

## II

(Atos não legislativos)

## ATOS ADOTADOS POR INSTÂNCIAS CRIADAS POR ACORDOS INTERNACIONAIS

Só os textos originais 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 117 da Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) — Prescrições uniformes relativas à homologação de pneus no que diz respeito ao ruído de rolamento e à aderência em pavimento molhado e/ou à resistência ao rolamento [2016/1350]**

Integra todo o texto válido até:

Suplemento 8 à série 02 de alterações — Data de entrada em vigor: 20 de janeiro de 2016

### ÍNDICE

#### REGULAMENTO

1. Âmbito de aplicação
2. Definições
3. Pedido de homologação
4. Marcações
5. Homologação
6. Especificações
7. Modificações do tipo de pneu e extensão da homologação
8. Conformidade da produção
9. Sanções pela não conformidade da produção
10. Cessação definitiva da produção
11. Designações e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação e das entidades homologadoras
12. Disposições transitórias

#### Anexos

- 1 Comunicação
- 2 Apêndice 1: Exemplo de marcas de homologação

Apêndice 2: Homologação nos termos do Regulamento n.º 117 e dos Regulamentos n.ºs 30 ou 54

- Apêndice 3: Extensões que permitem combinar homologações emitidas nos termos dos Regulamentos n.ºs 117, 30 ou 54
- Apêndice 4: Extensões que permitem combinar homologações emitidas nos termos do Regulamento n.º 117
- 3 Método da passagem em roda livre para medição do ruído de rolamento dos pneus
- Apêndice 1: Relatório de ensaio
- 4 Especificações relativas ao local de ensaio
- 5 Métodos de ensaio para medição da aderência em pavimento molhado
- Apêndice: Exemplos de relatórios de ensaio do índice de aderência em pavimento molhado
- 6 Método de ensaio para medição da resistência ao rolamento
- Apêndice 1: Tolerâncias do equipamento de ensaio
- Apêndice 2: Largura da jante de medida
- Apêndice 3: Relatório de ensaio e dados de ensaio (resistência ao rolamento)
- Apêndice 4: Organizações de normalização de pneus
- Apêndice 5: Método da desaceleração
- 7 Procedimentos de ensaios de desempenho na neve no caso de pneus de neve a utilizar em condições de neve extremas
- Apêndice 1: Definição do pictograma «Símbolo alpino»
- Apêndice 2: Relatório de ensaio e dados de ensaio para pneus C1 e C2
- Apêndice 3: Relatório de ensaio e dados de ensaio para pneus C3
1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO
- 1.1. O presente regulamento é aplicável aos pneus novos das classes C1, C2 e C3 no que diz respeito ao ruído de rolamento, à resistência ao rolamento e à aderência em pavimento molhado. Não se aplica, porém, a:
- 1.1.1. Pneus concebidos como «Pneus sobresselentes de uso temporário» e que ostentem a marca «Exclusivamente para uso temporário»;
- 1.1.2. Pneus com código de diâmetro nominal da jante  $\leq 10$  (ou  $\leq 254$  mm) ou  $\geq 25$  (ou  $\geq 635$  mm);
- 1.1.3. Pneus concebidos para competição;
- 1.1.4. Pneus destinados a ser montados em veículos rodoviários não pertencentes às categorias M, N e O <sup>(1)</sup>;
- 1.1.5. Pneus equipados com dispositivos suplementares para melhorar as propriedades de tração (por exemplo, pneus com pregos);
- 1.1.6. Pneus cuja categoria de velocidade é inferior a 80 km/h (símbolo de velocidade F);
- 1.1.7. Pneus concebidos exclusivamente para serem montados em veículos matriculados pela primeira vez antes de 1 de outubro de 1990;
- 1.1.8. Pneus de uso profissional todo-o-terreno.
- 1.2. As partes contratantes devem emitir ou aceitar homologações relativas ao ruído de rolamento e/ou à aderência em pavimento molhado e/ou à resistência ao rolamento.

(<sup>1</sup>) Tal como definido na Resolução consolidada sobre a construção de veículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html)

## 2. DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente regulamento, além das definições incluídas nos Regulamentos n.ºs 30 e 54, aplicam-se as seguintes definições:

- 2.1. «Tipo de pneu» designa, no âmbito do presente regulamento, uma gama de pneus cujas designações de dimensões, marcas comerciais e designações comerciais de pneus não diferem entre si quanto às seguintes características essenciais:
- O nome do fabricante;
  - A classe de pneus (ver ponto 2.4 abaixo);
  - A estrutura do pneu;
  - A categoria de utilização: pneu normal, pneu de neve e pneu de utilização especial;
  - Para os pneus da classe C1:
    - No caso dos pneus apresentados para homologação dos níveis de ruído de rolamento, independentemente de serem normais ou reforçados (ou para cargas extraordinárias),
    - No caso dos pneus apresentados para homologação da aderência em pavimento molhado, independentemente de serem pneus normais ou de neve com uma categoria de velocidade Q ou inferior, incluindo a categoria H ( $\leq 160$  km/h) ou uma categoria de velocidade R ou superior, incluindo a categoria H ( $> 160$  km/h);
  - Para os pneus das classes C2 e C3:
    - No caso dos pneus apresentados para homologação dos níveis de ruído de rolamento na fase 1, independentemente de possuírem a marcação M+S ou não;
    - No caso dos pneus apresentados para homologação dos níveis de ruído de rolamento na fase 2, independentemente de serem pneus de tração ou não;
  - A escultura do piso (ver ponto 3.2.1 do presente regulamento).
- 2.2. «Marca de fabrico» ou «Designação comercial» designa a identificação do pneu fornecida pelo fabricante. A marca de fabrico pode ser igual ao nome do fabricante e a designação comercial pode coincidir com a marca comercial.
- 2.3. «Ruído de rolamento» designa o som emitido pelo contacto entre os pneus em movimento e o pavimento da estrada.
- 2.4. «Classe de pneus» designa um dos grupos seguintes:
- Pneus da classe C1: pneus conformes ao Regulamento n.º 30;
  - Pneus da classe C2: pneus conformes ao Regulamento n.º 54 e identificados por um índice de capacidade de carga em rodados simples inferior ou igual a 121 e um símbolo da categoria de velocidade superior ou igual a «N».
  - Pneus da classe C3: pneus conformes ao Regulamento n.º 54 que apresentam:
    - Um índice de capacidade de carga em rodados simples superior ou igual a 122; ou
    - Um índice de capacidade de carga em rodados simples inferior ou igual a 121 e um símbolo da categoria de velocidade inferior ou igual a «M».
- 2.5. «Dimensões representativas do pneu» designa as dimensões do pneu submetido ao ensaio descrito no anexo 3 do presente regulamento, no que diz respeito ao ruído de rolamento, ou no anexo 5, no que diz respeito à aderência em pavimento molhado, ou no anexo 6, no que diz respeito à resistência ao rolamento, para avaliar a conformidade para a homologação do tipo de pneu, ou no anexo 7, a utilizar em condições de neve extremas.
- 2.6. «Pneu sobresselente de uso temporário» designa um pneu diferente dos destinados a ser montados em qualquer veículo em condições normais de condução, mas previsto para ser utilizado apenas temporariamente em condições de condução restringidas.

- 2.7. «Pneus concebidos para competição» designa pneus que se destinam a ser montados em veículos que participem em competições de desporto automóvel e não destinados a outras utilizações em estrada.
- 2.8. «Pneu normal» designa um pneu destinado à circulação em estrada.
- 2.9. «Pneu reforçado» ou «pneu para cargas extraordinárias» designa um pneu da classe C1 cuja estrutura foi concebida para transportar mais carga a uma pressão de enchimento mais elevada do que a carga suportada pelo pneu normal correspondente à pressão de enchimento normal especificada na norma ISO 4000-1:2010 <sup>(1)</sup>.
- 2.10. «Pneu de tração» designa um pneu das classes C2 ou C3 que ostenta a inscrição «TRACTION» destinado a ser instalado essencialmente no(s) eixo(s) motor(es) de um veículo para maximizar a transmissão da força em diversas circunstâncias.
- 2.11. «Pneu de neve» designa um pneu cuja escultura, composição e estrutura do piso são essencialmente concebidas para lhe assegurar um melhor desempenho na neve do que um pneu normal, no que se refere à sua capacidade de iniciar ou manter a marcha do veículo.
- 2.11.1. «Pneu de neve a utilizar em condições de neve extremas» designa um pneu de neve cuja escultura, composição ou estrutura do piso são especificamente concebidas para serem utilizado em condições de neve extremas e que satisfaz os requisitos do ponto 6.4 do presente regulamento.
- 2.12. «Pneu especial» designa um pneu destinado a uma utilização mista, em estrada e fora de estrada, ou a outras utilizações especiais; estes pneus destinam-se primordialmente a iniciar e a manter o veículo em movimento em condições fora de estrada.
- 2.13. «Pneu profissional todo-o-terreno» designa um pneu para utilização especial usado essencialmente fora de estrada em condições extremas.
- 2.14. «Profundidade da escultura» designa a profundidade das ranhuras principais.
- 2.14.1. «Ranhuras principais» designa as ranhuras circunferenciais largas situadas na zona central do piso do pneu, que, no caso de pneus para veículos ligeiros de passageiros e camiões ligeiros (comerciais), têm os indicadores de desgaste do piso situados na base.
- 2.15. «Relação vazios a preencher» designa a relação entre a área de vazios de uma superfície de referência e a área desta superfície de referência calculada a partir do desenho do molde.
- 2.16. «Pneu de ensaio de referência normalizado» (SRTT) designa um pneu fabricado, controlado e armazenado em conformidade com as normas da ASTM (*American Society for Testing and Materials*)
- a) E 1136-93 (2003) para a dimensão P195/75R14
  - b) F 2872 (2011) para a dimensão 225/75 R 16 C
  - c) F2871 (2011) para a dimensão 245/70R19.5
  - d) F2870 (2011) para a dimensão 315/70R22.5
- 2.17. Medições da aderência em pavimento molhado ou na neve - Definições específicas
- 2.17.1. «Aderência em pavimento molhado» designa o desempenho de travagem relativo, em pavimento molhado, de um veículo de ensaio equipado com o pneu candidato em comparação com o desempenho do mesmo veículo equipado com um pneu de referência (SRTT).
- 2.17.2. «Pneu candidato» designa um pneu representativo do tipo que é apresentado para homologação nos termos do presente regulamento.
- 2.17.3. «Pneu de controlo» designa um pneu de produção corrente que é utilizado para determinar a aderência em pavimento molhado ou na neve de pneus cujas dimensões impedem a sua montagem no mesmo veículo que o pneu de ensaio de referência normalizado — ver ponto 4.1.7 do anexo 5 e o ponto 3.4.3 do anexo 7 do presente regulamento.

<sup>(1)</sup> Os pneus da classe C1 correspondem aos «pneus para automóveis ligeiros de passageiros» na norma ISO 4000-1:2010.

- 2.17.4. «Índice de aderência em pavimento molhado (“G”)» designa a razão entre o desempenho do pneu candidato e o desempenho do pneu de ensaio de referência normalizado.
- 2.17.5. «Índice de aderência na neve (“SG”)» designa a relação entre o desempenho do pneu candidato e o desempenho do pneu de ensaio de referência normalizado.
- 2.17.6. «Coeficiente de força de travagem máxima (“cftm”)» designa o valor máximo da razão entre a força de travagem e a carga vertical exercida sobre o pneu antes do bloqueio de roda.
- 2.17.7. «Desaceleração média totalmente desenvolvida (“dmtd”)» designa a desaceleração média calculada com base na distância percorrida para desacelerar um veículo de uma velocidade especificada a outra.
- 2.17.8. «Altura do engate» designa a altura medida perpendicularmente a partir do centro do ponto de articulação do engate do reboque ao solo, quando o veículo trator e o reboque se encontram atrelados. O veículo e o reboque, prontos para o ensaio, devem ser colocados sobre um pavimento plano e horizontal com os pneus adequados para o ensaio.

## 2.18. Medição da resistência ao rolamento — Definições específicas

### 2.18.1. Resistência ao rolamento $F_r$

Perda de energia (ou energia consumida) por unidade de distância percorrida <sup>(1)</sup>.

### 2.18.2. Coeficiente de resistência ao rolamento $C_r$

Razão entre a resistência ao rolamento e a carga exercida sobre o pneu <sup>(2)</sup>.

### 2.18.3. Pneu de ensaio novo

Um pneu que não tenha sido previamente utilizado num ensaio de rolamento com deformação que eleve a sua temperatura acima da temperatura gerada em ensaios de resistência ao rolamento e que não tenha sido anteriormente exposto a uma temperatura superior a 40 °C <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>.

### 2.18.4. Pneu de controlo de laboratório

Pneu utilizado por um laboratório para controlar o comportamento de uma máquina de ensaio em função do tempo <sup>(5)</sup>.

### 2.18.5. Pressão de enchimento de evolução livre

Processo de enchimento do pneu que permite o aumento da pressão de enchimento à medida que o pneu é aquecido durante a marcha.

### 2.18.6. Perda parasita

Perda de energia (ou energia consumida) por unidade de distância, excluindo as perdas internas do pneu, atribuível à perda aerodinâmica dos diferentes elementos em rotação do equipamento de ensaio, ao atrito dos rolamentos e a outras fontes de perda sistemática suscetíveis de serem inerentes à medição.

<sup>(1)</sup> A unidade do Sistema Internacional de Unidades (SI) utilizada convencionalmente para a resistência ao rolamento é o newton-metro por metro, o que equivale a uma força de resistência em newtons.

<sup>(2)</sup> A resistência ao rolamento é expressa em newtons e a carga é expressa em quilonewtons. O coeficiente de resistência ao rolamento é adimensional.

<sup>(3)</sup> É necessária uma definição de pneu de ensaio novo para reduzir a variação e a dispersão potenciais dos dados devidas aos efeitos de envelhecimento do pneu.

<sup>(4)</sup> É admissível repetir um procedimento de ensaio aceite.

<sup>(5)</sup> Um exemplo de comportamento mecânico é o desvio.

## 2.18.7. Leitura do ensaio com alívio

Tipo de medição de perda parasita, em que o pneu é mantido em movimento sem patinação, ao mesmo tempo que se reduz a carga do pneu para um nível em que a perda de energia no interior do próprio pneu é praticamente nula.

## 2.18.8. Inércia ou momento de inércia.

Razão entre o binário aplicado a um corpo em rotação e a aceleração rotativa desse corpo <sup>(1)</sup>.

2.18.9. Reprodutibilidade da medição  $\sigma_m$ 

Capacidade de uma máquina para medir a resistência ao rolamento <sup>(2)</sup>.

## 3. PEDIDO DE HOMOLOGAÇÃO

3.1. O pedido de homologação de um tipo de pneu em conformidade com o presente regulamento deve ser apresentado pelo fabricante do pneu ou seu representante devidamente acreditado. O pedido deve especificar:

3.1.1. As características de desempenho a avaliar para o tipo de pneu em causa; «nível de ruído de rolamento» e/ou «nível de aderência em pavimento molhado» e/ou «nível de resistência ao rolamento». Nível de desempenho na neve no caso de «pneus de neve a utilizar em condições de neve extremas»;

3.1.2. Nome do fabricante;

3.1.3. Nome e endereço do requerente;

3.1.4. Endereço(s) da(s) fábrica(s);

3.1.5. Marca(s) de fabrico, designação(ões) comerciais e marca(s) comercial(ais);

3.1.6. Classe de pneus (classe C1, C2 ou C3) (ver ponto 2.4 do presente regulamento);

3.1.6.1. Gama de largura da secção para os pneus da classe C1 (ver ponto 6.1.1 do presente regulamento);

*Nota:* Esta informação é exigida apenas para a homologação no que se refere ao nível de ruído de rolamento.

3.1.7. Estrutura do pneu;

3.1.8. Para os pneus da classe C1, indicar se se trata de:

a) Um pneu reforçado (ou para cargas extraordinárias), no caso de homologação no que se refere ao nível de ruído de rolamento;

b) Categoria de velocidade «Q» ou inferior (excluindo a categoria «H») ou «R» ou superior (incluindo a categoria «H»), no caso de homologação de pneus de neve relativa à aderência em pavimento molhado;

<sup>(1)</sup> O corpo em rotação pode ser, por exemplo, um conjunto pneu/roda ou o tambor de uma máquina.

<sup>(2)</sup> A reprodutibilidade das medições  $\sigma_m$  pode ser estimada medindo  $n$  vezes (em que  $n \geq 3$ ), num único pneu, todo o processo descrito no anexo 6, ponto 4, do seguinte modo:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n \left( Cr_j - \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n Cr_j \right)^2}$$

Em que:

J = contador de 1 a  $n$  para o número de repetições de cada medição de um dado pneu

$n$  = número de repetições das medições do pneu ( $n \geq 3$ )

Para os pneus das classes C2 e C3, indicar se se trata de:

- a) Marcação M+S, no caso de homologação relativa ao nível de ruído de rolamento na fase 1;
- b) Tração, no caso de homologação relativa ao nível de ruído de rolamento na fase 2.

3.1.9. Categoria de utilização (normal, neve ou especial);

3.1.10. Lista de designações das dimensões dos pneus abrangidos pelo pedido.

3.2. O pedido de homologação deve ser acompanhado (em triplicado) de:

3.2.1. Dados sobre as características principais e seus efeitos sobre o desempenho (ou seja, nível de ruído de rolamento, aderência em pavimento molhado, resistência ao rolamento e aderência na neve) dos pneus, incluindo a escultura do piso, incluídas na gama designada de dimensões dos pneus. Pode tratar-se de descrições complementadas com especificações técnicas, desenhos, fotografias e tomografia computadorizada (TC), devendo ser suficiente para permitir à entidade homologadora ou ao serviço técnico determinar se eventuais alterações posteriores das características principais podem influenciar negativamente o desempenho do pneu. Os efeitos das alterações de pequenos pormenores de construção do pneu no seu desempenho devem ser evidentes e detetados nos controlos de conformidade da produção;

3.2.2. Os desenhos ou fotografias do flanco do pneu, com as informações dadas no ponto 3.1.8 acima e com a marcação de homologação mencionada no ponto 4, devem ser apresentados quando a produção for encetada, mas, no máximo, um ano após a data de concessão da homologação.

3.2.3. No caso de pedidos relativos a pneus para utilização especial, um exemplar do desenho do molde da escultura do piso deve ser fornecido por forma a permitir a verificação da relação vazios a preencher.

3.3. A pedido da entidade homologadora, o requerente deve apresentar amostras de pneus para ensaio ou cópias de relatórios de ensaio dos serviços técnicos, comunicadas conforme se indica no ponto 11 do presente regulamento.

3.4. Quanto ao pedido, o ensaio pode circunscrever-se à escolha do caso mais desfavorável, à discricção da entidade homologadora ou do serviço técnico designado.

3.5. Os laboratórios e as instalações de ensaio de um fabricante de pneus podem obter o estatuto de laboratórios aprovados e a entidade homologadora tem a possibilidade de se fazer representar nos ensaios.

#### 4. MARCAÇÕES

4.1. Todos os pneus abrangidos pelo tipo de pneu devem ser marcados conforme previsto pelos Regulamentos n.º 30 ou n.º 54, consoante o que for aplicável.

4.2. Os pneus devem ostentar, em particular: <sup>(1)</sup>

4.2.1. O nome ou a marca comercial do fabricante;

4.2.2. A designação comercial (ver ponto 2.2 do presente regulamento). Todavia, a designação comercial não é exigida quando coincide com a marca comercial;

4.2.3. A designação das dimensões do pneu;

4.2.4. A inscrição «REINFORCED» (ou, em alternativa, «EXTRA LOAD»), se o pneu for classificado como reforçado;

4.2.5. A inscrição «TRACTION» <sup>(2)</sup>, se o pneu for classificado como pneu de tração;

<sup>(1)</sup> Algumas das prescrições acima referidas podem ser especificadas em separado nos Regulamentos n.º 30 ou n.º 54.

<sup>(2)</sup> Altura mínima das marcações: consultar a dimensão C no Regulamento n.º 54, anexo 3.

4.2.6. O «Símbolo alpino» («montanha de três picos com floco de neve» conforme ao símbolo descrito no anexo 7, apêndice 1), deve ser adicionado, se o pneu para neve é classificado como «pneu de neve a utilizar em condições de neve extremas».

4.2.7. A inscrição «MPT» (ou, em alternativa, «ML» ou «ET») e/ou «POR», se o pneu for classificado na categoria de utilização «especial».

ET designa piso extra profundo (*Extra Tread*), ML designa exploração mineira e florestal (*Mining and Logging*), MPT designa camião multiuso (*Multi-Purpose Truck*) e POR significa todo-o-terreno profissional (*Professional Off-Road*).

4.3. Os pneus devem apresentar um espaço adequado para inserir a marca de homologação, conforme indicado no anexo 2 do presente regulamento.

4.4. A marca de homologação deve ser claramente legível e gravada em relevo ou em sulco na área baixa de, pelo menos, um dos flancos;

4.4.1. Contudo, no caso dos pneus identificados pelo símbolo «A» de configuração de instalação do pneu na jante, as marcações podem ser colocadas em qualquer ponto do flanco exterior do pneu.

## 5. HOMOLOGAÇÃO

5.1. Se as dimensões representativas do pneu do tipo apresentado para homologação nos termos do presente regulamento satisfizerem o prescrito nos pontos 6 e 7, a homologação é concedida.

5.2. A cada tipo de pneu homologado deve ser atribuído um número de homologação. Uma parte contratante não pode atribuir o mesmo número a outro tipo de pneu.

5.3. A comunicação da homologação, extensão da homologação ou recusa da homologação de um tipo de pneu, em aplicação do presente regulamento, deve ser comunicada às partes no Acordo que apliquem o presente regulamento, mediante um formulário conforme ao modelo do anexo 1 do presente regulamento.

5.3.1. Os fabricantes de pneus podem apresentar um pedido de extensão da homologação em conformidade com os requisitos de outros regulamentos aplicáveis ao tipo de pneu. Nesse caso, deve ser anexada ao pedido de extensão da homologação uma cópia da ou das comunicações de homologação pertinentes, emitidas pela entidade homologadora competente. Todos os pedidos de extensão da homologação são concedidos exclusivamente pela entidade homologadora que emitiu a homologação original para o pneu.

5.3.1.1. Quando a extensão da homologação é concedida e o formulário de comunicação (ver anexo 1 do presente regulamento) inclui certificação de conformidade a outros regulamentos, o número de homologação no formulário de comunicação deve ser completado por sufixos para identificar os regulamentos em causa e as prescrições técnicas tidas em conta pela extensão da homologação. Para cada dado sufixo atribuído, deve(m) ser acrescentado(s) o(s) número(s) de homologação específico(s) e do regulamento no ponto 9 do formulário de comunicação.

5.3.1.2. O prefixo identifica a série de alterações das prescrições aplicáveis ao desempenho do pneu para o regulamento em causa, por exemplo, 02S2 para identificar a segunda série de alterações relativa ao ruído de rolamento na fase 2 ou 02S1WR1 para identificar a segunda série de alterações relativa ao ruído de rolamento na fase 1, à aderência em pavimento molhado e à resistência ao rolamento na fase 1 (ver ponto 6.1. abaixo para as definições de fase 1 e fase 2). Não é exigida qualquer identificação da série de alterações se o regulamento pertinente se encontrar na sua forma original.

5.3.2. Os sufixos seguintes já foram reservados para identificar regulamentos específicos relativos a parâmetros de desempenho dos pneus:

S para identificar a conformidade adicional aos requisitos relativos ao ruído de rolamento;

W para identificar a conformidade adicional aos requisitos relativos à aderência em pavimento molhado;

R para identificar a conformidade adicional aos requisitos relativos à resistência ao rolamento.



Tendo em conta que são definidas duas fases para as especificações do ruído de rolamento e da resistência ao rolamento nos n.ºs 6.1 e 6.3 abaixo, as letras S e R serão seguidas ou pelo sufixo «1», para a conformidade com a fase 1, ou pelo sufixo «2», para a conformidade com a fase 2.

- 5.4. Nos pneus de todas as dimensões que se integrem num tipo homologado ao abrigo do presente regulamento, deve ser afixada, no espaço referido no ponto 4.3 e em conformidade com o disposto no ponto 4.4 acima, uma marca de homologação internacional composta por:
- 5.4.1. Um círculo envolvendo a letra «E», seguida do número distintivo do país que concedeu a homologação <sup>(1)</sup> e
- 5.4.2. O número de homologação, que deve ser colocado na proximidade do círculo previsto no ponto 5.4.1, por cima, por baixo, à direita ou à esquerda da letra «E».
- 5.4.3. O(s) sufixo(s), e bem assim a identificação da eventual série de alterações pertinente, tal como indicado no formulário de comunicação.

Pode usar-se um dos sufixos a seguir listados ou qualquer combinação dos mesmos.

S1	Nível de ruído na fase 1
S2	Nível de ruído na fase 2
W	Aderência em pavimento molhado
R1	Resistência ao rolamento na fase 1
R2	Resistência ao rolamento na fase 2

Estes sufixos são colocados à direita ou por baixo do número de homologação, se fizerem parte da homologação original.

Se a homologação for objeto de extensão posteriormente à homologação nos termos dos Regulamentos n.º 30 ou n.º 54, deve ser colocado o sinal «+» e a série de alterações do Regulamento n.º 117 em frente do sufixo ou qualquer combinação de sufixos para indicar uma extensão da homologação.

Se a homologação for objeto de extensão posteriormente à homologação original nos termos do Regulamento n.º 117 deve inserir-se o sinal «+» entre o sufixo ou qualquer combinação de sufixos da homologação original e o sufixo ou qualquer combinação de sufixos adotados para indicar uma extensão da homologação.

- 5.4.4. A marcação nos flancos do pneu do(s) sufixo(s) ao número de homologação dispensa a obrigação de quaisquer marcações adicionais no pneu do número de homologação específico para a conformidade ao(s) regulamento(s) a que o(s) sufixo(s) faz(em) referência de acordo com o ponto 5.3.2 acima.
- 5.5. Se o pneu for conforme com as homologações nos termos de um ou mais dos regulamentos anexos ao Acordo no país que concedeu a homologação em aplicação do presente regulamento, o símbolo previsto no ponto 5.4.1 acima não terá de ser repetido. Neste caso, os números e os símbolos adicionais de todos os regulamentos relativamente aos quais a homologação é concedida no país que a emitiu em aplicação do presente regulamento devem ser colocados adjacentes ao símbolo previsto no ponto 5.4.1 acima.
- 5.6. O anexo 2 do presente regulamento inclui exemplos de disposições de marcas de homologação.

<sup>(1)</sup> Os números distintivos das partes contratantes no Acordo de 1958 são reproduzidos no anexo 3 da Resolução consolidada sobre a construção de veículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3 — [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html)

## 6. ESPECIFICAÇÕES

## 6.1. Limites de emissão do ruído de rolamento, medidos pelo método descrito no anexo 3 do presente regulamento.

6.1.1. Relativamente aos pneus da classe C1, o valor do ruído de rolamento não deve exceder os valores pertinentes para a fase aplicável apresentados a seguir. Estes valores dizem respeito à largura nominal da secção indicada no ponto 2.17.1.1 do Regulamento n.º 30:

Fase 1	
Largura nominal da secção	Limite dB(A)
Igual ou inferior a 145	72
Superior a 145 até 165	73
Superior a 165 até 185	74
Superior a 185 até 215	75
Superior a 215	76

Os limites acima devem ser aumentados em 1 dB(A) no caso dos pneus para cargas extraordinárias ou pneus reforçados e em 2 dB(A) no caso dos «pneus para utilização especial».

Fase 2	
Largura nominal da secção	Limite dB(A)
Igual ou inferior a 185	70
Superior a 185 até 245	71
Superior a 245 até 275	72
Superior a 275	74

Os limites acima devem ser aumentados em 1 dB(A) no caso dos «pneus de neve a utilizar em condições de neve extremas», pneus para cargas extraordinárias ou pneus reforçados ou qualquer combinação destas classificações.

6.1.2. Relativamente aos pneus da classe C2, o valor do ruído de rolamento em referência à sua categoria de utilização (ver ponto 2.1 anterior) não deve exceder os valores pertinentes para a fase aplicável apresentados a seguir:

Fase 1	
Categoria de utilização	Limite dB(A)
Pneus normais	75
Pneu para neve	77
Pneu para utilização especial	78

Fase 2			
Categoria de utilização		Limite dB(A)	
		Outras	Pneus de tração
Pneus normais		72	73
Pneu para neve		72	73
	Pneu para neve de utilização em condições de neve extremas	73	75
Pneu para utilização especial		74	75

- 6.1.3. Relativamente aos pneus da classe C3, o valor do ruído de rolamento em referência à sua categoria de utilização (ver ponto 2.1 anterior) não deve exceder os valores pertinentes para a fase aplicável apresentados a seguir:

Fase 1	
Categoria de utilização	Limite dB(A)
Pneus normais	76
Pneu para neve	78
Pneu para utilização especial	79

Fase 2			
Categoria de utilização		Limite dB(A)	
		Outras	Pneus de tração
Pneus normais		73	75
Pneu para neve		73	75
	Pneu para neve de utilização em condições de neve extremas	74	76
Pneu para utilização especial		75	77

- 6.2. A aderência em pavimento molhado é determinada por comparação do coeficiente de força de travagem máxima (pbfc) ou da desaceleração média totalmente desenvolvida (dmttd) com os valores obtidos em relação a um pneu de ensaio de referência normalizado (SRTT). O desempenho relativo deve ser indicado por um índice de aderência em pavimento molhado (G).
- 6.2.1. Para os pneus da classe C1, ensaiados em conformidade com um dos procedimentos previstos no anexo 5, parte A, do presente regulamento, o pneu deve cumprir os seguintes requisitos:

Categoria de utilização	Índice de aderência em pavimento molhado (G)
Pneus normais	≥ 1,1
Pneu para neve	≥ 1,1

Categoria de utilização		Índice de aderência em pavimento molhado (G)
	Pneu de neve de utilização em condições de neve extremas com um símbolo de velocidade («R» ou superior, mais «H») que indica uma velocidade máxima admissível superior a 160 km/h	≥ 1,0
	«Pneu para neve de utilização em condições de neve extremas» com um símbolo de velocidade («Q» ou inferior, excluindo «H») que indica uma velocidade máxima admissível superior a 160 km/h	≥ 0,9
Pneu para utilização especial		Não definido

6.2.2. Para os pneus da classe C2 ensaiados em conformidade com um dos procedimentos previstos no anexo 5, parte B, do presente regulamento, o pneu deve cumprir os seguintes requisitos:

Categoria de utilização		Índice de aderência em pavimento molhado (G)	
		Outras	Pneus de tração
Pneus normais		≥ 0,95	≥ 0,85
Pneu para neve		≥ 0,95	≥ 0,85
	Pneu para neve de utilização em condições de neve extremas	≥ 0,85	≥ 0,85
Pneu para utilização especial		≥ 0,85	≥ 0,85

6.2.3. Para os pneus da classe C3 ensaiados em conformidade com um dos procedimentos previstos no anexo 5, parte B, do presente regulamento, o pneu deve cumprir os seguintes requisitos:

Categoria de utilização		Índice de aderência em pavimento molhado (G)	
		Outras	Pneus de tração
Pneus normais		≥ 0,80	≥ 0,65
Pneu para neve		≥ 0,65	≥ 0,65
	Pneu para neve de utilização em condições de neve extremas	≥ 0,65	≥ 0,65
Pneu para utilização especial		≥ 0,65	≥ 0,65

6.3. Limites do coeficiente de resistência ao rolamento, medidos pelo método descrito no anexo 6 do presente regulamento.

6.3.1. Os valores máximos do coeficiente de resistência ao rolamento para a fase 1 não devem ultrapassar o seguinte (valor em N/kN é equivalente ao valor em kg/tonelada):

Classe de pneus	Valor máximo (N/kN)
C1	12,0
C2	10,5
C3	8,0

Para os «pneus de neve de utilização em condições de neve extremas», os valores-limite devem ser aumentados em 1 N/kN.

- 6.3.2. Os valores máximos do coeficiente de resistência ao rolamento para a fase 2 não devem ultrapassar o seguinte (valor em N/kN é equivalente ao valor em kg/tonelada):

Classe de pneus	Valor máximo (N/kN)
C1	10,5
C2	9,0
C3	6,5

Para os «pneus de neve de utilização em condições de neve extremas», os valores-limite devem ser aumentados em 1 N/kN.

- 6.4. Para ser classificado como «pneus de neve de utilização em condições de neve extremas», exige-se que o pneu cumpra os requisitos de desempenho enunciados no ponto 6.4.1 seguinte. O pneu deve cumprir estes requisitos com base num método de ensaio do anexo 7 de modo que:

- A desaceleração média totalmente desenvolvida («dmtd») num ensaio de travagem;
- Ou, em alternativa, uma força de tração máxima ou média, num ensaio de tração,
- Ou, em alternativa, a aceleração média totalmente desenvolvida num ensaio de aceleração de um pneu candidato seja comparável com a de um pneu de referência normalizado.

O desempenho relativo deve ser indicado por um índice de neve.

- 6.4.1. Requisitos de desempenho de um pneu de neve

- 6.4.1.1. Pneus das classes C1, C2 e C3

O valor mínimo do índice de neve, calculado de acordo com o procedimento descrito no anexo 7 e em comparação com o SRTT, deve ser o seguinte:

Classe de pneus	Índice de aderência na neve (método da travagem na neve) <sup>(a)</sup>		Índice de aderência na neve (método da patinagem/tração) <sup>(b)</sup>	Índice de aderência na neve (método da aceleração) <sup>(c)</sup>
	Ref. = C1 – SRTT 14	Ref. = C2 – SRTT 16C	Ref. = C1 – SRTT 14	Ref. = C3N – SRTT 19,5 Ref. = C3W – SRTT 22,5
C1	1,07	Não	1,10	Não
C2	Não	1,02	1,10	Não
C3	Não	Não	Não	1,25

<sup>(a)</sup> Ver ponto 3 do anexo 7 do presente regulamento.

<sup>(b)</sup> Ver ponto 2 do anexo 7 do presente regulamento.

<sup>(c)</sup> Ver ponto 4 do anexo 7 do presente regulamento.

- 6.5. Para ser classificado como «pneu de tração», exige-se que o pneu cumpra, pelo menos, uma das condições enunciadas no ponto 6.5.1 abaixo.

- 6.5.1. O pneu deve ter uma escultura do piso com um mínimo de dois frisos circunferenciais, cada um com um mínimo de 30 blocos, separados por sulcos e/ou entalhes cuja profundidade mínima é metade da profundidade do piso. A utilização de uma opção alternativa a um ensaio físico só será aplicável numa fase posterior, na sequência de uma nova alteração do regulamento que inclua uma referência a um método de ensaio e a valores-limite adequados.
- 6.6. Para ser classificado como «pneu para utilização especial», o pneu deve ter uma escultura do piso com blocos maiores e mais espaçados do que os pneus normais e possuir as características seguintes:
- Pneus C1: profundidade da escultura  $\geq 11$  mm e relação vazios a preencher  $\geq 35$  %
- Pneus C2: profundidade da escultura  $\geq 11$  mm e relação vazios a preencher  $\geq 35$  %
- Pneus C3: profundidade da escultura  $\geq 16$  mm e relação vazios a preencher  $\geq 35$  %
- 6.7. Para ser classificado como «pneu profissional todo-o-terreno», um pneu deve possuir todas as características seguintes:
- a) Pneus C1 e C2:
- Profundidade da escultura  $\geq 11$  mm;
  - Relação vazios a preencher  $\geq 35$  %
  - Categoria de velocidade máxima  $\leq Q$
- b) Pneus C3:
- Profundidade da escultura  $\geq 16$  mm;
  - Relação vazios a preencher  $\geq 35$  %
  - Categoria de velocidade máxima  $\leq K$
7. MODIFICAÇÕES DO TIPO DE PNEU E EXTENSÃO DA HOMOLOGAÇÃO
- 7.1. Qualquer modificação do tipo de pneu que possa influenciar as características de desempenho homologadas em aplicação do presente regulamento deve ser notificada à entidade homologadora que o homologou. Essa entidade pode:
- 7.1.1. Considerar que as modificações não são suscetíveis de produzir efeitos negativos significativos nas características de desempenho homologadas e que o pneu cumpre os requisitos do presente regulamento; ou
- 7.1.2. Exigir a apresentação de mais amostras para ensaio ou novos relatórios do serviço técnico designado.
- 7.1.3. A confirmação ou a recusa de homologação, com especificação das alterações ocorridas, deve ser comunicada às partes no Acordo que apliquem o presente regulamento, mediante o procedimento indicado no ponto 5.3.
- 7.1.4. A entidade homologadora que concede a extensão da homologação deve atribuir um número de série a essa extensão, o qual deve ser figurar no formulário de comunicação.
8. CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO
- Os procedimentos de conformidade da produção devem cumprir o disposto no Apêndice 2 do Acordo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2), em conjunto com as seguintes prescrições:
- 8.1. Todos os pneus homologados em aplicação do presente regulamento devem ser fabricados de modo a serem conformes às características de desempenho do tipo de pneu homologado e cumprir o disposto no ponto 6 anterior do presente regulamento.

- 8.2. Para efetuar a verificação da conformidade prevista no ponto 8.1 anterior, deve ser retirada da produção da série uma amostra aleatória de pneus que ostentem a marca de homologação prescrita no presente regulamento. A frequência normal mínima da verificação da conformidade da produção deve ser bienal.
- 8.2.1. No caso de verificações relativas a homologações em conformidade com o ponto 6.2, essas verificações devem ser efetuadas utilizando o mesmo procedimento (ver anexo 5 do presente regulamento) adotado para a homologação original, e a entidade homologadora deve assegurar-se de que todos os pneus de um tipo homologado cumprem os requisitos de homologação. A avaliação deve basear-se no volume de produção do tipo de pneu em cada unidade fabril, tendo em conta o(s) sistema(s) de gestão da qualidade utilizado(s) pelo fabricante. Se o procedimento de ensaio implicar o ensaio de vários pneus ao mesmo tempo, por exemplo um conjunto de quatro pneus para verificar a aderência em pavimento molhado de acordo com o procedimento de ensaio com um veículo de série previsto no anexo 5 do presente regulamento, o conjunto é considerado uma unidade para efeitos do cálculo do número de pneus a ensaiar.
- 8.3. Considera-se que a produção está em conformidade com os requisitos do presente regulamento, se os valores medidos estiverem dentro dos limites prescritos no ponto 6.1 com uma tolerância de + 1 dB(A), para ter em conta eventuais variações da produção em série.
- 8.4. Considera-se que a produção está em conformidade com os requisitos do presente regulamento, se os valores medidos estiverem dentro dos limites prescritos no ponto 6.3 do presente regulamento com uma tolerância de + 0,3 N/kN, para ter em conta eventuais variações da produção em série.

## 9. SANÇÕES PELA NÃO CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

- 9.1. A homologação concedida a um tipo de pneu nos termos do presente regulamento pode ser revogada se os requisitos enunciados no ponto 8 acima não forem cumpridos ou se qualquer pneu deste tipo ultrapassar os limites indicados nos pontos 8.3 ou 8.4 anteriores.
- 9.2. Se uma parte no Acordo que aplique o presente regulamento revogar uma homologação que tenha anteriormente concedido, deve avisar imediatamente do facto as outras partes contratantes que apliquem o presente regulamento, através de um formulário de comunicação conforme ao modelo constante do anexo 1 do presente regulamento.

## 10. CESSAÇÃO DEFINITIVA DA PRODUÇÃO

Se o titular de uma homologação deixar completamente de fabricar um tipo de pneu homologado nos termos do presente regulamento, deve desse facto informar a entidade homologadora que concedeu a homologação. Após receber a comunicação correspondente, essa entidade deve do facto informar as outras partes no Acordo de 1958 que apliquem o presente regulamento por meio de um formulário de comunicação conforme ao modelo constante do anexo 1 do presente regulamento.

## 11. DESIGNAÇÕES E ENDEREÇOS DOS SERVIÇOS TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO E DAS ENTIDADES HOMOLOGADORAS

As partes no Acordo que apliquem o presente regulamento comunicam ao Secretariado das Nações Unidas os nomes e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação, bem como da entidade homologadora que concede as homologações, aos quais devem ser enviados os formulários que certificam a concessão, a extensão, a recusa ou a revogação da homologação, emitidos noutros países.

## 12. DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

- 12.1. A contar da data de entrada em vigor da série 02 de alterações do presente regulamento, as partes contratantes que apliquem o presente regulamento não devem recusar a concessão de homologações nos termos do presente regulamento a um tipo de pneu se esse pneu cumprir os requisitos da série 02 de alterações, incluindo os requisitos relativos à fase 1 ou à fase 2 para o ruído de rolamento estabelecidos nos pontos 6.1.1 a 6.1.3 do presente regulamento, os requisitos relativos à aderência em pavimento molhado constantes do ponto 6.2.1 do presente regulamento e os requisitos da fase 1 ou da fase 2 respeitantes à resistência ao rolamento constantes dos pontos 6.3.1 ou 6.3.2 do presente regulamento.

- 12.2. A partir de 1 de novembro de 2012, as partes contratantes que apliquem o presente regulamento devem recusar a concessão de homologações se o tipo de pneu a homologar não cumprir os requisitos do presente regulamento, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações, e devem, além disso, recusar a concessão de homologações se os requisitos da fase 2 para o ruído de rolamento estabelecidos nos pontos 6.1.1 a 6.1.3 do presente regulamento, os requisitos relativos à aderência em pavimento molhado constantes do ponto 6.2.1 do presente regulamento e os requisitos da fase 1 respeitantes à resistência ao rolamento enunciados no ponto 6.3.1 do presente regulamento não forem cumpridos.
- 12.3. A partir de 1 de novembro de 2014, as partes contratantes que apliquem o presente regulamento podem recusar a venda ou entrada em serviço de um pneu que não cumpra os requisitos do presente regulamento, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações, incluindo os requisitos relativos à aderência em pavimento molhado enunciados no ponto 6.2.1 do presente regulamento.
- 12.4. A partir de 1 de novembro de 2016, as partes contratantes que apliquem o presente regulamento devem recusar a concessão de homologações se o tipo de pneu a homologar não cumprir os requisitos do presente regulamento, com a redação que foi lhe dada pela série 02 de alterações, incluindo os requisitos da fase 2 respeitantes à resistência ao rolamento enunciados no ponto 6.3.2 do presente regulamento e os requisitos relativos à aderência em pavimento molhado enunciados nos pontos 6.2.2 e 6.2.3 do presente regulamento.
- 12.5. A partir de 1 de novembro de 2016, qualquer parte contratante que aplique o presente regulamento pode recusar a autorização da venda ou entrada em serviço de um pneu que não cumpra os requisitos do presente regulamento, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações, e que não cumpra os requisitos da fase 2 relativos ao ruído de rolamento estabelecidos nos pontos 6.1.1 a 6.1.3 do presente regulamento.
- 12.6. A partir das datas indicadas abaixo, qualquer parte contratante que aplique o presente regulamento pode recusar a autorização da venda ou entrada em serviço de um pneu que não cumpra os requisitos do presente regulamento, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações, e que não cumpra os requisitos da fase 1 para a resistência ao rolamento estabelecidos no ponto 6.3.1 do presente regulamento:

Classe de pneus	Data
C1, C2	1 de novembro de 2014
C3	1 de novembro de 2016

- 12.7. A partir das datas indicadas abaixo, qualquer parte contratante que aplique o presente regulamento pode recusar a autorização da venda ou entrada em serviço de um pneu que não cumpra os requisitos do presente regulamento, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações, e que não cumpra os requisitos da fase 2 respeitantes à resistência ao rolamento estabelecidos no ponto 6.3.2 do presente regulamento e os requisitos relativos à aderência em pavimento molhado enunciados nos pontos 6.2.2 e 6.2.3 do presente regulamento.

Classe de pneus	Data
C1 e C2	1 de novembro de 2018
C3	1 de novembro de 2020

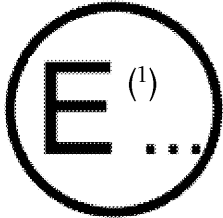
- 12.8. Até 13 de fevereiro de 2019 (60 meses após a data de entrada em vigor do suplemento 4 à série 02 de alterações ao presente regulamento), as partes contratantes que apliquem o presente regulamento podem continuar a conceder homologações em conformidade com a série 02 de alterações ao mesmo, de acordo com as disposições do anexo 4 do presente regulamento.



## ANEXO 1

## COMUNICAÇÃO

[Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



emitida por: Designação do serviço administrativo

.....

.....

.....

referente a <sup>(2)</sup>: Concessão da homologação  
 Extensão da homologação  
 Recusa da homologação  
 Revogação da homologação  
 Cessação definitiva da produção

de um tipo de pneu, no que diz respeito ao «nível de ruído de rolamento» e/ou à «aderência em pavimento molhado» e/ou à «resistência ao rolamento», nos termos do Regulamento n.º 117

N.º de homologação: ..... N.º de extensão: .....

1. Nome e endereço do fabricante: .....
2. Se aplicável, nome e morada do representante do fabricante: .....
3. «Classe de pneus» e «categoria de utilização» do tipo de pneu: .....
- 3.1. Pneu para neve de utilização em condições de neve extremas (sim/não) <sup>(2)</sup>
- 3.2. Pneus de tração (sim/não) <sup>(2)</sup>
4. Marca(s) de fabrico e/ou designação(ões) comercial(is) do tipo de pneu: .....
5. Serviço técnico e, se aplicável, laboratório de ensaio aprovado para efeitos de homologação ou de verificação dos ensaios de conformidade: .....
6. Desempenho(s) aprovado(s): nível de ruído (fase 1/fase 2) <sup>(2)</sup>, nível de aderência em pavimento molhado, nível de resistência ao rolamento (fase 1/fase 2) <sup>(2)</sup> .....
- 6.1. Nível de ruído do pneu com dimensões representativas (ver ponto 2.5 do presente Regulamento n.º 117), de acordo com o ponto 7 do relatório de ensaio que figura no apêndice 1 do anexo 3: ..... dB(A) à velocidade de referência de 70/80 km/h <sup>(2)</sup>
- 6.2. Nível de aderência em pavimento molhado do pneu com dimensões representativas (ver ponto 2.5 do presente regulamento), de acordo com o ponto 7 do relatório de ensaio que figura no apêndice ao anexo 5: ..... (G) utilizando um veículo/um reboque <sup>(2)</sup>
- 6.3. Nível de resistência ao rolamento do pneu com dimensões representativas (ver ponto 2.5 do do presente regulamento), de acordo com o ponto 7 do relatório de ensaio que figura no anexo 6, apêndice 1: .....
- 6.4. Nível de aderência na neve do pneu com dimensões representativas (ver ponto 2.5 do Regulamento n.º 117), de acordo com o ponto 7 do relatório de ensaio que figura no apêndice do anexo 7: (Índice de aderência na neve), utilizando o método da travagem na neve <sup>(2)</sup>, o método da patinagem/tração<sup>2</sup> ou o método da aceleração <sup>(2)</sup>.
7. Número do relatório de ensaio emitido pelo serviço técnico: .....
8. Data do relatório emitido por esse serviço: .....
9. Motivo(s) da extensão (se aplicável): .....

10. Observações: .....
11. Local: .....
12. Data: .....
13. Assinatura: .....
14. Anexos à presente comunicação: .....
- 14.1. Lista de documentos do processo de homologação depositado junto das entidades homologadoras que concederam a homologação e que podem ser obtidos mediante pedido <sup>(1)</sup>.
- 14.2. Lista de designações das esculturas do piso: especificar, para cada marca comercial ou marca de fabrico e designação comercial, a lista de designações das dimensões dos pneus, acrescentando, no caso de pneus da classe C1, a marcação «Reinforced» (ou «Extra load») ou o símbolo de velocidade de pneus de neve ou, no caso de pneus das classes C2 e C3, a marca «Traction», se tal for exigido pelo ponto 3.1 do presente regulamento.

---

<sup>(1)</sup> Número distintivo do país que procedeu à concessão/extensão/recusa/revogação da homologação (ver disposições de homologação no texto do regulamento).

<sup>(2)</sup> Riscar o que não interessa.

<sup>(3)</sup> No caso dos «pneus de neve de utilização em condições de neve extremas», deve ser apresentado um relatório de ensaio em conformidade com o anexo 7, apêndice 2.

---

## ANEXO 2

## Apêndice 1

## Exemplos de marcas de homologação

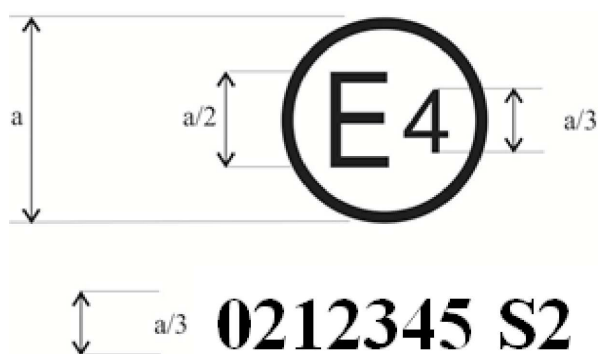
Disposições das marcas de homologação

(Ver pont 5.4. do presente regulamento)

Homologação de acordo com o Regulamento n.º 117

## Exemplo 1

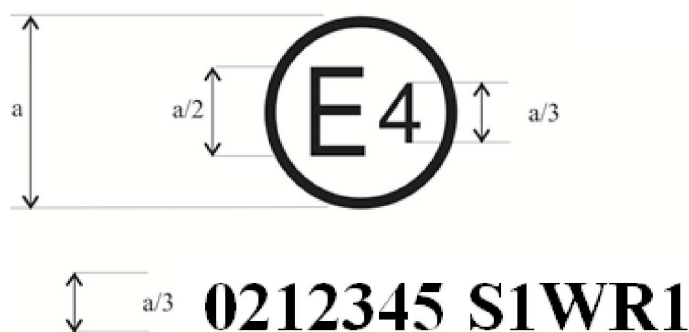
$a \geq 12 \text{ mm}$



A marca de homologação acima, afixada num pneu, indica que o pneu em causa foi homologado nos Países Baixos (E4), nos termos do Regulamento n.º 117 [só com a marcação S2 (fase 2 para o ruído de rolamento)], com o número de homologação 0212345. Os dois primeiros algarismos do número de homologação (02) indicam que a homologação foi concedida de acordo com os requisitos da série 02 de alterações do presente regulamento.

## Exemplo 2

$a \geq 12 \text{ mm}$

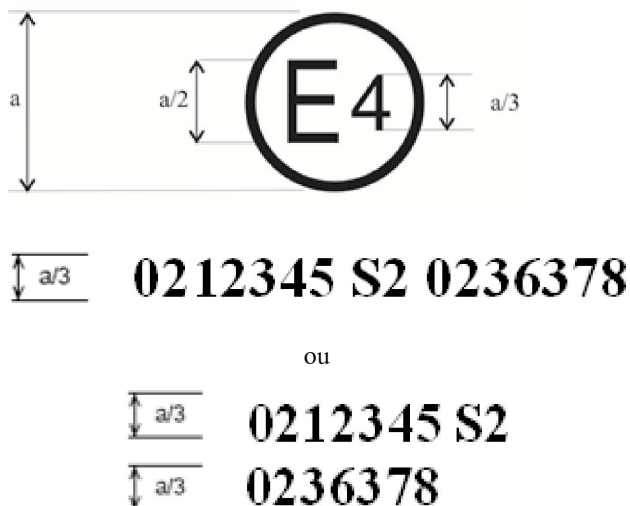


A marca de homologação acima indica que o pneu em causa foi homologado nos Países Baixos (E 4), nos termos do Regulamento n.º 117 [marcado com as marcações «S1» (fase 1 para o ruído de rolamento) «W» (aderência em pavimento molhado) e R1 (fase 1 para a resistência ao rolamento)], com o número de homologação 0212345. Estas marcações indicam que a homologação diz respeito a S1WR1. Os dois primeiros algarismos do número de homologação (02) indicam que a homologação foi concedida de acordo com os requisitos da série 02 de alterações ao presente regulamento.

## Apêndice 2

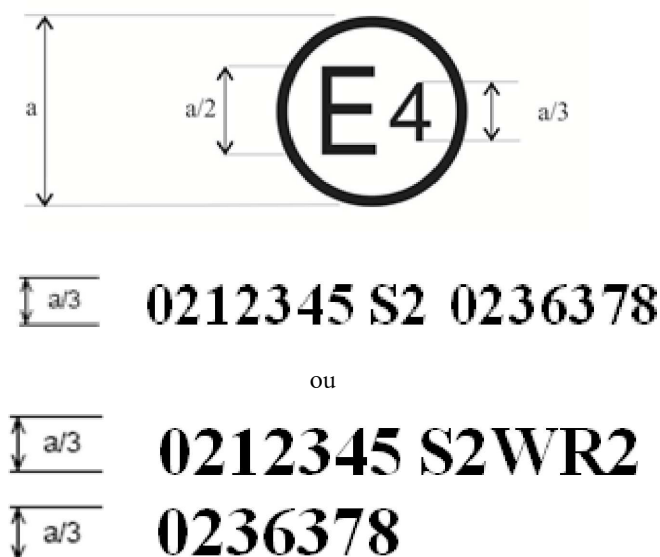
Homologação em aplicação do Regulamento n.º 117 e em aplicação dos Regulamentos n.ºs 30 ou 54 <sup>(1)</sup>

## Exemplo 1

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

A marca de homologação acima indica que o pneu em causa foi homologado nos Países Baixos (E 4), nos termos do Regulamento n.º 117 [marcado com a marcação «S2» (fase 2 para o ruído de rolamento)], com o número de homologação 0212345, e do Regulamento n.º 30, com o número de homologação 0236378. Os dois primeiros algarismos do número de homologação (02) indicam que a homologação foi concedida de acordo com a série 02 de alterações e que o Regulamento n.º 30 incluía a série 02 de alterações.

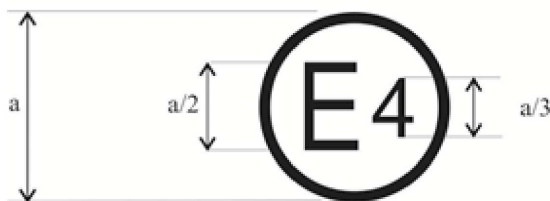
## Exemplo 2

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

A marca de homologação acima indica que o pneu em causa foi homologado nos Países Baixos (E 4), nos termos do Regulamento n.º 117 [marcado com a marcação «S2WR2» (fase 2 para o ruído de rolamento, aderência em pavimento molhado e fase 2 para a resistência ao rolamento)], com o número de homologação 0212345, e do Regulamento n.º 30, com o número de homologação 0236378. Os dois primeiros algarismos do número de homologação (02) indicam que a homologação foi concedida de acordo com a série 02 de alterações e que o Regulamento n.º 30 incluía a série 02 de alterações.

<sup>(1)</sup> As homologações em conformidade com o Regulamento n.º 117 de pneus abrangidos pelo âmbito de aplicação do Regulamento n.º 54 não incluem atualmente requisitos para a aderência em pavimento molhado.

## Exemplo 3

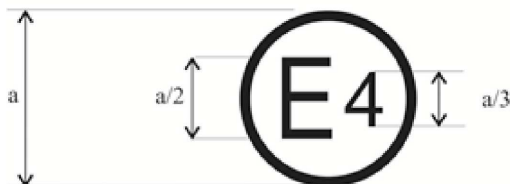
 $a \geq 12 \text{ mm}$ 
 $\overbrace{\hspace{1.5cm}}^{a/3}$  **0212345 S2 0236378**

ou

 $\overbrace{\hspace{1.5cm}}^{a/3}$  **0212345 S2**
 $\overbrace{\hspace{1.5cm}}^{a/3}$  **0054321**

A marca de homologação acima indica que o pneu em causa foi homologado nos Países Baixos (E 4) nos termos do Regulamento n.º 117, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações, com o número de homologação 0212345 (marcado com a marcação «S2»), e do Regulamento n.º 54. Estas marcações indicam que a homologação diz respeito à fase 2 para o ruído de rolamento (S2). Os dois primeiros algarismos do número de homologação (02) do Regulamento n.º 117, em conjugação com o sufixo «S2», indicam que a primeira homologação foi concedida em conformidade com o disposto no Regulamento n.º 117, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações. Os dois primeiros algarismos do Regulamento n.º 54 (00) indicam que este regulamento se encontrava na sua forma original.

## Exemplo 4

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 
 $\overbrace{\hspace{1.5cm}}^{a/3}$  **0212345 S2 0236378**

ou

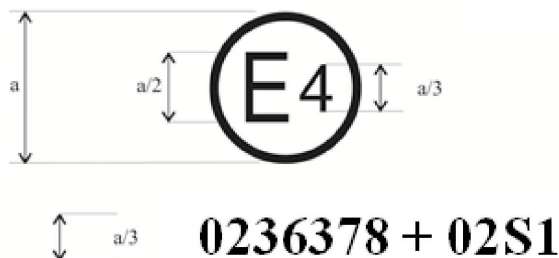
 $\overbrace{\hspace{1.5cm}}^{a/3}$  **0212345 S2R2**
 $\overbrace{\hspace{1.5cm}}^{a/3}$  **0054321**

A marca de homologação acima indica que o pneu em causa foi homologado nos Países Baixos (E 4) nos termos do Regulamento n.º 117, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações, com o número de homologação 0212345 (marcado com a marcação «S2 R2»), e do Regulamento n.º 54. Estas marcações indicam que a homologação diz respeito à fase 2 para o ruído de rolamento (S2) e à fase 2 para a resistência ao rolamento. Os dois primeiros algarismos do número de homologação (02) do Regulamento n.º 117, em conjugação com o sufixo «S2R2», indicam que a homologação foi concedida em conformidade com o disposto no Regulamento n.º 117, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações. Os dois primeiros algarismos do Regulamento n.º 54 (00) indicam que este regulamento se encontrava na sua forma original.

## Apêndice 3

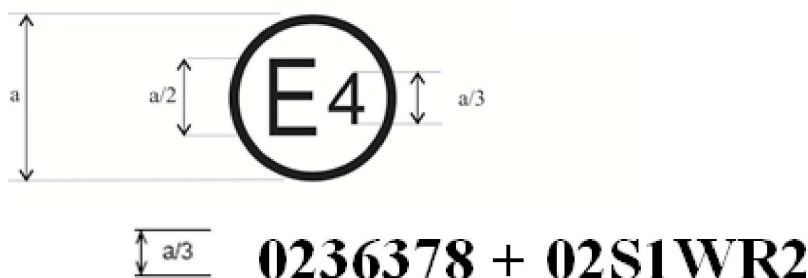
Extensões que permitem combinar homologações emitidas em aplicação dos Regulamentos n.ºs 117, 30 ou 54 <sup>(1)</sup>

## Exemplo 1

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

A marca de homologação acima mostra que o pneu em causa foi inicialmente homologado nos Países Baixos (E 4) nos termos do Regulamento n.º 30, com a redação dada pela série 02 de alterações, com o número de homologação 0236378. A presença dos símbolos + 02S1 (fase 1 para o ruído de rolamento) indica que a homologação foi objeto de extensão em aplicação do Regulamento n.º 117 (série 02 de alterações). Os dois primeiros algarismos do número de homologação (02) indicam que a homologação foi concedida nos termos do Regulamento n.º 30 (série 02 de alterações). O sinal de adição (+) indica que a primeira homologação foi concedida em aplicação do Regulamento n.º 30 e foi objeto de extensão para incluir a(s) homologação(ões) concedidas nos termos do Regulamento n.º 117 (série 02 de alterações), de acordo com a fase 1 para o ruído de rolamento.

## Exemplo 2

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

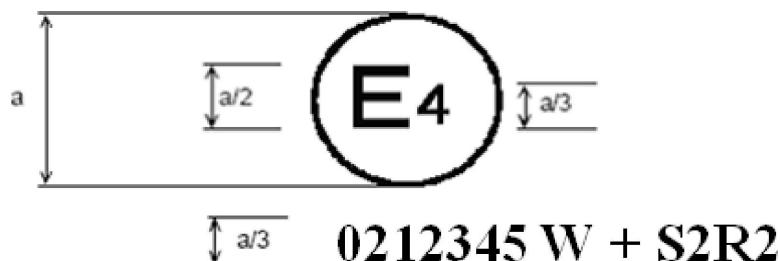
A marca de homologação acima mostra que o pneu em causa foi inicialmente homologado nos Países Baixos (E 4) nos termos do Regulamento n.º 30, com a redação dada pela série 02 de alterações, com o número de homologação 0236378. Estas marcações indicam que foi homologado em relação a S1 (fase 1 para o ruído de rolamento), W (aderência em pavimento molhado) e R2 (fase 2 para a resistência ao rolamento). O sufixo S1WR2 precedido por (02) indica que a homologação foi objeto de extensão nos termos do Regulamento n.º 117, com a redação dada pela série 02 de alterações. Os dois primeiros algarismos do número de homologação (02) indicam que a homologação foi concedida nos termos do Regulamento n.º 30 (série 02 de alterações). O sinal de adição (+) indica que a primeira homologação foi concedida em aplicação do Regulamento n.º 30 e foi objeto de extensão para incluir a(s) homologação(ões) nos termos do Regulamento n.º 117 (série 02 de alterações).

<sup>(1)</sup> As homologações em conformidade com o Regulamento n.º 117 de pneus abrangidos pelo âmbito de aplicação do Regulamento n.º 54 não incluem atualmente requisitos para a aderência em pavimento molhado.

## Apêndice 4

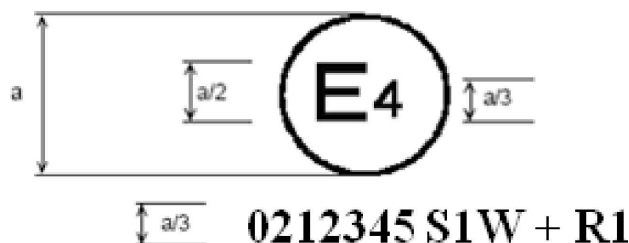
Extensões que permitem combinar homologações emitidas em aplicação do Regulamento n.º 117 <sup>(1)</sup>

## Exemplo 1

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

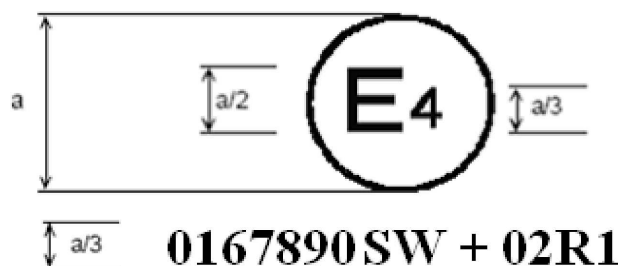
A marca de homologação acima mostra que o pneu em causa foi inicialmente homologado nos Países Baixos (E 4) nos termos do Regulamento n.º 117, com a redação dada pela série 02 de alterações, com o número de homologação 0212345. Estas marcações indicam que a homologação diz respeito a W (aderência em pavimento molhado). A marcação S2R2 precedida por + indica que a homologação foi objeto de extensão nos termos do Regulamento n.º 117 de acordo com a fase 2 para o ruído de rolamento e com a fase 2 para a resistência ao rolamento com base em certificados separados.

## Exemplo 2

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

A marca de homologação acima mostra que o pneu em causa foi inicialmente homologado nos Países Baixos (E 4) nos termos do Regulamento n.º 117, com a redação dada pela série 02 de alterações, com o número de homologação 0212345. Indica ainda que foi homologado em relação a S1 (fase 1 para o ruído de rolamento) e W (aderência em pavimento molhado). A marcação R1 precedida por + indica que a homologação foi objeto de extensão nos termos do Regulamento n.º 117 em relação à fase 1 para a resistência ao rolamento com base em certificados separados.

## Exemplo 3

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

<sup>(1)</sup> As homologações em conformidade com o Regulamento n.º 117 de pneus abrangidos pelo âmbito de aplicação do Regulamento n.º 54 não incluem atualmente requisitos para a aderência em pavimento molhado.

A marca de homologação acima mostra que o pneu em causa foi inicialmente homologado nos Países Baixos (E 4) nos termos do Regulamento n.º 117, com a redação dada pela série 01 de alterações, com o número de homologação 0167890. Indica ainda que foi homologado em relação a S (fase 1 para o ruído de rolamento) e W (aderência em pavimento molhado). A marcação 02R1 precedida por + indica que a homologação foi objeto de extensão nos termos do Regulamento n.º 117, com a redação dada pela série 02 de alterações, em relação à fase 1 para a resistência ao rolamento com base em certificados separados.

---



## ANEXO 3

**MÉTODO DA PASSAGEM EM RODA LIVRE PARA MEDIÇÃO DO RUÍDO DE ROLAMENTO DOS PNEUS**

## Introdução

O método apresentado contém especificações para os instrumentos de medida, as condições e o método de medição para determinar o nível de ruído emitido por um conjunto de pneus montado num veículo de ensaio a rodar num pavimento da estrada especificado. O nível máximo de pressão sonora deve ser registado com o veículo a rodar com o motor desligado, utilizando microfones de campo remoto; o resultado final para uma dada velocidade de referência obtém-se através de uma análise de regressão linear. Os resultados assim obtidos não podem ser relacionados com o ruído de rolamento dos pneus medido durante a aceleração por ação do motor ou a desaceleração por acionamento dos travões.

## 1. INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

## 1.1. Medições acústicas

O sonómetro ou outro sistema de medição equivalente, incluindo o para-vento recomendado pelo fabricante, deve satisfazer, no mínimo, os requisitos aplicáveis aos instrumentos do tipo 1 de acordo com a publicação CEI 60651:1979/A1:1993, 2.<sup>a</sup> edição.

As medições devem ser efetuadas utilizando a ponderação de frequência A e a ponderação de tempo F.

Quando se utilize um sistema que inclua uma monitorização periódica do nível sonoro sujeito à ponderação A, devem ser efetuadas leituras a intervalos não superiores a 30 minutos.

## 1.1.1. Calibração

No início e no final de cada série de medições há que verificar todo o sistema de medição utilizando um dispositivo de calibração sonora que satisfaça, pelo menos, os requisitos de precisão aplicáveis aos dispositivos da classe 1 de acordo com a CEI 60942/1988. A diferença entre as leituras obtidas em duas verificações consecutivas, sem qualquer ajustamento suplementar, não deve ser superior a 0,5 dB. Se este valor for ultrapassado, rejeitam-se os resultados das medições efetuadas após a última verificação satisfatória.

## 1.1.2. Conformidade com os requisitos

É necessário verificar uma vez por ano se o dispositivo de calibragem sonora satisfaz os requisitos da publicação CEI 60942:1988 e, pelo menos de dois em dois anos, se o sistema de medição satisfaz os requisitos da publicação CEI 60651:1979/A1:1993, 2.<sup>a</sup> edição. Estas verificações devem ser efetuadas por um laboratório autorizado a realizar as operações de calibração previstas nas normas adequadas.

## 1.1.3. Localização do microfone

O microfone (ou microfones) deve(m) ser colocado(s) a uma distância de  $7,5 \pm 0,05$  m da linha de referência CC' (figura 1) da pista e a  $1,2 \pm 0,02$  m do solo. O seu eixo de sensibilidade máxima deve ser horizontal e perpendicular ao percurso do veículo (linha CC').

## 1.2. Medições da velocidade

A velocidade do veículo deve ser medida com instrumentos com uma precisão de, no mínimo,  $\pm 1$  km/h; a medição deve ser efetuada quando a extremidade dianteira do veículo atinge a linha PP (figura 1).

## 1.3. Medições da temperatura

É obrigatório medir a temperatura do ar e da superfície de ensaio.

O erro dos dispositivos de medição da temperatura não deve exceder  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

### 1.3.1. Temperatura do ar

O sensor de temperatura deve ser posicionado num local sem obstruções próximo do microfone, de modo a ficar exposto ao fluxo de ar e protegido da radiação solar direta. A proteção da radiação solar pode ser assegurada por um para-sol ou qualquer dispositivo semelhante. O sensor deve ser posicionado  $1,2 \pm 0,1$  m acima do nível da superfície de ensaio, a fim de minimizar a influência da radiação térmica da superfície de ensaio com baixos fluxos de ar.

### 1.3.2. Temperatura da superfície de ensaio

O sensor de temperatura deve ser posicionado num local onde a temperatura medida seja representativa da temperatura no trajeto das rodas, sem interferir com a medição do som.

Se for utilizado um instrumento com um sensor de temperatura de contacto, deve ser aplicada uma pasta condutora de calor entre a superfície e o sensor, a fim de assegurar um contacto térmico adequado.

Se for utilizado um termómetro de radiação (pirómetro), a altura deve ser escolhida de modo a garantir a cobertura de uma zona de medida com  $\geq 0,1$  m de diâmetro.

### 1.4. Medição do vento

O dispositivo deve estar apto a medir a velocidade do vento com uma tolerância de  $\pm 1$  m/s. A medição do vento deve ser efetuada à altura do microfone. Deve ser registado o sentido do vento em relação ao sentido de condução.

## 2. CONDIÇÕES DE MEDIÇÃO

### 2.1. Local de ensaio

O terreno de ensaio deve ser constituído por uma parte central rodeada por um recinto de ensaio praticamente plano. O troço onde são efetuadas as medições deve ser plano; a superfície de ensaio deve estar seca e limpa para todas as medições. A superfície de ensaio não deve ser artificialmente arrefecida no decurso ou antes dos ensaios.

A pista de ensaio deve ser concebida de modo a permitir atingir condições de campo acústico livre entre a fonte sonora e o microfone com uma aproximação de 1 dB(A). Estas condições consideram-se cumpridas se não existirem grandes objetos refletores de som, tais como cercas, rochedos, pontes ou construções num raio de 50 m em torno do centro do troço onde são efetuadas as medições. O pavimento da pista de ensaio e as dimensões do terreno de ensaio devem estar em conformidade com a norma ISO 10844:2014. Até ao termo do período indicado no ponto 12.8. do presente regulamento, as especificações relativas ao local de ensaio podem ser as previstas no anexo 4 do presente regulamento.

Uma parte central, de pelo menos 10 m de raio, deve estar livre de neve pulverulenta, ervas altas, terra solta, cinzas ou matérias semelhantes. Na proximidade do microfone não deve existir qualquer obstáculo suscetível de influenciar o campo acústico e ninguém se deverá colocar entre o microfone e a fonte sonora. O operador que efetua as medições e quaisquer observadores que a elas assistam devem colocar-se de modo a não afectar as leituras dos instrumentos de medida.

### 2.2. Condições meteorológicas

As medições não devem ser efetuadas em más condições atmosféricas. Deve-se providenciar para que os resultados não sejam falseados por rajadas de vento. Os ensaios não devem ser efetuados se a velocidade do vento à altura do microfone exceder 5 m/s.

As medições não devem ser efetuadas se a temperatura ambiente for inferior a 5 °C ou superior a 40 °C ou se a temperatura da superfície de ensaio for inferior a 5 °C ou superior a 50 °C.

### 2.3. Ruído ambiente

2.3.1. O nível do ruído de fundo (incluindo qualquer ruído devido ao vento) deve ser inferior em pelo menos 10 dB (A) ao nível do ruído de rolamento dos pneus. O microfone pode dispor de um para-vento adequado, desde que se tenha em conta a sua influência na sensibilidade e características direcionais do microfone.

2.3.2. As medições afetadas por um pico sonoro que pareça não estar relacionado com as características do nível de ruído geral dos pneus devem ser ignoradas.

## 2.4. Requisitos para o veículo de ensaio

### 2.4.1. Generalidades

O veículo de ensaio deve ser um veículo a motor e estar equipado com quatro pneus em rodados simples em apenas dois eixos.

### 2.4.2. Carga do veículo

O veículo deve ser carregado de modo a satisfazer as cargas de ensaio dos pneus especificadas no ponto 2.5.2 seguinte.

### 2.4.3. Distância entre eixos

A distância entre os dois eixos equipados com os pneus de ensaio deve ser inferior a 3,50 m, no caso dos pneus da classe C1, e inferior a 5 m, no caso dos pneus das classes C2 e C3.

### 2.4.4. Medidas para minimizar a influência do veículo nas medições do nível de ruído

Para assegurar que o ruído de rolamento dos pneus não seja afetado de modo significativo pela conceção do veículo de ensaio, estabelecem-se os seguintes requisitos e fazem-se as seguintes recomendações:

#### 2.4.4.1. Requisitos:

- a) Não devem ser instaladas palas ou outros dispositivos antiprojeção.
- b) Não é permitido montar ou manter, na proximidade imediata das jantes ou dos pneus, elementos que possam absorver o som emitido.
- c) O alinhamento das rodas (convergência, sopé e avanço) deve respeitar integralmente as recomendações do fabricante do veículo.
- d) Não pode ser montado material adicional para absorver o ruído nos arcos das rodas, nem por baixo do quadro.
- e) A suspensão deve estar em condições que não deem origem a uma redução anormal da distância ao solo com o veículo carregado de acordo com os requisitos de ensaio. Os sistemas de regulação do nível da carroçaria, se existirem, devem estar ajustados de forma a proporcionar durante o ensaio uma distância ao solo que seja normal para o veículo sem carga.

#### 2.4.4.2. Recomendações para evitar ruídos parasitas:

- a) Recomenda-se a desmontagem ou modificação dos elementos do veículo que possam contribuir para o ruído de fundo do mesmo. As desmontagens ou modificações efetuadas devem ser registadas no relatório de ensaio;
- b) Durante o ensaio deve-se verificar se os travões estão bem libertados, de modo a não provocarem ruídos;
- c) Deve igualmente verificar-se se as ventoinhas elétricas de arrefecimento não estão em funcionamento;
- d) As janelas do veículo e o teto de abrir devem estar fechados durante o ensaio.

## 2.5. Pneus

### 2.5.1. Generalidades

Devem ser instalados no veículo de ensaio quatro pneus idênticos. No caso de pneus com índice de capacidade de carga superior a 121 e sem qualquer indicação para instalação em rodados duplos, dois desses pneus do mesmo tipo e gama devem ser instalados no eixo traseiro do veículo de ensaio; o eixo dianteiro deve ser equipado com pneus de dimensão adequada à carga desse eixo e aplanados à profundidade mínima para minimizar a influência do ruído resultante do contacto do pneu com a estrada, mantendo ao mesmo tempo um nível de segurança suficiente. Os pneus de Inverno, que em determinadas partes contratantes podem ser equipados com pregos destinados a reforçar o atrito, devem ser ensaiados sem esse equipamento. Os pneus com requisitos de instalação especiais devem ser ensaiados de acordo com esses requisitos (p. ex., sentido de rotação). Os pneus devem possuir a profundidade máxima do relevo do piso antes da rodagem.

Os ensaios devem ser efetuados em jantes admitidas pelo fabricante dos pneus.

### 2.5.2. Carga nos pneus

A carga de ensaio  $Q_t$  de cada pneu do veículo de ensaio deve representar 50 % a 90 % da carga de referência  $Q_r$ , mas a carga média de ensaio  $Q_{t,avr}$  de todos os pneus deve representar  $75 \% \pm 5 \%$  da carga de referência  $Q_r$ .

Em relação a todos os pneus, a carga de referência  $Q_r$  corresponde à massa máxima associada ao índice de capacidade de carga do pneu. Se o índice de capacidade de carga for constituído por dois números separados por uma barra oblíqua (/), deve considerar-se o primeiro número.

### 2.5.3. Pressão de enchimento do pneu

Cada pneu montado no veículo de ensaio deve ter uma pressão de ensaio  $P_t$  não superior à pressão de referência  $P_r$  e compreendida no intervalo seguinte:

$$P_r \cdot \left(\frac{Q_t}{Q_r}\right)^{1,25} \leq P_t \leq 1,1P_r \cdot \left(\frac{Q_t}{Q_r}\right)^{1,25}$$

Para as classes C2 e C3, a pressão de referência  $P_r$  é a pressão correspondente ao índice de pressão marcado no flanco.

Para a classe C1, a pressão de referência é  $P_r = 250$  kPa para os pneus «normais» e 290 kPa para os pneus «reforçados» ou «para cargas extraordinárias» («*Reinforced*» e «*Extra Load*»); a pressão mínima de ensaio deve ser  $P_t = 150$  kPa.

### 2.5.4. Preparativos prévios ao ensaio

Os pneus devem ser «rodados» antes do ensaio, a fim de remover pequenas escórias de fabrico ou outras excrescências da escultura do pneu resultantes do processo de moldagem. Esta operação exigirá normalmente o equivalente a cerca de 100 km de utilização normal em estrada.

Os pneus devem ser montados no veículo de ensaio no mesmo sentido de rotação que o utilizado para a «rodagem».

Antes do ensaio, é necessário aquecer os pneus rodando-os nas condições de ensaio.

## 3. MÉTODO DE ENSAIO

### 3.1. Condições gerais

Para efetuar todas as medições, o veículo deve ser conduzido em linha reta sobre a secção de medição (AA' para BB'), de modo a que o plano longitudinal médio do veículo esteja tão próximo quanto possível da linha CC'.

Quando a extremidade dianteira do veículo de ensaio alcançar a linha AA', o condutor do veículo já deve ter colocado a alavanca de velocidades em ponto morto e desligado o motor. Se o veículo de ensaio emitir um ruído anormal (p. ex., ventoinha, «autoignição») durante a medição, o ensaio não deve ser considerado.

### 3.2. Natureza e número de medições

O nível sonoro máximo expresso em decibéis ponderados A [dB(A)] deve ser medido até à primeira casa decimal enquanto o veículo está a rodar com o motor desligado entre as linhas AA' e BB' (figura 1 — extremidade dianteira do veículo sobre a linha AA'; extremidade traseira do veículo sobre a linha BB'). Este valor constituirá o resultado da medição.

Devem ser efetuadas pelo menos quatro medições de cada lado do veículo de ensaio a velocidades inferiores à velocidade de referência especificada no ponto 4.1 e, pelo menos, quatro medições a velocidades de ensaio superiores à velocidade de referência. As velocidades devem ser espaçadas de forma aproximadamente uniforme dentro da gama de velocidades especificada no ponto 3.3 abaixo.

## 3.3. Gama de velocidades de ensaio

As velocidades do veículo de ensaio devem estar compreendidas entre:

- a) 70 a 90 km/h, para os pneus da classe C1 e da classe C2;
- b) 60 a 80 km/h, para os pneus da classe C3.

## 4. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Uma medição não deve ser considerada válida se for registada uma discrepância anormal entre os valores registados (ver ponto 2.3.2 do presente anexo).

## 4.1. Determinação do resultado do ensaio

A velocidade de referência  $V_{ref}$  para a determinação do resultado final é de:

- a) 80 km/h, para os pneus da classe C1 e da classe C2;
- b) 70 km/h, para os pneus da classe C3.

## 4.2. Análise de regressão das medições do ruído de rolamento

O nível do ruído de rolamento pneu-estrada  $L_R$ , expresso em dB(A), é determinado através de uma análise de regressão de acordo com a seguinte fórmula:

$$L_R = \bar{L} - a \cdot \bar{v}$$

Em que:

$\bar{L}$  é o valor médio dos níveis do ruído de rolamento  $L_i$  medidos em dB(A):

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i$$

$n$  é o número de medições ( $n \geq 16$ ),

$\bar{v}$  é o valor médio dos logaritmos das velocidades  $V_i$ :

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \text{ com } v_i = \lg \frac{V_i}{V_{ref}}$$

$a$  é o declive da linha de regressão em dB(A):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})(L_i - \bar{L})}{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}$$

## 4.3. Correção da temperatura

No caso dos pneus da classe C1 e da classe C2, o resultado final deve ser corrigido para a temperatura de referência da superfície de ensaio  $\vartheta_{ref}$  mediante a aplicação da seguinte fórmula de correção da temperatura:

$$L_{R(\vartheta_{ref})} = L_R(\vartheta) + K(\vartheta_{ref} - \vartheta)$$

Em que:

$\vartheta$  = a temperatura medida na superfície de ensaio,

$\vartheta_{ref}$  = 20 °C,

Para os pneus da classe C1, o coeficiente  $K$  é: - 0,03 dB(A)/°C, quando  $\vartheta > \vartheta_{ref}$  e: - 0,06 dB(A)/°C quando  $\vartheta < \vartheta_{ref}$ .

Para os pneus da classe C2, o coeficiente  $K$  é  $-0,02 \text{ dB(A)/}^\circ\text{C}$

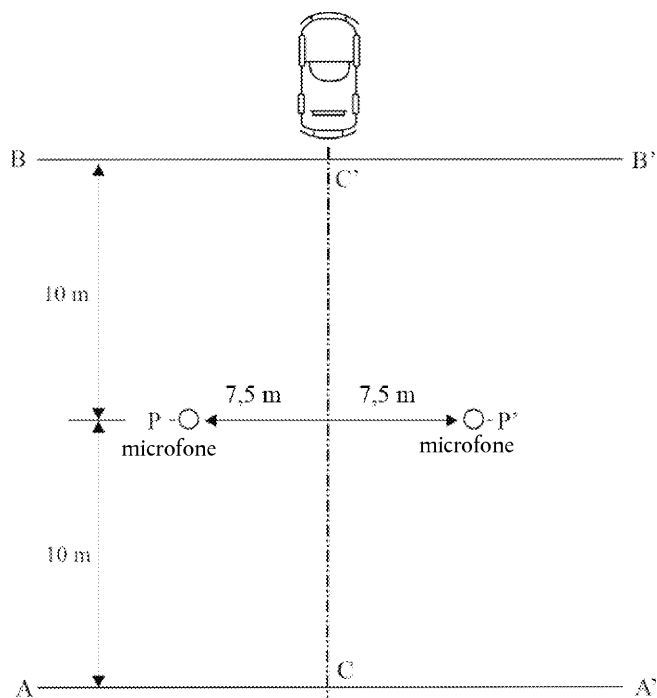
Se a temperatura medida na superfície de ensaio não variar mais de  $5^\circ\text{C}$  ao longo de todas as medições necessárias para a determinação do nível de ruído de um conjunto de pneus, a correção da temperatura pode ser aplicada apenas ao nível sonoro final do rolamento dos pneus, como acima se indica, utilizando a média aritmética das temperaturas medidas. Caso contrário, é necessário corrigir, um a um, todos os níveis sonoros  $L_i$  medidos, utilizando a temperatura no momento do registo sonoro.

Aos pneus da classe C3 não se aplica qualquer correção da temperatura.

- 4.4. Para ter em consideração as eventuais imprecisões dos instrumentos de medida, os resultados determinados de acordo com o ponto 4.3 acima devem ser reduzidos de  $1 \text{ dB(A)}$ .
- 4.5. O resultado final, ou seja, o nível do ruído de rolamento do pneu corrigido quanto à temperatura  $L_R(\vartheta_{\text{ref}})$ , expresso em  $\text{dB(A)}$ , deve ser arredondado para o valor inteiro inferior mais próximo.

Figura 1

### Posições dos microfones para a realização das medições



## Apêndice 1

## Relatório de ensaio

## PARTE 1 — RELATÓRIO

1. Entidade homologadora ou serviço técnico: .....
2. Nome e endereço do requerente: .....
3. Relatório de ensaio n.º: .....
4. Nome do fabricante e marca de fabrico ou designação comercial: .....
5. Classe de pneus (C1, C2 ou C3): .....
6. Categoria de utilização: .....
7. Nível de ruído de acordo com os pontos 4.4 e 4.5 do anexo 3: ..... dB(A) à velocidade de referência de 70/80 km/h <sup>(1)</sup>
8. Observações: .....
9. Data: .....
10. Assinatura: .....

## PARTE 2 — DADOS DO ENSAIO

1. Data do ensaio: .....
2. Veículo de ensaio (marca, modelo, ano, modificações, etc.): .....
- 2.1. Distância entre eixos do veículo de ensaio: ..... mm
3. Local da pista de ensaio: .....
- 3.1. Data de homologação da pista de acordo com a norma ISO 10844:2014: .....
- 3.2. Emitido por: .....
- 3.3. Método de certificação: .....
4. Descrição do ensaio dos pneus: .....
- 4.1. Designação das dimensões dos pneus: .....
- 4.2. Descrição de serviço dos pneus: .....
- 4.3. Pressão de enchimento de referência: ..... kPa
- 4.4. Dados do ensaio: .....

	Frente esquerda	Frente direita	Traseira esquerda	Traseira direita
Massa de ensaio (kg)				
Índice da capacidade de carga do pneu (%)				
Pressão de enchimento (a frio) (kPa)				

- 4.5. Código da largura da jante de ensaio: .....
- 4.6. Tipo de sensores de temperatura: .....

<sup>(1)</sup> Riscar o que não interessa.

## 5. Resultados dos ensaios válidos: .....

N.º do ensaio	Velocidade km/h	Sentido	Nível de ruído esquerda <sup>(1)</sup> medido dB(A)	Nível de ruído direita <sup>(1)</sup> medido dB(A)	Temp. do ar °C	Temp. da pista °C	Nível de ruído esquerda <sup>(1)</sup> corrigido quanto à temp. dB(A)	Nível de ruído direita <sup>(1)</sup> corrigido quanto à temp. dB(A)	Observações
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

<sup>(1)</sup> Relativamente ao veículo.

5.1. Declive da linha de regressão: .....

5.2. Nível de ruído após correção da temperatura em conformidade com o ponto 4.3 do anexo 3: ..... dB(A)



## ANEXO 4

ESPECIFICAÇÕES RELATIVAS AO LOCAL DE ENSAIO <sup>(1)</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O presente anexo contém as especificações relativas às características físicas e à construção da pista de ensaio. Estas especificações, que se baseiam numa norma especial <sup>(2)</sup>, descrevem as características físicas necessárias e os métodos de ensaio correspondentes.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO PAVIMENTO REQUERIDAS

Considera-se que um pavimento está em conformidade com a referida norma se a textura e o índice de vazios ou o coeficiente de absorção sonora tiverem sido medidos e cumprirem todos os requisitos dos pontos 2.1 a 2.4 seguintes, e se tiverem sido respeitados os requisitos de projeto (ponto 3.2 abaixo).

## 2.1. Índice de vazios residuais

O índice de vazios residuais (VC) do material do pavimento da pista de ensaio não deve ser superior a 8 %. Quanto ao processo de medição, ver o ponto 4.1 do presente anexo.

## 2.2. Coeficiente de absorção sonora

Caso não cumpra o requisito relativo ao índice de vazios residuais, o pavimento só será aceitável se apresentar um coeficiente de absorção sonora  $\alpha \leq 0,10$ . Quanto ao processo de medição, ver o ponto 4.2 abaixo. Consideram-se igualmente preenchidos os requisitos previstos nos pontos 2.1 e 2.2 no caso de se medir apenas a absorção sonora e o valor obtido for  $\alpha \leq 0,10$ .

*Nota:* a característica mais importante é a absorção sonora, embora o índice de vazios residuais seja mais familiar para os construtores de estradas. No entanto, só é necessário medir a absorção sonora se o pavimento não respeitar o requisito relativo ao índice de vazios. Isto deve-se ao facto de este último estar relacionado com incertezas relativamente grandes quanto a ambas as medições e à sua relevância e de alguns pavimentos poderem, conseqüentemente, ser erradamente rejeitados caso se tome como base apenas a medição dos vazios.

## 2.3. Profundidade da textura

A profundidade da textura (PT), medida em conformidade com o método volumétrico (ver ponto 4.3), deve ser:

$$TD \geq 0,4 \text{ mm}$$

## 2.4. Homogeneidade do pavimento

Devem ser tomadas todas as medidas práticas para assegurar que o pavimento seja tão homogéneo quanto possível no recinto de ensaio. Isto inclui a textura e o índice de vazios, mas é igualmente de observar que, se o processo de cilindragem der origem a uma compactação mais eficaz nuns pontos que noutros, a textura pode ficar diferente e podem igualmente surgir irregularidades que provoquem solavancos.

<sup>(1)</sup> As especificações relativas ao local de ensaio reproduzidas no presente anexo são válidas até ao final do período indicado no ponto 12.8 do presente regulamento.

<sup>(2)</sup> ISO 10844:1994.

## 2.5. Período de ensaio

A fim de verificar se o pavimento continua a satisfazer as exigências em matéria de textura e de índice de vazios ou as exigências de absorção sonora previstas na norma, procede-se a um controlo periódico do pavimento, de acordo com os seguintes intervalos:

- a) Para o índice de vazios residuais (VC) ou a absorção sonora ( $\alpha$ ):

Quando o pavimento é novo:

Se o pavimento cumprir os requisitos quando é novo, não são necessários ensaios periódicos; se não cumprir os requisitos quando é novo, pode vir a cumpri-los posteriormente, porque os pavimentos tendem a assentar e a ficar mais compactos com o tempo;

- b) Para a profundidade da textura (TD):

Quando o pavimento é novo:

Quando começam os ensaios de ruído (*Nota:* não antes de passadas quatro semanas após a construção);

Seguidamente, de doze em doze meses.

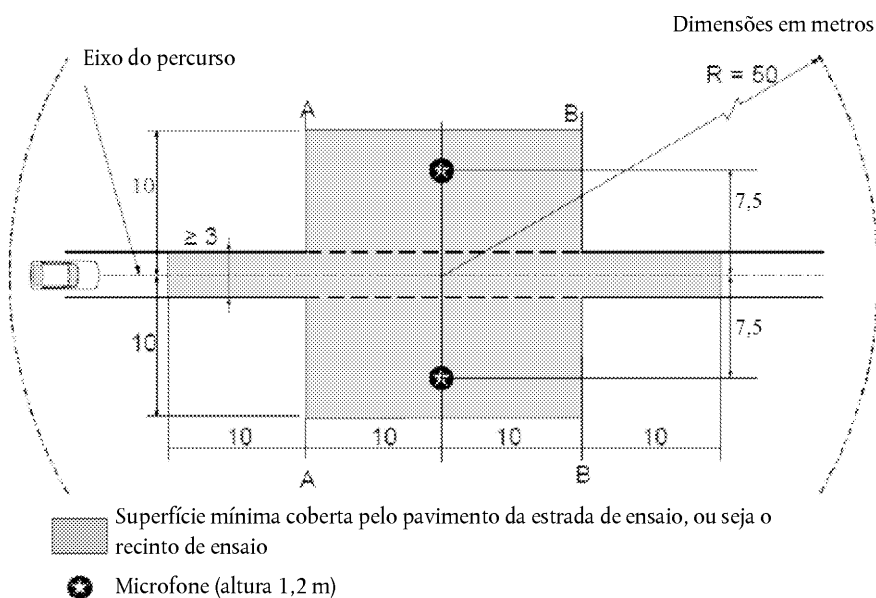
## 3. CONCEÇÃO DO PAVIMENTO DE ENSAIO

## 3.1. Área

Ao projetar a pista de ensaio, é importante assegurar, como requisito mínimo, que a área percorrida pelos veículos que circulam na faixa de ensaio seja revestida com o material de ensaio especificado, com margens adequadas para permitir uma condução prática e segura, o que exige que a pista tenha, pelo menos, 3 m de largura e o seu comprimento se prolongue, no mínimo, 10 m para além das linhas AA e BB, em cada extremidade. A figura 1 mostra uma planta de um local de ensaio adequado e indica a área mínima que deve ser pavimentada e compactada mecanicamente com o material de pavimentação especificado. Em conformidade com o ponto 3.2 do anexo 3, as medições têm de ser efetuadas de ambos os lados do veículo. Para tal, podem ser utilizados dois microfones (um de cada lado da pista) e conduzir-se apenas num sentido, ou um único microfone instalado de um dos lados da pista, e conduzir o veículo em ambos os sentidos. Se for utilizado o segundo método, não há requisitos a satisfazer pelo pavimento do lado da pista onde não houver microfone.

Figura 1

**Requisitos mínimos para a área do pavimento de ensaio. A área sombreada denomina-se «recinto de ensaio»**



*Nota:* Não devem existir objetos que provoquem uma reflexão acústica significativa neste raio.

## 3.2. Conceção e preparação do pavimento

### 3.2.1. Requisitos básicos de projeto

O pavimento de ensaio deve satisfazer quatro requisitos de projeto:

3.2.1.1. Deve ser de betão betuminoso denso.

3.2.1.2. A granulometria máxima dos agregados deve ser de 8 mm (intervalo de tolerância entre 6,3 e 10 mm).

3.2.1.3. A espessura da camada de desgaste deve ser  $\geq 30$  mm.

3.2.1.4. O aglutinante deve ser um betume de penetração direta sem modificação.

### 3.2.2. Orientações para o projeto

A título de orientação para o construtor do pavimento, apresenta-se, na figura 2, uma curva granulométrica do agregado que proporcionará as características desejadas. Além disso, o quadro 1 fornece algumas orientações para obter a textura e a durabilidade pretendidas. A curva granulométrica corresponde à seguinte fórmula:

$$P (\% \text{ do material que passa}) = 100 \cdot (d/d_{\max})^{1/2}$$

Em que:

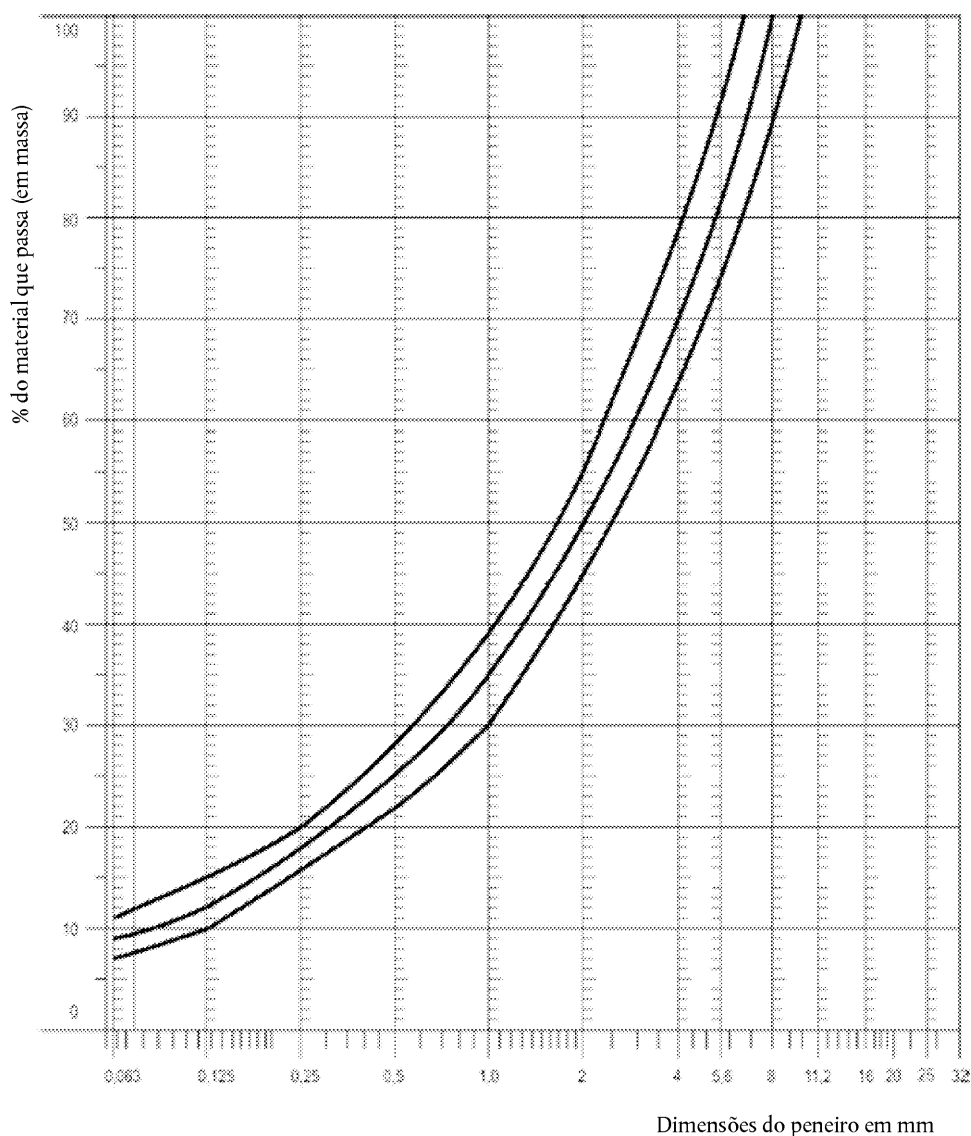
$d$  = dimensão da malha do peneiro de malha quadrada, em mm

$d_{\max}$  = 8 mm para a curva média

= 10 mm para a curva de tolerância inferior

= 6,3 mm para a curva de tolerância superior

Figura 2

**Curva de granulometria do agregado a utilizar na mistura betuminosa, com tolerâncias**

Para além do que precede, fazem-se as seguintes recomendações:

- A fração de areia ( $0,063 \text{ mm} < \text{dimensão da malha do peneiro de malha quadrada} < 2 \text{ mm}$ ) não pode conter mais de 55 % de areia natural e deve conter, pelo menos, 45 % de areia britada;
- A base e a sub-base devem assegurar uma boa estabilidade e nivelamento, de acordo com as melhores práticas de construção de estradas;
- Os agregados devem ser triturados (100 % de faces trituradas) e ser constituídos por um material que ofereça uma resistência elevada à trituração;
- Os agregados utilizados na mistura devem ser lavados;
- Não devem ser adicionados agregados suplementares ao pavimento;
- A dureza do aglutinante expressa em valor PEN deve ser 40-60, 60-80 ou mesmo 80-100, consoante as condições climáticas do país. A regra consiste em utilizar um aglutinante o mais duro possível, desde que seja conforme à prática habitual;

- g) A temperatura da mistura antes da aplanagem deve ser escolhida de modo a realizar o índice de vazios exigido por aplanagem posterior. A conformidade com as especificações dos pontos 2.1 a 2.4 anteriores depende não apenas da temperatura da mistura, mas também do número de provas e da escolha do veículo de compactação.

Quadro 1

**Orientações para o projeto**

	Valores-alvo		Tolerâncias
	Pela massa total da mistura	Pela massa do agregado	
Massa dos seixos malha peneiro de malha quadrada (SM) > 2 mm	47,6 %	50,5 %	± 5 %
Massa de areia 0,063 < SM < 2 mm	38,0 %	40,2 %	± 5 %
Massa de fíler SM < 0,063 mm	8,8 %	9,3 %	± 5 %
Massa do aglutinante (betume)	5,8 %	N.A.	± 0,5 %
Granulometria máxima dos agregados	8 mm		6,3 – 10 mm
Dureza do aglutinante	[ver ponto 3.2.2 f)]		
Coefficiente de polimento acelerado	> 50		
Compacidade relativa à compacidade Marshall Compacidade	98 %		

## 4. MÉTODO DE ENSAIO

## 4.1. Medição do índice de vazios residuais

Para esta medição, é necessário extrair tarolos da pista em pelo menos quatro pontos diferentes uniformemente distribuídos pelo recinto de ensaio entre as linhas AA e BB (ver figura 1). A fim de evitar a falta de homogeneidade e irregularidades no trajeto das rodas, os tarolos não devem ser tirados nessa zona, mas próximo dela. Devem extrair-se (no mínimo) dois tarolos próximo do trajeto das rodas e um tarolo (no mínimo) aproximadamente a meio caminho entre o trajeto das rodas e cada posição dos microfones.

Se houver suspeitas de que o pavimento não apresenta a homogeneidade exigida (ver ponto 2.4 acima), devem extrair-se mais tarolos de outros pontos do recinto de ensaio.

O índice de vazios residuais tem de ser determinado para cada tarolo, calculando-se em seguida a média de todos os tarolos, que é depois comparada com o disposto no ponto 2.1 do presente anexo. Além disso, nenhum tarolo deve ter um valor de vazios superior a 10 %.

Chama-se a atenção do construtor do pavimento de ensaio para os problemas que podem surgir se o recinto de ensaio for aquecido por tubos ou cabos elétricos e houver que extrair tarolos dessa área. Essas instalações devem ser cuidadosamente projetadas tendo em conta os locais onde irão ser feitos os furos. Recomenda-se que se deixem algumas zonas de, aproximadamente, 200 × 300 mm livres de tubos ou cabos, ou onde esses tubos ou cabos sejam montados a uma profundidade suficiente para não serem danificados por ocasião da extração dos tarolos do pavimento.

#### 4.2. Coeficiente de absorção sonora

O coeficiente de absorção sonora (incidência normal) deve ser medido pelo método do tubo de impedância, utilizando o procedimento especificado na norma ISO 10534-1:1996 ou ISO 10534-2:1998.

No que se refere aos provetes, devem ser respeitados os mesmos requisitos que no caso do índice de vazios residuais (ver ponto 4.1 acima). A absorção sonora deve ser medida no intervalo entre 400 Hz e 800 Hz e no intervalo entre 800 Hz e 1 600 Hz (pelo menos, às frequências centrais de bandas de um terço de oitava), identificando-se os valores máximos para ambas as gamas de frequências atrás indicadas. Em seguida, estes valores são ponderados para todos os tarolos de ensaio de forma a obter o resultado final.

#### 4.3. Medição volumétrica da macrotextura

Para efeitos da presente norma, as medições da profundidade da textura devem ser efetuadas em, pelo menos, 10 posições uniformemente espaçadas ao longo do trajeto das rodas na faixa de ensaio, devendo a média dos valores assim obtidos ser comparada com a profundidade de textura mínima especificada. No que se refere à descrição do procedimento, ver a norma ISO 10844:1994.

### 5. ESTABILIDADE NO TEMPO E MANUTENÇÃO

#### 5.1. Influência do envelhecimento

Tal como acontece com outras superfícies, espera-se que os níveis de ruído resultantes do contacto pneu/faixa de rodagem, medidos na superfície de ensaio, possam aumentar ligeiramente nos 6 a 12 meses seguintes à construção.

O pavimento só atingirá as características exigidas quatro semanas após a construção. A influência do envelhecimento no ruído provocado pelos veículos pesados é geralmente menor do que no caso dos automóveis ligeiros.

A estabilidade ao longo do tempo é determinada principalmente pelo polimento e pela compactação provocada pela passagem dos veículos sobre o pavimento. Essa estabilidade deve ser verificada periodicamente, conforme previsto no ponto 2.5.

#### 5.2. Manutenção do pavimento

Os detritos ou as poeiras suscetíveis de reduzir significativamente a profundidade efetiva da textura devem ser removidos da superfície do pavimento. Nos países de clima invernososo, utiliza-se por vezes o sal de degelo. Este sal pode alterar o pavimento temporariamente ou mesmo permanentemente, aumentando assim o ruído, pelo que não é recomendado.

#### 5.3. Repavimentação do recinto de ensaio

Se houver que repavimentar a pista de ensaio, não é normalmente necessário fazê-lo para além da faixa de ensaio (de 3 m de largura, representada na figura 1) onde circulam os veículos, desde que o recinto de ensaio fora da faixa tenha satisfeito os requisitos em matéria de índice de vazios residuais ou de absorção sonora quando foram efetuadas as medições.

### 6. DOCUMENTAÇÃO RELATIVA AO PAVIMENTO DE ENSAIO E AOS ENSAIOS NELE EFETUADOS

#### 6.1. Documentação relativa ao pavimento de ensaio

No documento que descreve o pavimento de ensaio, devem ser registados os seguintes dados:

##### 6.1.1. Localização da pista de ensaio;

##### 6.1.2. Tipo e dureza do aglutinante, tipo de agregado, densidade máxima teórica do betão (DR), espessura da camada de desgaste e curva granulométrica, determinadas em tarolos extraídos da pista de ensaio.

##### 6.1.3. Método de compactação (por exemplo, tipo de cilindro e respetiva massa, número de provas).

##### 6.1.4. Temperatura da mistura, temperatura ambiente e velocidade do vento durante a pavimentação.

##### 6.1.5. Data da pavimentação e nome do empreiteiro;

- 6.1.6. Resultados de todos os ensaios ou, pelo menos, dos últimos ensaios efetuados, incluindo:
- 6.1.6.1. O índice de vazios residuais de cada tarolo.
  - 6.1.6.2. Pontos do recinto de ensaio de onde foram extraídos os tarolos para a medição do índice de vazios.
  - 6.1.6.3. O coeficiente de absorção sonora de cada tarolo (se medido). Especificar os resultados obtidos para cada tarolo e cada gama de frequências, bem como a média geral.
  - 6.1.6.4. Pontos do recinto de ensaio de onde foram extraídos os tarolos para a medição da absorção.
  - 6.1.6.5. A profundidade da textura, incluindo o número de ensaios efetuados e o desvio-padrão.
  - 6.1.6.6. A instituição responsável pelos ensaios previstos nos pontos 6.1.6.1 e 6.1.6.2 acima e o tipo de equipamento utilizado.
  - 6.1.6.7. A data do(s) ensaio(s) e a data em que foram extraídos os tarolos da pista de ensaio.
- 6.2. Documentação relativa aos ensaios de ruído de veículos realizados no pavimento

No documento que descreve o(s) ensaio(s) de ruído dos veículos, deve declarar-se se foram ou não cumpridos todos os requisitos da referida norma. É igualmente necessário indicar um documento, nos termos do ponto 6.1, de que constem os resultados que confirmam essa declaração.

---

## ANEXO 5

## MÉTODOS DE ENSAIO PARA MEDIÇÃO DA ADERÊNCIA EM PAVIMENTO MOLHADO

## A) — Pneus da categoria C1

## 1. NORMAS DE REFERÊNCIA

São aplicáveis os documentos a seguir indicados.

- 1.1. ASTM E 303-93 (Reapproved 2008), *Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester* (Norma ASTM E 303-93 — reprovada em 2008 — Método de ensaio normalizado para medição de propriedades de fricção de superfícies utilizando o ensaiador do valor BPN — *British Pendulum Number*).
- 1.2. ASTM E 501-08, *Standard Specification for Standard Rib Tire for Pavement Skid-Resistance Tests* (Especificações normalizadas para pneus-padrão com nervuras para ensaios de resistência e deslizamento em pavimentos).
- 1.3. ASTM E 965-96 (Reprovada em 2006), *Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique* (Método de ensaio padronizado para medição a profundidade de macrotexturas no pavimento utilizando uma técnica volumétrica).
- 1.4. ASTM E 1136-93 (Reprovada em 2003), *Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire P195/75R14* (Especificações normalizadas para pneu de ensaio de referência radial normalizado P195/75R14).
- 1.5. ASTM F 2493-08, *Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire P225/60R16* (Especificações normalizadas para pneu de ensaio de referência radial normalizado P225/60R16).

## 2. DEFINIÇÕES

Para efeitos do ensaio de aderência em pavimento molhado dos pneus C1, entende-se por:

- 2.1. «Prova de ensaio», uma prova única de um pneu com carga sobre uma dada pista de ensaio;
- 2.2. «Pneu de ensaio», um pneu candidato, um pneu de referência, ou um pneu, ou jogo de pneus de controlo utilizado numa prova de ensaio;
- 2.3. «Pneu(s) candidato(s) (T)», um pneu ou um jogo de pneus submetido(s) a ensaio para efeitos do cálculo do seu índice de aderência em pavimento molhado;
- 2.4. «Pneu(s) de referência (R)», um pneu ou um jogo de pneus com as características indicadas na norma ASTM F 2493-08 e designado(s) como pneu(s) de ensaio de referência normalizado(s);
- 2.5. «Pneu(s) de controlo (C)», um pneu intermédio, ou um jogo de pneus intermédios utilizado(s) quando o pneu candidato e o pneu de referência não podem ser comparados diretamente no mesmo veículo;
- 2.6. «Força de travagem de um pneu», a força longitudinal, expressa em newtons, resultante da aplicação do binário de travagem;
- 2.7. «Coeficiente de força de travagem de um pneu», a razão entre a força de travagem e a carga vertical;
- 2.8. «Coeficiente de força de travagem máxima de um pneu», o valor máximo do coeficiente de força de travagem de um pneu que se produz antes do bloqueio da roda quando se aumenta progressivamente o binário de travagem;
- 2.9. «Bloqueio da roda», a condição de uma roda, cuja velocidade de rotação em torno do seu eixo de rotação é zero, e é impedida de girar em presença do binário da roda;
- 2.10. «Carga vertical», a carga em newtons imposta ao pneu perpendicularmente ao pavimento da estrada;
- 2.11. «Veículo de ensaio de pneus», um veículo destinado exclusivamente a esta utilização específica, dotado de instrumentos de medição das forças vertical e longitudinal sobre um pneu de ensaio durante a travagem;
- 2.12. «SRTT14», a norma ASTM E 1136-93 (reprovada em 2003), *Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire P195/75R14* (Especificações normalizadas para pneu de ensaio de referência radial normalizado P195/75R14);
- 2.13. «SRTT16», a norma ASTM F 2493-08, *Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire P225/60R16* (Especificações normalizadas para pneu de ensaio de referência radial normalizado P225/60R16).



### 3. CONDIÇÕES GERAIS DE ENSAIO

#### 3.1. Características da pista

A pista de ensaio deve ter as seguintes características:

- 3.1.1. O pavimento deve ter um revestimento de asfalto denso com um declive uniforme de, no máximo, 2 % e apresentar um desvio máximo de 6 mm quando ensaiada com uma vara de 3 m.
- 3.1.2. O pavimento deve ter um revestimento com idade, composição e desgaste uniformes. O pavimento deve estar isento de materiais soltos e depósitos de materiais estranhos.
- 3.1.3. A dimensão máxima de gravilha deve ser de 10 mm (com tolerância de 8 a 13 mm).
- 3.1.4. A profundidade de textura medida por mancha de areia deve ser de  $0,7 \pm 0,3$  mm. Deve ser medida em conformidade com a norma ASTM E 965-96 (reaprovada em 2006).
- 3.1.5. As propriedades de fricção do pavimento molhado devem ser medidas por meio do método a) ou b) do ponto 3.2.

#### 3.2. Métodos de medição das propriedades de fricção do pavimento molhado

##### 3.2.1. Método do número de pêndulo britânico (BPN — British Pendulum Number) [a]

O método do número de pêndulo britânico (BPN) é o definido na norma ASTM E 303-93 (Reaprovada em 2008).

A formulação e as propriedades físicas do componente da borracha dos calços devem ser as especificadas na norma ASTM E 501-08.

A média do número de pêndulo britânico (BPN) deve situar-se entre 42 e 60 BPN após a correção de temperatura a seguir indicada.

O número de pêndulo britânico (BPN) deve ser corrigido para a temperatura do pavimento molhado. A menos que as recomendações de correção de temperatura sejam indicadas pelo fabricante do pêndulo britânico, pode utilizar-se a fórmula seguinte:

BPN = valor BPN (valor medido) + correção de temperatura

Correção de temperatura =  $-0,0018 t^2 + 0,34 t - 6,1$

em que  $t$  é a temperatura do pavimento molhado, em graus Celsius.

Efeitos do desgaste no patim deslizante: remove-se o patim quando a usura na extremidade de contacto do deslizador alcançar 3,2 mm no plano do deslizador, ou 1,6 mm na vertical do mesmo, em conformidade com o ponto 5.2.2 e a figura 3 da norma ASTM E 303-93 (Reaprovada em 2008).

Para efeitos de verificação da coerência do BPN do revestimento da pista para a medição da aderência em pavimento molhado de um veículo de passageiros provido de instrumentos: Para diminuir a dispersão dos resultados dos ensaios, os valores do BPN para a pista de ensaio não devem ao longo de toda a distância de imobilização. As propriedades de fricção do pavimento molhado devem ser medidas cinco vezes em cada ponto da medição do BPN, de 10 em 10 metros e o coeficiente de variação das médias do BPN não poderá exceder 10 %.

##### 3.2.2. Método do pneu de ensaio de referência normalizado da norma ASTM E 1136 [b]

Em derrogação do ponto 2.4 acima, este método utiliza o pneu de referência com as características indicadas na norma ASTM E 1136-93 (Reaprovada em 2003) e designado como SRTT14.

O valor médio do coeficiente de força de travagem máxima ( $\mu_{\text{peak,ave}}$ ) do SRTT14 deve ser de  $0,7 \pm 0,1$  a 65 km/h.

O valor médio do coeficiente de força de travagem máxima ( $\mu_{\text{peak,ave}}$ ) do SRTT14 deve ser corrigido para a temperatura do pavimento molhado, do seguinte modo:

Coeficiente de força de travagem máxima ( $\mu_{\text{peak,ave}}$ ) = coeficiente de força de travagem máxima (medido) + correção de temperatura

Correção de temperatura =  $0,0035 \times (t - 20)$

em que t é a temperatura do pavimento molhado, em graus Celsius.

### 3.3. Condições atmosféricas

O vento não deve perturbar a rega do revestimento da estrada (é permitido o uso de para-ventos).

A temperatura do pavimento molhado e a temperatura ambiente devem situar-se entre 2 °C e 20 °C para pneus de neve e entre 5 °C e 35 °C para pneus normais.

A temperatura do pavimento molhado não deve variar mais de 10 °C durante o ensaio.

A temperatura ambiente deve permanecer próxima da temperatura do pavimento molhado; a diferença entre a temperatura ambiente e a do pavimento molhado deve ser inferior a 10 °C.

## 4. MÉTODO DE ENSAIO DE MEDIÇÃO DA ADERÊNCIA EM PAVIMENTO MOLHADO

Para o cálculo do índice de aderência em pavimento molhado (G) de um pneu candidato, o desempenho da travagem em pavimento molhado do pneu candidato é comparado com o desempenho da travagem em pavimento molhado do pneu de referência de um veículo que se desloque em linha reta numa superfície pavimentada e molhada. É medido por meio de um dos seguintes métodos:

- a) Método que consiste no ensaio de um jogo de pneus montados num veículo de passageiros provido de instrumentos;
- b) Método de ensaio que utiliza um reboque puxado por um veículo, ou um veículo de ensaio de pneus equipado com o(s) pneu(s) de ensaio.

### 4.1. Método de ensaio a) com utilização de um veículo de passageiros provido de instrumentos

#### 4.1.1. Princípio

O método de ensaio cobre um procedimento para a medição do desempenho de desaceleração de pneus C1 durante a travagem, utilizando um veículo de passageiros provido de instrumentos com sistema de travagem antibloqueio (Antilock Braking System — ABS), entendendo-se por «veículo de passageiros provido de instrumentos» um veículo de passageiros provido do equipamento de medição constante do ponto 4.1.2.2 abaixo, para efeitos deste método de ensaio. Começando com uma velocidade inicial definida, os travões são aplicados a intensidade suficiente sobre as quatro rodas ao mesmo tempo para ativar o ABS. A desaceleração média é calculada entre duas velocidades pré-definidas.

#### 4.1.2. Equipamento

##### 4.1.2.1. Veículo

As alterações permitidas no veículo de passageiros são as seguintes:

- a) As que permitem aumentar o número de dimensões do pneu suscetíveis de serem montados no veículo seja aumentado;
- b) As que permitam a instalação de um dispositivo para ativação automática da travagem.
- c) Qualquer outra alteração do sistema de travagem é proibida

##### 4.1.2.2. Equipamento de medição

O veículo deve ser equipado com um sensor adequado para a medição da velocidade sobre um pavimento molhado e da distância percorrida entre duas velocidades.

Para medir a velocidade do veículo, deve utilizar-se uma quinta roda, ou um sistema de medição da velocidade sem contacto.

#### 4.1.3. Preparação da pista de ensaio e condições de rega da pista

A superfície da pista de ensaio é regada, no mínimo, meia hora antes do ensaio, a fim de igualar a temperatura do pavimento e a temperatura da água. Durante todo o ensaio deve proceder-se, sem interrupção, à rega externa da pista. Em toda o recinto de ensaio, a profundidade da água deve ser de  $1,0 \pm 0,5$  mm medida a partir do ponto mais elevado do pavimento.

A pista de ensaio deve ser, em seguida, preparada, mediante a realização de, pelo menos, dez provas com pneus que não intervêm no programa de ensaio a 90 km/h.

#### 4.1.4. Pneus e jantes

##### 4.1.4.1. Preparação e rodagem dos pneus

Os pneus de ensaio são aparados para remover todas as protuberâncias da banda de rodagem causadas pelos ventiladores da forma, ou rebarbas nas junções da forma.

Montar os pneus de ensaio em jantes especificadas por um organismo de normalização de pneus e jantes reconhecido, tal como indicado no anexo 6, apêndice 4, do presente regulamento.

##### 4.1.4.2. Carga dos pneus

A carga estática sobre cada pneu do eixo deve situar-se entre 60 % e 90 % da capacidade de carga ensaiada do pneu. As cargas dos pneus sobre o mesmo eixo não poderão apresentar mais de 10 % de diferença.

##### 4.1.4.3. Pressão de enchimento do pneu

Nos eixos dianteiro e traseiro, as pressões de enchimento deverão ser de 220 kPa (para pneus normais e pneus para cargas extraordinárias). A pressão dos pneus deve ser verificada mesmo antes do ensaio, à temperatura ambiente, e ajustada, se for caso disso.

#### 4.1.5. Procedimento

##### 4.1.5.1. Prova de ensaio

É aplicável o seguinte procedimento de ensaio a todas as provas:

4.1.5.1.1. O veículo de passageiros é acelerado em linha reta até  $85 \pm 2$  km/h.

4.1.5.1.2. Assim que o veículo de passageiros tiver atingido  $85 \pm 2$  km/h, os travões são sempre acionados no mesmo local da pista de ensaio, designado como «ponto de início de travagem», com uma tolerância longitudinal de 5 m e uma tolerância transversal de 0,5 m.

4.1.5.1.3. Os travões devem ser acionados ou automaticamente, ou manualmente.

4.1.5.1.3.1. A ativação automática dos travões é efetuada mediante um sistema de deteção constituído por duas partes, uma indexada à pista de ensaio e outra a bordo do veículo de passageiros.

4.1.5.1.3.2. O acionamento manual dos travões está dependente do tipo de transmissão, como se indica a seguir. Em ambos os casos, é necessário exercer uma força mínima de 600 N no pedal.

Para a transmissão manual, o piloto deve libertar o pedal da embraiagem e pressionar vigorosamente o pedal do travão, mantendo-o pressionado a fundo durante o tempo necessário para executar a medição.

Para a transmissão automática, o piloto deve selecionar o ponto morto e pressionar então o pedal do travão vigorosamente, mantendo-o pressionado durante o tempo necessário para executar a medição.

4.1.5.1.4. A desaceleração média é calculada entre 80 km/h e 20 km/h.

Se qualquer das condições mencionadas acima não forem cumpridas quando uma corrida de ensaio é feita (incluindo a tolerância de velocidade, a tolerância longitudinal e transversal do ponto de início da travagem e o tempo de travagem), a medição é rejeitada e é feita uma nova prova.

4.1.5.2. Ciclo de ensaio

Para medir o índice de aderência em pavimento molhado de um jogo de pneus candidatos (T) realiza-se um certo número de ensaios, de acordo com o procedimento seguinte, em que cada prova é efetuada na mesma direção, podendo efetuar-se medições com, no máximo, três jogos diferentes de pneus candidatos no mesmo ciclo de ensaio:

4.1.5.2.1. Em primeiro lugar, o jogo de pneus de referência é montado no veículo de passageiros provido de instrumentos.

4.1.5.2.2. Depois de realizadas, pelo menos, três medições válidas, em conformidade com o ponto 4.1.5.1 acima, o jogo de pneus de referência é substituído por um jogo de pneus candidatos.

4.1.5.2.3. Depois de realizadas seis medições válidas dos pneus candidatos, podem medir-se mais dois jogos de pneus candidatos.

4.1.5.2.4. O ciclo de ensaios é concluído com mais três medições válidas do mesmo jogo de pneus de referência utilizado no início do ciclo de ensaios.

Exemplos:

a) A ordem aplicável a um ciclo de ensaio de três jogos de pneus candidatos (T1 a T3) mais um jogo de pneus de referência (R) é a seguinte:

R-T1-T2-T3-R

b) A ordem aplicável a um ciclo de ensaio de cinco jogos de pneus candidatos (T1 a T5) mais um jogo de pneus de referência (R) é a seguinte:

R-T1-T2-T3-R-T4-T5-R

4.1.6. Tratamento dos resultados das medições

4.1.6.1. Cálculo da desaceleração média (AD)

A desaceleração média (AD) é calculada em m/s<sup>2</sup> para cada prova de ensaio válida, do seguinte modo:

$$AD = \left| \frac{S_f^2 - S_i^2}{2d} \right|$$

Em que:

$S_f$  a velocidade final em m/s;  $S_f = 20 \text{ km/h} = 5,556 \text{ m/s}$

$S_i$  a velocidade inicial em m/s;  $S_i = 80 \text{ km/h} = 22,222 \text{ m/s}$

$d$  a distância percorrida entre  $S_i$  e  $S_f$  em metros.

## 4.1.6.2. Validação de resultados

O coeficiente de variação AD é calculado do seguinte modo:

(Desvio-padrão / valor médio) x 100.

Para os pneus de referência (R): Se o coeficiente de variação AD de quaisquer dois grupos consecutivos de três provas de ensaio do jogo de pneus de referência for superior a 3 %, todos os dados devem ser rejeitados e o ensaio deve ser repetido para todos os pneus do ensaio (os pneus candidatos e os pneus de referência).

Para os pneus candidatos (T): Os coeficientes de variação AD são calculados para todos os jogos de pneus candidatos. Se um coeficiente de variação for superior a 3 %, os dados devem ser rejeitados e o ensaio deve ser repetido para esse jogo de pneus candidatos.

## 4.1.6.3. Cálculo da desaceleração média ajustada (Ra)

A desaceleração média (AD) do jogo de pneus de referência utilizado para o cálculo do seu coeficiente de força de travagem é ajustada de acordo com a posição de cada jogo de pneus candidatos num dado ciclo de ensaios.

A referida desaceleração média (AD) ajustada dos pneus de referência (Ra) é calculada em  $m/s^2$  em conformidade com o quadro 1, em que  $R_1$  é a média dos valores de AD no primeiro ensaio do jogo de pneus de referência (R) e  $R_2$  é a média dos valores de AD no segundo ensaio do mesmo jogo de pneus de referência (R).

Quadro 1

Número de jogos de pneus candidatos num ciclo de ensaios	Jogo de pneus candidatos	Ra
1 ( $R_1$ -T1- $R_2$ )	T1	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 ( $R_1$ -T1-T2- $R_2$ )	T1	$Ra = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$
	T2	$Ra = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 ( $R_1$ -T1-T2-T3- $R_2$ )	T1	$Ra = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$
	T2	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
	T3	$Ra = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

## 4.1.6.4. Cálculo do coeficiente de força de travagem (BFC)

O coeficiente de força de travagem (Braking Force Coefficient — BFC) é calculado para uma travagem nos dois eixos, em conformidade com o quadro 2, em que  $T_a$  ( $a = 1, 2$  ou  $3$ ) é a média dos valores AD para cada jogo de pneus candidatos (T) utilizado num ciclo de ensaios.

Quadro 2

Pneu de ensaio	Coefficiente de força de travagem
Pneu de referência	$BFC(R) =  Ra/g $
Pneu candidato	$BFC(T) =  Ta/g $

$g$  é a aceleração devida à gravidade,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

#### 4.1.6.5. Cálculo do índice de aderência em pavimento molhado do pneu candidato

O índice de aderência em pavimento molhado do pneu candidato ( $G(T)$ ) é calculado do seguinte modo:

$$G(T) = \left[ \frac{BFC(T)}{BFC(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left( \frac{BFC(R)}{BFC(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

Em que:

$t$  a temperatura do pavimento molhado medida em graus Celsius quando o pneu candidato (T) é ensaiado

$t_0$  a condição de temperatura de referência do pavimento molhado,  $t_0 = 20 \text{ °C}$  para os pneus normais e  $t_0 = 10 \text{ °C}$  para os pneus de neve

$BFC(R_0)$  o coeficiente de força de travagem para o pneu de referência nas condições de referência,  $BFC(R_0) = 0,68$

$a = -0,4232$  e  $b = -8,297$  para pneus normais,  $a = 0,7721$  e  $b = 31,18$  para pneus de neve [a é expresso como (1/°C)]

#### 4.1.7. Comparação de desempenho de aderência em pavimento molhado de um pneu candidato e de um pneu de referência utilizando um pneu de controlo

##### 4.1.7.1. Generalidades

Quando a dimensão do pneu candidato difere significativamente da dimensão do pneu de referência, pode não ser possível realizar uma comparação direta no mesmo veículo de passageiros provido de instrumentos. Este método de ensaio utiliza um pneu intermédio, a seguir denominado pneu de controlo, como definido no ponto 2.5.

##### 4.1.7.2. Princípio da metodologia

O princípio é a utilização de um jogo de pneus de controlo e de dois veículos diferentes de passageiros providos de instrumentos para comparar um jogo de pneus candidatos com um jogo de pneus de referência no âmbito do ciclo de ensaios.

Um veículo de passageiros provido de instrumentos é equipado com um jogo de pneus de referência, seguido pelo jogo de pneus de controlo e o outro com o jogo de pneus de controlo, seguido pelo jogo de pneus candidatos.

São aplicáveis as especificações constantes dos pontos 4.1.2 a 4.1.4 acima.

O primeiro ciclo de ensaios é uma comparação entre o jogo de pneus de controlo e o jogo de pneus de referência.

O segundo ciclo de ensaios é uma comparação entre o jogo de pneus candidatos e o jogo de pneus de controlo. É realizado na mesma pista de ensaio e no mesmo dia que o primeiro ciclo de ensaios. A temperatura do pavimento molhado deve estar dentro de uma margem de  $\pm 5$  °C relativamente à temperatura do primeiro ciclo de ensaios. Deve ser utilizado o mesmo jogo de pneus de controlo para o primeiro e o segundo ciclos de ensaios.

O índice de aderência em pavimento molhado do pneu candidato ( $G(T)$ ) é calculado do seguinte modo:

$$G(T) = G_1 \times G_2$$

Em que:

$G_1$  o índice relativo de aderência em pavimento molhado do pneu de controlo (C) comparado com o pneu de referência (R), calculado do seguinte modo:

$$G_1 = \left[ \frac{\text{BFC}(C)}{\text{BFC}(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left( \frac{\text{BFC}(R)}{\text{BFC}(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

$G_2$  o índice relativo de aderência em pavimento molhado do pneu candidato (T) tomando como base o do pneu de controlo (C), calculado do seguinte modo:

$$G_2 = \frac{\text{BFG}(T)}{\text{BFC}(C)}$$

#### 4.1.7.3. Armazenamento e conservação

É necessário que todos os pneus de um jogo de pneus de controlo tenham sido armazenados nas mesmas condições. Logo que o jogo de pneus de controlo tenha sido submetido a ensaio em comparação com o pneu de referência, devem aplicar-se as condições de armazenamento específicas definidas na norma ASTM E 1136-93 (Reaprovada em 2003).

#### 4.1.7.4. Substituição dos pneus de referência e dos pneus de controlo

Se os ensaios derem origem a desgaste irregular ou danos, ou o desgaste influenciar os respetivos resultados, o pneu deixa de ser utilizado.

### 4.2. Método de ensaio b) utilizando um reboque atrelado a um veículo, ou um veículo de ensaio de pneus

#### 4.2.1. Princípio

As medições são efetuadas em pneus de ensaio montados num reboque puxado por um veículo (a seguir, «veículo trator»), ou por um veículo de ensaio de pneus. O travão na posição de ensaio é acionado com firmeza até que um binário de travagem suficiente seja gerado para produzir a força de travagem máxima que irá ocorrer antes do bloqueio das rodas a uma velocidade de ensaio de 65 km/h.

#### 4.2.2. Equipamento

##### 4.2.2.1. Veículo trator e reboque ou veículo de ensaio de pneus

O veículo trator ou o veículo de ensaio de pneus devem ser capazes de manter a velocidade especificada de  $65 \pm 2$  km/h mesmo quando submetidos às forças de travagem máximas.

O reboque ou o veículo de ensaio de pneus deve ser equipado com um lugar onde o pneu possa ser instalado para efeitos de medição, a seguir denominado «posição de ensaio», bem como com os seguintes acessórios:

- a) Equipamento para o acionamento de travões na posição de ensaio;
- b) Um depósito de água para guardar água suficiente para alimentar o sistema de rega do pavimento da estrada, a menos que se utilize a rega externa;
- c) Equipamento de controlo para registar os sinais de transdutores instalados na posição de ensaio e para manobrar a taxa de aplicação de água, se a opção de rega independente foi utilizada.

A variação máxima das regulações de convergência e do ângulo de arqueamento para a posição de ensaio deve situar-se dentro de  $\pm 0,5^\circ$  Com carga vertical máxima. Os braços e casquilhos da suspensão devem ter a rigidez necessária para reduzir ao mínimo o movimento solto e garantir a conformidade com a aplicação das forças máximas de travagem. O sistema de suspensão deve fornecer capacidade adequada para transporte de carga adequada e estar concebido para isolar a ressonância da suspensão.

A posição de ensaio deve estar equipada com um sistema de travagem automóvel normal ou especial, que possa aplicar binário de travagem suficiente para produzir o valor máximo da força longitudinal na roda de ensaio de travagem nas condições especificadas.

O sistema de acionamento da travagem deve ser capaz de controlar o intervalo de tempo entre o acionamento inicial do travão e a força longitudinal máxima, conforme especificado no ponto 4.2.7.1 abaixo.

O reboque ou o veículo de ensaio de pneus deve estar concebido para se adaptar às variedades de dimensões dos pneus candidatos a ser submetidos a ensaio.

O reboque ou o veículo de ensaio de pneus deve possuir dispositivos para ajuste da carga vertical, conforme especificado no ponto 4.2.5.2 abaixo.

#### 4.2.2.2. Equipamento de medição

A posição da roda de ensaio no reboque ou no veículo de ensaio de pneus deve ser equipada com um sistema de medição da velocidade de rotação da roda e de transdutores para medir a força de travagem e a carga vertical na roda de ensaio.

Requisitos gerais para o sistema de medição: O sistema de medição deve estar em conformidade com os seguintes requisitos gerais a temperaturas ambientes entre  $0^\circ\text{C}$  e  $45^\circ\text{C}$ :

- a) Precisão geral do sistema, força:  $\pm 1,5\%$  da escala completa da carga vertical ou força de travagem;
- b) Precisão geral do sistema, velocidade:  $\pm 1,5\%$  de velocidade ou  $\pm 1,0\text{ km/h}$ , segundo a que for maior.

Velocidade do veículo: Para medir a velocidade do veículo deve utilizar-se uma quinta roda, ou um sistema de medição da precisão da velocidade sem contacto.

Forças de travagem: Os transdutores de medição da força de travagem devem medir a força longitudinal gerada na interface pneu-estrada como resultado do acionamento do travão dentro de uma variação de  $0\%$  até, no mínimo,  $125\%$  da carga vertical aplicada. A conceção e a localização do transdutor deve reduzir ao mínimo os efeitos da inércia e as ressonâncias mecânicas induzidas por vibração.

Carga vertical: O transdutor de medição de carga vertical deve medir a carga vertical na posição de ensaio durante o acionamento do travão. O transdutor deve ter as mesmas especificações descritas anteriormente.



Sistema de preparação e registo dos sinais: Todo o equipamento de preparação e registo de sinais deve fornecer um resultado linear com os ganhos e resoluções de leitura de dados necessários para cumprir os requisitos especificados anteriormente. Além disso, serão aplicáveis os seguintes requisitos:

- a) A resposta a frequência mínima será constante de 0 Hz a 50 Hz (100 Hz) dentro de  $\pm 1$  % da escala completa;
- b) A razão entre sinal e ruído deve ser de, no mínimo, 20/1;
- c) O ganho deve ser suficiente para permitir a visualização em escala completa para o nível de sinal de entrada em escala completa;
- d) A impedância de entrada deve ser, no mínimo, dez vezes maior do que a impedância de saída da fonte do sinal;
- e) O equipamento deve ser insensível a vibrações, aceleração e alterações da temperatura ambiente.

#### 4.2.3. Preparação da pista de ensaio

A pista de ensaio deve estar preparada mediante a realização de, pelo menos, dez provas com pneus que não intervêm no programa de ensaio a  $65 \pm 2$  km/h.

#### 4.2.4. Rega da pista

O veículo trator e o reboque, ou o veículo de ensaio de pneus podem, facultativamente, estar equipados com um sistema de rega do pavimento, à exceção do depósito de armazenagem, que, no caso do reboque, está montado no veículo de reboque. A água aplicada ao pavimento diante dos pneus de ensaio provém de um bocal adequadamente concebido para assegurar que a camada de água que o pneu de ensaio encontra tem uma secção transversal uniforme à velocidade do ensaio, com um mínimo de salpicos e pulverização.

A configuração e a posição do bocal devem assegurar que os jatos de água são dirigidos para o pneu de ensaio e apontados para o pavimento a um ângulo de  $20^\circ$  a  $30^\circ$ .

A água é projetada para o pavimento a uma distância de 250 mm a 450 mm adiante do centro da zona de contacto do pneu. O bocal deve estar situado a 25 mm acima do pavimento, ou à altura mínima necessária para passar os obstáculos que o veículo de ensaio possa encontrar, mas não deve, em qualquer caso, estar a mais de 100 mm acima do pavimento.

A camada de água deve ser, no mínimo, 25 mm mais larga do que o piso do pneu de ensaio e aplicada de modo que o pneu esteja situado centralmente entre os bordos. O débito de água deve ser suficiente para assegurar uma espessura de água de  $1,0 \pm 0,5$  mm e deve ser mantido constante durante todo o ensaio com uma tolerância de  $\pm 10$  %. O volume de água por unidade de largura do pavimento molhado deve ser diretamente proporcional à velocidade de ensaio. A quantidade de água aplicada a 65 km/h é 18 l/s por metro de largura do pavimento molhado se a profundidade da água for de 1,0 mm.

#### 4.2.5. Pneus e jantes

##### 4.2.5.1. Preparação e rodagem dos pneus

Os pneus de ensaio são aparados para remover todas as protuberâncias da banda de rodagem causadas pelos ventiladores da forma, ou rebarbas nas junções da forma.

O pneu de ensaio deve ser montado na jante de ensaio declarada pelo fabricante dos pneus.

Deve obter-se uma boa sede de talão mediante a utilização de um lubrificante adequado. A utilização excessiva de lubrificante deve ser evitada para impedir que o pneu deslize na jante da roda.

As montagens de pneus/jantes para ensaio devem ser armazenadas num local durante, no mínimo, duas horas, de modo que todos estejam à mesma temperatura ambiente antes do ensaio. Devem ser protegidos do sol para evitar aquecimento excessivo por radiação solar.

Para a rodagem dos pneus devem realizar-se dois ensaios de travagem com a carga, pressão e velocidade definidas nos pontos 4.2.5.2, 4.2.5.3 e 4.2.7.1, respetivamente.

#### 4.2.5.2. Carga dos pneus

A carga de ensaio do pneu de ensaio é de  $75 \pm 5$  % da capacidade de carga do pneu.

#### 4.2.5.3. Pressão de enchimento do pneu

A pressão de enchimento a frio dos pneus de ensaio deve ser de 180 kPa para os pneus de carga normal. Para os pneus para cargas extraordinárias, a pressão de enchimento a frio é de 220 kPa.

A pressão dos pneus deve ser verificada mesmo antes do ensaio, à temperatura ambiente, e ajustada, se for caso disso.

#### 4.2.6. Preparação do veículo trator e do reboque ou do veículo de ensaio de pneus

##### 4.2.6.1. Reboque

Para os reboques de um eixo, a altura do engate e a posição transversal devem ser ajustadas quando o pneu de ensaio tenha sido carregado com a carga de ensaio especificada, a fim de evitar qualquer perturbação dos resultados de medição. A distância longitudinal do eixo do ponto de articulação do engate à linha central do eixo do reboque deve ser, no mínimo, igual a dez vezes a «altura do engate» ou a «altura do acoplamento»;

##### 4.2.6.2. Instrumentos de medida e equipamento

Instalar a quinta roda, quando seja utilizada, em conformidade com as especificações do fabricante e posicioná-la o mais perto possível da posição no meio da pista para o veículo trator, ou o veículo de ensaio de pneus.

#### 4.2.7. Procedimento

##### 4.2.7.1. Prova de ensaio

É aplicável o seguinte procedimento de ensaio a toda e qualquer prova:

4.2.7.1.1. O veículo trator ou o veículo de ensaio de pneus são conduzidos até à pista de ensaio em linha reta, à velocidade especificada para o ensaio de  $65 \pm 2$  km/h.

4.2.7.1.2. Põe-se em marcha o sistema de registo.

4.2.7.1.3. Despeja-se água no pavimento à frente do pneu de ensaio, aproximadamente 0,5 s antes do acionamento do travão (para o sistema de rega interno).

4.2.7.1.4. Os travões do reboque são acionados a uma distância máxima de 2 metros de um ponto de medição das propriedades de fricção em pavimento molhado e com uma profundidade de areia conforme com os pontos 3.1.4 e 3.1.5 acima. A taxa de acionamento dos travões deve ser tal que o intervalo de tempo entre o acionamento inicial da força e a força longitudinal máxima se situe na gama de 0,2 s a 0,5 s.

4.2.7.1.5. Desliga-se o sistema de registo.

4.2.7.2. Ciclo de ensaio

Para a medição do índice de aderência em pavimento molhado do pneu candidato (T), realizam-se diversas provas de ensaio nos segundo o procedimento descrito em seguida, em que cada prova deve ser realizada a partir do mesmo ponto da pista de ensaio e na mesma direção. No mesmo ciclo de ensaios podem efetuar-se medições, com, no máximo, três pneus candidatos, desde que os ensaios sejam completados dentro de um dia.

4.2.7.2.1. Primeiro, submete-se a ensaio o pneu de referência.

4.2.7.2.2. Depois de, no mínimo, seis medições válidas, efetuadas em conformidade com o ponto 4.2.7.1 acima, o pneu de referência é substituído pelo pneu candidato.

4.2.7.2.3. Depois de efetuadas seis medições válidas do pneu candidato, podem ser medidos mais dois pneus candidatos.

4.2.7.2.4. O ciclo de ensaios é encerrado com mais seis medições válidas do mesmo pneu de referência utilizado no início do ciclo de ensaios.

Exemplos:

a) A ordem aplicável a um ciclo de ensaios de três pneus candidatos (T1 a T3) mais o pneu de referência (R) é a seguinte:

R-T1-T2-T3-R

b) A ordem aplicável a um ciclo de ensaios de cinco pneus candidatos (T1 a T5) mais o pneu de referência (R) é a seguinte:

R-T1-T2-T3-R-T4-T5-R

4.2.8. Tratamento dos resultados das medições

4.2.8.1. Cálculo do coeficiente de força de travagem máxima

O coeficiente de força de travagem máxima do pneu ( $\mu_{\text{peak}}$ ) é o valor mais elevado de  $\mu(t)$  antes de ocorrer o bloqueio da roda, calculado do seguinte modo para cada prova. Os sinais analógicos devem ser filtrados para remover ruídos. Os sinais registados digitalmente devem ser filtrados utilizando a técnica de média móvel.

$$\mu(t) = \left| \frac{f_h(t)}{f_v(t)} \right|$$

Em que:

$\mu(t)$   $\mu(t)$  é o coeficiente de força de travagem dinâmica do pneu em tempo real;

$f_h(t)$  é a força de travagem dinâmica em tempo real, em N;

$f_v(t)$  é a força de carga vertical dinâmica em tempo real, em N;

4.2.8.2. Validação de resultados

O coeficiente de variação  $\mu_{\text{peak}}$  é calculado do seguinte modo:

(desvio-padrão / valor médio)  $\times$  100.

Para os pneus de referência (R): Se o coeficiente de variação do coeficiente de força de travagem máxima ( $\mu_{\text{peak}}$ ) do pneu de referência for superior a 5 %, todos os dados devem ser rejeitados e o ensaio deve ser repetido para todos os pneus de ensaio (o(s) pneu(s) candidato(s) e o pneu de referência).

Para o(s) pneu(s) candidato(s) (T): O coeficiente de variação do coeficiente de força de travagem máxima ( $\mu_{\text{peak}}$ ) é calculado para todos os pneus candidatos. Se um coeficiente de variação for superior a 5 %, os dados devem ser rejeitados e o ensaio deve ser repetido para esse pneu candidato.

#### 4.2.8.3. Cálculo do valor médio ajustado do coeficiente de força de travagem máxima

O valor médio do coeficiente de força de travagem máxima do pneu de referência utilizado para o cálculo do seu coeficiente de força de travagem é ajustado de acordo com a posição de todos os pneus candidatos num dado ciclo de ensaios.

O referido valor médio ajustado do coeficiente de força de travagem máxima do pneu de referência ( $R_a$ ) é calculado em conformidade com o quadro 3, em que  $R_1$  é o valor médio do coeficiente de travagem máxima do pneu no primeiro ensaio do pneu de referência (R) e  $R_2$  é o valor médio do coeficiente de travagem máxima do pneu no segundo ensaio do mesmo pneu de referência (R).

Quadro 3

Número de pneus candidatos num ciclo de ensaios	Pneu candidato	$R_a$
1 ( $R_1$ -T1- $R_2$ )	T1	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 ( $R_1$ -T1-T2- $R_2$ )	T1	$R_a = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$
	T2	$R_a = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 ( $R_1$ -T1-T2-T3- $R_2$ )	T1	$R_a = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$
	T2	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
	T3	$R_a = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

#### 4.2.8.4 Cálculo do valor médio do coeficiente de força de travagem máxima de um pneu ( $\mu_{\text{peak,ave}}$ )

O valor médio dos coeficientes de força de travagem máxima ( $\mu_{\text{peak,ave}}$ ) é calculado em conformidade com o quadro 4, em que  $T_a$  ( $a = 1, 2$  ou  $3$ ) é o valor médio dos coeficientes de força de travagem máxima medidos para um pneu candidato num ciclo de ensaios.

Quadro 4

Pneu de ensaio	$\mu_{\text{peak,ave}}$
Pneu de referência	$\mu_{\text{peak,ave}}(R) = R_a$ como indicado no quadro 3
Pneu candidato	$\mu_{\text{peak,ave}}(T) = T_a$

## 4.2.8.5. Cálculo do índice de aderência em pavimento molhado do pneu candidato

O índice de aderência em pavimento molhado do pneu candidato ( $G(T)$ ) é calculado do seguinte modo:

$$G(T) = \left[ \frac{\mu_{\text{peak,ave}}(T)}{\mu_{\text{peak,ave}}(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left( \frac{\mu_{\text{peak,ave}}(R)}{\mu_{\text{peak,ave}}(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

Em que:

- $t$  a temperatura do pavimento molhado medida em graus Celsius quando o pneu candidato ( $T$ ) é ensaiado
- $t_0$  a condição da temperatura de referência do pavimento molhado
- $t_0 =$  20 °C para os pneus normais  $t_0 = 10$  °C para os pneus de neve
- $\mu_{\text{peak,ave}}(R_0) =$  0,85 o coeficiente de força de travagem máxima para o pneu de referência nas condições de referência
- $a =$  - 0,4232 e  $b = - 8,297$  para pneus normais,  $a = 0,7721$  e  $b = 31,18$  para pneus de neve [a é expresso como (1/ °C)]

**B) — Pneus das categorias C 2 e C 3**

## 1. CONDIÇÕES GERAIS DE ENSAIO

## 1.1. Características da pista

Deve consistir numa camada de asfalto denso com um declive uniforme não superior a 2 % e com um desvio máximo de 6 mm quando submetido a ensaio com uma vara de 3 m.

O recinto de ensaio deve possuir um revestimento com idade, composição e desgaste uniformes, isenta de barbas e depósitos de materiais estranhos.

A granulometria máxima de gravilha deve ser de 8 a 13 mm.

A profundidade da areia, medida de acordo com as normas EN13036-1:2001 e ASTM E 965-96 (reaprovada em 2006), deve ser de  $0,7 \pm 0,3$  mm.

O coeficiente de atrito da superfície da pista molhada deve ser determinado por um dos métodos seguintes:

## 1.1.1. Método do pneu de ensaio de referência normalizado (SRTT)

O coeficiente médio de travagem máxima ( $\mu$  peak average) do pneu de referência da norma ASTM E 1136-93 (reaprovada em 2003) (método de ensaio que utiliza um reboque ou um veículo de ensaio de pneus, especificado no ponto 2.1) deve ser de  $0,7 \pm 0,1$  a 65 km/h e 180 kPa). Os valores medidos devem ser corrigidos dos efeitos de temperatura da forma que segue:

$$pbfc = pbfc(\text{medido}) + 0,0035 \cdot (t - 20)$$

em que « $t$ » é a temperatura do pavimento da pista molhada em graus Celsius.

O ensaio deve ser realizado utilizando as vias e o comprimento de pista a utilizar no ensaio de aderência em pavimento molhado.

Para o método do reboque, efetua-se o ensaio de forma que a travagem ocorra até 10 metros do local em que a superfície foi preparada.

#### 1.1.2. Método do número de pêndulo britânico (BPN — British Pendulum Number)

O valor médio do número de pêndulo britânico (BPN) obtido através do método especificado na norma ASTM E 303-93 (reaprovada em 2008), recorrendo ao patim especificado na norma ASTM E 501-08, deve ser de  $(50 \pm 10)$  BPN após correção da temperatura.

O número de pêndulo britânico (BPN) deve ser corrigido para a temperatura do pavimento molhado. A menos que existam recomendações de correção da temperatura do fabricante do pêndulo britânico, pode ser utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{BPN} = \text{BPN (valor medido)} - (0,0018 \cdot t^2) + 0,34 \cdot t - 6,1$$

em que «t» é a temperatura do pavimento molhado, em graus Celsius.

Efeitos do desgaste no patim deslizante: remove-se o patim quando o desgaste na extremidade de contacto do deslizador alcançar 3,2 mm no plano do deslizador, ou 1,6 mm na vertical do mesmo.

Verificar a coerência do BPN do revestimento da pista de ensaio para efeitos da medição da aderência em pavimento molhado com um veículo de série.

Nas vias da pista a utilizar nos ensaios de aderência em pavimento molhado, o valor BPN deve ser medido a cada 10 m ao longo de todo o comprimento das vias. O valor BPN deve ser medido 5 vezes em cada ponto e as médias dos valores BPN não devem variar mais de 10 %.

#### 1.1.3. A adequação das características da pista deve ser avaliada pela entidade homologadora com base nos resultados dos relatórios de ensaio.

#### 1.2. A superfície pode ser regada a partir da berma da pista ou por um sistema de rega incorporado no veículo ou no reboque de ensaio.

Se for utilizado um sistema de rega lateral, a superfície de ensaio deve ser regada durante pelo menos meia hora antes do ensaio para que o pavimento e a água fiquem à mesma temperatura. Recomenda-se que se continue a rega lateral da pista durante o ensaio.

A espessura da película de água deve estar compreendida entre 0,5 e 2,0 mm.

#### 1.3. O vento não deve perturbar a rega da pista (são permitidos para-ventos).

A temperatura do pavimento molhado deve estar compreendida entre 5 e 35 °C e não deve variar mais de 10 °C durante o ensaio.

#### 1.4. A fim de abranger toda a gama de dimensões dos pneus destinados a serem montados em veículos comerciais, utilizam-se três dimensões do pneu de ensaio de referência normalizado (SRTT) para medir o índice relativo de aderência em pavimento molhado:

a) SRTT 315/70R22,5 LI=154/150, ASTM F2870

b) SRTT 245/70R19,5 LI=136/134, ASTM F2871

c) SRTT 225/75 R 16 C LI=116/114, ASTM F2872

Utilizam-se as três dimensões do pneu de ensaio de referência normalizado para medir o índice relativo de aderência em pavimento molhado, como indicado no quadro seguinte:

Para pneus C3	
Família estreita $S_{\text{Nominal}} < 285 \text{ mm}$	Família larga $S_{\text{Nominal}} \geq 285 \text{ mm}$
SRTT 245/70R19.5 LI=136/134	SRTT 315/70R22.5 LI=154/150

Para pneus C2  
SRTT 225/75 R 16 C LI=116/114

$S_{\text{Nominal}}$  = largura nominal da secção do pneu

## 2. PROCEDIMENTO DE ENSAIO

O desempenho comparativo da aderência em pavimento molhado deve ser determinado mediante recurso a:

- a) Um reboque ou um veículo especialmente concebido para a avaliação de pneus; ou
- b) Um veículo de série (das categorias  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $N_1$ ,  $N_2$  ou  $N_3$ ), de acordo com a definição da Resolução consolidada sobre a construção de veículos (RE3), constante do documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, para. 2.

### 2.1. Procedimento com um reboque ou com um veículo especialmente concebido para a avaliação de pneus

#### 2.1.1. As medições são efetuadas em pneus a) montados num reboque atrelado a um veículo ou a um veículo de ensaio de pneus.

O travão na posição de ensaio é acionado com firmeza até que um binário de travagem suficiente produza a força de travagem máxima que irá ocorrer antes do bloqueio das rodas a uma velocidade de ensaio de 50 km/h. O reboque atrelado a um veículo trator ou o veículo de avaliação de pneus devem cumprir os seguintes requisitos:

- 2.1.1.1. Ter capacidade para exceder o limite superior da velocidade de ensaio (50 km/h) e para manter uma velocidade de ensaio de  $50 \pm 2 \text{ km/h}$  inclusive no momento de aplicação da força máxima de travagem;
- 2.1.1.2. Estar equipados com um eixo com uma posição de ensaio, dotado de um sistema hidráulico de travagem e de um sistema de acionamento que possa ser comandado, na posição de ensaio, a partir do veículo trator, se necessário. O sistema de travagem deve poder fornecer um binário de travagem suficiente para alcançar o coeficiente de força de travagem máxima para toda a gama de dimensões de pneus e de cargas previstas nos ensaios;
- 2.1.1.3. Ser capazes de manter, durante todo o ensaio, os valores de alinhamento longitudinal (convergente ou divergente) e de sopé do pneu e roda ensaiados num intervalo de  $\pm 0,5^\circ$  dos valores obtidos em carga em condições estáticas;

#### 2.1.1.4. No caso de ser incorporado um sistema de rega da pista:

O sistema de rega deve ser concebido de modo que os pneus e o pavimento da pista à frente dos pneus sejam molhados antes do início da travagem e durante toda a duração do ensaio. O dispositivo pode estar equipado com um sistema de rega do pavimento, à exceção do depósito de armazenagem, que, no caso do reboque, está montado no veículo trator. A água aplicada ao pavimento diante dos pneus de ensaio provém de um bocal adequadamente concebido para assegurar que a camada de água que o pneu de ensaio encontra tem uma secção transversal uniforme à velocidade do ensaio, com um mínimo de salpicos e pulverização.

A configuração e a posição do bocal devem assegurar que os jatos de água são dirigidos para o pneu de ensaio e apontados para o pavimento a um ângulo de 15° a 30°. A água é projetada para o pavimento a uma distância de 0,25 m a 0,5 m adiante do centro da zona de contacto do pneu. O bocal deve estar situado a 100 mm acima do pavimento, ou à altura mínima necessária para passar os obstáculos que o veículo de ensaio possa encontrar, mas não deve, em qualquer caso, estar a mais de 200 mm acima do pavimento. A camada de água deve ser, no mínimo, 25 mm mais larga do que o piso do pneu de ensaio e aplicada de modo que o pneu esteja situado centralmente entre os bordos. O volume de água por unidade de largura do pavimento molhado deve ser diretamente proporcional à velocidade de ensaio. A quantidade de água aplicada a 50 km/h é 14 l/s por metro de largura do pavimento molhado. Os valores nominais da taxa de aplicação de água devem ser mantidos em  $\pm 10\%$ .

#### 2.1.2. Procedimento de ensaio

##### 2.1.2.1. Montar os pneus de ensaio em jantes especificadas por um organismo de normalização de pneus e jantes reconhecido, tal como indicado no anexo 6, apêndice 4, do presente regulamento. Garantir uma boa sede de talão mediante a utilização de um lubrificante adequado. A utilização excessiva de lubrificante deve ser evitada para impedir que o pneu deslize na jante da roda.

Verificar os pneus de ensaio para a pressão de enchimento especificada à temperatura ambiente (a frio), imediatamente antes do ensaio. Para a finalidade desta norma, a pressão de enchimento a frio dos pneus de ensaio  $P_t$  é calculada do seguinte modo:

$$P_t = P_r \times \left( \frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1,25}$$

Em que:

$P_r$  = Pressão de enchimento marcada no flanco. Se  $P_r$  não estiver marcada no flanco, referir-se à pressão especificada nos manuais de pneus aplicáveis correspondente à capacidade de carga máxima em rodado simples.

$Q_t$  = Carga do ensaio estático do pneu

$Q_r$  = Massa máxima associada ao índice de capacidade de carga do pneu

##### 2.1.2.2. Para a rodagem dos pneus devem efetuar-se dois ensaios de travagem. O pneu deve ser condicionado durante um período mínimo de duas horas junto à pista de ensaio de modo a estabilizar à temperatura ambiente da zona da pista de ensaio. O ou os pneus não devem ser expostos à luz solar direta durante o condicionamento.

##### 2.1.2.3. As condições de carga de ensaio devem ser de $75 \pm 5$ por cento do valor correspondente ao índice de carga.

##### 2.1.2.4. Pouco antes do ensaio, condiciona-se o pavimento efetuando pelo menos 10 provas do ensaio de travagem a 50 km/h na parte da pista a ser usada para o programa de ensaios de desempenho com pneus que não sejam utilizados nesse programa.

##### 2.1.2.5. Imediatamente antes do ensaio, a pressão de enchimento do pneu deve ser verificada e, se necessário, corrigida de acordo com os valores indicados no ponto 2.1.2.1.

##### 2.1.2.6. A velocidade de ensaio deve ser de $50 \pm 2$ km/h, sendo necessário mantê-la dentro destes limites durante a prova.



- 2.1.2.7. Cada série de ensaios deve ser efetuada no mesmo sentido tanto para o pneu submetido a ensaio como para o SRTT de referência com o qual o seu desempenho vai ser comparado.
- 2.1.2.8. Despeja-se água no pavimento à frente do pneu de ensaio, aproximadamente 0,5 s antes do acionamento do travão (para o sistema de rega interno). Os travões da roda de ensaio devem ser aplicados de modo que a força de travagem máxima seja alcançada num intervalo de 0,2 a 1,0 s após o acionamento do travão.
- 2.1.2.9. No caso de pneus novos, rejeitam-se as duas primeiras provas do ensaio de travagem para a rodagem dos pneus.
- 2.1.2.10. Para a avaliação do desempenho de qualquer pneu em comparação com o SRTT, o ensaio de travagem deve ser efetuado na mesma zona do terreno de ensaio.
- 2.1.2.11. A ordem de ensaio é a seguinte:

R1 — T — R2

Em que:

R1 = ensaio inicial do SRTT,

R2 = ensaio de repetição do SRTT, e

T = ensaio do pneu candidato a avaliar.

Podem ser ensaiados no máximo três pneus candidatos antes de se repetir o ensaio do SRTT, como se indica no exemplo seguinte:

R1 — T1 — T2 — T3 — R2

- 2.1.2.12. Calcula-se o coeficiente de força de travagem máxima,  $\mu_{\text{peak}}$ , para cada ensaio utilizando a seguinte equação:

$$\mu(t) = \frac{|f_h(t)|}{|f_v(t)|} \quad (1)$$

Em que:

$\mu(t)$  = coeficiente de força de travagem dinâmica do pneu em tempo real,

$f_h(t)$  = força de travagem dinâmica em tempo real, N,

$f_v(t)$  = carga vertical dinâmica em tempo real, N

Utilizando a equação (1) para o coeficiente de força de travagem dinâmica do pneu, calcular o coeficiente de força de travagem máxima,  $\mu_{\text{peak}}$  determinando o valor mais elevado de  $\mu(t)$  antes de ocorrer o bloqueio da roda. Os sinais analógicos devem ser filtrados para remover ruído. Os sinais registados digitalmente podem ser filtrados utilizando a técnica da média móvel.

Calcular os valores médios do coeficiente de travagem máxima ( $\mu_{\text{peak, ave}}$ ) determinando as médias de quatro provas repetidas válidas ou mais para cada conjunto de ensaio e pneus de referência para cada condição de ensaio, desde que os ensaios sejam completados no mesmo dia.

## 2.1.2.13. Validação de resultados

Para o pneu de referência:

Se o coeficiente de variação do coeficiente de travagem máxima, calculado pelo «desvio padrão/média × 100» do pneu de referência, for superior a 5 %, rejeitar todos os dados e repetir o ensaio para o pneu de referência.

Para os pneus candidatos:

Os coeficientes de variação (desvio-padrão/média × 100) são calculados para todos os pneus candidatos. Se um coeficiente de variação for superior a 5 %, rejeitar os dados relativos a esse pneu candidato e repetir o ensaio.

Se R 1 é a média do coeficiente de travagem máxima no primeiro ensaio do pneu de referência, R 2 é a média do coeficiente de travagem máxima no segundo ensaio do pneu de referência, efetuam-se as seguintes operações de acordo com a seguinte tabela:

Sendo o número de jogos de pneus candidatos entre duas provas consecutivas do pneu de referência:	e o jogo de pneus candidatos a ser qualificado:	calcula-se então «Ra» aplicando o seguinte:
1 ↓ R1 — T1 — R2	T1	Ra = 1/2 (R1 + R2)
2 ↓ R1 — T1 — T2 — R2	T1 T2	Ra = 2/3 R1 + 1/3 R2 Ra = 1/3 R1 + 2/3 R2
3 ↓ R1 — T1 — T2 — T3 — R2	T1 T2 T3	Ra = 3/4 R1 + 1/4 R2 Ra = 1/2 (R1 + R2) Ra = 1/4 R1 + 3/4 R2

## 2.1.2.14. O índice de aderência em pavimento molhado (G) é calculado como segue:

$$\text{Índice de aderência em pavimento molhado (G)} = \mu_{\text{peak,ave}} (T) / \mu_{\text{peak,ave}} (R)$$

É o índice relativo de aderência em pavimento molhado atinente ao desempenho de travagem do pneu candidato (T) comparado com o pneu de referência (R).

## 2.2. Ensaio com um veículo de série

2.2.1. O veículo utilizado deve ter dois eixos e estar equipado com um sistema de travagem antibloqueio (por exemplo, veículo de série das categorias M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> ou N<sub>3</sub>). O ABS deve continuar a cumprir os requisitos de utilização da aderência definidos nos regulamentos, conforme adequado, e deve ser comparável e constante durante todos os ensaios com os diferentes pneus montados.

## 2.2.1.1. Equipamento de medição

O veículo deve ser equipado com um sensor adequado para a medição da velocidade sobre um pavimento molhado e da distância percorrida entre duas velocidades.

Para medir a velocidade do veículo, deve utilizar-se uma quinta roda, ou um sistema de medição da velocidade sem contacto.

Devem ser respeitadas as seguintes tolerâncias:

- a) Para medições da velocidade:  $\pm 1 \%$  de velocidade ou  $\pm 0,5$  km/h, segundo a que for maior;
- b) Para medições da distância:  $\pm 1 \times 10^{-1}$  m.

Pode ser utilizado no interior do veículo um ecrã que indique a velocidade medida ou a diferença entre a velocidade medida e a velocidade de referência para o ensaio, de modo que o condutor possa regular a velocidade do veículo.

Pode também ser usado um sistema de aquisição de dados para armazenar as medições.

## 2.2.2. Procedimento de ensaio

Começando com uma velocidade inicial definida, os travões são aplicados a intensidade suficiente sobre os dois eixos ao mesmo tempo para ativar o ABS.

- 2.2.2.1. A desaceleração média (AD) é calculada entre duas velocidades pré-definidas, com uma velocidade inicial de 60 km/h e a uma velocidade final de 20 km/h.

### 2.2.2.2. Equipamento do veículo

No eixo traseiro podem ser montados dois ou quatro pneus.

Para o ensaio do pneu de referência, ambos os eixos são equipados com pneus de referência (quatro ou seis no total, consoante a escolha acima referida).

Para o ensaio dos pneus candidatos, admitem-se três configurações de montagem:

- a) «Configuração 1»: Pneus candidatos nos eixos dianteiros e traseiros: é a configuração normal a utilizar sempre que possível;
- b) «Configuração 2»: Pneus candidatos no eixo dianteiro e pneus de referência e ou pneus de controlo no eixo traseiro: autorizado no caso de não ser possível montar o pneu candidato na posição da retaguarda;
- c) «Configuração 3»: pneus candidatos no eixo traseiro e pneus de referência ou pneus de controlo no eixo dianteiro: autorizado no caso de não ser possível montar o pneu candidato na posição dianteira;

### 2.2.2.3. Pressão de enchimento do pneu

- a) Para uma carga vertical superior ou igual a 75 % da capacidade de carga do pneu, a pressão de enchimento de ensaio « $P_t$ » calcula-se como segue:

$$P_t = P_r \cdot (Q_t/Q_r)^{1,25}$$

$P_r$  = Pressão de enchimento marcada no flanco. Se  $P_r$  não estiver marcada no flanco, referir-se à pressão especificada nos manuais de pneus aplicáveis correspondente à capacidade de carga máxima em rodado simples.

$Q_t$  = carga do ensaio estático do pneu

$Q_r$  = massa máxima associada ao índice de capacidade de carga do pneu

- b) Para uma carga vertical inferior a 75 % da capacidade de carga do pneu, a pressão de enchimento de ensaio « $P_t$ » calcula-se como segue:

$$P_t = P_r \cdot (0,75)^{1,25} = (0,7) \cdot P_r$$

$P_r$  = Pressão de enchimento marcada no flanco.

Se  $P_r$  não estiver marcada no flanco, referir-se à pressão especificada nos manuais de pneus aplicáveis correspondente à capacidade de carga máxima em rodado simples.

Verifica-se a pressão dos pneus imediatamente antes do ensaio, à temperatura ambiente.

#### 2.2.2.4. Carga dos pneus

A carga estática sobre cada eixo deve permanecer constante durante todo o procedimento de ensaio. A carga estática sobre cada pneu deve situar-se entre 60 % e 100 % da capacidade de carga do pneu candidato. Este valor não deve exceder 100 % da capacidade de carga do pneu de referência.

As cargas dos pneus sobre o mesmo eixo não podem apresentar mais de 10 % de diferença.

O recurso à montagem, de acordo com configurações 2 e 3 deve cumprir os seguintes requisitos adicionais:

Configuração 2: carga do eixo dianteiro > carga no eixo traseiro

No eixo traseiro podem ser montados dois ou quatro pneus.

Configuração 3: carga do eixo traseiro > carga no eixo dianteiro  $\times$  1,8

#### 2.2.2.5. Preparação e rodagem dos pneus

- 2.2.2.5.1. O pneu de ensaio deve ser montado na jante de ensaio declarada pelo fabricante dos pneus.

Garantir uma boa sede de talão mediante a utilização de um lubrificante adequado. A utilização excessiva de lubrificante deve ser evitada para impedir que o pneu deslize na jante da roda.

- 2.2.2.5.2. Colocam-se os pneus de ensaio montados num local durante, no mínimo, duas horas, de modo a ficarem todos à mesma temperatura ambiente antes do ensaio, protegendo-os do sol para evitar o aquecimento excessivo devido à radiação solar. Para a rodagem dos pneus efetuam-se duas provas do ensaio de travagem.

- 2.2.2.5.3. Condicionar o pavimento, mediante a realização de, pelo menos, dez provas de ensaio com pneus não utilizados no programa de ensaio a uma velocidade inicial igual ou superior a 65 km/h (que é superior à velocidade inicial de ensaio para garantir o condicionamento de um troço de pista suficientemente comprido).

#### 2.2.2.6. Procedimento

- 2.2.2.6.1. Em primeiro lugar, montar o jogo de pneus de referência no veículo.

O veículo acelera na zona de partida até  $65 \pm 2$  km/h.

O acionamento dos travões na via é efetuado sempre no mesmo local, com uma tolerância de 5 metros e 0,5 metros longitudinais e transversais, respetivamente.

2.2.2.6.2. Conforme com o tipo de transmissão, há dois casos possíveis:

a) Caixa de velocidades manual

Assim que o condutor está na zona de medição e tendo atingido  $65 \pm 2$  km/h, alivia-se a embraiagem e prime-se o pedal do travão a fundo, mantendo-o assim durante o tempo necessário para executar a medição.

b) Transmissão automática

Assim que o condutor está na zona de medição e tendo atingido  $65 \pm 2$  km/h, seleciona-se o ponto morto e prime-se o pedal do travão a fundo, mantendo-o assim durante o tempo necessário para executar a medição.

A ativação automática dos travões pode ser efetuada mediante um sistema de deteção constituído por duas partes, uma indexada à pista de ensaio e outra a bordo do veículo. Neste caso, a travagem é feita de forma mais rigorosa no mesmo troço da pista.

Se uma das condições acima referidas não for satisfeita ao proceder-se a uma medição (tolerância de velocidade, tempo de travagem, etc.), a medição é rejeitada e é feita uma nova medição.

2.2.2.6.3. Ordem de passagem

Exemplos:

A ordem aplicável a um ensaio de três jogos de pneus candidatos (T1 a T3), mais um pneu de referência (R), é a seguinte:

R — T1 — T2 — T3 — R

A ordem aplicável a um ensaio de cinco jogos de pneus candidatos (T1 a T5), mais um pneu de referência (R), é a seguinte:

R — T1 — T2 — T3 — R -T4 — T5 — R

2.2.2.6.4. Cada série de ensaios deve ser efetuada no mesmo sentido tanto para o pneu candidato como para o SRTT de referência com o qual o seu desempenho vai ser comparado.

2.2.2.6.5. Para cada ensaio e para pneus novos, as duas primeiras medições de travagem são rejeitadas.

2.2.2.6.6. Depois de terem sido efetuadas pelo menos três medições válidas na mesma direção, os pneus de referência são substituídos por um jogo de pneus candidatos (uma das três configurações apresentadas no ponto 2.2.2.2.) e efetuam-se seis medições válidas (no mínimo).

2.2.2.6.7. Uma vez ensaiados três jogos de pneus candidatos (no máximo) repete-se o ensaio do pneu de referência.

2.2.2.7. Tratamento dos resultados das medições

## 2.2.2.7.1. Cálculo da desaceleração média (AD)

Cada vez que a medição é repetida, a desaceleração média AD ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) é calculada pela seguinte fórmula:

$$AD = \frac{S_f^2 - S_i^2}{2d}$$

Em que d (m) é a distância percorrida entre a velocidade inicial  $S_i$  ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) e a velocidade final  $S_f$  ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

## 2.2.2.7.2. Validação de resultados

Para o pneu de referência:

Se o coeficiente de variação de «AD» de quaisquer dois grupos consecutivos de três provas de ensaio do pneu de referência for superior a 3 %, rejeitar todos os dados e repetir o ensaio para todos os pneus (pneus candidatos e pneu de referência). O coeficiente de variação é calculado do seguinte modo:

$$\frac{\text{desvio-padrão}}{\text{média}} \times 100$$

Para os pneus candidatos:

Os coeficientes de variação são calculados para todos os jogos de pneus candidatos.

$$\frac{\text{desvio-padrão}}{\text{média}} \times 100$$

Se um coeficiente de variação for superior a 3 %, rejeitar os dados relativos a esse pneu candidato e repetir o ensaio.

## 2.2.2.7.3. Cálculo da «D média»

Se R 1 é a média dos valores de AD no primeiro ensaio do pneu de referência e R2 é a média dos valores de AD no segundo ensaio do pneu de referência, efetuam-se as seguintes operações de acordo com o quadro 1:

Ra é a média ajustada AD do pneu de referência.

Quadro 1

Número de jogos de pneus candidatos entre duas provas consecutivas do pneu de referência:	Jogo de pneus candidatos a qualificar:	Ra
1 R1-T1-R2	T1	$Ra = 1/2 (R1 + R2)$
2 R1-T1-T2-R2	T1	$Ra = 2/3 R1 + 1/3 R2$
	T2	$Ra = 1/3 R1 + 2/3 R2$
3 R1-T1-T2-T3-R2	T1	$Ra = 3/4 R1 + 1/4 R2$
	T2	$Ra = 1/2 (R1 + R2)$
	T3	$Ra = 1/4 R1 + 3/4 R2$

## 2.2.2.7.4. Cálculo do coeficiente de força de travagem (BFC)

BFC(R) e BFC(T) são calculados de acordo com o quadro 2:

Quadro 2

Tipo de pneu:	Coefficiente de força de travagem
Pneu de referência	BFC(R) = Ra/g
Pneu candidato	BFC(T) = Ta/g

g é a aceleração devida à gravidade (arredondar a 9,81 m·s<sup>-2</sup>).

Ta (a = 1, 2, etc.) é a média dos valores AD para o ensaio de um pneu candidato.

## 2.2.2.7.5. Cálculo do índice de desempenho da aderência em pavimento molhado do pneu candidato

O índice de aderência em pavimento molhado representa o desempenho relativo do pneu candidato em comparação com o pneu de referência. A forma de o obter depende da configuração do ensaio, em conformidade com o ponto 2.2.2.2. do presente anexo. Calcula-se o índice de aderência em pavimento molhado do pneu tal como se indica no quadro 3:

Quadro 3

Configuração C1: pneus candidatos nos dois eixos	$\text{Índice de aderência em pavimento molhado} = \frac{\text{BFC(T)}}{\text{BFC(R)}}$
Configuração C2: pneus candidatos no eixo dianteiro e pneus de referência no eixo traseiro:	$\text{Índice de aderência em pavimento molhado} = \frac{\text{BFC(T)} [a + b + h \cdot \text{BFC(R)}] - a \cdot \text{BFC(R)}}{\text{BFC(R)} [b + h \cdot \text{BFC(T)}]}$
Configuração C3: pneus de referência no eixo dianteiro e pneus candidatos no eixo traseiro	$\text{Índice de aderência em pavimento molhado} = \frac{\text{BFC(T)} [-a - b + h \cdot \text{BFC(R)}] + B \cdot \text{BFC(R)}}{\text{BFC(R)} [-a + h \cdot \text{BFC(T)}]}$

Em que:

«G»: é o centro de gravidade do veículo carregado

«m»: é a massa (em quilogramas) do veículo carregado

«a»: é a distância horizontal entre o eixo dianteiro e o centro de gravidade do veículo carregado (m)

«b»: é a distância horizontal entre o eixo traseiro e o centro de gravidade do veículo carregado

«h»: é a distância vertical entre o nível do solo e o centro de gravidade do veículo carregado (m)

N.B. Quando «h» não é conhecido com exatidão, aplicam-se os valores da hipótese mais desfavorável: 1,2 para a configuração C2, e 1,5 para a configuração C3

«γ»: aceleração do veículo carregado (m·s<sup>-2</sup>)

«g»: aceleração devida à gravidade (m·s<sup>-2</sup>)

«X1»: é a reação longitudinal (direção X) do pneu dianteiro na estrada

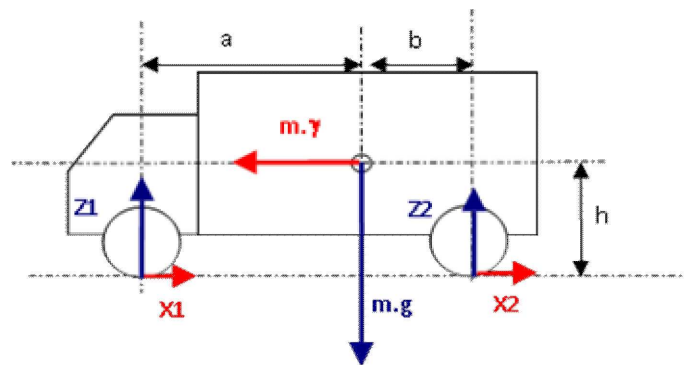
«X2»: é a reação longitudinal (direção X) do pneu traseiro na estrada

«Z1»: é a reação normal (direção Z) do pneu dianteiro na estrada

«Z2»: é a reação normal (direção Z) do pneu traseiro na estrada

Figura 1

### Explicação da nomenclatura relativa ao índice de aderência do pneu



- 2.2.2.8. Comparação de desempenho de aderência em pavimento molhado de um pneu candidato e de um pneu de referência utilizando um pneu de controlo

Quando a dimensão do pneu candidato difere significativamente a dimensão do pneu de referência, pode não ser possível realizar uma comparação direta no mesmo veículo. Este método utiliza um pneu intermédio, doravante denominado pneu de controlo.

- 2.2.2.8.1. O princípio assenta na utilização de um pneu de controlo e de dois veículos diferentes para comparar um pneu candidato com um pneu de referência.

Um veículo é equipado com o pneu de referência e o pneu de controlo e o outro com o pneu de controlo e o pneu candidato. Todas as condições são conformes aos pontos 2.2.1.2 a 2.2.2.5 acima.

- 2.2.2.8.2. A primeira avaliação consiste numa comparação entre o pneu de controlo e o pneu de referência. O resultado (índice de aderência em pavimento molhado 1) representa a eficiência relativa do pneu de controlo em comparação com o pneu de referência.

- 2.2.2.8.3. A segunda avaliação consiste numa comparação entre o pneu candidato e o pneu de controlo. O resultado (índice de aderência em pavimento molhado 2) representa a eficiência relativa do pneu candidato em comparação com o pneu de controlo.

A segunda avaliação é feita na mesma pista que a primeira e no prazo máximo de uma semana. A temperatura do pavimento molhado deve situar-se num intervalo de  $\pm 5$  °C relativamente à temperatura da primeira avaliação. O jogo de pneus de controlo (4 ou 6 pneus) é fisicamente o mesmo conjunto utilizado para a primeira avaliação.

- 2.2.2.8.4. Deduz-se o índice de aderência em pavimento molhado do pneu candidato em comparação com o pneu de referência multiplicando as eficiências relativas calculadas acima:

(Índice de aderência em pavimento molhado 1 · Índice de aderência em pavimento molhado 2)



*Nota:* Se, no procedimento de ensaio, o perito decidir utilizar um pneu SRTT como pneu de controlo (ou seja, comparar dois SRTT diretamente em vez de comparar um SRTT com um pneu de controlo), o resultado da comparação entre os SRTT é denominado «fator de desvio local».

Admite-se a utilização de uma comparação SRTT anterior.

Os resultados da comparação devem ser verificados regularmente.

#### 2.2.2.8.5. Seleção de um jogo de pneus enquanto jogo de pneus de controlo

Um jogo de «pneus de controlo» é um grupo de pneus idênticos produzidos na mesma fábrica num período de uma semana.

#### 2.2.2.8.6. Pneus de controlo e pneus de referência

Antes da primeira avaliação (pneu de controlo/pneu de referência), podem ser aplicadas condições normais de armazenagem. É necessário que todos os pneus de um jogo de pneus de controlo tenham sido armazenados nas mesmas condições.

#### 2.2.2.8.7. Armazenagem de pneus de controlo

Logo que o jogo de pneus de controlo tenha sido avaliado em comparação com o pneu de referência, são aplicáveis condições de armazenamento específicas à substituição de pneus de controlo.

#### 2.2.2.8.8. Substituição dos pneus de referência e dos pneus de controlo

Se os ensaios derem origem a desgaste irregular ou danos, ou o desgaste influenciar os respetivos resultados, o pneu deixa de ser utilizado.

—





N.º		1		2		3		4		5	
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
Média AD (m/s <sup>2</sup> )											
Desvio-padrão (m/s <sup>2</sup> )											
Validação de resultados Coeficiente de variação (%) < 3 %											
Média ajustada AD do pneu de referência: R <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )											
BFC(R) pneu de referência (SRTT16)											
BFC(T) pneu candidato											
Índice de aderência em pa- vimento molhado (%)											

## ANEXO 6

**MÉTODO DE ENSAIO PARA MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO**

## 1. MÉTODOS DE ENSAIO

O presente regulamento prevê os métodos de medição alternativos a seguir indicados. A escolha de um determinado método é deixada ao critério de quem efetua o ensaio. Para cada método de ensaio as medições devem ser convertidas numa força que atua na interface pneu/tambor. Os parâmetros medidos são os seguintes:

- a) No método da força: a força de reação medida ou convertida no veio da roda <sup>(1)</sup>;
- b) No método do binário: o binário de entrada medido no tambor de ensaio <sup>(2)</sup>;
- c) No método da desaceleração: a medição da desaceleração do tambor de ensaio e do conjunto pneu/roda; <sup>(2)</sup>
- d) No método da potência: a medição da potência transmitida ao tambor de ensaio. <sup>(2)</sup>

## 2. EQUIPAMENTO DE ENSAIO

## 2.1. Especificações do tambor

## 2.1.1. Diâmetro

O banco de ensaio deve possuir um volante de inércia cilíndrico (tambor) com um diâmetro de, pelo menos, 1,7 metros.

Os valores  $F_r$  e  $C_r$  devem ser expressos em relação a um tambor com um diâmetro de 2,0 m. Se for usado um tambor com um diâmetro diferente de 2,0 m, deve ser efetuado um ajustamento da correlação de acordo com o método referido no ponto 6.3 do presente anexo.

## 2.1.2. Superfície

A superfície do tambor deve ser em aço liso. Em alternativa, a fim de melhorar a precisão da leitura no ensaio com alívio, também pode ser utilizada uma superfície texturizada, a qual deve ser mantida limpa.

Os valores  $F_r$  e  $C_r$  devem ser expressos em relação à superfície «lisa» do tambor. Se for usada uma superfície de tambor texturizada, ver apêndice 1, ponto 7.

## 2.1.3. Largura

A largura da superfície de ensaio do tambor deve ser superior à largura da superfície de contacto do pneu.

## 2.2. Jante de medida (ver apêndice 2)

O pneu deve ser montado numa jante de medida de aço ou de liga leve, como segue:

- a) Para os pneus das classes C1, a largura da jante deve ser a definida na norma ISO 4000-1:2010;
- b) Para os pneus das classes C2 e C3, a largura da jante deve ser a definida na norma ISO 4209-1:2001.

<sup>(1)</sup> Este valor medido inclui igualmente as perdas por atrito dos rolamentos e aerodinâmicas da roda e do pneu que são também consideradas para a interpretação subsequente dos dados.

<sup>(2)</sup> O valor medido pelos métodos do binário, da desaceleração e da potência inclui igualmente as perdas por atrito dos rolamentos e aerodinâmicas da roda e do pneu que são também consideradas para a interpretação subsequente dos dados.

Nos casos em que a largura não esteja definida nas referidas normas ISO, pode utilizar-se a largura da jante conforme definida por uma das organizações de normalização especificadas no apêndice 4.

### 2.3. Carga, alinhamento, controlo e precisão dos instrumentos de medida

A medição destes parâmetros deve ser suficientemente exata e precisa a fim de fornecer os dados de ensaio necessários. Os respetivos valores específicos são apresentados no apêndice 1.

### 2.4. Ambiente térmico

#### 2.4.1. Condições de referência

A temperatura ambiente de referência, medida a uma distância não inferior a 0,15 m, mas não superior a 1 m, do flanco do pneu deve ser de 25 °C.

#### 2.4.2. Condições alternativas

Se a temperatura ambiente do ensaio for diferente da temperatura ambiente de referência, a medição da resistência ao rolamento deve ser corrigida para a temperatura ambiente de referência, em conformidade com o ponto 6.2 do presente anexo.

#### 2.4.3. Temperatura da superfície do tambor.

Devem ser tomadas medidas para assegurar que a temperatura da superfície do tambor de ensaio é a mesma que a temperatura ambiente no início do ensaio.

## 3. CONDIÇÕES DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

### 3.1. Generalidades

O ensaio consiste numa medição da resistência ao rolamento em que o pneu é insuflado e se deixa a pressão de enchimento aumentar, ou seja, «com a válvula do ar fechada».

### 3.2. Velocidades de ensaio

O valor é obtido à velocidade adequada do tambor, especificada no quadro 1.

Quadro 1

#### Velocidades de ensaio (em km/h)

Classe de pneus	C1	C2 e C3	C3	
Índice de carga	Todos	LI ≤ 121	LI > 121	
Símbolo de velocidade	Todos	Todos	J 100 km/h e inferior ou pneus sem marcação de símbolo de velocidade	K 110 km/h e superior
Velocidade	80	80	60	80

## 3.3. Carga de ensaio

A carga de ensaio normal é calculada a partir dos valores indicados no quadro 2 e deve ser mantida nos limites da tolerância indicada no apêndice 1.

## 3.4. Pressão de enchimento de ensaio

A pressão de enchimento deve estar em conformidade com a que é indicada no quadro 2 e deve ser limitada com a precisão indicada no ponto 4 do apêndice 1 do presente anexo.

Quadro 2

**Cargas e pressões de enchimento para os ensaios**

Classe de pneus	C1 <sup>(a)</sup>		C2, C3
	Carga normal	Reforçado ou carga extraordinária	
Carga — % de capacidade de carga máxima	80	80	85 <sup>(b)</sup> (% de carga no pneu em rodado simples)
Pressão de enchimento kPa	210	250	Correspondente à capacidade de carga máxima para uso em rodado simples <sup>(c)</sup>

Nota: A pressão de enchimento deve ser limitada com a precisão indicada no ponto 4 do apêndice 1 do presente anexo.

<sup>(a)</sup> No caso dos pneus para automóveis ligeiros de passageiros pertencentes a categorias não contempladas na norma ISO 4000-1:2010, a pressão de enchimento deve ser a pressão recomendada pelo fabricante do pneu, correspondente à capacidade de carga máxima do pneu, reduzida de 30 kPa.

<sup>(b)</sup> Em percentagem da carga em rodado simples, ou 85 % da capacidade de carga máxima em rodado simples especificada nos manuais de pneus aplicáveis se não estiver marcada no pneu.

<sup>(c)</sup> A pressão de enchimento marcada no flanco, ou se não estiver marcada no flanco, conforme especificada nos manuais de pneus aplicáveis e correspondente à capacidade de carga máxima em rodado simples.

## 3.5. Duração e velocidade

Quando é escolhido o método da desaceleração, são aplicáveis os seguintes requisitos:

- a) A desaceleração  $j$  é determinada de modo diferencial  $d\omega/dt$  ou discreto  $\Delta\omega/\Delta t$ , em que  $\omega$  é a velocidade angular e  $t$  é o tempo;

Se for utilizado o modo diferencial  $d\omega/dt$  é utilizada, são aplicáveis as recomendações do apêndice 5 do presente anexo;

- b) Para a duração  $\Delta t$ , os incrementos de tempo não devem exceder 0,5 s;

- c) Nenhuma variação da velocidade do tambor de ensaio pode exceder 1 km/h durante um incremento de tempo.

## 4. PROCEDIMENTO DE ENSAIO

## 4.1. Generalidades

As fases do procedimento de ensaio descritas a seguir devem ser seguidas pela ordem indicada.

## 4.2. Condicionamento térmico

O pneu insuflado deve ser colocado no ambiente térmico do local de ensaio durante um mínimo de:

- a) 3 horas no caso dos pneus da classe C1;
- b) 6 horas no caso de pneus das classes C2 e C3.

## 4.3. Ajustamento da pressão

Após o condicionamento térmico, a pressão de enchimento deve ser ajustada para a pressão de ensaio e verificada 10 minutos após o ajustamento ter sido efetuado.

## 4.4. Aquecimento

A duração do aquecimento é especificada no quadro 3.

Quadro 3

**Duração do aquecimento**

Classe de pneus	C1	C2 e C3 LI ≤ 121	C3 LI > 121	
			< 22,5	≥ 22,5
Diâmetro nominal da jante	Todos	Todos	< 22,5	≥ 22,5
Duração do aquecimento	30 min.	50 min.	150 min.	180 min.

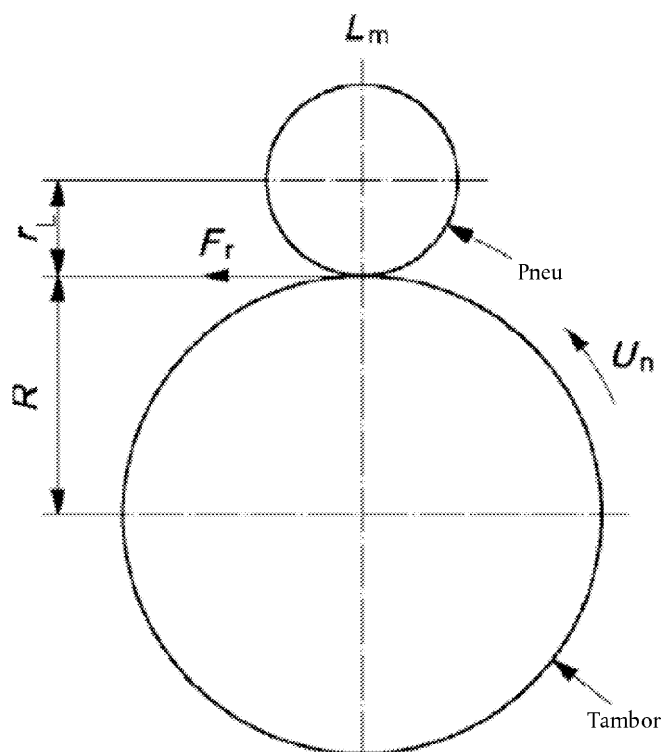
## 4.5. Medição e registo

Deve medir-se e registar-se o seguinte (ver figura 1):

- a) Velocidade de ensaio  $U_n$ ;
- b) Carga sobre o pneu perpendicular à superfície do tambor  $L_m$ ;
- c) Pressão de enchimento no início do ensaio conforme definido no ponto 3.3 acima;
- d) Coeficiente de resistência ao rolamento medido  $C_r$  e seu valor corrigido  $C_{rc}$ , a 25 °C e para um tambor com diâmetro de 2 m;
- e) Distância do eixo do pneu à superfície exterior do tambor em estado estacionário  $r_L$ ;
- f) Temperatura ambiente  $t_{amb}$ ;
- g) Raio R do tambor de ensaio;
- h) Método de ensaio escolhido;
- i) Jante de ensaio (dimensões e material);
- j) Dimensão do pneu, fabricante, tipo, número de identificação (se existir), símbolo de velocidade, índice de carga, número DOT (*Department of Transportation*).



Figura 1



Todas as grandezas mecânicas (forças, binários) serão orientadas de acordo com os sistemas de eixos especificados na norma ISO 8855:1991.

Os pneus direcionais devem ser rodados no seu sentido de rotação especificado.

#### 4.6. Medição das perdas parasitas

As perdas parasitas devem ser determinadas através de um dos seguintes tipos de procedimentos indicados nos pontos 4.6.1 ou 4.6.2 abaixo.

##### 4.6.1. Leitura do ensaio com alívio

A leitura do ensaio com alívio obedece ao procedimento a seguir:

- a) Reduzir a carga para manter o pneu à velocidade de ensaio sem patinação <sup>(1)</sup>.

Os valores da carga devem ser os seguintes:

- i) Pneus da classe C1: valor recomendado: 100 N; não exceder 200 N;
  - ii) Pneus da classe C2: valor recomendado: 150 N; não deve exceder 200 N nas máquinas concebidas para a medição de pneus da classe C1 ou 500 N nas máquinas concebidas para pneus das classes C2 e C3;
  - iii) Pneus da classe C3: valor recomendado: 400 N; não exceder 500 N;
- b) Registrar a força no veio  $F_r$ , o binário de entrada  $T_e$  ou a potência, consoante o que for aplicável; <sup>(1)</sup>
- c) Registrar a carga sobre o pneu perpendicular à superfície do tambor  $L_m$  <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Excetuando o método da força, o valor medido inclui as perdas por atrito dos rolamentos e aerodinâmicas da roda, do pneu e do tambor, que também devem ser consideradas. É sabido que o atrito dos rolamentos do veio e do tambor depende da carga aplicada. Por conseguinte, é diferente para a medição do sistema em carga e para a leitura do ensaio com alívio. Contudo, por razões de ordem prática, esta diferença pode ser ignorada.

#### 4.6.2. Método da desaceleração

O método da desaceleração aplica ao procedimento a seguir:

- a) Retirar o pneu da superfície de ensaio;
- b) Registrar a desaceleração do tambor de ensaio  $\Delta\omega_{D0}/\Delta t$  e a do pneu sem carga  $\Delta\omega_{T0}/\Delta t$  <sup>(1)</sup> ou registrar a desaceleração do tambor de ensaio  $j_{D0}$  e a do pneu sem carga  $J_{T0}$ , exata ou aproximadamente, em conformidade com o ponto 3.5.

#### 4.7. Tolerância para as máquinas que excedem o critério $\sigma_m$

As fases descritas nos pontos 4.3 a 4.5 acima devem ser efetuadas uma única vez se o desvio-padrão da medição, determinado em conformidade com o ponto 6.5 abaixo, for:

- a) igual ou inferior a 0,075 N/kN para os pneus das classes C1 e C2;
- b) não superior a 0,06 N/kN para os pneus da classe C3.

Se o desvio-padrão da medição exceder este critério, o processo de avaliação é repetido  $n$  vezes conforme descrito no ponto 6.5 abaixo. O valor da resistência ao rolamento registrado deve ser a média das  $n$  medições.

### 5. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

#### 5.1. Determinação das perdas parasitas

##### 5.1.1. Generalidades

O laboratório deve efetuar as medições descritas no ponto 4.6.1 acima para os métodos da força, do binário e da potência ou as descritas no ponto 4.6.2 acima para o método da desaceleração, a fim de determinar com precisão nas condições de ensaio (carga, velocidade, temperatura) o atrito no veio da roda, as perdas aerodinâmicas do pneu e da roda, o atrito dos rolamentos do tambor (e, consoante o caso, do motor e/ou da embraiagem) e as perdas aerodinâmicas do tambor.

As perdas parasitas relacionadas com a interface pneu/tambor  $F_{pi}$ , expressas em newtons, devem ser calculadas a partir da força  $F_t$ , do binário, da potência ou da desaceleração, conforme indicado nos pontos 5.1.2 a 5.1.5 abaixo.

##### 5.1.2. Método da força no veio da roda

Calcular:  $F_{pi} = F_t (1 + r_l/R)$

Em que:

$F_t$  é a força do veio da roda em newtons (ver ponto 4.6.1) acima,

$r_l$  é a distância do eixo do pneu à superfície exterior do tambor em estado estacionário, em metros,

$R$  é o raio do tambor de ensaio, em metros.

##### 5.1.3. Método do binário no eixo do tambor

Calcular:  $F_{pi} = T_t/R$

Em que:

$T_t$  é o binário de entrada em newtons-metros, determinado de acordo com o ponto 4.6.1,

$R$  é o raio do tambor de ensaio, em metros.

<sup>(1)</sup> Excetuando o método da força, o valor medido inclui as perdas por atrito dos rolamentos e aerodinâmicas da roda, do pneu e do tambor, que também devem ser consideradas. É sabido que o atrito dos rolamentos do veio e do tambor depende da carga aplicada. Por conseguinte, é diferente para a medição do sistema em carga e para a leitura do ensaio com alívio. Contudo, por razões de ordem prática, esta diferença pode ser ignorada.

## 5.1.4. Método da potência no eixo do tambor

$$\text{Calcular: } F_{pl} = \frac{3,6V \times A}{U_n}$$

Em que:

$V$  é o potencial elétrico aplicado à transmissão da máquina, em volts,

$A$  é a corrente elétrica absorvida pela transmissão da máquina, em amperes,

$U_n$  é a velocidade do tambor de ensaio, em quilómetros por hora.

## 5.1.5. Método da desaceleração

Calcular as perdas parasitas  $F_{pl}$ , em newtons

$$F_{pl} = \frac{I_D}{R} \left( \frac{\Delta\omega_{D0}}{\Delta t_0} \right) + \frac{I_T}{R_r} \left( \frac{\Delta\omega_{T0}}{\Delta t_0} \right)$$

Em que:

$I_D$  é a inércia do tambor de ensaio em rotação, em quilogramas-metro quadrado,

$R$  é o raio da superfície do tambor de ensaio, em metros,

$\omega_{D0}$  é a velocidade angular do tambor de ensaio, sem pneu, em radianos por segundo,

$\Delta t_0$  é o incremento de tempo selecionado para medição das perdas parasitas, sem pneu, em segundos,

$I_T$  é a inércia do veio, do pneu e da roda em rotação, em quilogramas-metro quadrado,

$R_r$  é o raio de rolamento do pneu, em metros;

$\omega_{T0}$  é a velocidade angular do pneu, sem carga, em radianos por segundo,

ou

$$F_{pl} = \frac{I_D}{R} j_{D0} + \frac{I_T}{R_r} j_{T0}$$

Em que:

$I_D$  é a inércia do tambor de ensaio em rotação, em quilogramas-metro quadrado,

$R$  é o raio da superfície do tambor de ensaio, em metros,

$j_{D0}$  é a desaceleração do tambor de ensaio, sem pneu, em radianos por segundo ao quadrado,

$I_T$  é a inércia do veio, do pneu e da roda em rotação, em quilogramas-metro quadrado,

$R_r$  é o raio de rolamento do pneu, em metros;

$j_{D0}$  é a desaceleração do pneu sem carga, em radianos por segundo ao quadrado,

## 5.2. Cálculo da resistência ao rolamento

## 5.2.1. Generalidades

A resistência ao rolamento  $F_r$ , expressa em newtons, é calculada utilizando os valores obtidos no ensaio do pneu nas condições especificadas na presente norma internacional subtraindo as perdas parasitas  $F_{pl}$ , obtidas de acordo com o prescrito no ponto 5.1 acima.

## 5.2.2. Método da força no veio da roda

A resistência ao rolamento  $F_r$ , em newtons, é calculada pela equação

$$F_r = F_t[1 + (r_L/R)] - F_{pl}$$

Em que:

$F_t$  é a força do veio da roda em newtons,

$F_{pl}$  é as perdas parasitas, calculadas de acordo com o ponto 5.1.2 acima,

$r_L$  é a distância do eixo do pneu à superfície exterior do tambor em estado estacionário, em metros;

$R$  é o raio do tambor de ensaio, em metros.

## 5.2.3. Método do binário no eixo do tambor

A resistência ao rolamento  $F_r$ , em newtons, é calculada mediante a equação

$$F_r = \frac{T_t}{R} - F_{pl}$$

Em que:

$T_t$  é o binário de entrada, em newton-metros,

$F_{pl}$  representa as perdas parasitas, calculadas de acordo com o ponto 5.1.3 acima,

$R$  é o raio do tambor de ensaio, em metros.

## 5.2.4. Método da potência no eixo do tambor

A resistência ao rolamento  $F_r$ , em newtons, é calculada pela equação:

$$F_r = \frac{3,6V \times A}{U_n} - F_{pl}$$

Em que:

$V$  = é o potencial elétrico aplicado à transmissão da máquina, em volts,

$A$  = é a corrente elétrica absorvida pela transmissão da máquina, em amperes,

$U_n$  = é a velocidade do tambor de ensaio, em quilómetros por hora,

$F_{pl}$  = representa as perdas parasitas, calculadas de acordo com o ponto 5.1.4 acima.

## 5.2.5. Método da desaceleração

A resistência ao rolamento  $F_r$ , em newtons, é calculada mediante a equação:  $F_r = \frac{I_D}{R} \left( \frac{\Delta\omega_v}{\Delta t_v} \right) + \frac{RI_T}{R^2} \left( \frac{\Delta\omega_v}{\Delta t_v} \right) - F_{pl}$

Em que:

$I_D$  é a inércia do tambor de ensaio em rotação, em quilogramas-metro quadrado,

$R$  é o raio da superfície do tambor de ensaio, em metros,

$F_{pl}$  representa as perdas parasitas, calculadas de acordo com o ponto 5.1.5 acima,

$\Delta t_v$  é o incremento de tempo selecionado para a medição, em segundos;

$\Delta\omega_v$  é o incremento de velocidade angular do tambor de ensaio, sem pneu, em radianos por segundo,

$I_T$  é a inércia do veio, do pneu e da roda em rotação, em quilogramas-metro quadrado,

$R_r$  é o raio de rolamento do pneu, em metros;

$F_r$  é a resistência ao rolamento, em newtons.

ou

$$F_r = \frac{I_D}{R} j_v + \frac{R I_T}{R_r^2} j_v - F_{pl}$$

Em que:

$I_D$  é a inércia do tambor de ensaio em rotação, em quilogramas-metro quadrado,

$R$  é o raio da superfície do tambor de ensaio, em metros,

$F_{pl}$  representa as perdas parasitas, calculadas de acordo com o ponto 5.1.5 acima,

$j_v$  é a desaceleração do tambor de ensaio, sem pneu, em radianos por segundo ao quadrado,

$I_T$  é a inércia do veio, do pneu e da roda em rotação, em quilogramas-metro quadrado,

$R_r$  é o raio de rolamento do pneu, em metros;

$F_r$  é a resistência ao rolamento, em newtons.

## 6. ANÁLISE DOS DADOS

### 6.1. Coeficiente de resistência ao rolamento

O coeficiente de resistência ao rolamento  $C_r$  é calculado dividindo a resistência ao rolamento pela carga aplicada ao pneu:

$$C_r = \frac{F_r}{L_m}$$

Em que:

$F_r$  é a resistência ao rolamento, em newtons,

$L_m$  é a carga de ensaio, em kN.

### 6.2. Correção da temperatura

Se forem inevitáveis medições a temperaturas diferentes de 25 °C (só são aceitáveis temperaturas não inferiores a 20 °C e não superiores a 30 °C), a correção para a temperatura é efetuada utilizando a equação abaixo, em que:

$F_{r25}$  é a resistência ao rolamento a 25 °C, em newtons:

$$F_{r25} = F_r [1 + K(t_{amb} - 25)]$$

Em que:

$F_r$  é a resistência ao rolamento, em newtons,

$t_{amb}$  é a temperatura ambiente, em graus Celsius,

$K$  é igual a:

0,008 para os pneus da classe C1

0,010 para os pneus das classes C2 e C3 com um índice de carga igual ou inferior a 121

0,006 para os pneus das classes C3 com um índice de carga superior a 121

### 6.3. Correção do diâmetro do tambor

Os resultados dos ensaios obtidos a partir de diferentes diâmetros do tambor devem ser comparados utilizando a seguinte fórmula teórica:

$$F_{r02} \cong KF_{r01}$$

Com:

$$K = \sqrt{\frac{(R_1/R_2)(R_2 + r_T)}{(R_1 + r_T)}}$$

Em que:

$R_1$  é o raio do tambor 1, em metros,

$R_2$  é o raio do tambor 2, em metros,

$r_T$  é metade do diâmetro nominal do pneu de projeto, em metros,

$F_{r01}$  é o valor da resistência ao rolamento medida no tambor 1, em newtons,

$F_{r02}$  é o valor da resistência ao rolamento medida no tambor 2, em newtons.

### 6.4. Resultado das medições

Quando  $n$  medições forem superiores a 1, se tal for exigido pelo disposto no ponto 4.6 acima, o resultado das medições deve ser a média dos valores  $C_r$  obtidos para as  $n$  medições após as correções descritas nos pontos 6.2 e 6.3 terem sido efetuadas.

### 6.5. O laboratório deve assegurar-se de que, com base num mínimo de três medições, a máquina mantém os seguintes valores de $\sigma_m$ , quando medidos num único pneu:

$\sigma_m \leq 0,075$  N/kN kN para os pneus das classes C1 e C2

$\sigma_m \leq 0,06$  N/kN para os pneus da classe C3

Caso o requisito acima mencionado para  $\sigma_m$  não seja cumprido, é aplicada a fórmula a seguir para determinar o número mínimo de medições  $n$  (arredondado para o valor do número inteiro imediatamente superior) exigidas para que a máquina seja considerada conforme ao presente regulamento.

$$n = (\sigma_m / x)^2$$

Em que:

$x = 0,075$  N/kN para os pneus das classes C1 e C2

$x = 0,06$  N/kN para os pneus da classe C3

Se for necessário medir o pneu diversas vezes, o conjunto pneu/roda deve ser retirado da máquina entre as sucessivas medições.

Se a operação de retirar/voltar a montar durar menos de 10 minutos, a duração do aquecimento indicada no ponto 4.3 acima pode ser reduzida a:

- 10 minutos para os pneus da classe C1;
- 20 minutos para os pneus da classe C2;
- 30 minutos para os pneus da classe C3.

- 6.6. A monitorização do pneu de controlo do laboratório deve ser efetuada a intervalos até um mês. A verificação deve incluir um mínimo de três medições independentes efetuadas durante esse período de um mês. A média das três medições efetuadas durante um dado período de um mês deve ser avaliada para verificar eventuais desvios de uma avaliação mensal para outra.
-

## Apêndice 1

**Tolerâncias do equipamento de ensaio**

## 1. OBJETIVO

Os limites especificados no presente anexo são necessários para alcançar níveis adequados de repetibilidade nos resultados dos ensaios e que possam também ser correlacionados entre vários laboratórios de ensaio. Estas tolerâncias não têm em vista constituir um conjunto completo de especificações técnicas do equipamento de ensaio; devem, antes, servir de orientação para a obtenção de resultados de ensaio fiáveis.

## 2. JANTES DE ENSAIO

## 2.1. Largura

No caso das jantes dos pneus para veículos ligeiros de passageiros (pneus C1), a largura da jante de ensaio é a da jante de medida determinada na norma ISO 4000-1: 2010, ponto 6.2.2.

No caso de pneus para camiões e autocarros (C2 e C3), a largura da jante é idêntica à da jante de medida determinada pela norma ISO 4209-1:2001, ponto 5.1.3.

Nos casos em que a largura não esteja definida nas referidas normas ISO, pode utilizar-se a largura da jante conforme definida por uma das organizações de normalização especificadas nos apêndices 4 a 6.

## 2.2. Empeno

O empeno deve obedecer aos seguintes critérios:

- a) Empeno radial máximo: 0,5 mm;
- b) Empeno lateral máximo: 0,5 mm.

## 3. ALINHAMENTO TAMBOR/PNEU

Generalidades:

Os desvios angulares são de importância crítica para os resultados.

## 3.1. Aplicação da carga

A direção de aplicação da carga ao pneu deve ser mantida perpendicular à superfície de ensaio e passar pelo centro da roda com uma tolerância de

- a) 1 mrad para os métodos da força e da desaceleração;
- b) 5 mrad para os métodos do binário e da potência.

## 3.2. Alinhamento do pneu

## 3.2.1. Ângulo de sopé

O plano da roda deve ser perpendicular à superfície de ensaio no intervalo de 2 mrad para todos os métodos.

## 3.2.2. Ângulo de deslizamento

O plano da roda deve ser paralelo ao sentido do movimento da superfície de ensaio no intervalo de 1 mrad para todos os métodos.



## 4. CONTROLO DA PRECISÃO

As condições de ensaio devem ser mantidas nos respetivos valores especificados, independentemente das perturbações induzidas pela não uniformidade do pneu e da jante, de modo que a variabilidade global da medição da resistência ao rolamento seja minimizada. A fim de cumprir este requisito, o valor médio das medições efetuadas durante o período de recolha de dados para a resistência ao rolamento deve situar-se dentro dos níveis de precisão indicados a seguir:

- a) Carga do pneu:
- i) Para  $LI \leq 121) \pm 20 \text{ N}$  ou  $\pm 0,5 \%$ , consoante o que for maior;
  - ii) Para  $LI > 121 \pm 45 \text{ N}$  ou  $\pm 0,5 \%$ , consoante o que for maior;
- b) Pressão de enchimento a frio:  $\pm 3 \text{ kPa}$ ;
- c) Velocidade da superfície:
- i)  $\pm 0,2 \text{ km/h}$  para os métodos da potência, do binário e da desaceleração;
  - ii)  $\pm 0,5 \text{ km/h}$  para o método da força;
- d) Hora:
- i)  $\pm 0,02 \text{ s}$  para os incrementos de tempo especificados no anexo 6, ponto 3.5, alínea b), para a aquisição de dados com o método da desaceleração no formato  $\Delta\omega/\Delta t$ ;
  - ii)  $\pm 0,2 \%$  para os incrementos de tempo especificados no anexo 6, ponto 3.5, alínea a), para a aquisição de dados com o método da desaceleração no formato  $d\omega/dt$ ;
  - iii)  $\pm 5 \%$  para os outros períodos especificados no anexo 6.

## 5. PRECISÃO DOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Os instrumentos de medida usados para a leitura e o registo dos dados dos ensaios devem ter uma precisão dentro das tolerâncias indicadas a seguir:

Parâmetro	Índice de carga $\leq 121$	Índice de carga $> 121$
Carga dos pneus	$\pm 10 \text{ N}$ ou $\pm 0,5 \%$ <sup>(a)</sup>	$\pm 30 \text{ N}$ ou $\pm 0,5 \%$ <sup>(a)</sup>
Pressão de enchimento	$\pm 1 \text{ kPa}$	$\pm 1,5 \text{ kPa}$
Força do veio	$\pm 0,5 \text{ N}$ ou $\pm 0,5 \%$ <sup>(a)</sup>	$\pm 1,0 \text{ N}$ ou $\pm 0,5 \%$ <sup>(a)</sup>
Binário de entrada	$\pm 0,5 \text{ Nm}$ ou $\pm 0,5 \%$ <sup>(a)</sup>	$\pm 1,0 \text{ Nm}$ ou $\pm 0,5 \%$ <sup>(a)</sup>
Distância	$\pm 1 \text{ mm}$	$\pm 1 \text{ mm}$
Energia elétrica	$\pm 10 \text{ W}$	$\pm 20 \text{ W}$
Temperatura	$\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$	
Velocidade da superfície	$\pm 0,1 \text{ km/h}$	
Tempo	$\pm 0,01 \text{ s} - \pm 0,1 \%$ – $\pm 10 \text{ s}$ <sup>(b)</sup>	
Velocidade angular	$\pm 0,1 \%$	

<sup>(a)</sup> Consoante o que for maior.

<sup>(b)</sup>  $\pm 0,01 \text{ s}$  para os incrementos de tempo especificados no anexo 6, ponto 3.5, alínea b), para a aquisição de dados com o método da desaceleração no formato  $\Delta\omega/\Delta t$ ;  
 $\pm 0,1 \%$  para os incrementos de tempo especificados no anexo 6, ponto 3.5, alínea a), para a aquisição de dados com o método da desaceleração no formato  $d\omega/dt$ ;  
 $\pm 10 \text{ s}$  para os demais períodos especificados no anexo 6.

6. COMPENSAÇÃO DA INTERAÇÃO DA FORÇA DA CARGA/DO VEIO E DO DESALINHAMENTO DA CARGA UNICAMENTE PARA O MÉTODO DA FORÇA

A compensação da interação da força da carga/do veio («cross talk») e do desalinhamento da carga podem ser conseguidos quer mediante registo da força do veio aquando da rotação do pneu para a frente e para trás quer por calibração dinâmica da máquina. Se a força do veio for registada nos sentidos para a frente e para trás (em cada condição de ensaio), a compensação é obtida mediante a subtração do valor «para trás» ao valor «para a frente», e dividindo o resultado por dois. Se se pretender uma calibração dinâmica da máquina, os termos da compensação podem ser facilmente integrados na redução dos dados.

Nos casos em que a rotação do pneu para trás se sucede imediatamente à conclusão da rotação do pneu para a frente, o tempo de aquecimento para a rotação do pneu para trás deve ser de, pelo menos, 10 minutos, para os pneus da classe C1, e 30 minutos para todos os outros tipos de pneus.

7. RUGOSIDADE DA SUPERFÍCIE DE ENSAIO

A rugosidade, medida lateralmente, da superfície lisa de aço do tambor deve ter uma altura média acima do eixo de 6,3 mm.

*Nota:* Nos casos em que é usada uma superfície texturizada para o tambor em vez de uma superfície lisa de aço, este facto deve ser referido no relatório do ensaio. A textura da superfície deve então ter uma profundidade de 180 mm (granulação 80) e o laboratório é responsável por manter as características de rugosidade da superfície. Não é recomendado qualquer fator de correção quando se usa um tambor com uma superfície texturizada.

---

## Apêndice 2

**Largura da jante de medida**

## 1. PNEUS DA CLASSE C1

A largura da jante de medida  $R_m$  é igual ao produto da largura nominal da secção  $S_N$ , pelo coeficiente  $K_2$ :

$$R_m = K_2 \times S_N$$

arredondado ao valor da jante normalizada mais próxima, em que  $K_2$  é o coeficiente da razão jante/largura da secção. Para os pneus montados em jantes cónicas de 5 °Com um diâmetro nominal expresso por um código de dois algarismos:

$K_2 = 0,7$  para razões nominais de aspeto de 95 a 75

$K_2 = 0,75$  para razões nominais de aspeto de 70 to 60

$K_2 = 0,8$  para relações nominais de aspeto de 55 e 50

$K_2 = 0,85$  para uma razão nominal de aspeto de 45

$K_2 = 0,9$  para razões nominais de aspeto de 40 a 30

$K_2 = 0,92$  para relações nominais de aspeto de 20 e 25

## 2. PNEUS DAS CLASSES C2 E C3

A largura da jante de medida  $R_m$  é igual ao produto da largura nominal da secção  $S_N$ , pelo coeficiente  $K_4$ :

$R_m = K_4 \times S_N$  arredondada à largura da jante normalizada mais próxima.

## Quadro 1

**Coefficientes para determinação da largura da jante de medida**

Código da estrutura do pneu	Tipo de jante	Razão nominal de aspeto H/S	Jante de medida/razão da secção $K_4$
B, D, R	cónicas de 5°	100 a 75	0,70
		70 e 65	0,75
		60	0,75
		55	0,80
		50	0,80
		45	0,85
		40	0,90

Código da estrutura do pneu	Tipo de jante	Razão nominal de aspeto H/S	Jante de medida/razão da secção $K_4$
	cónicas de 15° (drop-centre)	90 a 65	0,75
		60	0,80
		55	0,80
		50	0,80
		45	0,85
		40	0,85

*Nota:* Podem ser estabelecidos outros fatores para novos conceitos de pneus (estruturas).

## Apêndice 3

**Relatório de ensaio e dados de ensaio (resistência ao rolamento)**

## PARTE 1 — RELATÓRIO

1. Entidade homologadora ou serviço técnico: .....
2. Nome e endereço do requerente: .....
3. Relatório de ensaio n.º: .....
4. Nome do fabricante e marca de fabrico ou designação comercial: .....
5. Classe de pneus (C1, C2 ou C3): .....
6. Categoria de utilização: .....
7. Coeficiente de resistência ao rolamento  
(temperatura e diâmetro do tambor corrigidos): .....
8. Observações: .....
9. Data: .....
10. Assinatura: .....

## PARTE 2 — DADOS DO ENSAIO

1. Data do ensaio: .....
2. Identificação da máquina de ensaio e diâmetro/superfície do tambor: .....
3. Características dos pneus apresentados para ensaio: .....
- 3.1. Designação das dimensões dos pneus e descrição de serviço: .....
- 3.2. Marca dos pneus e designação comercial: .....
- 3.3. Pressão de enchimento de referência: ..... kPa
4. Dados do ensaio: .....
- 4.1. Método de medição: .....
- 4.2. Velocidade de ensaio: km/h
- 4.3. Carga: ..... N
- 4.4. Pressão de enchimento no início do ensaio: .....
- 4.5. Distância do eixo do pneu à superfície exterior do tambor em estado estacionário,  $r_1$ : m
- 4.6. Largura e material da jante de ensaio: .....
- 4.7. Temperatura ambiente: ..... °C
- 4.8. Carga para o ensaio com alívio (exceto método de desaceleração): ..... N
5. Coeficiente de resistência ao rolamento: .....
- 5.1. Valor inicial (ou média no caso de mais de 1): ..... N/kN

5.2. Temperatura corrigida (N/kN): .....

5.3. Temperatura e diâmetro do tambor corrigidos: ..... N/kN

\_\_\_\_\_

*Apêndice 4***Organizações de normalização de pneus**

1. Tyre and Rim Association Inc. (TRA)
  2. European Tyre and Rim Technical Organization (ETRTO)
  3. Japan Automobile Tyre Manufacturers Association (JATMA)
  4. Tyre and Rim Association of Australia (TRAA)
  5. South Africa Bureau of Standards (SABS)
  6. China Association for Standardization (CAS)
  7. Indian Tyre Technical Advisory Committee (ITTAC)
  8. International Standards Organisation (ISO)
-

## Apêndice 5

**Método da desaceleração: Medições e tratamento de dados para obtenção de valor de desaceleração em modo diferencial  $dz/dt$** 

1. Registrar sob forma discreta (figura 1) a dependência «distância-tempo» de um corpo em rotação sujeito a uma redução da velocidade periférica de 82 a 78 km/h ou 62 a 58 km/h em função da classe de pneus (anexo 6, ponto 3.2, quadro 1):

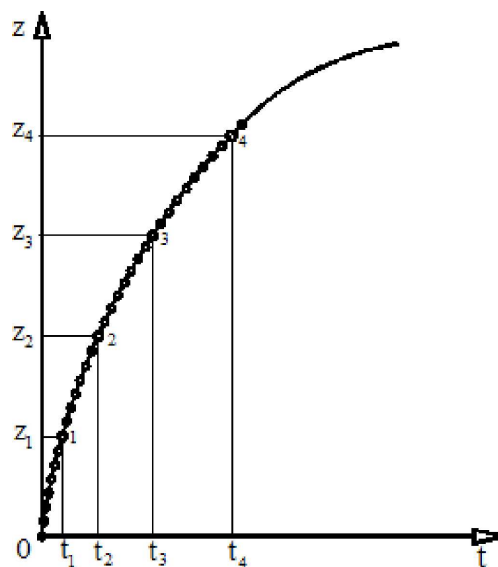
$$z = f(t_z)$$

Em que:

$z$  é o número de rotações do corpo durante a desaceleração;

$t_z$  é o instante final da rotação número  $z$  em segundos, registado com 6 dígitos depois do zero.

Figura 1



Nota 1: A velocidade inferior da gama de registo pode ser reduzida de 80 km/h para 60 km/h ou de 60 km/h para 40 km/h consoante a velocidade de ensaio.

2. Calcular por aproximação, por meio de uma função diferencial, monótona e contínua, a dependência a registar:
  - 2.1. Escolher o valor mais próximo do máximo de  $z$  divisível por quatro e dividi-lo em quatro partes iguais com patamares:  $0, z_1(t_1), z_2(t_2), z_3(t_3), z_4(t_4)$ .
  - 2.2. Elaborar um sistema com quatro equações formuladas como segue:

$$z_m = A \ln \frac{\cos B(T_\Sigma - t_m)}{\cos B T_\Sigma}$$

Em que:

$A$  é uma constante adimensional

$B$  é uma constante em rotações por segundo,

$T_\Sigma$  é uma constante em segundos,

$m$  é o número dos patamares representados na figura 1.

Inserir nestas quatro equações as coordenadas do quarto patamar acima.



- 2.3. Tomar as constantes A, B e  $T_z$  como a solução do sistema de equações do ponto 2.2 acima por iteração e calcular por aproximação os dados medidos aplicando a fórmula seguinte:

$$z(t) = A \ln \frac{\cos B(T_z - t)}{\cos B T_z}$$

Em que:

$z(t)$  é a distância angular contínua corrente em número de rotações (incluindo frações de rotação);

$t$  é o tempo, em segundos.

Nota 2: São admitidas outras funções de aproximação  $z = f(t_z)$  se se demonstrar a sua pertinência.

3. Calcular a desaceleração  $j$  em rotações por segundo ao quadrado ( $s^{-2}$ ) aplicando a fórmula seguinte:

$$j = AB^2 + \frac{\omega^2}{A}$$

Em que:

$\omega$  é a velocidade angular em rotações por segundo ( $s^{-1}$ ).

Se  $U_n = 80$  km/h;  $\omega = 22,222/R_r$  (ou R).

Se  $U_n = 60$  km/h;  $\omega = 16,666/R_r$  (ou R).

4. Avaliar a qualidade e a precisão da aproximação dos dados medidos com base nos parâmetros:

- 4.1. Desvio-padrão em percentagem:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n \left[ 1 - \frac{z(t)}{z} \right]^2} \times 100 \%$$

- 4.2. Coeficiente de determinação

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_1^n [z - z(t)]^2}{\sum_1^n [z - \bar{z}]^2}$$

Em que:

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{z=1}^n z = \frac{1}{n} (1 + 2 + \dots + n) = \frac{1+n}{2}$$

Nota 3: Os cálculos apresentados acima para esta variante do método de desaceleração com vista à medição da resistência ao rolamento dos pneus podem ser efetuados por meio do programa informático de cálculo da desaceleração descarregável a partir do sítio *web* do WP. 29 <sup>(1)</sup>, bem como por qualquer *software* apto a calcular uma regressão não linear

<sup>(1)</sup> A indicar ulteriormente.

## ANEXO 7

**PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS DE DESEMPENHO NA NEVE NO CASO DE PNEUS DE NEVE A UTILIZAR EM CONDIÇÕES DE NEVE EXTREMAS**

1. Definições específicas para ensaios na neve quando são diferentes dos ensaios existentes
  - 1.1. «Prova de ensaio» designa uma prova única de um pneu com carga sobre uma dada pista de ensaio;
  - 1.2. «Ensaio de travagem» designa uma série composta por um determinado número de provas de ensaio de travagem com ABS, efetuadas com o mesmo pneu e num curto lapso de tempo.
  - 1.3. «Ensaio de tração» designa uma série composta por um determinado número de provas de ensaio de patinagem/tração de acordo com a norma ASTM F1805-06, efetuadas com o mesmo pneu e num curto lapso de tempo.
  - 1.4. «Ensaio de aceleração» designa uma série composta por um determinado número de provas de ensaio de aceleração em modo tração efetuadas com o mesmo pneu e realizadas num curto período.
2. Método da patinagem/tração para pneus das classes C 1 e C 2 (ensaio da força de tração em conformidade com o ponto 6.4, b) do presente regulamento)

Utiliza-se o procedimento de ensaio da norma ASTM F1805-06 para avaliar o desempenho na neve com base em valores de patinagem/tração em neve medianamente compactada (o índice de compactação da neve medido com um penetrómetro CTI <sup>(1)</sup> deve situar-se entre 70 e 80).

- 2.1. A superfície da pista de ensaio deve ser composta por neve medianamente compactada, tal como caracterizada no quadro A2.1 da norma ASTM F1805-06.
- 2.2. A carga do pneu de ensaio deve ser a da opção 2 no ponto 11.9.2. da norma ASTM F1805-06.

3. Método da travagem na neve para pneus das classes C1 e C2

- 3.1. Condições gerais

- 3.1.1. Pista de ensaio

Os ensaios de travagem devem ser realizados numa superfície plana com comprimento e largura suficientes, com um máximo de 2 % de inclinação, coberta de neve compactada.

A superfície da neve deve ser constituída por uma base de neve bem compactada com pelo menos 3 cm de espessura e por uma camada superficial de neve medianamente compactada e preparada com cerca de 2 cm de espessura.

A temperatura do ar, medida a cerca de um metro acima do solo, deve estar entre - 2 °C e - 15 °C. A temperatura da neve, medida a uma profundidade de aproximadamente um centímetro, deve estar compreendida entre - 4 °C e - 15 °C.

Recomenda-se evitar a luz solar direta, as grandes variações da luz solar ou da humidade, e o vento.

O índice de compactação da neve medido com um penetrómetro CTI deve situar-se entre 75 e 85.

- 3.1.2. Veículo

O ensaio deve ser efetuado com um veículo ligeiro de série em bom estado de funcionamento e equipado com um sistema ABS.

<sup>(1)</sup> Para mais pormenores, ver o apêndice da norma ASTM F1805-06.

O veículo utilizado deve ser tal que as cargas em cada roda sejam adequadas para os pneus a ensaiar. Podem ser testados pneus com várias dimensões no mesmo veículo.

### 3.1.3. Pneus

Os pneus devem ser «rodados» antes do ensaio, a fim de remover detritos, pequenas escórias de fabrico ou rebarbas resultantes do processo de moldagem. A superfície do pneu em contacto com a neve deve ser limpa antes de se efetuar o ensaio.

Os pneus devem ser condicionados à temperatura ambiente exterior pelo menos duas horas antes da sua montagem para os ensaios. A pressão dos pneus deve ser ajustada para os valores especificados para o ensaio.

No caso de um veículo não permitir a montagem do pneu de referência e dos pneus candidatos, pode ser utilizado um terceiro pneu (pneu de «controlo») como pneu intermédio. Em primeiro lugar ensaiar o pneu de controlo e o pneu de referência noutro veículo e, em seguida, ensaiar o pneu candidato e o pneu de controlo no veículo.

### 3.1.4. Carga e pressão

No caso dos pneus C1, a carga do veículo deve ser de molde a que as cargas resultantes sobre os pneus se situem entre 60 % e 90 % da carga correspondente ao índice de carga do pneu.

A pressão de enchimento a frio deve ser de 240 kPa.

#### 3.1.4.1. No caso dos pneus C1, a carga do veículo deve ser de molde a que as cargas resultantes sobre os pneus se situem entre 60 % e 90 % da carga correspondente ao índice de carga do pneu.

A pressão de enchimento a frio deve ser de 240 kPa.

#### 3.1.4.2. No caso dos pneus C2, a carga do veículo deve ser de molde a que as cargas sobre os pneus se situem entre 60 % e 100 % da carga correspondente ao índice de carga do pneu.

As cargas estáticas dos pneus do mesmo eixo não podem variar mais de 10 %.

A pressão de enchimento é calculada tendo em conta uma deflexão constante:

Para uma carga vertical superior ou igual a 75 % da capacidade de carga do pneu, toma-se uma deflexão constante e calcula-se a pressão de enchimento «Pt» do seguinte modo:

$$P_t = P_r \left( \frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1,25}$$

$Q_r$  é a carga máxima associada ao índice de capacidade de carga do pneu marcada no flanco

$P_r$  é a pressão de referência correspondente à capacidade de carga máxima  $Q_r$

$Q_t$  é carga estática do pneu para efeitos de ensaio

Para uma carga vertical superior ou igual a 75 % da capacidade de carga do pneu, aplica-se uma pressão de enchimento constante e calcula-se a pressão de enchimento  $P_t$  do seguinte modo:

$$P_t = P_r(0,75)^{1,25} = (0,7)P_r$$

$P_r$  é a pressão de referência correspondente à capacidade de carga máxima  $Q_r$

Verifica-se a pressão dos pneus imediatamente antes do ensaio, à temperatura ambiente.

### 3.1.5. Instrumentos de medida

O veículo deve estar equipado com sensores calibrados adequados para medições no Inverno. Deve existir um sistema de aquisição de dados para armazenar as medições.

A precisão dos sensores e sistemas de medição deve ser tal que a incerteza relativa das desacelerações médias totalmente desenvolvidas medidas ou calculadas seja inferior a 1 %.

### 3.2. Sequências de ensaio

#### 3.2.1. Para cada pneu candidato e para o pneu de referência normalizado, os ensaios com travagem ABS devem ser repetidos, no mínimo, seis vezes.

As zonas onde a travagem com ABS é inteiramente aplicada não devem sobrepor-se.

Quando um novo conjunto de pneus é ensaiado, os ensaios são realizados deslocando lateralmente a trajetória do veículo, a fim de não travar nos rastros do pneu anterior.

Quando já não for possível a não sobreposição das zonas de travagem a fundo com ABS, a pista de ensaio deve ser preparada de novo.

Sequência exigida:

seis repetições com o SRTT, seguidas de deslocação lateral a fim de ensaiar o próximo pneu numa superfície virgem

seis repetições com o pneu candidato 1, seguidas de deslocação lateral

seis repetições com o pneu candidato 2, seguidas de deslocação lateral

seis repetições com o SRTT, seguidas de deslocação lateral

#### 3.2.2. Ordem de ensaio:

Tratando-se de avaliar só um pneu candidato, a ordem de ensaio é a seguinte:

$$R1 - T - R2$$

Em que:

R1 é o ensaio inicial do SRTT, R2 é o segundo ensaio do SRTT e T é o ensaio do pneu candidato a avaliar.

Podem ser ensaiados no máximo dois pneus candidatos antes de se repetir o ensaio do SRTT, como se indica no exemplo seguinte

$$R1 - T1 - T2 - R2.$$

#### 3.2.3. Os testes comparativos do SRTT e dos pneus candidatos devem ser repetidos em dois dias diferentes.

### 3.3. Procedimento de ensaio

#### 3.3.1. Conduzir o veículo a uma velocidade não inferior a 28 km/h.

#### 3.3.2. Quando a zona de medição for alcançada, a transmissão do veículo é colocada em ponto morto, prime-se o pedal do travão a fundo com uma força constante suficiente para fazer funcionar o ABS em todas as rodas do veículo e provocar numa desaceleração estável do veículo, mantendo-se o travão premido até a velocidade ser inferior a 8 km/h.

3.3.3. A desaceleração média totalmente desenvolvida entre 25 km/h e 10 km/h é calculada a partir das medições do tempo, da distância, da velocidade ou da aceleração.

3.4. Avaliação dos dados e apresentação dos resultados

3.4.1. Parâmetros a registar

3.4.1.1. Para cada pneu e cada ensaio de travagem, a média e o desvio-padrão da dmtd devem ser calculados e registados.

O coeficiente da variação CV de um ensaio de travagem de um pneu deve ser calculado como:

$$CV(\text{pneu}) = \frac{\text{Desvio padrão}(\text{pneu})}{\text{Média}(\text{pneu})}$$

3.4.1.2. As médias ponderadas de dois ensaios sucessivos do SRTT devem ser calculadas tendo em conta o número de pneus candidatos:

Se a ordem de ensaio for R1 — T — R2, a média ponderada do SRTT a utilizar na comparação do desempenho do pneu candidato é calculada do seguinte modo:

$$mp(\text{SRTT}) = (R1 + R2)/2$$

Em que:

R1 é a dmtd média para o primeiro ensaio do SRTT e R2 é a dmtd média para o segundo ensaio do SRTT.

Se a ordem de ensaio for R1 — T1 — T2 — R2, a média ponderada (mp) do SRTT a utilizar na comparação do desempenho do pneu candidato é calculada do seguinte modo:

$mp(\text{SRTT}) = 2/3 R1 + 1/3 R2$  para comparação com o pneu candidato T1; e:

$mp(\text{SRTT}) = 1/3 R1 + 2/3 R2$  para comparação com o pneu candidato T2

3.4.1.3. O índice de desempenho na neve de um pneu candidato, expresso em percentagem, é calculado do seguinte modo:

$$\text{Índice de aderência na neve (candidato)} = \frac{\text{Médias (candidato)}}{mp(\text{SRTT})}$$

3.4.2. Validações estatísticas

O conjunto de repetições da dmtd medida ou calculada para cada pneu deve ser analisado quanto à normalidade, desvio e possíveis valores aberrantes.

A coerência das médias e desvios-padrão de ensaios de travagem sucessivos do SRTT deve ser examinada.

As médias de dois ensaios de travagem sucessivos com o SRTT não devem divergir em mais de 5 %.

O coeficiente de variação de qualquer ensaio de travagem deve ser inferior a 6 %.

Se estas condições não forem cumpridas, os ensaios devem ser repetidos após nova preparação da pista de ensaio.

3.4.3. Se os pneus candidatos não puderem ser montados no mesmo veículo que o SRTT, por exemplo, devido às dimensões dos pneus ou à incapacidade para atingir a carga exigida, a comparação deve ser efetuada através de pneus intermédios, referidos doravante como «pneus de controlo», em dois veículos diferentes. Um veículo deve poder ser equipado com o SRTT e o pneu de controlo e o outro veículo deve poder ser equipado com o pneu de controlo e o pneu candidato.

3.4.3.1 O índice de aderência na neve do pneu de controlo em relação ao SRTT (SG1) e o do pneu candidato em relação ao pneu de controlo (SG2) deve ser determinado de acordo com o procedimento previsto nos pontos 3.1 a 3.4.2 acima.

O índice de aderência na neve do pneu candidato em relação ao SRTT é o produto dos dois índices de aderência na neve, ou seja,  $SG1 \times SG2$ .

3.4.3.2. As condições ambientais devem ser comparáveis. Todos os ensaios devem ser realizados no mesmo dia.

3.4.3.3. O mesmo conjunto de pneus de controlo deve ser utilizado para comparação com o SRTT e com o pneu candidato e deve ser montado nas mesmas posições no veículo.

3.4.3.4. Os pneus de controlo utilizados para o ensaio devem ser em seguida armazenados nas mesmas condições que o SRTT.

3.4.3.5. O SRTT e os pneus de controlo devem ser rejeitados se houver desgaste ou danos irregulares ou se se verificar uma degradação do seu desempenho.

#### 4. Método da aceleração para pneus da classe C3

4.1. De acordo com a definição dos pneus C 3 indicada no ponto 2.4.3, a nomenclatura adicional para efeitos do presente método de ensaio aplica-se apenas:

a) C3 Narrow (C3N), quando a largura nominal da secção dos pneus C3 for inferior a 285 mm

b) C3Wide (C3W), quando a largura nominal da secção dos pneus C 3 igual ou superior a 285 mm

#### 4.2. Métodos de medição do índice de aderência na neve

O desempenho na neve baseia-se num método de ensaio que compara a aceleração média num ensaio de aceleração de um pneu candidato com a de um pneu de referência normalizado.

O desempenho relativo deve ser indicado por um índice de aderência na neve (SG).

Quando ensaiado em conformidade com o ensaio de aceleração previsto no ponto 4.7, a aceleração média de um pneu de neve candidato deve ser de, pelo menos, 1,25 em comparação com um dos dois SRTTS equivalentes — ASTM F 2870 e ASTM F 2871.

#### 4.3. Equipamento de medição

4.3.1. É necessário utilizar um sensor adequado para a medição da velocidade e da distância percorrida na neve/no gelo entre duas velocidades.

Para medir a velocidade do veículo, deve utilizar-se uma quinta roda ou um sistema de medição da velocidade sem contacto (incluindo radar, GPS, etc.).

4.3.2. Devem ser respeitadas as seguintes tolerâncias:

- a) Para medições da velocidade:  $\pm 1\%$  (km/h) ou 0,5 km/h, segundo a que for maior.
- b) Para medições da distância:  $\pm 1 \times 10^{-1}$  m.

4.3.3. Recomenda-se a instalação, no interior do veículo, de um ecrã que indique a velocidade medida ou a diferença entre a velocidade medida e a velocidade de referência para o ensaio, para que o condutor possa ajustar a velocidade do veículo.

4.3.4. Para o ensaio de aceleração descrito no ponto 4.7 abaixo, recomenda-se a instalação, no interior do veículo, de um ecrã de visualização da taxa de deslizamento dos pneus, que deve ser utilizado no caso particular do ponto 4.7.2.1.1 abaixo.

É calculado através da taxa de deslizamento

$$\text{Taxa de deslizamento \%} = \left[ \frac{\text{Veloc. da roda} - \text{Veloc. do veículo}}{\text{Veloc. do veículo}} \right] \times 100$$

- a) A velocidade do veículo é medida tal como definido no ponto 4.3.1 acima (m/s)
- b) A velocidade das rodas é calculada com base num pneu do eixo motriz através da medição da velocidade angular e do diâmetro em carga

$$\text{Velocidade das rodas} = \pi \times \text{diâmetro em carga} \times \text{velocidade angular}$$

Em que  $\pi = 3,1416$  (m/360deg), o diâmetro em carga (m) e a velocidade angular (= revolução por segundo 360 graus/s).

4.3.5. Pode ser usado um sistema de aquisição de dados para armazenar as medições.

4.4. Condições gerais

4.4.1. Pista de ensaio

O ensaio devem ser realizado numa superfície plana com comprimento e largura suficientes, com um máximo de 2 % de inclinação, coberta de neve compactada.

4.4.1.1 A superfície da neve deve ser constituída por uma base de neve bem compactada com pelo menos 3 cm de espessura e por uma camada superficial de neve medianamente compactada e preparada com cerca de 2 cm de espessura.

4.4.1.2. O índice de compactação da neve medido com um penetrómetro CTI deve situar-se entre 80 e 90. Consultar o apêndice da norma ASTM F1805 para informações adicionais relativas ao método de medição.

4.4.1.3. A temperatura do ar, medida a cerca de um metro acima do solo, deve estar entre  $-2\text{ °C}$  e  $-15\text{ °C}$ ; a temperatura da neve, medida a uma profundidade de aproximadamente um centímetro, deve estar compreendida entre  $-4\text{ °C}$  e  $-15\text{ °C}$ .

A temperatura do ar não deve variar mais de  $10\text{ °C}$  durante o ensaio.

4.5. Preparação e rodagem dos pneus

4.5.1. Montar os pneus de ensaio em jantes conformes à norma ISO 4209-1, utilizando métodos de montagem convencionais. Garantir uma boa sede de talão mediante a utilização de um lubrificante adequado. A utilização excessiva de lubrificante deve ser evitada para impedir que o pneu deslize na jante da roda.

4.5.2. Os pneus devem ser «rodados» antes do ensaio, a fim de remover detritos, pequenas escórias de fabrico ou rebarbas resultantes do processo de moldagem.

4.5.3. Os pneus devem ser condicionados à temperatura ambiente exterior pelo menos duas horas antes da sua montagem para os ensaios.

Guardam-se de modo que estejam todos à mesma temperatura ambiente antes do ensaio, protegendo-os do sol para evitar o aquecimento excessivo devido à radiação solar.

A superfície do pneu em contacto com a neve deve ser limpa antes de se efetuar o ensaio.

A pressão dos pneus deve ser ajustada para os valores especificados para o ensaio.

4.6. Sequência de ensaio

Tratando-se de avaliar só um pneu candidato, a ordem de ensaio é a seguinte:

R1, T, R2

Em que:

R1 é o ensaio inicial do SRTT, R2 é o segundo ensaio do SRTT e T é o ensaio do pneu candidato a avaliar.

Podem ser ensaiados no máximo três pneus candidatos antes de se repetir o ensaio do SRTT, como se indica no exemplo seguinte: R1, T1, T2, T3, R2.

Recomenda-se que as zonas onde se aplica a aceleração a fundo não se sobreponham sem serem remodeladas.

Quando um novo conjunto de pneus é ensaiado, os ensaios são realizados deslocando a trajetória do veículo, a fim de não acelerar nos rastros do pneu anterior. Quando deixar de ser possível evitar a sobreposição das zonas de aceleração a fundo, a pista de ensaio deve ser preparada de novo.

4.7. Procedimento de ensaio de aceleração na neve com vista à determinação do índice de aderência na neve das classes C3N e C3W

4.7.1. Princípio

O procedimento de ensaio consiste em medir o desempenho na neve, durante a aceleração, de pneus destinados a veículos comerciais, utilizando para esse efeito um veículo comercial equipado com um sistema de controlo da tração (SCT, RAA, etc.).

Começando com uma velocidade inicial definida, acelera-se a fundo para ativar o sistema de controlo da tração e calcula-se a aceleração média entre duas velocidades definidas.

4.7.2. Veículo

4.7.2.1 O ensaio deve ser efetuado com um veículo comercial de série e de dois eixos, em bom estado de funcionamento e com:

- a) Baixo peso por eixo traseiro e um motor suficientemente potente para manter a percentagem média de deslizamento durante o ensaio, tal como exigido nos pontos 4.7.5.1 e 4.7.5.2.1 infra;
- b) Caixa de velocidades de comando manual (caixa de velocidades automática com mudança manual autorizada), com uma relação de transmissão que abranja a gama de velocidade de, pelo menos, 19 km/h entre os 4 km/h e 30 km/h;



- c) Recomenda-se o bloqueio do diferencial no eixo motriz é recomendado para melhorar a repetibilidade;
- d) Um sistema comercial de série destinado a controlar/limitar o deslizamento do eixo motriz durante a aceleração (controlo da tração, RAA, SCT, etc.).

4.7.2.1.1. No caso especial de não estar disponível um veículo comercial de série equipado com um sistema de controlo de tração, admite-se um veículo sem controlo de tração/RAA/SCT, desde que esteja equipado com um sistema indicador da percentagem de deslizamento, tal como indicado no ponto 4.3.4 do presente anexo, e possua obrigatoriamente um bloqueio do diferencial no eixo motriz a utilizar em conformidade com o procedimento operacional descrito no ponto 4.7.5.2.1. Se estiver disponível um bloqueio do diferencial, há que utilizá-lo; caso não se disponha de um bloqueio do diferencial, a taxa de deslizamento média deve ser medida nas rodas motoras direita e esquerda.

4.7.2.2. As alterações admitidas são as seguintes:

- a) As que permitem aumentar o número de dimensões do pneu suscetíveis de serem montados no veículo;
- b) As que permitem instalar um sistema de ativação automática da aceleração e as medições.

Qualquer outra alteração ao sistema de aceleração é proibida.

4.7.3. Montagem no veículo

O eixo motriz traseiro pode ser indistintamente equipado com dois ou quatro pneus de ensaio se respeitar a carga por pneu.

O eixo diretor dianteiro, não motriz, é equipado com dois pneus de tamanho adequado para a carga desse eixo. Estes dois pneus dianteiros podem ser mantidos ao longo do ensaio.

4.7.4. Carga e pressão de enchimento

4.7.4.1. A carga estática em cada pneu de ensaio montado nas rodas motrizes traseiras deve situar-se entre 20 % e 55 % da capacidade de carga indicada no flanco do pneu ensaiado.

A carga estática total sobre o eixo diretor dianteiro deve estar compreendida entre 60 % e 160 % da carga estática total no eixo motriz traseiro.

A carga estática nos pneus montados no mesmo eixo motriz não pode variar mais de 10 %.

4.7.4.2. A pressão de enchimento dos pneus montados nas rodas motrizes deve corresponder a 70 % da indicada no flanco.

Os pneus montados nas rodas diretrizes devem ser insuflados à pressão nominal indicada no flanco.

Se a pressão não estiver marcada no flanco, referir-se à pressão especificada nos manuais de pneus aplicáveis correspondente à capacidade de carga máxima.

4.7.5. Provas de ensaio

4.7.5.1. Em primeiro lugar, montar o jogo de pneus de referência no veículo quando este estiver no recinto de ensaio.

Conduzir o veículo a uma velocidade constante entre 4 km/h e 11 km/h e com uma relação de transmissão capaz de abranger a gama de velocidade de, pelo menos, 19 km/h para o programa de ensaios completo (por exemplo, R-T1-T2-T3-R).

A relação de transmissão recomendada é a terceira ou a quarta, o que deve permitir obter a taxa de deslizamento média de 10 % no intervalo de velocidades considerado.

- 4.7.5.2. No caso de veículos equipados com um sistema de controlo da tração (na posição «ON» antes da prova de ensaio) acelerar a fundo até o veículo atingir a velocidade final.

$$\text{Velocidade final} = \text{velocidade inicial} + 15 \text{ km/h}$$

Não deve ser aplicada nenhuma força de retenção no sentido da retaguarda ao veículo de ensaio.

- 4.7.5.2.1. No caso específico do ponto 4.7.2.1.1 do presente anexo, se não estiver disponível um modelo de veículo comercial de série equipado com um sistema de controlo da tração, o condutor deve manter manualmente a taxa de deslizamento média entre 10 e 40 % (procedimento de deslizamento controlado em lugar do procedimento de deslizamento não controlado) na gama de velocidades prescrita. Caso não se disponha de um bloqueio do diferencial, a diferença da taxa de deslizamento média entre as rodas motrizes direita e esquerda não deve ultrapassar 8 % em cada prova de ensaio. O procedimento de deslizamento controlado aplica-se ao conjunto dos pneus e das provas da sessão de ensaios.

- 4.7.5.3. Medir a distância percorrida entre a velocidade inicial e a velocidade final.

- 4.7.5.4. Para cada pneu candidato e para o pneu de referência, as provas do ensaio de aceleração devem ser repetidas, no mínimo, seis vezes e os coeficientes de variação (desvio-padrão/média\*100), calculados para pelo menos seis provas de ensaio válidas, devem ser inferiores ou iguais a 6 %.

- 4.7.5.5. No caso de veículos equipados com um sistema de controlo da tração, a taxa de deslizamento média deve situar-se no intervalo de 10 % a 40 % (calculada de acordo com o ponto 4.3.4 do presente anexo).

- 4.7.5.6. Aplicar a sequência de ensaio, tal como definida no ponto 4.6. acima.

- 4.8. Tratamento dos resultados das medições

- 4.8.1. Cálculo da aceleração média AA

Cada vez que a medição é repetida, a aceleração média AA ( $\text{m s}^{-2}$ ) é calculada pela seguinte fórmula:

$$AA = \frac{S_f^2 - S_i^2}{2D}$$

Em que D(m) é a distância percorrida entre a velocidade inicial  $S_i$  ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) e a velocidade final  $S_f$  ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

- 4.8.2. Validação de resultados

Para os pneus candidatos:

Os coeficientes de variação da aceleração média são calculados para todos os pneus candidatos. Se um coeficiente de variação for superior a 6 %, rejeitar os dados relativos a esse pneu candidato e repetir o ensaio.

$$\text{Coeficiente de variação} = \frac{\text{desvio}}{\text{média}} \times 100$$

Para o pneu de referência:

Se o coeficiente de variação da aceleração média «AA» de cada um dos grupos de pelo menos seis provas de ensaio do pneu de referência for superior a 6 %, rejeitar todos os dados e repetir o ensaio para todos os pneus (pneus candidatos e pneu de referência).

Além disso, na perspetiva de uma eventual evolução do ensaio, o coeficiente de validação é calculado com base nos valores médios de quaisquer dois grupos consecutivos de no mínimo seis provas do pneu de referência. Se um coeficiente de validação for superior a 6 %, rejeitar os dados relativos a esse pneu candidato e repetir o ensaio.

$$\text{Coeficiente de validação} = \left| \frac{\text{Média 2} - \text{Média 1}}{\text{Média 1}} \right| \times 100$$

#### 4.8.3. Cálculo da «média AA»

Sendo R 1 a média dos valores de «AA» no primeiro ensaio do pneu de referência e R2 a média dos valores de «AA» no segundo ensaio do pneu de referência, efetuam-se as seguintes operações de acordo com o quadro 1:

Quadro 1

Sendo o número de jogos de pneus candidatos entre duas provas consecutivas do pneu de referência:	e o jogo de pneus candidatos a ser qualificado:	calcula-se então «Ra» aplicando o seguinte:
1 ↓ R — T1 — R	T1	$Ra = 1/2 (R1 + R2)$
2 ↓ R — T1 — T2 — R	T1 T2	$Ra = 2/3 R1 + 1/3 R2$ $Ra = 1/3 R1 + 2/3 R2$
3 ↓ R — T1 — T2 — T3 — R	T1 T2 T3	$Ra = 3/4 R1 + 1/4 R2$ $Ra = 1/2 (R1 + R2)$ $Ra = 1/4 R1 + 3/4 R2$

«T» (a = 1, 2, etc.) é a média dos valores AA para o ensaio de um pneu candidato.

#### 4.8.4. Cálculo do coeficiente de força de aceleração (a seguir «CFA»)

Cálculo do coeficiente de força de aceleração («CFA»)

Cálculo do CFA(Ta) e do CFA(Ra) tal como definido no quadro 2:

Quadro 2

	O coeficiente de força de aceleração «CFA» é:
Pneu de referência	$CFA(R) = \frac{Ra}{g}$
Pneu candidato	$CFA(T) = \frac{Ta}{g}$

Ra e Ta são expressos em m/s<sup>2</sup>

«g» é a aceleração devida à gravidade (arredondar a 9,81 m/s<sup>2</sup>)

#### 4.8.5. Cálculo do índice de aderência na neve relativo do pneu

O índice de aderência na neve representa o desempenho relativo do pneu candidato em comparação com o pneu de referência.

$$\text{Índice de aderência} = \frac{CFA(T)}{CFA(R)}$$

#### 4.8.6. Cálculo da taxa de deslizamento

A taxa de deslizamento pode ser calculada tal como indicado no ponto 4.3.4 do presente anexo ou através da comparação da distância média percorrida referida no ponto 4.7.5.3 do presente anexo em seis provas de ensaio no mínimo com a distância percorrida numa prova sem deslizamento (com uma aceleração muito reduzida).

$$\text{Taxa de deslizamento \%} = \left[ \frac{\text{Distância média} - \text{Distância de deslizamento nula}}{\text{Distância de deslizamento nula}} \right] \times 100$$

Entende-se por «distância com deslizamento nulo» a distância calculada numa prova efetuada a uma velocidade constante ou com uma aceleração reduzida contínua.

#### 4.9. Comparação do desempenho de aderência na neve de um pneu candidato e de um pneu de referência utilizando um pneu de controlo

##### 4.9.1. Âmbito de aplicação

Quando a dimensão do pneu candidato difere significativamente da do pneu de referência, pode não ser possível realizar uma comparação direta no mesmo veículo. Este método utiliza um pneu intermediário, denominado pneu de controlo.

##### 4.9.2. Princípio da metodologia

O princípio assenta na utilização de um pneu de controlo e de dois veículos de passageiros diferentes para comparar um pneu candidato com um pneu de referência.

Um veículo é equipado com o pneu de referência e o pneu de controlo e o outro com o pneu de controlo e o pneu candidato. Todas as condições são conformes ao ponto 4.7 acima.

A primeira avaliação consiste numa comparação entre o pneu de controlo e o pneu de referência. O resultado (índice de aderência na neve 1) representa a eficiência relativa do pneu de controlo em comparação com o pneu de referência.

A segunda avaliação consiste numa comparação entre o pneu candidato e o pneu de controlo. O resultado (índice de aderência na neve 2) representa a eficiência relativa do pneu candidato em comparação com o pneu de controlo.

A segunda avaliação é feita na mesma pista que a primeira. A temperatura ambiente deve situar-se num intervalo de  $\pm 5$  °C relativamente à temperatura da primeira avaliação. O jogo de pneus de controlo é o mesmo que tiver sido utilizado na primeira avaliação.

Calcula-se o índice de aderência na neve do pneu candidato em comparação com o pneu de referência multiplicando as eficiências relativas calculadas acima:

$$\text{Índice de aderência na neve} \times \text{SG1} \times \text{SG2}$$

##### 4.9.3. Seleção de um jogo de pneus enquanto jogo de pneus de controlo

Um jogo de pneus de controlo é um grupo de pneus idênticos produzidos na mesma fábrica num período de uma semana.

#### 4.10. Armazenamento e conservação

Antes da primeira avaliação (pneu de controlo/pneu de referência), podem ser aplicadas condições normais de armazenagem. É necessário que todos os pneus de um jogo de pneus de controlo tenham sido armazenados nas mesmas condições.

Logo que o jogo de pneus de controlo tenha sido avaliado em comparação com o pneu de referência, são aplicáveis condições de armazenamento específicas à substituição de pneus de controlo.

Se os ensaios derem origem a desgaste irregular ou danos, ou o desgaste influenciar os respetivos resultados, o pneu deixa de ser utilizado.

---

*Apêndice 1***Definição do pictograma «Símbolo alpino»**

No mínimo, 15 mm de base e 15 mm de altura.

O desenho acima não está à escala.

—

## Apêndice 2

**Relatório de ensaio e dados de ensaio para pneus C1 e C2**

## PARTE 1 — RELATÓRIO

1. Entidade homologadora ou serviço técnico: .....
2. Nome e endereço do requerente: .....
3. Relatório de ensaio n.º: .....
4. Nome do fabricante e marca de fabrico ou designação comercial: .....
5. Classe de pneus: .....
6. Categoria de utilização: .....
7. Índice de neve em relação ao SRTT, determinado em conformidade com o ponto 6.4.1.1.
- 7.1. Procedimento de ensaio e SRTT utilizados: .....
8. Observações: .....
9. Data: .....
10. Assinatura: .....

## PARTE 2 — DADOS DO ENSAIO

1. Data do ensaio: .....
2. Local da pista de ensaio: .....
- 2.1. Características da pista de ensaio:

	No início dos ensaios	No fim dos ensaios	Especificação
Condições meteorológicas			
Temperatura ambiente			- 2 °C a - 15 °C
Temperatura da neve			- 4 °C a - 15 °C
Índice CTI			75 a 85
Outras			

3. Veículo de ensaio (marca, modelo e tipo, ano): .....
4. Características dos pneus apresentados para ensaio: .....
- 4.1. Designação das dimensões dos pneus e descrição de serviço: .....
- 4.2. Marca dos pneus e designação comercial: .....

## 4.3. Dados dos pneus de ensaio: .....

	SRTT <sub>(1.º ensaio)</sub>	Candidato	Candidato	SRTT <sub>(2.º ensaio)</sub>
Dimensões do pneu				
Código da largura das jantes de ensaio				
Cargas do pneu F/R (kg)				
Índice de carga F/R (%)				
Pressão do pneu F/R(kPa)				

5. Resultados do ensaio: Desaceleração média totalmente desenvolvida (m/s<sup>2</sup>) /coeficiente de tração (¹).

Número da prova	Especificação	SRTT <sub>(1.º ensaio)</sub>	Candidato	Candidato	SRTT <sub>(2.º ensaio)</sub>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Média					
Desvio-padrão					
CV (%)	< 6 %				
Validação SRTT	(SRTT) < 5 %	<del>                    </del>	<del>                    </del>	<del>                    </del>	
Média SRTT		<del>                    </del>	<del>                    </del>	<del>                    </del>	<del>                    </del>
Índice neve		100			<del>                    </del>

(¹) Riscar o que não interessa.



## Apêndice 3

**Relatório de ensaio e dados de ensaio para pneus C3**

## PARTE 1 — RELATÓRIO

1. Entidade homologadora ou serviço técnico: .....
2. Nome e endereço do requerente: .....
3. Relatório de ensaio n.º: .....
4. Nome do fabricante e marca de fabrico ou designação comercial: .....
5. Classe de pneus: .....
6. Categoria de utilização: .....
7. Índice de neve em relação ao SRTT, determinado em conformidade com o ponto 6.4.1.1.
- 7.1. Procedimento de ensaio e SRTT utilizados: .....
8. Observações: .....
9. Data: .....
10. Assinatura: .....

## PARTE 2 — DADOS DO ENSAIO

1. Data do ensaio: .....
2. Local da pista de ensaio: .....
- 2.1. Características da pista de ensaio:

	No início dos ensaios	No fim dos ensaios	Especificação
Condições meteorológicas			
Temperatura ambiente			- 2 °C a - 15 °C
Temperatura da neve			- 4 °C a - 15 °C
Índice CTI			80 a 90
Outras			

3. Veículo de ensaio (marca, modelo e tipo, ano): .....
4. Características dos pneus apresentados para ensaio: .....
- 4.1. Designação das dimensões dos pneus e descrição de serviço: .....
- 4.2. Marca dos pneus e designação comercial: .....

## 4.3. Dados dos pneus de ensaio: .....

	SRTT <sub>(1.º ensaio)</sub>	Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	SRTT <sub>(2.º ensaio)</sub>
Dimensões do pneu					
Código da largura das jantes de ensaio					
Cargas do pneu F/R (kg)					
Índice de carga F/R (%)					
Pressão do pneu F/R (kPa)					

5. Resultados do ensaio: acelerações médias (m/s<sup>2</sup>)

Número da prova	Especificação	SRTT <sub>(1.º ensaio)</sub>	Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	SRTT <sub>(2.º ensaio)</sub>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Média						
Desvio-padrão						
Taxa de deslizamento (%)						
CV (%)	≤ 6 %					
Validação SRTT	(SRTT) ≤ 6 %	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>
Média SRTT		<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>
Índice neve		1,00	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>