

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15557

Segunda edição
07.07.2014

Válida a partir de
07.08.2014

Câmaras de ar para pneus — Requisitos e métodos de ensaio

Tire inner tubes — Requirements and test methods

ICS 83.160.01

ISBN 978-85-07-05026-1



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 15557:2014
13 páginas

© ABNT 2014

© ABNT 2014

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
1 Escopo	1
2 Termos e definições	1
3 Requisitos	3
4 Amostragem	3
4.1 Temperatura ambiente da sala de ensaio	3
4.2 Marcador	3
4.3 Medidor de espessura	4
4.4 Dispositivos para obtenção dos corpos de prova	4
4.4.1 Dispositivo de corte para os ensaios de tensão da ruptura, alongamento no corpo e módulo a 100 % no corpo, tensão de ruptura na emenda e perda da resistência após envelhecimento	4
4.4.2 Dispositivo de alongamento estático para os ensaios de deformação permanente e perda de resistência após envelhecimento	5
4.4.3 Dispositivo de corte para o ensaio de resistência ao rasgamento	5
4.4.4 Dispositivo de corte para os ensaios de aderência na base da válvula e adesão metal-borracha da válvula	6
4.5 Máquina de ensaio (dinamômetro) para ensaios de tensão da ruptura, alongamento, módulo, resistência ao rasgamento e perda de resistência após envelhecimento	6
4.6 Estufa para ensaios de deformação permanente e perda de resistência após envelhecimento	6
5 Métodos de ensaio	7
5.1 Ensaio de tensão de ruptura no corpo, alongamento no corpo e módulo a 100 % no corpo	7
5.1.1 Aparelhagem	7
5.1.2 Corpo de prova	7
5.1.3 Procedimento	7
5.1.4 Expressão dos resultados	7
5.2 Ensaio de tensão de ruptura na emenda	8
5.2.1 Aparelhagem	8
5.2.2 Corpo de prova	8
5.2.3 Procedimento	9
5.2.4 Expressão dos resultados	9
5.3 Ensaio de resistência ao rasgamento	9
5.3.1 Aparelhagem	9
5.3.2 Corpos de prova	9
5.3.3 Procedimento	9
5.3.4 Expressão dos resultados	10
5.4 Ensaio de deformação permanente	10
5.4.1 Aparelhagem	10
5.4.2 Corpos de prova	10

5.4.3	Procedimento	10
5.4.4	Expressão dos resultados.....	11
5.5	Ensaio da perda de resistência após envelhecimento	11
5.5.1	Aparelhagem.....	11
5.5.2	Corpo de prova	11
5.5.3	Procedimento	11
5.5.4	Expressão dos resultados.....	11
5.6	Ensaio de aderência na base da válvula e adesão metal-borracha da válvula	12
5.6.1	Aparelhagem.....	12
5.6.2	Corpo de prova	12
5.6.3	Procedimento	12
5.6.4	Expressão dos resultados.....	12
6	Marcação e embalagem	13
6.1	Identificação	13
6.2	Embalagem	13

Figuras

Figura 1 – Localização esquemática dos corpos de prova	2
Figura 2 – Dispositivo de corte – Modelo I (internacional).....	4
Figura 3 – Dispositivo de corte – Modelo R (reduzido).....	5
Figura 4 – Dispositivo de corte – Modelo II.....	6

Tabela

Tabela 1 – Valores-limites das propriedades físicas	3
---	---

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma, independentemente de sua data de entrada em vigor.

A ABNT NBR 15557 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Pneus e Aros (ABNT/CB-45), pela Comissão de Estudo de Câmara de Ar para Pneus (CE-45:000.02). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 05, de 23.05.2014 a 21.06.2014, com o número de Projeto ABNT NBR 15557.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Standard establishes requirements and test methods for tubes intended for tires.

This Standard applies to the following groups:

- a) *group 1: inner tubes for tires of cars, vans and their towed;*
- b) *group 2: inner tubes for tires of truck, minibuses, utilities and their towed (including trailers);*
- c) *group 3: inner tubes for tires for buses, trucks and their towed (including recessed platform trailers);*
- d) *group 4: inner tubes for tires for industrial vehicles and industrial trucks;*
- e) *group 5: inner tubes for tires off-road earthmoving equipment, loaders machines, graders, compactors machines and forklifts to move containers;*
- f) *group 6: inner tubes for tires for tractors, micro-tractors, harvesters, cultivators, agricultural implements and removal of wood;*
- g) *group 7: inner tubes for tires of motorcycles, scooters, mopeds, bicycles, trikes and quads.*

Câmaras de ar para pneus — Requisitos e métodos de ensaio

1 Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos e métodos de ensaio para câmaras de ar destinadas a pneus.

Esta Norma se aplica aos seguintes grupos:

- a) grupo 1: câmaras de ar para pneus de automóveis, caminhonetes e seus rebocados;
- b) grupo 2: câmaras de ar para pneus de caminhonetes, micro-ônibus, utilitários e seus respectivos rebocados (incluindo *trailers*);
- c) grupo 3: câmaras de ar para pneus de ônibus, caminhões e seus respectivos rebocados (incluindo reboques de plataformas rebaixadas);
- d) grupo 4: câmaras de ar para pneus de veículos industriais e empilhadeiras industriais;
- e) grupo 5: câmaras de ar para pneus fora de estrada de máquinas de terraplanagem, máquinas carregadeiras, máquinas niveladoras, máquinas compactadoras e empilhadeiras para movimentar contêineres;
- f) grupo 6: câmaras de ar para pneus de tratores, microtratores, colheitadeiras, cultivadores, implementos agrícolas e de remoção de madeira;
- g) grupo 7: câmaras de ar para pneus de motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas, triciclos e quadriciclos.

2 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

2.1

aderência na base da válvula

alongamento percentual obtido do corpo de prova, quando do início do descolamento (ou separação) da válvula do corpo da câmara de ar

2.2

adesão metal-borracha

alongamento percentual obtido do corpo de prova, quando do início do descolamento (ou separação) entre o inserto metálico e o corpo (borracha) da válvula

2.3

alongamento de ruptura

deformação percentual do corpo de prova, no instante da ruptura

2.4

câmara de ar

elemento constituído de elastômeros, para sustentação do pneu, de forma tubular, em anel fechado, e dotado de válvula com a função de conter, com a máxima estanqueidade, o fluido sob pressão no seu interior

2.5

corpo de prova

amostra retirada da câmara de ar, com dimensões e posições preestabelecidas (ver Figura 1), utilizada na realização dos ensaios

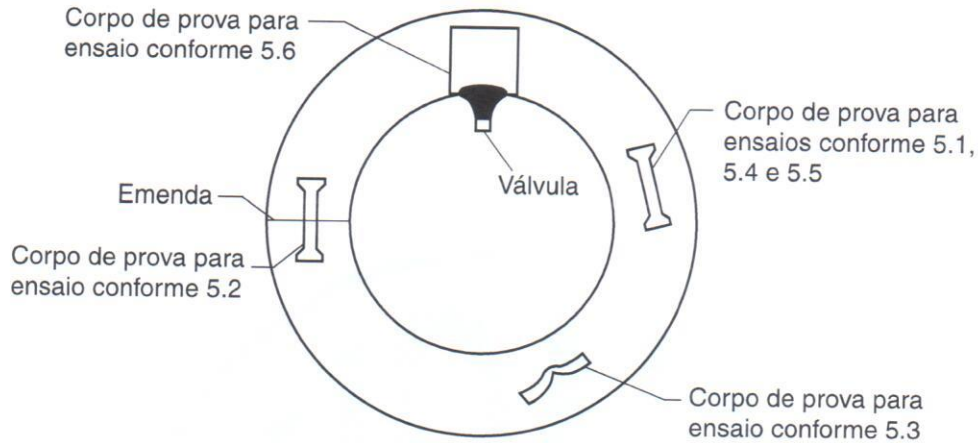


Figura 1 – Localização esquemática dos corpos de prova

2.6

deformação permanente

deformação percentual residual do corpo de prova após manutenção, sob condições preestabelecidas de alongamento estático, temperatura e tempo, e medida após um dado período final de repouso

2.7

módulo a 100 %

força de tração por unidade de área da seção transversal original do corpo de prova, correspondente a um alongamento de 100 %

2.8

perda de resistência após envelhecimento

perda percentual da tensão de ruptura do corpo de prova, após envelhecimento (isto é, após manutenção sob condições preestabelecidas de temperatura e tempo, e medida após um dado período final de repouso), em relação à tensão de ruptura obtida do corpo de prova não envelhecido

2.9

resistência ao rasgamento

força de tração por unidade de espessura original do corpo de prova, no instante do rasgamento

2.10

tensão de ruptura

força de tração por unidade de área da seção transversal original do corpo de prova, no instante da ruptura

2.11

tensão de ruptura na emenda

força de tração por unidade de área da seção transversal original do corpo de prova obtido da região da emenda, no instante da ruptura

2.12

válvula

elemento da câmara do ar pelo qual é possível inflar ou desinflar o pneu

3 Requisitos

As câmaras de ar devem ser ensaiadas conforme os métodos descritos na Seção 5, e os resultados devem estar de acordo com os requisitos estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores-limites das propriedades físicas

Requisitos	Especificação			Seção do método de ensaio
	Grupo 3	Grupo 7	Demais grupos de câmaras de ar	
Tensão mínima de ruptura no corpo, em MPa	7,0	7,0	7,0	5.1
Alongamento mínimo no corpo, em %	350,0	350,0	350,0	5.1
Módulo máximo a 100 % no corpo, em MPa	2,0	Não aplicável	2,0	5.1
Tensão mínima de ruptura na emenda, em MPa	3,5	3,5	3,5	5.2
Resistência mínima ao rasgamento, em N/mm	22,0	18,0	18,0	5.3
Deformação permanente máxima, em %	22,0	Não aplicável	Não aplicável	5.4
Perda máxima de resistência após envelhecimento, em %	10,0	Não aplicável	Não aplicável	5.5
Aderência mínima na base da válvula, em %	200,0	200,0	200,0	5.6
Adesão mínima metal-borracha da válvula, em %	200,0	200,0	200,0	5.6

4 Amostragem

4.1 Temperatura ambiente da sala de ensaio

A temperatura ambiente da sala de ensaio deve estar em (23 ± 2) °C, sendo que os corpos de prova devem ser acondicionados neste ambiente durante no mínimo 3 h antes do início do ensaio. Sempre que a temperatura do ambiente de ensaio não estiver compreendida nesta faixa, deve-se fazer constar, com os resultados, a temperatura correspondente.

4.2 Marcador

4.2.1 O marcador deve ser capaz de imprimir no corpo de prova duas marcas paralelas de largura máxima de 0,5 mm, com distância de centro a centro de $(25,0 \pm 0,5)$ mm. A marcação utilizada não pode afetar (física ou quimicamente) o corpo de prova.

4.2.2 No caso dos ensaios de aderência na base da válvula e adesão metal-borracha da válvula, a marcação deve ser efetuada de forma a conter a região de união entre a borda da válvula e o corpo da câmara de ar (aproximadamente 5 mm sobre a base da válvula e 20 mm sobre o corpo da câmara de ar).

NOTA Não há necessidade de marcação do corpo de prova, no caso de uso de um extensômetro automático.

4.3 Medidor de espessura

Deve ter mostrador graduado em 0,01 mm e apalpador de base circular plana, capaz de aplicar pressão entre 0,020 MPa e 0,025 MPa sobre o corpo de prova.

4.4 Dispositivos para obtenção dos corpos de prova

4.4.1 Dispositivo de corte para os ensaios de tensão da ruptura, alongamento no corpo e módulo a 100 % no corpo, tensão de ruptura na emenda e perda da resistência após envelhecimento

Os dispositivos de corte para obtenção de corpos de prova devem ser de aço, construídos segundo o modelo, internacional (I) (ver Figura 2) ou reduzido (R) (ver Figura 3). Os dispositivos devem ter as faces internas perpendiculares ao plano do gume. O gume deve ser afiado e isento de irregularidades.

Dimensões em milímetros

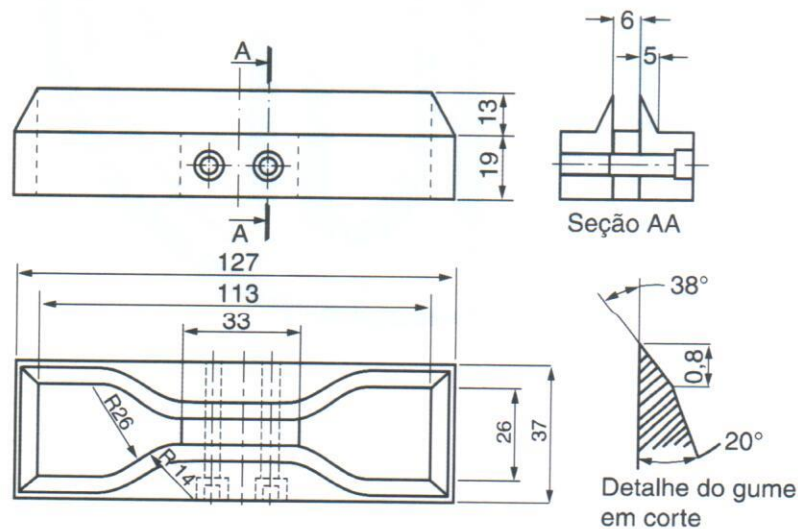


Figura 2 – Dispositivo de corte – Modelo I (internacional)

Dimensões em milímetros

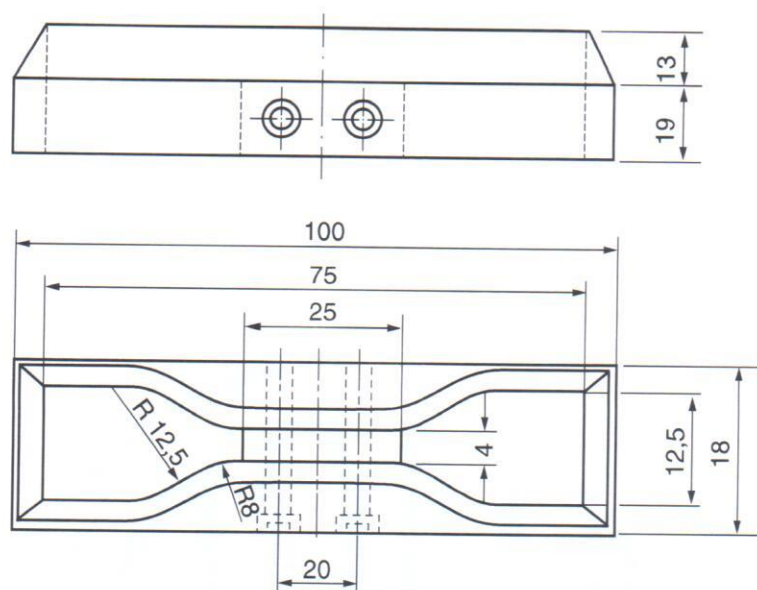


Figura 3 – Dispositivo de corte – Modelo R (reduzido)

4.4.2 Dispositivo de alongamento estático para os ensaios de deformação permanente e perda de resistência após envelhecimento

4.4.2.1 Para o ensaio de deformação permanente, o dispositivo de corte deve atender a 4.4.1.

4.4.2.2 O dispositivo para alongamento (tracionamento ou esticamento) estático do corpo de prova deve ser de aço e não pode sofrer deformação ao longo de todo o ensaio. O dispositivo deve permitir a fixação dos corpos de prova, de forma a garantir que o alongamento estático preestabelecido se mantenha ao longo de todo o ensaio.

4.4.3 Dispositivo de corte para o ensaio de resistência ao rasgamento

O dispositivo de corte para obtenção de corpos de prova deve ser de aço, construído segundo o modelo II (ver Figura 4). O dispositivo deve ter as faces internas perpendiculares ao plano do gume. O gume deve ser afiado e isento de irregularidades.

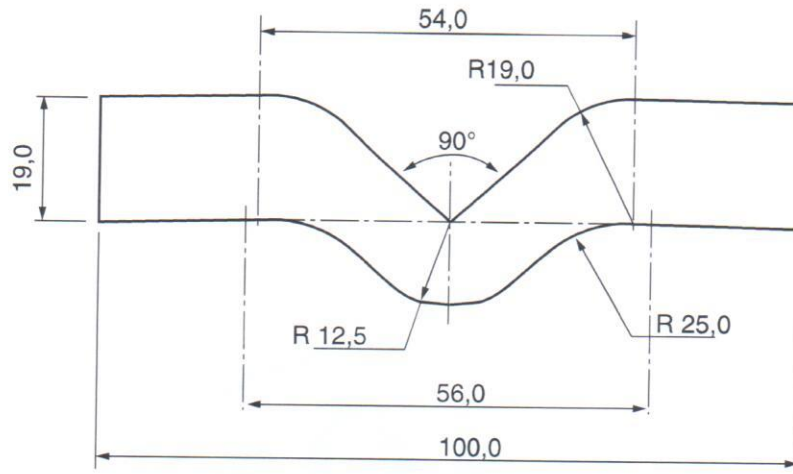


Figura 4 – Dispositivo de corte – Modelo II

4.4.4 Dispositivo de corte para os ensaios de aderência na base da válvula e adesão metal-borracha da válvula

Os corpos de prova são obtidos com uso de tesoura ou guilhotina, através de dois cortes paralelos e afastados 5 mm a 8 mm da borda da válvula. Os cortes devem ser isentos de irregularidades.

4.5 Máquina de ensaio (dinamômetro) para ensaios de tensão da ruptura, alongamento, módulo, resistência ao rasgamento e perda de resistência após envelhecimento

4.5.1 Prover a máquina de ensaio de dinamômetro de força, capaz de indicar ou registrar a carga aplicada com exatidão de $\pm 2\%$.

4.5.2 As garras da máquina devem exercer pressão uniformemente distribuída sobre toda a largura do corpo de prova, de modo que deva aumentar com a carga de tração, impedindo qualquer deslizamento. As garras não podem provocar a ruptura dos corpos de prova na região de fixação destes.

4.5.3 A velocidade de afastamento das garras deve ser de (500 ± 50) mm/min para modelo I (internacional) e II, e de (200 ± 20) mm/min para modelo R (reduzido).

4.5.4 O curso das garras deve permitir afastamento total mínimo de 750 mm.

4.5.5 O dispositivo de medida do alongamento, manual ou automático, deve permitir leitura com aproximação de ± 1 mm.

4.5.6 O ensaio deve ser desconsiderado, caso, durante sua realização, o corpo de prova deslize ou se solte das garras (ou mordentes) da máquina de ensaio.

4.6 Estufa para ensaios de deformação permanente e perda de resistência após envelhecimento

O equipamento tipo estufa deve possuir circulação forçada de ar, capaz de manter uma temperatura constante e homogênea de ensaio de (105 ± 2) °C. As dimensões internas da estufa devem permitir a acomodação do dispositivo de alongamento estático sem que ele fique encostado a qualquer uma das paredes da estufa.

5 Métodos de ensaio

5.1 Ensaio de tensão de ruptura no corpo, alongamento no corpo e módulo a 100 % no corpo

5.1.1 Aparelhagem

A aparelhagem deve ser conforme 4.4.1 e 4.5.

5.1.2 Corpo de prova

5.1.2.1 A largura média do dispositivo de corte na sua porção central é determinada a partir de três medidas de largura, compreendida entre as arestas cortantes dos gumes e efetuadas no centro e nas extremidades da porção paralela central, por meio de instrumento adequado, com aproximação de 0,01 mm.

5.1.2.2 A espessura média do corpo de prova é determinada a partir da média aritmética de três medições das espessuras, efetuadas no centro e nas extremidades da porção paralela central, por meio de medidor de espessura, com aproximação de 0,01 mm.

5.1.3 Procedimento

5.1.3.1 Obter três corpos de prova no total, através do dispositivo de corte, conforme estabelecido em 4.4.1, retirados do corpo da câmara de ar no sentido circunferencial (sentido de extrusão da câmara).

5.1.3.2 Não utilizar corpos de prova retirados sobre a emenda ou sobre a região de fechamento do molde de vulcanização.

5.1.3.3 Prender os corpos de prova pelas extremidades às garras do dinamômetro, tomando o cuidado de regulá-los simetricamente, de modo que a tensão se distribua uniformemente em qualquer seção transversal.

5.1.3.4 Acionar o dinamômetro com velocidade de afastamento conforme estabelecido em 4.5.3, observando continuamente a distância entre os centros dos traços marcados no corpo de prova, conforme estabelecido em 4.2.

5.1.3.5 Registrar a força correspondente no instante da ruptura.

5.1.3.6 Registrar a distância entre os centros dos traços de referência, marcados no corpo de prova, no instante da ruptura.

5.1.3.7 Registrar a força correspondente no momento em que se atingir um alongamento de 100 % do corpo de prova.

5.1.4 Expressão dos resultados

5.1.4.1 Para o cálculo da tensão de ruptura no corpo, deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$T_r = \frac{F_r}{E \times L}$$

onde

T_r é a tensão de ruptura no corpo, expressa em megapascals (Mpa);

F_r é a força de ruptura no corpo, expressa em newtons (N);

E é a espessura média original do corpo de prova, expressa em milímetros (mm);

L é a largura média do dispositivo de corte, expressa em milímetros (mm).

O resultado final deve ser expresso como a média dos valores obtidos dos três ensaios realizados.

5.1.4.2 Para o cálculo do alongamento de ruptura no corpo, deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$AL_r = \left(\frac{L_r - L_i}{L_i} \right)$$

onde

AL_r é o alongamento de ruptura, expresso em porcentagem (%);

L_r é a distância entre os centros dos traços de referência no instante da ruptura, expressa em milímetros (mm);

L_i é a distância inicial entre os centros dos traços de referência, expressa em milímetros (mm).

O resultado final deve ser expresso como a média dos valores obtidos dos três ensaios realizados.

5.1.4.3 Para o cálculo do módulo a 100 % no corpo, deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$M_{100} = \frac{F_{100}}{E \times L}$$

onde

M_{100} é o módulo a 100 % de alongamento, expresso em megapascals (Mpa);

F_{100} é a força correspondente a 100 % de alongamento, expressa em newtons (N);

E é a espessura média original do corpo de prova, expressa em milímetros (mm);

L é a largura média do dispositivo de corte, expressa em milímetros (mm).

O resultado final deve ser expresso como a média dos valores obtidos dos três ensaios realizados.

5.2 Ensaio de tensão de ruptura na emenda

5.2.1 Aparelhagem

A aparelhagem deve ser conforme 4.4.1 e 4.5.

5.2.2 Corpo de prova

5.2.2.1 A largura média do dispositivo de corte na sua porção central é determinada a partir de três medidas de largura, compreendidas entre as arestas cortantes dos gumes e efetuadas no centro e nas extremidades da porção paralela central, por meio de instrumento adequado, com aproximação de 0,01 mm.

5.2.2.2 A espessura do corpo de prova é determinada a partir de medição efetuada na porção central do corpo de prova e sobre a emenda, por meio de medidor de espessura, com aproximação de 0,01 mm. No caso de emenda sobreposta, considerar a espessura total na porção central do corpo de prova.

5.2.3 Procedimento

5.2.3.1 Obter dois corpos de prova no total, através do dispositivo de corte, conforme estabelecido em 4.4.1, retirados da lateral da câmara de ar no sentido circunferencial e sobre a emenda, de forma que esta coincida com o centro do dispositivo de corte considerado na direção transversal.

5.2.3.2 Prender o corpo de prova pelas extremidades às garras do dinamômetro, tomando-se o cuidado de regulá-lo simetricamente, de modo que a tensão se distribua uniformemente em qualquer seção transversal.

5.2.3.3 O dinamômetro deve ser acionado com velocidade de afastamento conforme estabelecido em 4.5.3.

5.2.3.4 Registrar a força correspondente no instante da ruptura.

5.2.4 Expressão dos resultados

Para o cálculo da tensão de ruptura na emenda, deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$T_e = \frac{F_e}{E \times L}$$

onde

T_e é a tensão de ruptura na emenda, expressa em megapascals (Mpa);

F_e é a força de ruptura na emenda, expressa em newtons (N);

E é a espessura original da emenda do corpo de prova, expressa em milímetros (mm);

L é a largura média do dispositivo de corte, expressa em milímetros (mm).

Expressar o resultado final como a média dos valores obtidos dos dois ensaios realizados.

5.3 Ensaio de resistência ao rasgamento

5.3.1 Aparelhagem

A aparelhagem deve ser conforme 4.4.3 e 4.5.

5.3.2 Corpos de prova

Os corpos de prova devem ser obtidos conforme 4.4.3.

5.3.3 Procedimento

5.3.3.1 Obter três corpos de prova no total através do dispositivo de corte, conforme estabelecido em 4.4.3, retirados do corpo da câmara de ar no sentido circunferencial (sentido de extrusão da câmara).

5.3.3.2 Não utilizar corpos de prova retirados sobre a emenda ou sobre a região de fechamento do molde de vulcanização.

5.3.3.3 Determinar a espessura do corpo de prova a partir da medição da espessura efetuada na parte central, por meio de medidor de espessura, com aproximação de 0,01 mm.

5.3.3.4 Prender o corpo de prova pelas extremidades às garras do dinamômetro, tomando-se o cuidado de regulá-lo simetricamente, de modo que a tensão se distribua uniformemente em qualquer seção transversal.

5.3.3.5 Acionar o dinamômetro com velocidade de afastamento de (500 ± 50) mm/min.

5.3.3.6 Registrar a força atingida no momento de início do rasgamento do corpo de prova.

5.3.4 Expressão dos resultados

Para o cálculo da resistência ao rasgamento, deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$R_{rg} = \frac{F_{rg}}{E}$$

onde

R_{rg} é a resistência de rasgamento por espessura, expressa em newtons por milímetros (N/m);

F_{rg} é a força máxima de rasgamento, expressa em newtons (N);

E é a espessura original do corpo de prova, expressa em milímetros (mm).

O resultado final deve ser expresso como a média dos valores obtidos dos três ensaios realizados.

5.4 Ensaio de deformação permanente

5.4.1 Aparelhagem

A aparelhagem deve ser conforme 4.4.2, 4.5 e 4.6.

5.4.2 Corpos de prova

Os corpos de prova devem ser conforme 5.1.2.

5.4.3 Procedimento

5.4.3.1 Três corpos de prova no total devem ser obtidos, através do dispositivo de corte, conforme estabelecido em 4.4.1, retirados do corpo da câmara de ar no sentido circunferencial (sentido de extrusão da câmara).

5.4.3.2 Não utilizar corpos de prova retirados sobre a emenda ou sobre a região de fechamento do molde de vulcanização.

5.4.3.3 Os corpos de prova devem ser presos pelas extremidades às garras do dispositivo de alongamento estático (conforme estabelecido em 4.4.2), de modo a obter um alongamento estático de 50 % (ou 1,5 vez) do comprimento original da região pré-marcada (conforme estabelecido em 4.2).

5.4.3.4 Efetuar o envelhecimento acelerado em estufa a (105 ± 2) °C, durante 5 h.

5.4.3.5 Retirar o dispositivo de alongamento estático da estufa (com os corpos de prova ainda fixados e esticados) e deixá-lo esfriar por 2 h em temperatura ambiente.

5.4.3.6 Retirar os corpos de prova do dispositivo de alongamento estático, deixando-os descansar (repouso sem esticamento) à temperatura ambiente, entre 8 h e 24 h.

5.4.3.7 Registrar a distância entre os centros dos traços de referência marcados no corpo de prova.

5.4.4 Expressão dos resultados

Para o cálculo da deformação permanente, deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$D_p = \left(\frac{L_f - L_i}{L_i} \right) \times 100$$

onde

D_p é a deformação permanente, expressa em porcentagem (%);

L_f é a distância final entre os centros dos traços de referência, expressa em milímetros (mm);

L_i é a distância inicial entre os centros dos traços de referência, expressa em milímetros (mm).

O resultado final deve ser expresso como a média dos valores obtidos dos três ensaios realizados.

5.5 Ensaio da perda de resistência após envelhecimento

5.5.1 Aparelhagem

A aparelhagem deve ser conforme 4.5.

5.5.2 Corpo de prova

Os corpos de prova devem ser conforme 5.1.2.

5.5.3 Procedimento

5.5.3.1 Utilizando os mesmos corpos de prova do ensaio de deformação permanente (e ensaiados conforme estabelecido em 5.4.3), realizar o ensaio de tensão de ruptura (conforme estabelecido em 5.1.3).

5.5.3.2 Registrar a força correspondente no instante da ruptura.

5.5.4 Expressão dos resultados

Para o cálculo da perda de resistência após envelhecimento, deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$P_{re} = \left(\frac{F_r - F_{re}}{F_r} \right) \times 100$$

onde

P_{re} é a perda de resistência após envelhecimento, expressa em porcentagem (%);

F_r é a média da força de ruptura dos três corpos de prova não envelhecido (ensaiados conforme 5.1), expressa em newtons (N);

F_{re} é a força de ruptura do corpo de prova envelhecido, expressa em newtons (N).

O resultado final deve ser expresso como a média dos valores obtidos dos três ensaios realizados.

5.6 Ensaio de aderência na base da válvula e adesão metal-borracha da válvula

5.6.1 Aparelhagem

A aparelhagem deve ser conforme 4.4.4 e 4.5.

5.6.2 Corpo de prova

O corpo de prova deve ser obtido conforme estabelecido em 4.4.4, retirado da região da válvula da câmara de ar. A válvula deve estar situada no centro do corpo de prova.

5.6.3 Procedimento

5.6.3.1 A válvula (ou haste da válvula) deve ser fixada (ou rosqueada) ao eixo superior do dinamômetro (através do uso de um adaptador em substituição à garra superior), enquanto que as duas extremidades do corpo de prova devem, em conjunto, ser presas à garra inferior do dinamômetro.

5.6.3.2 Deve-se tomar o cuidado de prender as extremidades do corpo de prova de forma simétrica, de modo a evitar a torção do corpo de prova, o tracionamento inclinado em relação ao eixo da válvula e a tensão não distribuída uniformemente em suas extremidades.

5.6.3.3 O dinamômetro deve ser acionado com velocidade de afastamento de (500 ± 50) mm/min, observando-se continuamente a distância entre os centros dos traços marcados no corpo de prova, conforme estabelecido em 4.2.

5.6.3.4 Registrar a distância entre os centros dos traços de referência marcados no corpo de prova no instante do início do descolamento da base da válvula ou da falha de adesão metal-borracha.

5.6.4 Expressão dos resultados

Para o cálculo da aderência na base da válvula e adesão metal-borracha da válvula, deve-se utilizar a seguinte expressão:

$$AD = \left(\frac{L_d - L_i}{L_i} \right) \times 100$$

onde

AD é a aderência na base da válvula ou adesão metal-borracha, expressa em porcentagem (%);

L_d é a distância entre os centros dos traços de referência no instante do início do descolamento na base da válvula ou da falha de adesão metal-borracha, expressa em milímetros (mm);

L_i é a distância inicial entre os centros dos traços de referência, expressa em milímetros (mm).

O resultado final é diretamente o valor obtido do único ensaio realizado.

O valor do resultado final encontrado é válido para o ensaio que ocasionou sua interrupção, ou seja, início do descolamento da base da válvula ou falha de adesão metal-borracha. Para o outro ensaio, o resultado deve ser indicado, acrescentando-se a expressão "maior que" (ou símbolo ">").

6 Marcação e embalagem

6.1 Identificação

As câmaras de ar devem ser identificadas durante o processo de fabricação com no mínimo as seguintes marcações:

- a) marca do fabricante;
- b) código e/ou medida da câmara de ar;
- c) código que identifique o período de fabricação (código que identifique no mínimo a semana e o ano de fabricação).

6.2 Embalagem

As embalagens das câmaras de ar devem ser individuais e devem conter no mínimo as seguintes informações:

- a) marca do fabricante;
- b) código e/ou medida da câmara de ar;
- c) medidas de pneus aplicáveis.

NOTA Câmaras de ar destinadas a montadoras e veículos industriais não motorizados não necessitam de embalagem individual.