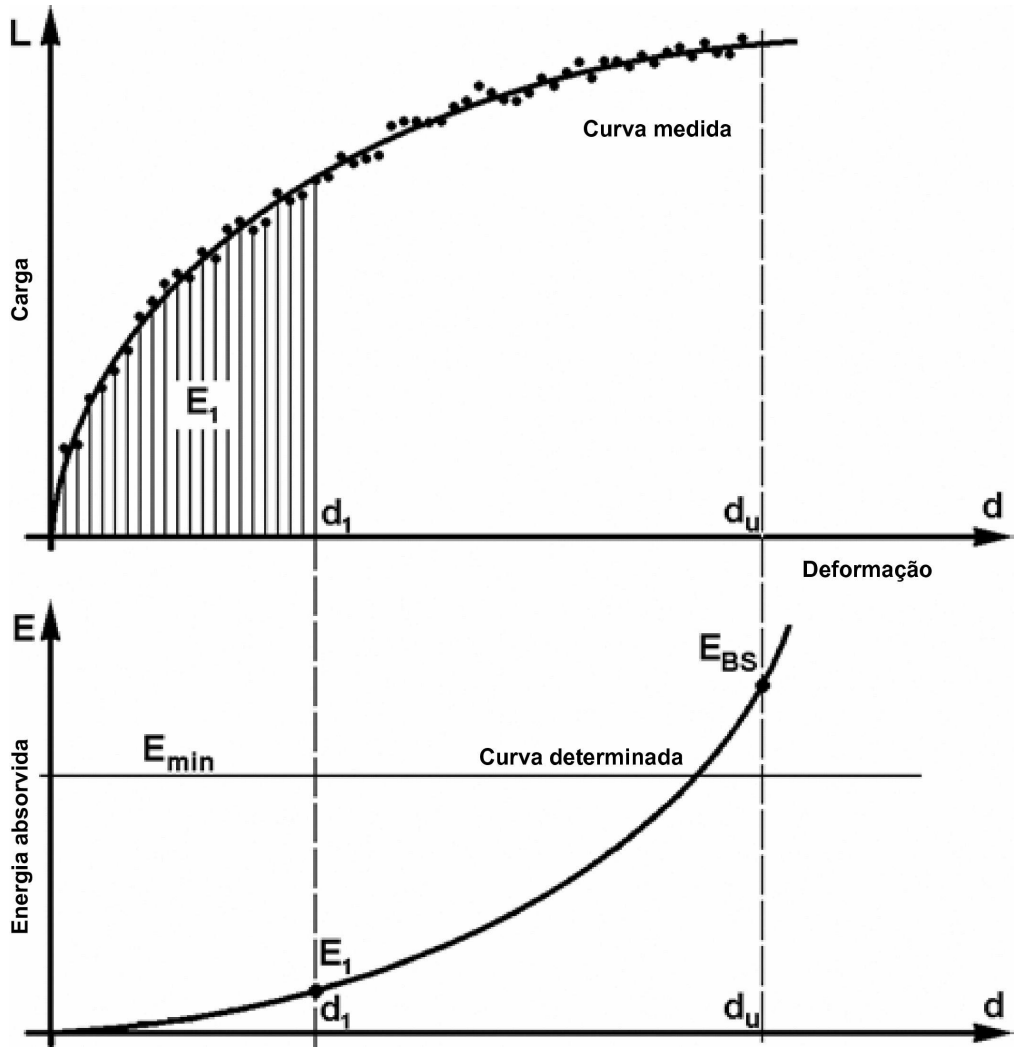
3.3.4. A carga e a deformação devem ser medidas com uma exactidão de ± 1 por cento.

4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO ENSAIO

4.1. A partir do diagrama carga-deformação, determina-se a energia real absorvida pela secção da carroçaria (E_{BS}), expressa pela área abaixo da curva (ver figura A.7.2).

Figura A7.2

Energia absorvida pela secção da carroçaria determinada em função do diagrama carga-deformação



4.2. A energia mínima que deve ser absorvida pela secção da carroçaria (E_{min}) deve ser determinada do seguinte modo:

4.2.1. A energia total (E_T) a absorver pela superestrutura é:

$$E_T = 0.75M\ g\ \Delta h$$

sendo:

M = M_k, massa do veículo sem carga em ordem de marcha, se não existirem sistemas de retenção dos ocupantes; ou M_t, massa total efectiva do veículo, quando equipado com sistemas de retenção dos ocupantes;

g = constante gravitacional;

Δh = movimento vertical (em metros) do centro de gravidade do veículo durante um ensaio de capotagem, conforme indicado no apêndice 1 do presente anexo.

4.2.2. A energia total «E_T» deve ser distribuída entre os segmentos da superestrutura proporcionalmente às massas respectivas:

$$E_i = E_T \frac{m_i}{M}$$

sendo:

E_i = a energia absorvida pelo segmento «i»;

m_I = massa do segmento «i», tal como determinada no n.º 4.1 do anexo 4.

4.2.3. A energia mínima que deve ser absorvida pela secção da carroçaria (E_{min}) corresponde à soma da energia dos diferentes segmentos que compõem a secção da carroçaria:

$$E_{min} = \sum_{i=1}^{s} E_i$$

4.3. Considera-se que a secção da carroçaria preenche satisfatoriamente os requisitos do ensaio de carga se:

$$E_{BS} \geq E_{min}$$

Nesse caso, considera-se que todos os segmentos que constituem essa secção da carroçaria preenchem satisfatoriamente os requisitos do ensaio quase-estático de carga, podendo esses resultados ser citados em pedidos futuros de homologação, desde que os segmentos que formam a carroçaria não tenham de suportar uma massa superior na superestrutura subsequente.

4.4. Considera-se que a secção da carroçaria não preenche satisfatoriamente os requisitos do ensaio de carga se:

$$E_{BS} < E_{min}$$

Nesse caso, considera-se que todos os segmentos que constituem a secção da carroçaria em causa não preencheram satisfatoriamente os requisitos do ensaio, mesmo que o espaço residual só tenha sido invadido num segmento.

4.5. O modelo de veículo é homologado se todas as secções da carroçaria sujeitas a ensaio de carga cumprirem os requisitos de forma satisfatória.

5. DOCUMENTAÇÃO DOS ENSAIOS QUASE-ESTÁTICOS DE CARGA DE SECÇÕES DA CARROÇARIA

O relatório de ensaio deve ser conforme ao disposto no n.º 6 do anexo 6.

Apêndice 1

DETERMINAÇÃO DO MOVIMENTO VERTICAL DO CENTRO DE GRAVIDADE DURANTE A CAPOTAGEM

O movimento vertical (Δh) do centro de gravidade relacionado com o ensaio de capotagem pode ser determinado pelo método gráfico indicado em seguida.

1. Utilizando desenhos à escala da secção transversal do veículo, a altura inicial (h_1) do centro de gravidade (posição 1) acima do nível inferior da vala é determinada para o veículo no ponto de equilíbrio instável sobre a plataforma basculante (ver figura A7.A1.1).

2. Partindo do pressuposto de que a secção transversal do veículo gira em torno da extremidade dos apoios das rodas (ponto A na figura A7.A1.1), a secção transversal do veículo é representada com a longarina lateral do tejadilho tangente ao plano inferior da vala (ver figura A7.A1.2). Nesta posição, é determinada a altura (h_2) do centro de gravidade (posição 2) em relação ao plano inferior da vala.

Figura A7.A1.1

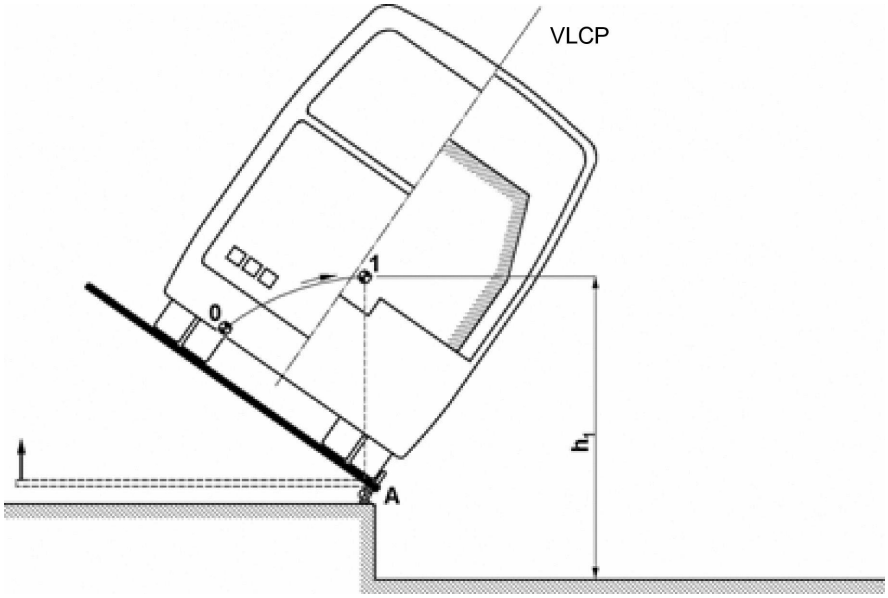
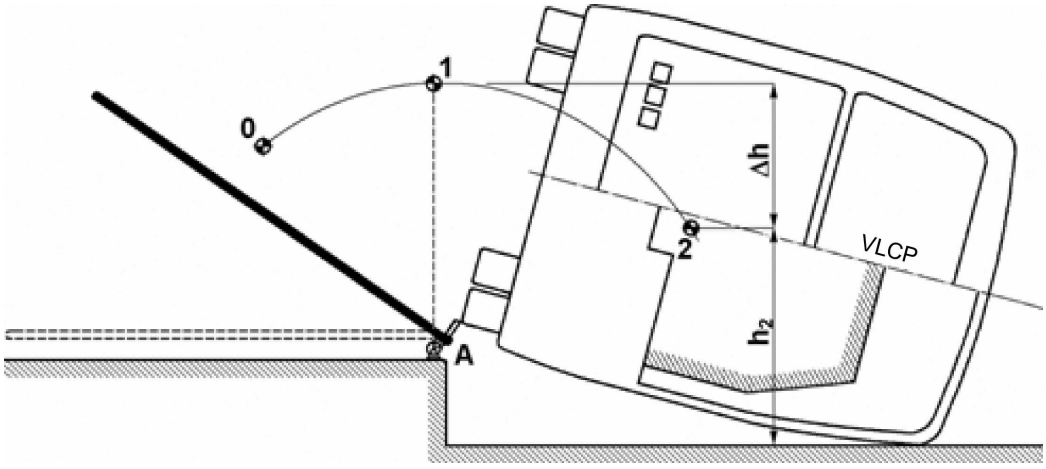


Figura A7.A1.2

Determinação do movimento vertical do centro de gravidade do veículo



3. O movimento vertical do centro de gravidade (Δh) é calculado pela seguinte fórmula:

$$\Delta h = h_1 - h_2$$

4. Se mais de uma secção da carroçaria for ensaiada e cada uma das secções tiver uma forma deformada final diferente, o movimento vertical do centro de gravidade (Δh_i) é determinado para cada secção da carroçaria e o valor médio combinado (Δh) é calculado segundo a fórmula seguinte:

$$\Delta h = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \Delta h_i$$

sendo:

ΔΔ h_i = o movimento vertical do centro de gravidade da secção da carroçaria «i»,

k = o número de secções da carroçaria sujeitas a ensaio.

ANEXO 8

CÁLCULO QUASE-ESTÁTICO BASEADO NO ENSAIO DE COMPONENTES ENQUANTO MÉTODO DE HOMOLOGAÇÃO EQUIVALENTE

1. DADOS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Se o fabricante optar por este método de ensaio, devem ser fornecidas as seguintes informações ao serviço técnico, para além das informações e dos desenhos constantes do n.º 3.2 do presente regulamento:

1.1. A localização das zonas plásticas (PZ) e das rótulas plásticas (PH) na superestrutura;

1.1.1. As diferentes PZ e PH devem ser identificadas separadamente no desenho da superestrutura, indicando-se a sua forma geométrica e localizações definidas (ver figura A.8.1.);

1.1.2. Os elementos estruturais entre as PZ e as PH podem ser tratados como partes rígidas ou elásticas no cálculo, e o seu comprimento deve ser determinado pelas dimensões reais no veículo;

1.2. Os parâmetros técnicos das PZ e das PH;

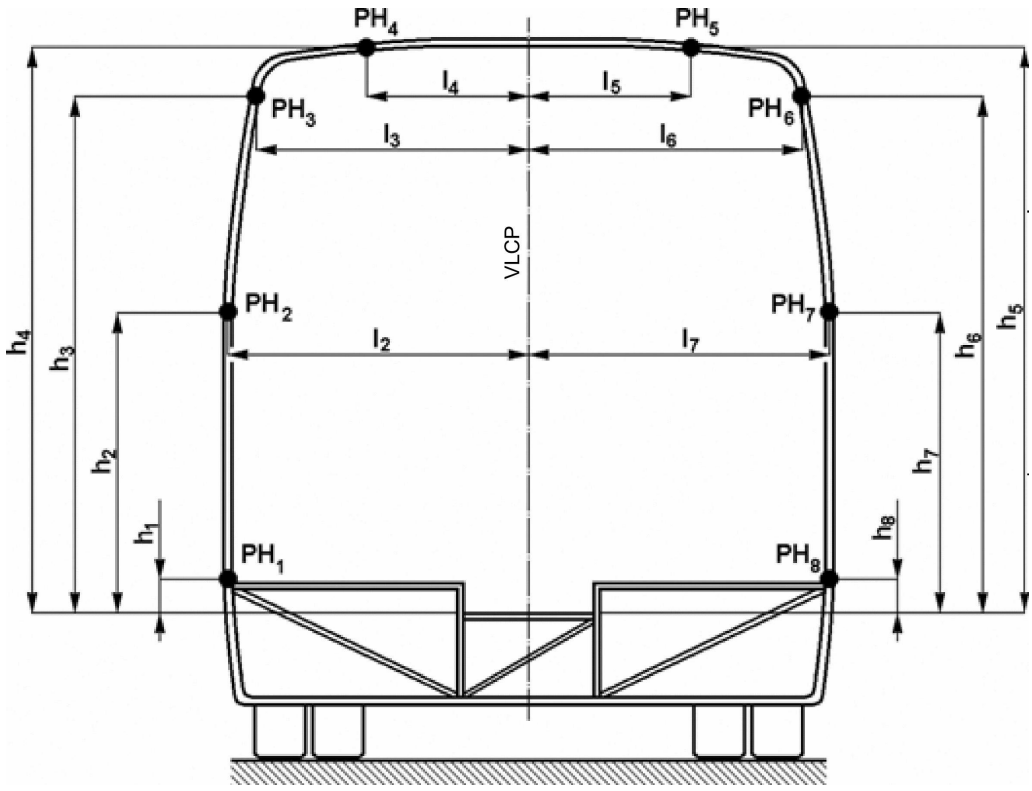
1.2.1. A geometria transversal dos elementos estruturais nos quais as PZ e as PH estão localizadas;

1.2.2. O tipo e a direcção da carga aplicados a cada PZ e PH;

1.2.3. O diagrama carga-deformação de cada uma das PZ e das PH, como descrito no apêndice 1 do presente anexo. O fabricante pode utilizar as características estáticas ou dinâmicas das PZ e das PH para o cálculo, mas não deve misturar as características estáticas e dinâmicas num só cálculo.

Figura A8.1

Parâmetros geométricos das rótulas plásticas num segmento



1.3. Uma declaração da energia total (E_T) a absorver pela superestrutura, utilizando a fórmula indicada no n.º 3.1.

1.4. Uma breve descrição técnica do algoritmo e do programa informático que são utilizados para o cálculo.

2. REQUISITOS PARA O CÁLCULO QUASE-ESTÁTICO

2.1. Para o cálculo, a superestrutura completa é matematicamente modelada como uma estrutura portante e deformável, tendo em consideração o seguinte:

2.1.1. A superestrutura deve ser modelada como uma única unidade com carga que contém PZ e PH deformáveis, ligadas por elementos estruturais apropriados;

2.1.2. A superestrutura deve ter as dimensões reais da carroçaria. O contorno interno dos montantes da parede lateral e da estrutura de tejadilho deve ser utilizado ao verificar o espaço residual;

2.1.3. As PH devem utilizar as dimensões reais dos montantes e dos elementos estruturais nos quais estão localizadas (ver apêndice 1 do presente anexo).

2.2. As cargas aplicadas no cálculo devem cumprir os seguintes requisitos:

2.2.1. A carga activa é aplicada segundo o plano transversal que contém o centro de gravidade da superestrutura (veículo), perpendicular ao plano longitudinal vertical médio (VLCP) do veículo. A carga activa é aplicada na longarina lateral do tejadilho por meio de um plano absolutamente rígido, que se estende em ambos os sentidos, para além da longarina e de qualquer estrutura adjacente.

2.2.2. No início da simulação, o plano de aplicação da carga toca na longarina lateral na parte mais afastada do plano longitudinal vertical médio. Os pontos de contacto entre o plano de aplicação da carga e a superestrutura devem ser definidos para assegurar uma transferência exacta da carga.

2.2.3. A carga activa deve formar um ângulo α com o plano longitudinal vertical médio do veículo (ver figura A8.2) determinado pela fórmula:

$$\alpha = 90° - \arcsin\left(\frac{800}{H_c}\right)$$

sendo:

H_c = a altura (em mm) da longarina lateral do tejadilho do veículo, medida a partir do plano horizontal em que este repousa.

A direcção da acção da carga activa não deve ser modificada durante o cálculo.

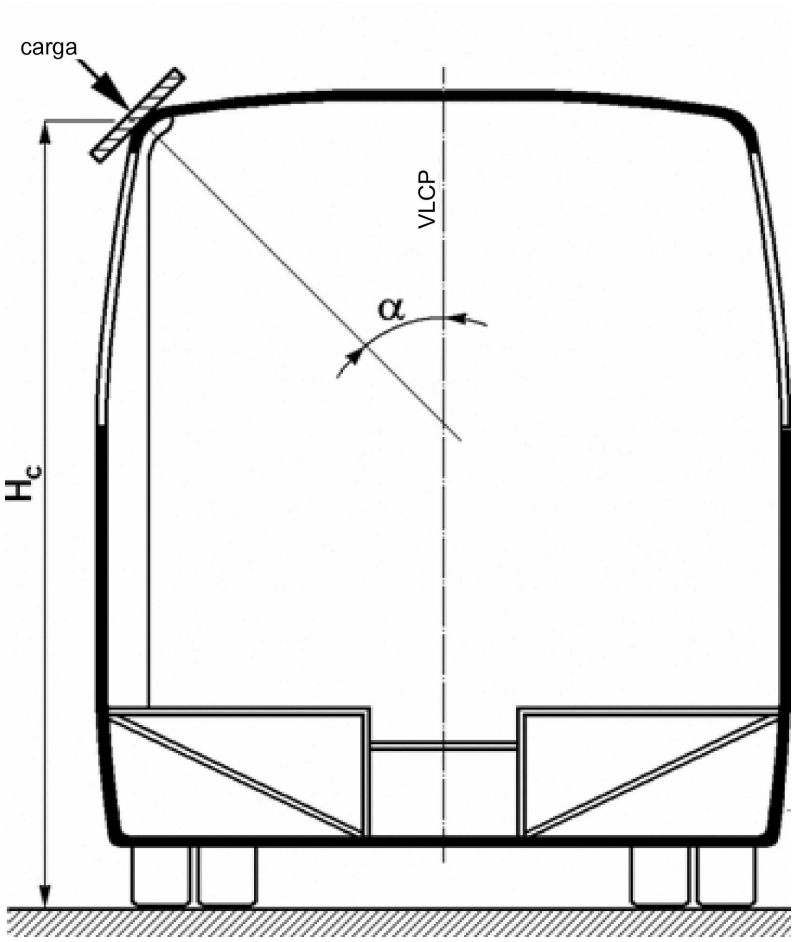
2.2.4. A carga activa é aumentada em pequenos incrementos, sendo a deformação total da estrutura calculada para cada incremento de carga. O número de incrementos de carga deve ser superior a 100, sendo os incrementos quase idênticos entre si.

2.2.5. Durante o processo de deformação, é admissível que o plano de aplicação da carga, para além de um movimento de translação paralelo, gire em torno do eixo de intersecção do plano de aplicação da carga com o plano transversal que contém o centro de gravidade, a fim de acompanhar a deformação assimétrica da superestrutura.

2.2.6. As forças passivas (de apoio) são aplicadas no quadro rígido do piso de maneira a não influenciar a deformação da estrutura.

Figura A8.2

Aplicação da carga à superestrutura



2.3. O algoritmo do cálculo e o programa informático devem cumprir os seguintes requisitos:

2.3.1. O programa deve ter em consideração a não linearidade das características das rótulas plásticas e as deformações estruturais em grande escala;

2.3.2. O programa deve ter em conta a gama de trabalho das zonas plásticas e das rótulas plásticas e interromper o cálculo se a deformação das rótulas plásticas ultrapassar a gama de trabalho admitida (ver apêndice 1 do presente anexo);

2.3.3. O programa deve poder calcular a energia total absorvida pela superestrutura para cada incremento de carga;

2.3.4. Para cada incremento de carga, o programa deve poder demonstrar a configuração deformada dos segmentos que formam a superestrutura e a posição de cada parte rígida susceptível de invadir o espaço residual. O programa deve poder identificar a etapa de incremento de carga em que o espaço residual é pela primeira vez invadido por uma das partes estruturais rígidas.

2.3.5. O programa deve ser capaz de detectar e identificar a etapa de incremento de carga em que teve início o colapso global da superestrutura; ou seja, quando a superestrutura se torna instável e a deformação continua sem um aumento da carga.

3. AVALIAÇÃO DO CÁLCULO

3.1. A energia total (E_T) a absorver pela superestrutura é determinada através da seguinte fórmula:

$$E_T = 0{,}75M \cdot g \cdot \Delta h$$

sendo:

M = M_k, a massa sem carga em ordem de marcha do veículo, se não existirem sistemas de retenção dos ocupantes, ou

M_t, a massa total efectiva do veículo, quando equipado com sistemas de retenção dos ocupantes;

G = a constante gravitacional;

Δh = o movimento vertical (em metros) do centro de gravidade do veículo durante um ensaio de capotagem, conforme indicado no apêndice 1 do anexo 7.

3.2. A energia absorvida (E_a) da superestrutura é calculada na etapa de carga progressiva em que o espaço residual for pela primeira vez invadido por qualquer uma das partes estruturais rígidas.

3.3. O modelo de veículo é homologado se $E_a \geq E_T$

4. DOCUMENTAÇÃO RELATIVA AO CÁLCULO QUASE-ESTÁTICO

O relatório relativo ao cálculo deve incluir os seguintes elementos:

4.1. A descrição mecânica pormenorizada da superestrutura que contém a localização das PZ e PH e que define as partes rígidas e elásticas;

4.2. Os dados obtidos nos ensaios e os gráficos resultantes;

4.3. Uma declaração que ateste se efectivamente o requisito do n.º 5.1. do presente regulamento foi ou não cumprido;

4.4. A identificação do modelo de veículo e do pessoal responsável pelos ensaios, pelos cálculos e pela avaliação.

Apêndice 1

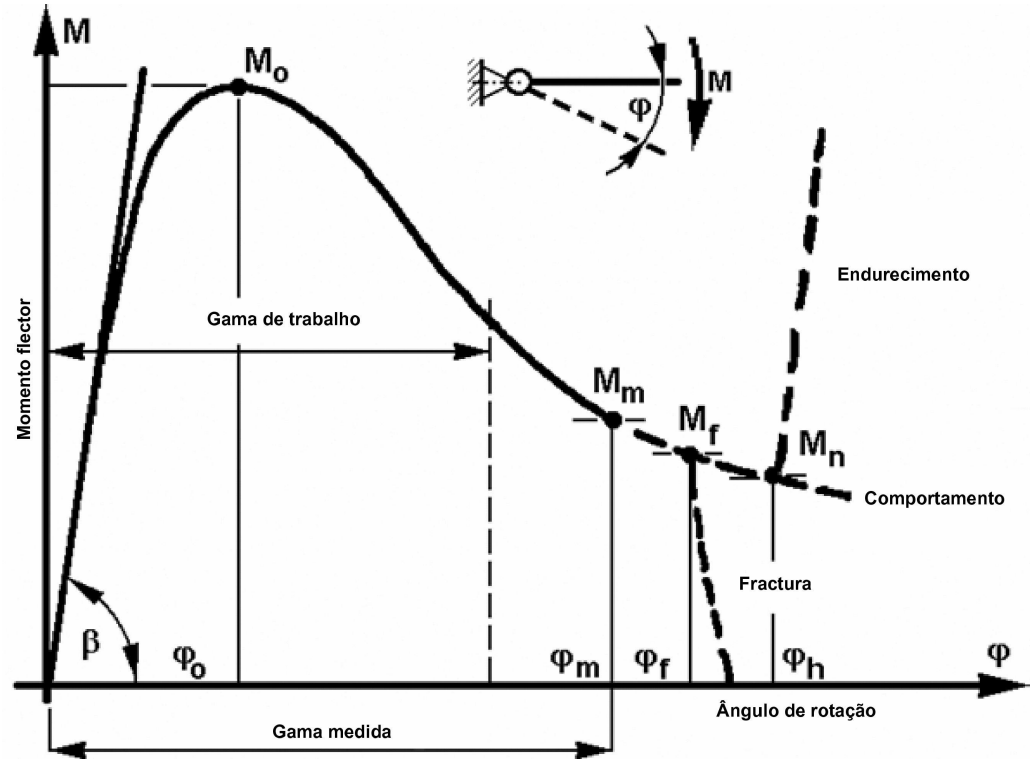
CARACTERÍSTICAS DAS RÓTULAS PLÁSTICAS

1. CURVAS CARACTERÍSTICAS

A forma geral do diagrama característico da zona plástica (PZ) é uma relação carga-deformação não linear medida em elementos estruturais do veículo em ensaios de laboratório. Os diagramas característicos das rótulas plásticas são uma relação momento flector (M)-ângulo de rotação (φ). A forma geral de um diagrama característico das rótulas plásticas (PH) é ilustrada pela figura A.8A.1.1.

Figura A8.A1.1

Diagrama característico de uma rótula plástica



2. GAMAS DE DEFORMAÇÃO

2.1. A «gama medida» do diagrama característico das PH é a gama de deformação em relação à qual as medições foram feitas. A gama de deformação medida pode conter a fractura e/ou a gama de endurecimento rápido. Só os valores das características das PH que aparecem na gama de deformação medida são utilizados no cálculo.

2.2. A «gama de trabalho» da curva característica das PH é a gama abrangida pelo cálculo.

A gama de trabalho não deve ultrapassar a gama medida e pode conter a fractura, mas não a gama de endurecimento rápido.

2.3. As características das PH a utilizar no cálculo devem conter a curva M-φ na gama medida.

3. CARACTERÍSTICAS DINÂMICAS

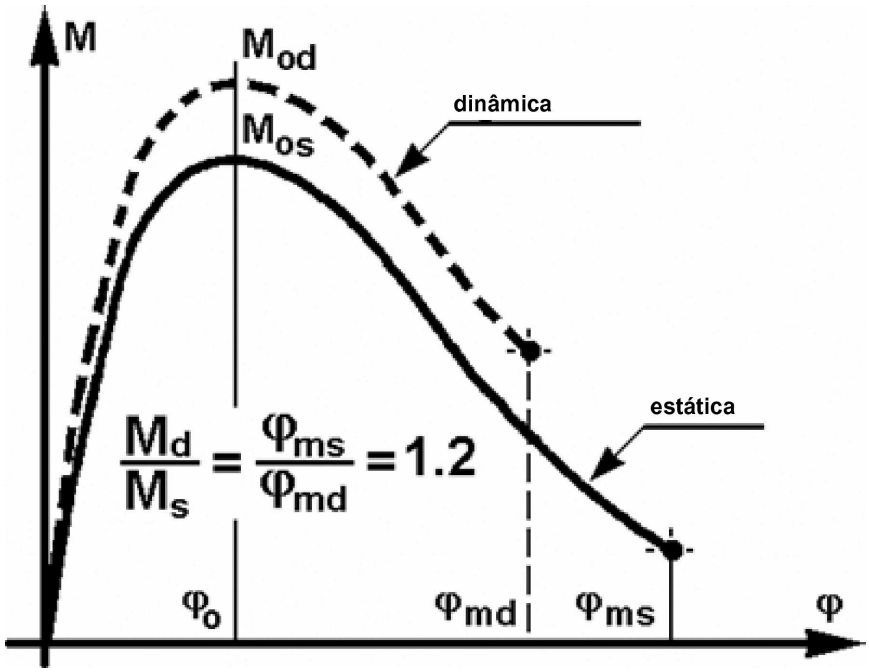
Há dois tipos de características das PH e PZ: quase-estáticas e dinâmicas. As características dinâmicas das PH podem ser determinadas de duas formas:

3.1. Por meio do ensaio de impacto dinâmico do componente;

3.2. Mediante a utilização de um factor K_d dinâmico para transformar as características de PH quasi-estáticas. Esta transformação significa que os valores do momento flector quase-estático podem ser aumentados por K_d. Para elementos estruturais de aço, pode utilizar-se $K_d = 1,2$ sem efectuar um ensaio de laboratório.

Figura A8.A1.2

Definição das características dinâmicas das rótulas plásticas a partir da curva estática



ANEXO 9

SIMULAÇÃO INFORMÁTICA DO ENSAIO DE CAPOTAGEM NO VEÍCULO COMPLETO ENQUANTO MÉTODO DE HOMOLOGAÇÃO EQUIVALENTE

1. DADOS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

É possível demonstrar que a superestrutura cumpre os requisitos especificados nos n.os 5.1.1 e 5.1.2 do presente regulamento através de um método de simulação informática aprovado pelo serviço técnico.

Se o fabricante optar por este método de ensaio, devem ser fornecidas as seguintes informações ao serviço técnico, para além dos dados e dos desenhos constantes do n.º 3.2 do presente regulamento:

1.1. Uma descrição do método de simulação e do método de cálculo utilizados, bem como uma identificação precisa e clara do *software* de análise, incluindo, pelo menos, o produtor, a designação comercial, a versão utilizada e os contactos pormenorizados do desenvolvedor.

1.2. Os modelos materiais e os dados de entrada utilizados.

1.3. Os valores para as massas definidas, o centro de gravidade e os momentos de inércia utilizados no modelo matemático.

2. O MODELO MATEMÁTICO

O modelo deve permitir descrever o comportamento físico real do processo de capotagem, em conformidade com o anexo 5. O modelo matemático deve ser construído, e as hipóteses formuladas, de tal modo que o cálculo dê resultados conservativos. O modelo deve ser construído com base nos seguintes pressupostos:

2.1. O serviço técnico pode exigir que sejam levados a efeito ensaios com a estrutura real do veículo para comprovar a validade do modelo matemático e verificar os seus pressupostos;

2.2. A massa total e a posição do centro de gravidade utilizados no modelo matemático são idênticas às do veículo a homologar;

2.3. A distribuição da massa no modelo matemático deve corresponder ao veículo a homologar. Os momentos de inércia utilizados no modelo matemático devem ser calculados com base nesta distribuição da massa.

3. REQUISITOS RELATIVOS AO ALGORITMO, AO PROGRAMA DE SIMULAÇÃO E AO EQUIPAMENTO INFORMÁTICO

3.1. A posição do veículo em equilíbrio instável no ponto de capotagem e a sua posição aquando do primeiro contacto com o pavimento devem ser especificadas. O programa de simulação pode começar na posição de equilíbrio instável, mas deve começar, o mais tardar, aquando do primeiro contacto com o pavimento.

3.2. As condições iniciais aquando do primeiro contacto com o solo são definidas utilizando a variação de energia potencial a partir da posição de equilíbrio instável.

3.3. O programa de simulação funciona, pelo menos, até que a deformação máxima seja alcançada.

3.4. O programa de simulação deve fornecer uma solução estável na qual o resultado é independente dos incrementos de tempo.

3.5. O programa de simulação pode calcular os componentes de energia para o equilíbrio energético a cada incremento de tempo.

3.6. As parcelas de energia não física introduzidas na modelação [por exemplo, modos espúrios («*hourglass*») e amortecimento interno] não devem exceder 5 % da energia total a qualquer momento.

3.7. O coeficiente de atrito utilizado no ponto de contacto com o solo deve ser validado por resultados de ensaio físicos, ou o cálculo deve demonstrar que o coeficiente de atrito aplicado produz resultados conservativos.

3.8. Os eventuais contactos físicos entre quaisquer peças do veículo devem ser tidos em conta no modelo matemático.

4. AVALIAÇÃO DA SIMULAÇÃO

4.1. Após ter sido verificado que os requisitos estabelecidos para o programa de simulação foram cumpridos, a simulação das modificações da geometria da estrutura interior e a comparação com a forma geométrica do espaço residual podem ser avaliadas conforme foi definido nos n.os 5.1 e 5.2 do presente regulamento.

4.2. Se o espaço residual não tiver sido invadido durante a simulação de capotagem, a homologação é concedida.

4.3. Se o espaço residual tiver sido invadido durante a simulação de capotagem, a homologação é recusada.

5. DOCUMENTAÇÃO

5.1. O relatório relativo à simulação deve incluir as seguintes informações:

5.1.1. Todos os dados e as informações indicados no n.º 1 do presente anexo;

5.1.2. Um desenho que mostre o modelo matemático da superestrutura;

5.1.3. Uma indicação dos valores de ângulo, da velocidade e da velocidade angular na posição de equilíbrio instável do veículo e na posição de primeiro contacto com o solo;

5.1.4. Uma tabela com o valor da energia total e os valores de todas as suas parcelas (energia cinética, energia interna, modos espúrios), a incrementos de tempo de 1 ms, que abranjam, pelo menos, o intervalo entre o primeiro contacto com o solo e o instante em que a deformação máxima é atingida;

5.1.5. O coeficiente de atrito com o solo assumido;

5.1.6. Gráficos ou dados que demonstrem, de forma adequada, que os requisitos previstos nos n.os 5.1.1 e 5.1.2 do presente regulamento foram cumpridos. Considera-se que estes requisitos foram cumpridos se for apresentado um gráfico, em função do tempo, da distância entre o contorno interno da estrutura deformada e o contorno externo do espaço residual;

5.1.7. Uma declaração atestando o cumprimento ou incumprimento dos requisitos especificados nos n.os 5.1.1 e 5.1.2 do presente regulamento;

5.1.8. Todas as informações e todos os dados necessários para a identificação inequívoca do modelo de veículo, da sua superestrutura, do modelo matemático da superestrutura e do cálculo em si.

5.2. Recomenda-se que o relatório inclua igualmente diagramas que mostrem a estrutura deformada no momento em que a deformação máxima ocorre, apresentando uma visão global da superestrutura e das zonas em que se registe uma grande deformação plástica.

5.3. Mediante solicitação do serviço técnico, devem ser incluídas informações complementares no relatório.