

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/wp29fdocsts.html>

**Regulamento n.º 110 da Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas (UNECE) — Prescrições uniformes relativas à homologação de:**

- I. Componentes específicos dos veículos a motor que utilizam gás natural comprimido (GNC) no seu sistema de propulsão;**
- II. Veículos equipados com componentes específicos do tipo homologado para utilização de gás natural comprimido (GNC) no seu sistema de propulsão, no que diz respeito à instalação desses componentes**

**Adenda 109: Regulamento n.º 110**

**Contém todo o texto válido até:**

Suplemento 6 à versão original do Regulamento — Data de entrada em vigor: 18 de Junho de 2007

ÍNDICE

REGULAMENTO

1. Âmbito de aplicação
2. Definição e classificação dos componentes

PARTE I

3. Pedido de homologação
4. Marcações
5. Homologação
6. Especificações relativas aos componentes dos sistemas de GNC
7. Modificações de um tipo de componente de GNC e extensão da homologação
8. (em aberto)
9. Conformidade da produção
10. Sanções por não conformidade da produção
11. (em aberto)
12. Cessação da produção
13. Designações e endereços dos serviços técnicos responsáveis pelos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação e dos serviços administrativos

PARTE II

14. Definições
15. Pedido de homologação
16. Homologação
17. Disposições relativas à instalação de componentes específicos para utilização de gás natural comprimido no sistema de propulsão de um veículo
18. Conformidade da produção
19. Sanções por não conformidade da produção
20. Modificação e extensão da homologação de um modelo de veículo
21. Cessação da produção
22. Designações e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação e dos serviços administrativos

ANEXOS

- |           |                                                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Anexo 1-A | Características essenciais de um componente de GNC                             |
| Anexo 1-B | Características essenciais do veículo, do motor e do respectivo sistema de GNC |
| Anexo 2-A | Disposição da marca de homologação de um tipo de componente de GNC             |

Anexo 2-B	Comunicação referente à concessão, extensão, recusa ou revogação da homologação ou à cessação da produção de um tipo de componente de GNC nos termos do Regulamento n.º 110 Adenda — Informação complementar relativa à homologação de um tipo de componente de GNC nos termos do Regulamento n.º 110
Anexo 2-C	Disposições de marcas de homologação
Anexo 2-D	Comunicação relativa à concessão, extensão, recusa ou revogação da homologação ou à cessação da produção de um modelo de veículo no que diz respeito à instalação de um sistema de GNC nos termos do Regulamento n.º 110
Anexo 3	Garrafas de gás — Garrafa de alta pressão para armazenar a bordo gás natural utilizado como combustível de veículos automóveis Apêndice A — Métodos de ensaio Apêndice B — (em aberto) Apêndice C — (em aberto) Apêndice D — Formulários de relatório Apêndice E — Verificação das relações de tensões por intermédio de extensómetros Apêndice F — Métodos de avaliação da resistência à ruptura Apêndice G — Instruções do fabricante em matéria de manuseio, utilização e inspecção das garrafas Apêndice H — Ensaio de exposição ambiental
Anexo 4-A	Disposições relativas à homologação de válvulas automáticas, válvulas anti-retorno, válvulas de descompressão, dispositivos limitadores de pressão e válvulas de limitação do débito
Anexo 4-B	Disposições relativas à homologação da tubagem flexível (mangas) de alimentação
Anexo 4-C	Disposições relativas à homologação dos filtros de GNC
Anexo 4-D	Disposições relativas à homologação dos reguladores de pressão
Anexo 4-E	Disposições relativas à homologação dos sensores/indicadores de pressão e de temperatura
Anexo 4-F	Disposições relativas à homologação da unidade de enchimento
Anexo 4-G	Disposições relativas à homologação do regulador de débito de gás e do misturador gás/ar ou injector de gás
Anexo 4-H	Disposições relativas à homologação da unidade de controlo electrónico
Anexo 5	Métodos de ensaio
Anexo 5-A	Ensaio de sobrepressão (ensaio de resistência)
Anexo 5-B	Ensaio de fugas (estanquidade) para o exterior
Anexo 5-C	Ensaio de fugas internas (estanquidade interna)
Anexo 5-D	Ensaio de compatibilidade com o GNC
Anexo 5-E	Ensaio de resistência à corrosão
Anexo 5-F	Ensaio de resistência ao calor seco
Anexo 5-G	Envelhecimento (desagregação) pelo ozono
Anexo 5-H	Ensaio de ciclos térmicos
Anexo 5-I	Ensaio de ciclos térmicos aplicável somente a garrafas (ver Anexo 3)
Anexo 5-J	(em aberto)
Anexo 5-K	(em aberto)
Anexo 5-L	Ensaio de durabilidade (funcionamento contínuo)
Anexo 5-M	Ensaio de ruptura/destrutivo aplicável somente a garrafas (ver Anexo 3)
Anexo 5-N	Ensaio de resistência à vibração
Anexo 5-O	Temperaturas de funcionamento
Anexo 6	Disposições relativas à marca de identificação de GNC em veículos de transportes públicos

## 1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O presente regulamento aplica-se a:

- 1.1. Parte I: Componentes específicos dos veículos a motor que utilizam gás natural comprimido (GNC) no seu sistema de propulsão;
- 1.2. Parte II: Veículos das categorias M e N <sup>(1)</sup> equipados com componentes específicos do tipo homologado para utilização de gás natural comprimido (GNC) no seu sistema de propulsão, no que diz respeito à instalação desses componentes.

<sup>(1)</sup> Tal como definido no Anexo 7 da Resolução consolidada sobre a construção de veículos (R.E.3), (documento TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, com a redacção que lhe foi dada pela Amend. 4).

## 2. DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS COMPONENTES

Os componentes do equipamento de GNC para utilização em veículos são classificados segundo a pressão de funcionamento e a função, em conformidade com a figura 1-1.

Classe 0	Elementos a alta pressão, incluindo tubagens e ligações, que contenham GNC a uma pressão superior a 3 MPa e inferior ou igual a 26 MPa.
Classe 1	Elementos a média pressão, incluindo tubagens e ligações, que contenham GNC a uma pressão superior a 450 kPa e inferior ou igual a 3 000 kPa (3 MPa).
Classe 2	Elementos a baixa pressão, incluindo tubagens e ligações, que contenham GNC a uma pressão superior a 20 kPa e inferior ou igual a 450 kPa.
Classe 3	Elementos a média pressão, como válvulas de segurança ou elementos protegidos por válvulas de segurança, incluindo tubagens e ligações, que contenham GNC a uma pressão superior a 450 kPa e inferior ou igual a 3 000 kPa (3 MPa).
Classe 4	Elementos em contacto com gás a uma pressão inferior a 20 kPa.

Um componente pode ser composto por diversos elementos, cada um dos quais classificado numa determinada classe, consoante a pressão máxima de funcionamento e a função.

- 2.1. Por «pressão», entende-se a pressão em relação à atmosférica, salvo indicação em contrário.
- 2.1.1. Por «pressão de serviço», entende-se a pressão estabilizada com o gás a uma temperatura uniforme de 15 °C.
- 2.1.2. Por «pressão de ensaio», entende-se a pressão à qual um componente é submetido durante um ensaio de homologação.
- 2.1.3. Por «pressão de funcionamento», entende-se a pressão máxima à qual um componente se destina a ser submetido e com base na qual se determina a resistência desse componente.
- 2.1.4. Por «temperaturas de funcionamento», entende-se os valores máximos de temperatura dos intervalos indicados no Anexo 5-O, para os quais se garante um bom e seguro funcionamento do componente específico e para os quais este foi projectado e homologado.
- 2.2. Por «componente específico», entende-se:
  - a) reservatório (ou garrafa);
  - b) acessórios adaptados à garrafa;
  - c) regulador de pressão;
  - d) válvula automática;
  - e) válvula manual;
  - f) dispositivo de alimentação do gás;
  - g) regulador de débito de gás;
  - h) tubagem flexível (mangas) de alimentação;
  - i) tubagem rígida de alimentação;
  - j) unidade ou receptáculo de enchimento;
  - k) válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno;
  - l) válvula de descompressão (válvula de descarga);
  - m) dispositivo limitador de pressão (accionado termicamente);

- n) filtro;
- o) sensor/indicador de pressão ou temperatura;
- p) válvula de limitação de débito;
- q) válvula de serviço;
- r) unidade de controlo electrónico;
- s) cobertura estanque ao gás;
- t) ligações;
- u) manga de ventilação.

2.2.1. Muitos dos componentes acima referidos podem ser combinados ou associados num «componente multifuncional».

Figura 1-1

**Diagrama de classificação dos componentes de sistemas de GNC**

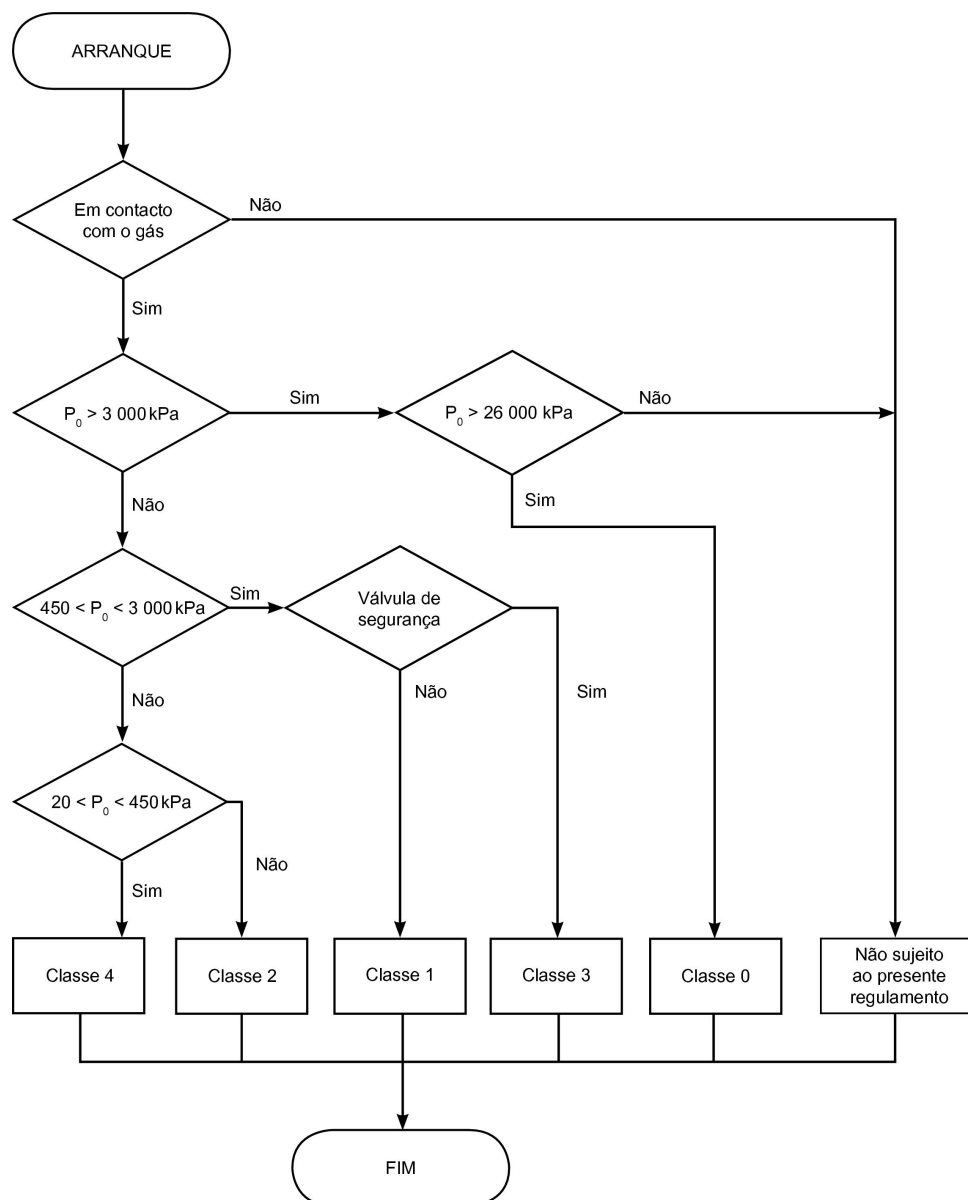




Figura 1-2

**Ensaio aplicáveis a classes específicas de componentes (excluindo garrafas)**

Ensaio de funcionamento	Resistência à sobre-pressão	Ensaio de fugas ou estanquidade (para o exterior)	Ensaio de fugas ou estanquidade (interna)	Ensaio de durabilidade funcionamento contínuo	Resistência à corrosão	Envelhecimento pelo ozono	Compatibilidade com o GNC	Resistência à vibração	Resistência ao calor seco
	Anexo 5-A	Anexo 5-B	Anexo 5-C	Anexo 5-L	Anexo 5-E	Anexo 5-G	Anexo 5-D	Anexo 5-N	Anexo 5-F
Classe 0	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Classe 1	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Classe 2	X	X	A	A	X	A	X	X	A
Classe 3	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Classe 4	O	O	O	O	X	A	X	O	A

X = aplicável

O = Não aplicável

A = consoante o caso

- 2.3. Por «reservatório» (ou garrafa), entende-se qualquer recipiente utilizado para a armazenagem de gás natural comprimido;
- 2.3.1. Os reservatórios classificam-se do seguinte modo:
- GNC-1: metálicos;
- GNC-2: invólucro metálico reforçado com filamento contínuo impregnado de resina (bobinado sobre a parte cilíndrica);
- GNC-3: invólucro metálico reforçado com filamento contínuo impregnado de resina (bobinado por inteiro);
- GNC-4: filamento contínuo impregnado de resina, com invólucro não-metálico (compósito total).
- 2.4. Por «tipo de reservatório», entende-se reservatórios que não difiram entre si no que respeita a características de dimensões e material, conforme definido no Anexo 3.
- 2.5. Por «acessórios adaptados à garrafa», entende-se (embora não exclusivamente) os seguintes componentes, separados ou combinados, ligados ao reservatório:
- 2.5.1. válvula manual;
- 2.5.2. sensor/indicador de pressão;
- 2.5.3. válvula de descompressão (válvula de descarga);
- 2.5.4. dispositivo limitador de pressão (accionado termicamente);
- 2.5.5. válvula automática da garrafa;
- 2.5.6. válvula de limitação de débito;
- 2.5.7. cobertura estanque ao gás.
- 2.6. Por «válvula», entende-se um dispositivo destinado a controlar o débito de um fluido.
- 2.7. Por «válvula automática», entende-se uma válvula não accionada manualmente.
- 2.8. Por «válvula automática da garrafa», entende-se uma válvula automática adaptada rigidamente ao reservatório, por meio da qual se controla o débito de gás para o sistema de alimentação a combustível. A válvula automática da garrafa também é designada «válvula de serviço telecomandada».
- 2.9. Por «válvula anti-retorno», entende-se uma válvula automática que permite a circulação do gás num só sentido.
- 2.10. Por «válvula de limitação do débito» (dispositivo de limitação do débito), entende-se uma válvula que interrompe, ou limita, automaticamente o fluxo de gás quando este ultrapassa um valor fixo por construção.

- 2.11. Por «válvula manual», entende-se uma válvula accionada manualmente e fixa rigidamente à garrafa.
- 2.12. Por «válvula de descompressão (válvula de descarga)», entende-se um dispositivo que impede que a pressão a montante exceda um valor pré-determinado.
- 2.13. Por «válvula de serviço», entende-se uma válvula de isolamento que se fecha somente durante uma operação de manutenção do veículo.
- 2.14. Por «filtro», entende-se um painel protector que remove pequenos objectos estranhos do fluxo de gás.
- 2.15. Por «ligações», entende-se todos os dispositivos de conexão utilizados num sistema de canalizações, tubagens ou mangas.
- 2.16. **Tubagens de alimentação do combustível**
- 2.16.1. Por «tubagem flexível de alimentação», entende-se um sistema de tubos ou mangas flexíveis através do qual circula o gás natural.
- 2.16.2. Por «tubagem rígida de alimentação», entende-se um sistema de tubos não projectado para flectir em condições normais de funcionamento, através do qual circula o gás natural.
- 2.17. Por «dispositivo de alimentação de gás», entende-se um dispositivo para introduzir o combustível gasoso no colector de admissão do motor (carburador ou injector).
- 2.17.1. Por «misturador gás/ar», entende-se um dispositivo para introduzir e misturar o combustível gasoso no colector de admissão do motor.
- 2.17.2. Por «injector de gás», entende-se um dispositivo para introduzir o combustível gasoso no colector de admissão do motor.
- 2.18. Por «regulador de débito de gás», entende-se um dispositivo, instalado a jusante de um regulador de pressão, para controlar a alimentação do motor.
- 2.19. Por «cobertura estanque ao gás», entende-se um dispositivo que evacua fugas de gás para o exterior do veículo, incluindo a manga de ventilação.
- 2.20. Por «indicador de pressão», entende-se um dispositivo pressurizado que indica a pressão do gás.
- 2.21. Por «regulador de pressão», entende-se um dispositivo destinado a controlar a pressão do combustível gasoso fornecido ao motor.
- 2.22. Por «dispositivo limitador de pressão (accionado termicamente)», entende-se um dispositivo accionado automaticamente, e uma só vez, logo que a temperatura e/ou a pressão atinjam valores excessivos, libertando gás para evitar a ruptura da garrafa.
- 2.23. Por «unidade ou receptáculo de enchimento», entende-se um dispositivo adaptado ao veículo, no exterior ou no interior (compartimento do motor), para encher o reservatório na estação de serviço.
- 2.24. Por «unidade de controlo electrónico (alimentação a GNC)», entende-se um dispositivo que controla a solicitação de gás e outros parâmetros do motor e que, se necessário por razões de segurança, acciona o fecho da válvula automática.
- 2.25. Por «tipo de componentes» (como os mencionados nos n.ºs 2.6. a 2.23. anteriores), entende-se os componentes que não difiram entre si em aspectos essenciais como o material e as temperaturas de funcionamento.
- 2.26. Por «tipo de unidade de controlo electrónico» (como a mencionada no n.º 2.24.), entende-se componentes que, à parte pequenas alterações, não difiram entre si em aspectos essenciais como os princípios informáticos de base.

## PARTE I

### *HOMOLOGAÇÃO DE COMPONENTES ESPECÍFICOS DOS VEÍCULOS A MOTOR QUE UTILIZAM GÁS NATURAL COMPRIMIDO (GNC) NOS SEUS SISTEMAS DE PROPULSÃO*

3. PEDIDO DE HOMOLOGAÇÃO
- 3.1. O pedido de homologação de um componente específico ou multifuncional deve ser apresentado pelo titular da marca comercial ou pelo seu mandatário devidamente acreditado.

- 3.2. Deve ser acompanhado pelos documentos (em triplicado) e elementos a seguir indicados:
- 3.2.1. descrição do veículo, incluindo todos os elementos com interesse referidos no Anexo 1-A do presente regulamento;
- 3.2.2. descrição detalhada do tipo de componente específico;
- 3.2.3. representação gráfica (esquema) do componente específico, suficientemente pormenorizada e a uma escala adequada;
- 3.2.4. verificação do cumprimento das especificações prescritas no n.º 6 do presente regulamento.
- 3.3. A pedido do serviço técnico responsável pela realização dos ensaios de homologação, devem ser fornecidas amostras do componente específico. Mediante pedido nesse sentido, devem ser fornecidas amostras complementares (três, no máximo).
- 3.3.1. Durante a fase de pré-produção de reservatórios, [n] (\*), contentores em cada 50 (lote de validação) devem ser submetidos aos ensaios não-destrutivos referidos no Anexo 3.
4. MARCAÇÕES
- 4.1. As amostras do componente especial entregues para homologação devem apresentar a marca ou designação comercial do fabricante e o tipo, incluindo a designação relativa às temperaturas de funcionamento («M» ou «C» correspondentes a temperaturas moderadas ou frias, respectivamente, consoante o caso); no caso de tubagem flexível, deve indicar-se igualmente o mês e o ano de fabrico; esta marcação deve ser indelével e claramente legível.
- 4.2. Em todos os componentes deve haver espaço suficiente para afixar a marca de homologação e este espaço será indicado nas peças desenhadas referidas no n.º 3.2.3 anterior.
- 4.3. Cada reservatório deve também dispor de um rótulo com os seguintes dados claramente legíveis e indeléveis:
- a) número de série;
  - b) capacidade em litros;
  - c) inscrição «GNC»;
  - d) pressão de funcionamento/pressão de ensaio [MPa];
  - e) massa (kg);
  - f) ano e mês da homologação (p. ex.: 96/01);
  - g) marca de homologação, nos termos do n.º 5.4.
5. HOMOLOGAÇÃO
- 5.1. Se as amostras do componente entregues para homologação cumprirem o disposto nos n.ºs 6.1 a 6.11. do presente regulamento, é concedida a homologação do tipo de componente em causa.
- 5.2. É atribuído um número de homologação a cada tipo de componente ou componente multifuncional homologado. Os dois primeiros algarismos (actualmente, 00 para o regulamento na sua versão original) indicam a série de alterações que incorpora as principais e mais recentes alterações técnicas ao regulamento à data de emissão da homologação. Uma mesma parte contratante não pode atribuir o mesmo código alfanumérico a outro tipo de componente.
- 5.3. A homologação, extensão da homologação ou recusa de homologação de um tipo de componente de GNC nos termos do presente regulamento devem ser notificadas às partes no Acordo que aplicam o presente regulamento, por meio de um formulário conforme ao modelo que consta do Anexo 2-B do presente regulamento.

(\*) A indicar.

- 5.4. Em todos os componentes conformes a um tipo homologado ao abrigo do presente regulamento, deve ser afixada visivelmente e no espaço referido no n.º 4.2 anterior, para além da marca estipulada nos n.ºs 4.1 e 4.3, uma marca de homologação internacional, que consiste em:
- 5.4.1. um círculo envolvendo a letra «E», seguida do número distintivo do país que concedeu a homologação <sup>(2)</sup>.
- 5.4.2. O número do presente regulamento, seguido da letra «R», de uma barra e do número de homologação, à direita do círculo previsto no n.º 5.4.1. O número de homologação é composto pelo número de homologação do tipo de componente que consta do respectivo certificado (ver n.º 5.2 e Anexo 2-B), precedido por dois algarismos que indicam a sequência da mais recente série de alterações ao presente regulamento.
- 5.5. A marca de homologação deve ser indelével e claramente legível.
- 5.6. O Anexo 2-A do presente regulamento contém exemplos da disposição da marca de homologação acima referida.

## 6. ESPECIFICAÇÕES RELATIVAS AOS COMPONENTES DOS SISTEMAS DE GNC

### 6.1. Prescrições gerais

- 6.1.1. Os componentes específicos de veículos que utilizam GNC nos seus sistemas de propulsão devem funcionar de modo correcto e seguro, conforme disposto no presente regulamento.

O material de composição dos componentes que entram em contacto com o GNC deve ser compatível com este (ver Anexo 5-E).

As partes (ou elementos) de componentes cujo funcionamento correcto e seguro possa ser influenciado pelo GNC, por pressão elevada ou por vibrações devem ser submetidas aos ensaios adequados, em conformidade com os Anexos do presente regulamento. Deve, nomeadamente, cumprir-se o disposto nos n.ºs 6.2 a 6.11.

Os componentes específicos dos veículos que utilizam GNC nos seus sistemas de propulsão devem cumprir os requisitos definidos em matéria de compatibilidade electromagnética (CEM), em conformidade com o Regulamento n.º 10 (série 02 de alterações) ou norma equivalente.

### 6.2. Disposições relativas aos reservatórios

- 6.2.1. Os reservatórios (garrafas) de GNC devem ser homologados em conformidade com as disposições do Anexo 3 do presente regulamento.

### 6.3. Disposições relativas aos componentes adaptados ao reservatório

- 6.3.1. O reservatório deve estar equipado com, pelo menos, os seguintes componentes, separados ou combinados:

- 6.3.1.1. válvula manual;

<sup>(2)</sup> 1 para a Alemanha, 2 para a França, 3 para a Itália, 4 para os Países Baixos, 5 para a Suécia, 6 para a Bélgica, 7 para a Hungria, 8 para a República Checa, 9 para a Espanha, 10 para a Sérvia, 11 para o Reino Unido, 12 para a Áustria, 13 para o Luxemburgo, 14 para a Suíça, 15 (não utilizado), 16 para a Noruega, 17 para a Finlândia, 18 para a Dinamarca, 19 para a Roménia, 20 para a Polónia, 21 para Portugal, 22 para a Federação Russa, 23 para a Grécia, 24 para a Irlanda, 25 para a Croácia, 26 para a Eslovénia, 27 para a Eslováquia, 28 para a Bielorrússia, 29 para a Estónia, 30 (não utilizado), 31 para a Bósnia-Herzegovina, 32 para a Letónia, 33 (não utilizado) e 34 para a Bulgária 36 para a Lituânia, 37 para a Turquia, 38 (não utilizado), 39 para o Azerbaijão, 40 para a ex-República Jugoslava da Macedónia, 41 (não utilizado), 42 para a Comunidade Europeia (homologações emitidas pelos Estados-Membros utilizando os respectivos símbolos ECE), 43 para o Japão, 44 (não utilizado), 45 para a Austrália, 46 para a Ucrânia, 47 para a África do Sul, 48 para a Nova Zelândia, 49 para Chipre, 50 para Malta, 51 para a República da Coreia, 52 para a Malásia, 53 para a Tailândia, 54 e 55 (não utilizados) e 56 para o Montenegro. Os números seguintes serão atribuídos a outros países pela ordem cronológica da sua ratificação ou adesão ao Acordo relativo à adopção de prescrições técnicas uniformes aplicáveis aos veículos de rodas, aos equipamentos e às peças susceptíveis de serem montados ou utilizados num veículo de rodas e às condições de reconhecimento recíproco das homologações emitidas em conformidade com essas prescrições; os números assim atribuídos serão comunicados pelo Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas às partes signatárias do Acordo.

- 6.3.1.2. válvula automática do reservatório;
- 6.3.1.3. dispositivo limitador de pressão;
- 6.3.1.4. dispositivo de limitação do débito.
- 6.3.2. Se necessário, o reservatório pode ser equipado com uma cobertura estanque ao gás.
- 6.3.3. Os componentes mencionados nos n.º 6.3.1. a 6.3.2. anteriores devem ser homologados em conformidade com as disposições do Anexo 4 do presente regulamento.
- 6.4.-6.11. Disposições relativas a outros componentes

Os componentes indicados devem ser homologados em conformidade com as disposições dos Anexos identificados no quadro seguinte:

Números	Componente	Anexo
6.4.	Válvula automática Válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno, Válvula de descompressão Dispositivo limitador de pressão Válvula de limitação do débito	4-A
6.5.	Tubagem flexível de alimentação	4-B
6.6.	Filtro de GNC	4-C
6.7.	Regulador de pressão	4-D
6.8.	Sensores/indicadores de pressão e de temperatura	4-E
6.9.	Unidade ou receptáculo de enchimento	4-F
6.10.	Regulador do débito de gás e do misturador ou injector gás/ar	4-G
6.11.	Unidade electrónica de comando	4-H

- 7. MODIFICAÇÕES E EXTENSÃO DA HOMOLOGAÇÃO DE UM TIPO DE COMPONENTE DE GNC
- 7.1. Qualquer modificação de um tipo de componente de GNC deve ser notificada ao serviço administrativo que homologou o tipo em causa. Esse serviço pode então:
  - 7.1.1. considerar que as modificações introduzidas não são susceptíveis de produzir efeitos negativos significativos e que o componente continua a cumprir os requisitos definidos, ou
  - 7.1.2. decidir que o componente tem de ser submetido a uma nova série, parcial ou completa, de ensaios pela entidade competente.
- 7.2. A confirmação ou recusa da homologação, com especificação das alterações ocorridas, deve ser notificada às partes signatárias do Acordo que apliquem o presente regulamento, em conformidade com o procedimento indicado no n.º 5.3. anterior.
- 7.3. A entidade competente que emite a extensão da homologação deve atribuir um número de série a cada formulário de comunicação previsto para uma extensão.
- 8. (em aberto)

#### 9. CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

Os procedimentos relativos ao controlo da conformidade da produção devem cumprir o disposto no Apêndice 2 do Acordo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev. 2), bem como os seguintes requisitos:

- 9.1. Cada reservatório (garrafa) deve ser ensaiado a uma pressão mínima de 1,5 vezes a pressão de funcionamento, em conformidade com o disposto no Anexo 3 do presente regulamento.

- 9.2. Cada lote de um máximo de 200 garrafas fabricadas com o mesmo lote de matéria-prima deve ser submetido a um ensaio de ruptura sob pressão hidráulica, em conformidade com o n.º 3.2. do Anexo 3.
- 9.3. A tubagem flexível de alimentação correspondente às classes 0 (alta pressão) e 1 (média pressão), segundo a classificação descrita no n.º 2 do presente regulamento, deve ser ensaiada a uma pressão correspondente ao dobro da pressão de funcionamento.
10. SANÇÕES POR NÃO CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO
- 10.1. A homologação concedida a um tipo de componente nos termos do presente regulamento pode ser revogada se não for cumprido o disposto no n.º 9 anterior.
- 10.2. Se uma parte signatária do Acordo que aplique o presente regulamento revogar uma homologação previamente concedida, deve notificar imediatamente desse facto as restantes partes contratantes que apliquem o presente regulamento, por meio de um formulário de comunicação conforme ao modelo que consta do Anexo 2-B do presente regulamento.
11. (em aberto)
12. CESSAÇÃO DA PRODUÇÃO
- Se o titular da homologação deixar definitivamente de fabricar um tipo de componente homologado nos termos do presente regulamento, deve desse facto informar a entidade homologadora. Após receber a comunicação relevante, essa entidade deve do facto informar as outras partes no Acordo que apliquem o presente regulamento, por meio de um formulário de comunicação conforme ao modelo que consta do Anexo 2-B do presente regulamento.
13. DESIGNAÇÕES E ENDEREÇOS DOS SERVIÇOS TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELOS ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO E DOS RESPECTIVOS SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS
- As partes signatárias do Acordo que apliquem o presente regulamento devem comunicar ao Secretariado da Organização das Nações Unidas os nomes e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação e dos serviços administrativos que concedem as homologações e aos quais devem ser enviados os formulários de homologação, extensão, recusa ou revogação da homologação emitidos por outros países.

## PART II

### *HOMOLOGAÇÃO DE VEÍCULOS EQUIPADOS COM COMPONENTES ESPECÍFICOS DO TIPO HOMOLOGADO PARA UTILIZAÇÃO DE GÁS NATURAL COMPRIMIDO (GNC) NO SEU SISTEMA DE PROPULSÃO, NO QUE DIZ RESPEITO À INSTALAÇÃO DESSES COMPONENTES*

14. DEFINIÇÕES
- 14.1. Para efeitos do disposto na Parte II do presente regulamento:
- 14.1.1. Por «homologação de um veículo», entende-se a homologação de um modelo de veículo das categorias M e N no que respeita ao respectivo sistema de GNC enquanto equipamento de origem a utilizar no seu sistema de propulsão.
- 14.1.2. Por «modelo de veículo», entende-se veículos equipados com componentes específicos destinados à utilização de GNC no seu sistema de propulsão que não difiram entre si relativamente às seguintes características:
- 14.1.2.1. fabricante;
- 14.1.2.2. designação do tipo, determinada pelo fabricante;

- 14.1.2.3. aspectos essenciais de construção e projecto:
- 14.1.2.3.1. quadro/piso (diferenças óbvias e fundamentais);
- 14.1.2.3.2. instalação do equipamento de GNC (diferenças óbvias e fundamentais).
- 14.1.3. Por «sistema de GNC», entende-se um conjunto de componentes [reservatório(s) ou garrafa(s), válvulas, tubagem flexível de alimentação, etc.] e de ligações [tubagem rígida de alimentação, ligações da tubagem, etc.], instalados nos veículos a motor que utilizam GNC nos seus sistemas de propulsão.
15. PEDIDO DE HOMOLOGAÇÃO
- 15.1. O pedido de homologação de um modelo de veículo no que respeita à instalação dos componentes específicos para utilização de gás natural comprimido no seu sistema de propulsão deve ser apresentado pelo fabricante do veículo ou pelo seu mandatário devidamente acreditado.
- 15.2. O pedido será acompanhado pelos documentos seguintes, em triplicado, que descrevem o veículo, incluindo todos os elementos úteis referidos no Anexo 1-B do presente regulamento.
- 15.3. Ao serviço técnico responsável pelos ensaios de homologação, deve ser enviado um exemplar representativo do modelo de veículo a homologar.
16. HOMOLOGAÇÃO
- 16.1. Se o veículo apresentado para efeitos de homologação nos termos do presente regulamento estiver equipado com todos os componentes específicos necessários para a utilização de gás natural comprimido no seu sistema de propulsão e cumprir o disposto no n.º 17 seguinte, é concedida a homologação do modelo ao qual o veículo corresponde.
- 16.2. A cada modelo de veículo homologado é atribuído um número de homologação. Os seus dois primeiros algarismos indicam a série de alterações que incorpora as mais recentes e principais alterações técnicas introduzidas no regulamento à data de emissão da homologação.
- 16.3. A homologação, extensão da homologação ou recusa de homologação de um modelo de veículo alimentado a GNC nos termos do presente regulamento é comunicada às partes signatárias do Acordo que apliquem o presente regulamento por meio de um formulário conforme ao modelo que consta do Anexo 2-D do presente regulamento.
- 16.4. Em todos os modelos de veículos homologados ao abrigo do presente regulamento, deve ser afixada visivelmente e num espaço de fácil acesso, indicado na ficha de homologação a que se refere o n.º 16.2., uma marca de homologação internacional composta por:
- 16.4.1. um círculo envolvendo a letra «E», seguida do número distintivo do país que concedeu a homologação <sup>(3)</sup>.
- 16.4.2. O número do presente regulamento, seguido da letra «R», de uma barra e do número de homologação, à direita do círculo previsto no n.º 16.4.1.

<sup>(3)</sup> 1 para a Alemanha, 2 para a França, 3 para a Itália, 4 para os Países Baixos, 5 para a Suécia, 6 para a Bélgica, 7 para a Hungria, 8 para a República Checa, 9 para a Espanha, 10 para a Sérvia, 11 para o Reino Unido, 12 para a Áustria, 13 para o Luxemburgo, 14 para a Suíça, 15 (não utilizado), 16 para a Noruega, 17 para a Finlândia, 18 para a Dinamarca, 19 para a Roménia, 20 para a Polónia, 21 para Portugal, 22 para a Federação Russa, 23 para a Grécia, 24 para a Irlanda, 25 para a Croácia, 26 para a Eslovénia, 27 para a Eslováquia, 28 para a Bielorrússia, 29 para a Estónia, 30 (não utilizado), 31 para a Bósnia-Herzegovina, 32 para a Letónia, 33 (não utilizado) e 34 para a Bulgária 36 para a Lituânia, 37 para a Turquia, 38 (não utilizado), 39 para o Azerbaijão, 40 para a ex-República Jugoslava da Macedónia, 41 (não utilizado), 42 para a Comunidade Europeia (homologações emitidas pelos Estados-Membros utilizando os respectivos símbolos ECE), 43 para o Japão, 44 (não utilizado), 45 para a Austrália, 46 para a Ucrânia, 47 para a África do Sul, 48 para a Nova Zelândia, 49 para Chipre, 50 para Malta, 51 para a República da Coreia, 52 para a Malásia, 53 para a Tailândia, 54 e 55 (não utilizados) e 56 para o Montenegro. Os números seguintes serão atribuídos a outros países pela ordem cronológica da sua ratificação ou adesão ao Acordo relativo à adopção de prescrições técnicas uniformes aplicáveis aos veículos de rodas, aos equipamentos e às peças susceptíveis de serem montados ou utilizados num veículo de rodas e às condições de reconhecimento recíproco das homologações emitidas em conformidade com essas prescrições; os números assim atribuídos serão comunicados pelo Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas às partes signatárias do Acordo.



- 16.5. Se o veículo for conforme a um modelo de veículo homologado, nos termos de um ou mais dos regulamentos anexados ao Acordo, no país que concedeu a homologação nos termos do presente regulamento, não é necessário repetir o símbolo previsto no ponto 16.4.1; nesse caso, os números do regulamento e da homologação, assim como os símbolos adicionais de todos os regulamentos ao abrigo dos quais tenha sido concedida a homologação no país em causa são dispostos em colunas verticais à direita do símbolo prescrito no n.º 16.4.1.
- 16.6. A marca de homologação deve ser indelével e claramente legível.
- 16.7. A marca de homologação deve ser afixada perto da/sobre a placa que indica as características do veículo colocada pelo fabricante.
- 16.8. O Anexo 2-C do presente regulamento contém exemplos da disposição da marca de homologação acima referida.
17. DISPOSIÇÕES RELATIVAS À INSTALAÇÃO DE COMPONENTES ESPECÍFICOS PARA UTILIZAÇÃO DE GÁS NATURAL COMPRIMIDO NO SISTEMA DE PROPULSÃO DE UM VEÍCULO
- 17.1. **Generalidades**
- 17.1.1. O sistema de GNC do veículo deve funcionar de modo adequado e seguro à pressão e temperaturas de funcionamento para as quais foi projectado e homologado.
- 17.1.2. Todos os componentes do sistema devem ser homologados enquanto elementos isolados em conformidade com a Parte I do presente regulamento.
- 17.1.3. Os materiais utilizados no sistema devem ser compatíveis com o GNC.
- 17.1.4. Todos os componentes do sistema devem ser instalados e fixados correctamente.
- 17.1.5. O sistema de GNC não deve apresentar fugas, isto é, deve permanecer sem bolhas durante 3 minutos.
- 17.1.6. O sistema de GNC deve ser instalado de modo a ficar o mais protegido possível contra quaisquer danos, como os devidos a movimentos dos componentes do veículo, colisões, poeiras e outros detritos, carga e descarga do veículo ou deslocações da carga transportada.
- 17.1.7. Ao sistema de GNC não devem ser aplicados outros acessórios para além dos estritamente necessários ao funcionamento correcto do motor do veículo.
- 17.1.7.1. Sem prejuízo do disposto no n.º 17.1.7, os veículos podem ser equipados com um sistema de aquecimento da cabina dos passageiros e/ou do compartimento de carga ligado ao sistema de GNC.
- 17.1.7.2. O sistema de aquecimento referido no n.º 17.1.7.1 é autorizado se os serviços técnicos responsáveis pela homologação o considerarem adequadamente protegido e não susceptível de afectar o funcionamento normal previsto para o sistema de GNC.
- 17.1.8. Identificação dos veículos das categorias M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> <sup>(4)</sup> alimentados a GNC.
- 17.1.8.1. Os veículos das categorias M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> equipados com sistemas de GNC devem exibir uma chapa, em conformidade com o disposto no Anexo 6.
- 17.1.8.2. A chapa é instalada na parte da frente e na retaguarda dos veículos das categorias M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> e no exterior das portas do lado direito.
- 17.2. **Requisitos complementares**
- 17.2.1. Nenhum dos componentes do sistema de GNC, incluindo materiais de protecção neles integrados, deve sobressair do contorno geral do veículo, com excepção da unidade de enchimento, cuja saliência em relação à base pode ter um máximo de 10 mm.

<sup>(4)</sup> Tal como definido no Anexo 7 da Resolução consolidada sobre a construção de veículos (R.E.3), (documento TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2).



- 17.2.2. Nenhum componente do sistema de GNC deve situar-se num raio inferior a 100 mm do escape ou de idêntica fonte térmica, a menos que adequadamente isolado contra o calor.

**17.3. O sistema de GNC**

- 17.3.1. Um sistema de GNC deve ser composto, no mínimo, pelos seguintes componentes:

- 17.3.1.1. reservatório(s) ou garrafa(s);
- 17.3.1.2. indicador de pressão ou indicador do nível de combustível;
- 17.3.1.3. dispositivo limitador de pressão (accionado termicamente);
- 17.3.1.4. válvula automática da garrafa;
- 17.3.1.5. válvula manual;
- 17.3.1.6. regulador de pressão;
- 17.3.1.7. regulador de débito de gás;
- 17.3.1.8. dispositivo de limitação do débito;
- 17.3.1.9. dispositivo de alimentação do gás,
- 17.3.1.10. unidade ou receptáculo de enchimento;
- 17.3.1.11. tubagem flexível (mangas) de alimentação;
- 17.3.1.12. tubagem rígida de alimentação;
- 17.3.1.13. unidade de controlo electrónico;
- 17.3.1.14. ligações;
- 17.3.1.15. cobertura estanque ao gás, para os componentes instalados dentro da bagageira e da cabina de passageiros. Caso se preveja a destruição da cobertura estanque ao gás em caso de incêndio, o dispositivo limitador de pressão pode ser provido dela.

- 17.3.2. O sistema de GNC pode também incluir os seguintes componentes:

- 17.3.2.1. válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno;
- 17.3.2.2. válvula de descompressão;
- 17.3.2.3. filtro de GNC;
- 17.3.2.4. sensor de pressão e/ou de temperatura;
- 17.3.2.5. sistema de selecção do combustível e sistema eléctrico.

- 17.3.3. Uma válvula automática adicional pode ser combinada com o regulador de pressão.

**17.4. Instalação do reservatório**

- 17.4.1. O reservatório deve ser instalado em regime permanente no veículo, mas não deve ser instalado no compartimento do motor.
- 17.4.2. O reservatório deve ser instalado de modo a evitar contacto entre metais, excepto nos seus pontos de fixação.

- 17.4.3. Com o veículo em condições de utilização, o reservatório de combustível deve ficar, pelo menos, 200 mm acima da superfície de rodagem.
- 17.4.3.1. O disposto no n.º 17.4.3 não se aplica se o reservatório for adequadamente protegido à frente e dos lados e nenhuma das suas partes ficar localizada abaixo da estrutura de protecção.
- 17.4.4. O(s) reservatório(s) ou a(s) garrafa(s) de combustível deve(m) ser montado(s) e fixo(s) de modo que, uma vez cheio(s), as seguintes acelerações possam ser absorvidas (sem dano):

Veículos das categorias M<sub>1</sub> e N<sub>1</sub>:

- a) 20 g no sentido da deslocação;
- b) 8 g numa horizontal perpendicular ao sentido da deslocação.

Veículos das categorias M<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>:

- a) 10 g no sentido da deslocação;
- b) 5 g numa horizontal perpendicular ao sentido da deslocação.

Veículos das categorias M<sub>3</sub> e N<sub>3</sub>:

- a) 6,6 g no sentido da deslocação;
- b) 5 g numa horizontal perpendicular ao sentido da deslocação.

Pode ser utilizado um método de cálculo em lugar do ensaio, se o requerente do pedido de homologação demonstrar ao serviço técnico a respectiva equivalência.

**17.5. Acessórios adaptados ao(s) reservatório(s) ou à(s) garrafa(s)**

**17.5.1. Válvula automática**

- 17.5.1.1. Deve ser instalada uma válvula automática directamente em cada reservatório (garrafa).
- 17.5.1.2. A válvula automática do reservatório deve funcionar de modo que, quando o motor é desligado, o fornecimento de combustível seja interrompido, independentemente da posição da chave de ignição, e permaneça interrompido enquanto o motor não voltar a trabalhar. Admite-se um lapso de 2 segundos para diagnóstico.

**17.5.2. Dispositivo limitador de pressão**

- 17.5.2.1. O dispositivo limitador de pressão (accionado termicamente) deve ser adaptado ao(s) reservatório(s) de combustível de modo a poder descarregar na cobertura estanque ao gás, desde que esta última cumpra o disposto no n.º 17.5.5.

**17.5.3. Válvula de limitação do débito para o reservatório**

- 17.5.3.1. O dispositivo de limitação do débito deve ser instalado na válvula automática do reservatório.

**17.5.4. Válvula manual**

- 17.5.4.1. Ao reservatório, deve ser fixada rigidamente uma válvula manual, que pode ser integrada na válvula automática do reservatório.

**17.5.5. Cobertura estanque ao gás no(s) reservatório(s)**

- 17.5.5.1. Deve ser adaptada às ligações do(s) reservatório(s) de combustível uma cobertura estanque ao gás que cumpra o disposto nos n.º 17.5.5.2 a 17.5.5.5, a menos que o(s) reservatório(s) seja(m) instalado(s) no exterior do veículo.

- 17.5.5.2. A cobertura estanque ao gás deve ter abertura para a atmosfera, se necessário mediante uma manga e um tubo de evacuação resistentes ao GNC.
- 17.5.5.3. A abertura de ventilação da cobertura estanque ao gás não pode descarregar para pontos de passagem das rodas, nem para fontes de calor, como o escape.
- 17.5.5.4. As mangas ou tubos instalados na parte inferior da carroçaria do veículo a motor, para ventilação da cobertura estanque ao gás, devem ter uma abertura com uma secção livre mínima de 450 mm<sup>2</sup>.
- 17.5.5.5. A cobertura sobre as ligações do(s) reservatório(s) e as mangas devem ser estanques ao gás a uma pressão de 10 kPa, sem deformação permanente. Nestas condições, é aceitável uma fuga não superior a 100 cm<sup>3</sup> por hora.
- 17.5.5.6. A manga de ligação deve ser fixa por ganchos ou outros meios à cobertura estanque e ao tubo de evacuação, de modo a formar uma junta estanque ao gás.
- 17.5.5.7. A cobertura estanque ao gás deve envolver todos os componentes instalados dentro da bagageira e da cabina de passageiros.

**17.6. Tubagem rígida e flexível de alimentação do gás combustível**

- 17.6.1. A tubagem rígida de alimentação deve ser feita de material sem soldadura: aço inoxidável ou, em alternativa, aço com revestimento anticorrosão.
- 17.6.2. A tubagem rígida de alimentação pode ser substituída por tubagem flexível de alimentação nas classes 0,1 e 2.
- 17.6.3. A tubagem flexível deve cumprir o disposto no Anexo 4-B do presente regulamento.
- 17.6.4. A tubagem rígida de alimentação deve ser fixa de modo a não ficar sujeita a vibrações ou tensões.
- 17.6.5. A tubagem flexível deve ser fixa de modo a não ficar sujeita a vibrações ou tensões.
- 17.6.6. Os pontos de fixação, quer da tubagem flexível quer da rígida, devem ser dispostos de modo a não haver contacto entre metais.
- 17.6.7. A tubagem, rígida ou flexível, não deve localizar-se em pontos de apoio para macacos.
- 17.6.8. Em pontos de atravessamento, a tubagem de alimentação deve ser provida de material de protecção.

**17.7. Ligações de gás entre os componentes**

- 17.7.1. Não são autorizadas juntas por soldadura ou brasagem, nem por compressão do tipo denteado.
- 17.7.2. Entre tubos de aço inoxidável deve haver unicamente ligações de aço inoxidável.
- 17.7.3. As caixas de ligação devem ser feitas de material anticorrosão.
- 17.7.4. Na tubagem rígida, as ligações devem ser feitas por juntas adequadas, como, por exemplo, juntas de compressão em duas partes para tubos de aço e juntas com reduções dos dois lados.
- 17.7.5. O número de juntas deve ser limitado ao mínimo.

- 17.7.6. As juntas devem localizar-se em pontos de acesso possível para inspecção.
- 17.7.7. Na cabina dos passageiros e numa bagageira fechada, a tubagem de alimentação não deve ter comprimento superior ao razoavelmente necessário e, em qualquer caso, deve ser protegida por uma cobertura estanque ao gás.
- 17.7.7.1. O disposto no n.º 17.7.7 não se aplica se os veículos das categorias M<sub>2</sub> ou M<sub>3</sub> se as ligações e a tubagem de alimentação estiverem providas de uma manga resistente ao GNC e com abertura para a atmosfera.
- 17.8. **Válvula automática**
- 17.8.1. Na tubagem de alimentação, pode ser instalada uma válvula automática adicional o mais perto possível do regulador de pressão.
- 17.9. **Unidade ou receptáculo de enchimento**
- 17.9.1. A unidade de enchimento deve ser segura contra movimentos de rotação e protegida contra poeiras e água.
- 17.9.2. Se o reservatório de GNC for instalado na cabina dos passageiros ou numa bagageira fechada, a unidade de enchimento deve localizar-se no exterior do veículo ou no compartimento do motor.
- 17.10. **Sistema de selecção do combustível e instalação eléctrica**
- 17.10.1. Os componentes eléctricos do sistema de GNC devem ser protegidos contra sobrecargas.
- 17.10.2. Os veículos com motor policarburante devem dispor de um sistema de selecção do combustível para assegurar que não seja fornecido ao motor mais de um tipo de combustível simultaneamente durante mais de 5 segundos. Os veículos com «duplo combustível», que utilizam o gasóleo como combustível principal para inflamar a mistura de ar/gás, são autorizados se os motores em causa cumprirem os valores-limite de emissão obrigatórios.
- 17.10.3. As ligações e os componentes eléctricos da cobertura estanque ao gás devem ser construídos por forma a não produzirem faíscas.
18. **CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO**
- 18.1. Os procedimentos de conformidade da produção devem cumprir o disposto no Apêndice 2 do Acordo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev. 2).
19. **SANÇÕES POR NÃO CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO**
- 19.1. A homologação concedida a um modelo de veículo nos termos do presente regulamento pode ser revogada se não for cumprido o disposto no n.º 18 anterior.
- 19.2. Se uma parte signatária do Acordo que aplique o presente regulamento revogar uma homologação previamente concedida, notificará imediatamente desse facto as restantes partes que apliquem o presente regulamento, por meio de um formulário de comunicação conforme ao modelo que consta do Anexo 2-D do presente regulamento.
20. **MODIFICAÇÃO E EXTENSÃO DA HOMOLOGAÇÃO DE UM MODELO DE VEÍCULO**
- 20.1. Qualquer modificação na instalação dos componentes específicos para utilização de gás natural comprimido no sistema de propulsão do veículo deve ser notificada ao serviço administrativo que homologou o modelo de veículo em causa. Esse serviço pode então:
- 20.1.1. considerar que as modificações introduzidas não são susceptíveis de produzir efeitos negativos significativos e que o veículo continua a cumprir os requisitos estabelecidos, ou

- 20.1.2. exigir um novo relatório de ensaio ao serviço técnico responsável pelos ensaios.
- 20.2. A confirmação ou recusa da homologação, com especificação das alterações ocorridas, deve ser comunicada às partes no Acordo que apliquem o presente regulamento por meio de um formulário conforme ao modelo que consta do Anexo 2-D do presente regulamento.
- 20.3. A entidade competente responsável pela extensão da homologação atribui um número de série à ficha de comunicação relativa a essa extensão e informa desse facto as restantes partes signatárias do Acordo de 1958 que apliquem o presente regulamento, por meio de um formulário de comunicação conforme ao modelo que consta do Anexo 2-D do presente regulamento.

21. CESSAÇÃO DA PRODUÇÃO

Se o titular da homologação deixar definitivamente de fabricar um modelo de veículo homologado nos termos do presente regulamento, deve informar desse facto a entidade que concedeu a homologação. Após receber a comunicação relevante, essa entidade deve do facto informar as outras partes no Acordo que apliquem o presente regulamento, por meio de um formulário de comunicação conforme ao modelo que consta do Anexo 2-D do presente regulamento.

22. DESIGNAÇÕES E ENDEREÇOS DOS SERVIÇOS TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELOS ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO E DOS RESPECTIVOS SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS

As partes signatárias do Acordo que apliquem o presente regulamento devem comunicar ao Secretariado da Organização das Nações Unidas os nomes e endereços dos serviços técnicos responsáveis pela realização dos ensaios de homologação e dos serviços administrativos que concedem as homologações e aos quais devem ser enviados os formulários de homologação, extensão, recusa ou revogação da homologação emitidos por outros países.

---

## ANEXO I-A

## CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DE UM COMPONENTE DE GNC

1. (em aberto)
- 1.2.4.5.1. Descrição do sistema: .....
- 1.2.4.5.2. Regulador(es) de pressão: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.2.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.2.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.2.5. Desenhos: .....
- 1.2.4.5.2.6. Quantidade de pontos de regulação principais: .....
- 1.2.4.5.2.7. Descrição dos princípios de regulação por meio dos pontos principais: .....
- 1.2.4.5.2.8. Número de pontos de regulação da marcha lenta sem carga: .....
- 1.2.4.5.2.9. Descrição dos princípios de regulação por meio dos pontos da marcha lenta sem carga: .....
- 1.2.4.5.2.10. Outras possibilidades de regulação (em caso afirmativo, descrevê-las e juntar esquema): .....
- 1.2.4.5.2.11. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.2.12. Material: .....
- 1.2.4.5.2.13. Temperatura de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.3. Misturador gás/ar (injector): sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.3.1. Número: .....
- 1.2.4.5.3.2. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.3.3. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.3.4. Desenhos: .....
- 1.2.4.5.3.5. Possibilidades de regulação: .....
- 1.2.4.5.3.6. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.3.7. Material: .....
- 1.2.4.5.3.8. Temperatura de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.4. Regulador de débito de gás: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.4.1. Número: .....
- 1.2.4.5.4.2. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.4.3. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.4.4. Desenhos: .....
- 1.2.4.5.4.5. Possibilidades de regulação (descrição): .....
- 1.2.4.5.4.6. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.4.7. Material: .....
- 1.2.4.5.4.8. Temperatura de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.5. Injector(es) de gás: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.5.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.5.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.5.3. Identificação: .....
- 1.2.4.5.5.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.5.5. Esquema da instalação: .....

- 1.2.4.5.5.6. Material: .....
- 1.2.4.5.5.7. Temperatura de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.6. Unidade de controlo electrónico (alimentação com GNC): sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.6.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.6.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.6.3. Possibilidades de regulação: .....
- 1.2.4.5.6.4. Princípios informáticos de base: .....
- 1.2.4.5.6.5. Temperatura de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.7. Reservatório(s) ou garrafa(s) de GNC: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.7.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.7.2. Tipo(s) (incluir esquema): .....
- 1.2.4.5.7.3. Capacidade: ..... litros
- 1.2.4.5.7.4. Esquemas da instalação do reservatório: .....
- 1.2.4.5.7.5. Dimensões: .....
- 1.2.4.5.7.6. Material: .....
- 1.2.4.5.8. Acessórios do reservatório de GNC
- 1.2.4.5.8.1. Indicador de pressão: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.1.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.1.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.1.3. Princípio de funcionamento: flutuador/outro <sup>(1)</sup> (incluir descrição ou esquemas): .....
- 1.2.4.5.8.1.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.1.5. Material: .....
- 1.2.4.5.8.1.6. Temperatura de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.2. Válvula de descompressão (válvula de descarga): sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.2.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.2.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.2.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.2.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.2.5. Temperatura de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.3. Válvula automática da garrafa: .....
- 1.2.4.5.8.3.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.3.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.3.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.3.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.3.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.4. Válvula de limitação do débito: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.4.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.4.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.4.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa



- 1.2.4.5.8.4.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.4.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.5. Cobertura estanque ao gás: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.5.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.5.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.5.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.5.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.5.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.6. Válvula manual: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.6.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.6.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.6.3. Desenhos: .....
- 1.2.4.5.8.6.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.6.5. Material: .....
- 1.2.4.5.8.6.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.9. Limitador de pressão (accionado termicamente): sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.9.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.9.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.9.3. Descrição e esquemas: .....
- 1.2.4.5.9.4. Activação de temperatura a <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.9.5. Material: .....
- 1.2.4.5.9.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.10. Unidade ou receptáculo de enchimento: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.10.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.10.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.10.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.10.4. Descrição e esquemas: .....
- 1.2.4.5.10.5. Material: .....
- 1.2.4.5.10.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.11. Tubagem flexível de alimentação: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.11.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.11.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.11.3. Descrição: .....
- 1.2.4.5.11.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.11.5. Material: .....
- 1.2.4.5.11.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.12. Sensor(es) de pressão e de temperatura: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.12.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.12.2. Tipo(s): .....



- 1.2.4.5.12.3. Descrição: .....
- 1.2.4.5.12.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.12.5. Material: .....
- 1.2.4.5.12.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.13. Filtro(s) de GNC: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.13.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.13.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.13.3. Descrição: .....
- 1.2.4.5.13.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.13.5. Material: .....
- 1.2.4.5.13.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.14. Válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.14.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.14.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.14.3. Descrição: .....
- 1.2.4.5.14.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.14.5. Material: .....
- 1.2.4.5.14.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.15. Ligação do sistema de aquecimento ao sistema de GNC: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.15.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.15.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.15.3. Descrição e esquemas de instalação: .....
- 1.2.5. Sistema de refrigeração: (líquido/ar) <sup>(1)</sup>
- 1.2.5.1. Descrição/esquema da ligação ao sistema de GNC .....

---

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

<sup>(2)</sup> Especificar tolerância.

---

## ANEXO I-B

## CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DO VEÍCULO, DO MOTOR E DO SISTEMA DE GNC

0. DESCRIÇÃO DO(S) VEÍCULO(S)
- 0.1. Marca: .....
- 0.2. Tipo(s): .....
- 0.3. Nome e endereço do fabricante: .....
- 0.4. Tipo(s) e n.<sup>o(s)</sup> de homologação do motor: .....
1. DESCRIÇÃO DO(S) MOTOR(ES)
- 1.1. Fabricante: .....
- 1.1.1. Código(s) de motor do fabricante (conforme marcação no motor, ou outro meio de identificação): .....
- 1.2. Motores de combustão interna
- 1.2.3. (em aberto)
- 1.2.4.5.1. (em aberto)
- 1.2.4.5.2. Regulador(es) de pressão: ..... KPa
- 1.2.4.5.2.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.2.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.2.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.2.4. Material: .....
- 1.2.4.5.2.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.3. Misturador gás/ar (injector): sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.3.1. Número: .....
- 1.2.4.5.3.2. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.3.3. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.3.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.3.5. Material: .....
- 1.2.4.5.3.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.4. Regulador de débito de gás: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.4.1. Número: .....
- 1.2.4.5.4.2. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.4.3. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.4.4. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.4.5. Material: .....
- 1.2.4.5.4.6. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.5. Injector(es) de gás: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.5.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.5.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.5.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.5.4. Material: .....
- 1.2.4.5.5.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.6. Unidade de controlo electrónico (alimentação a GNC): sim/não <sup>(1)</sup>

- 1.2.4.5.6.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.6.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.6.3. Princípios informáticos de base: .....
- 1.2.4.5.6.4. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.7. Reservatório(s) ou garrafa(s) de GNC: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.7.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.7.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.7.3. Capacidade: ..... litros
- 1.2.4.5.7.4. Número de homologação: .....
- 1.2.4.5.7.5. Dimensões: .....
- 1.2.4.5.7.6. Material: .....
- 1.2.4.5.8. Acessórios do reservatório de GNC:
- 1.2.4.5.8.1. Indicador de pressão:
- 1.2.4.5.8.1.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.1.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.1.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.1.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.1.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.2. Válvula de descompressão (válvula de descarga): sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.2.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.2.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.2.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.2.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.2.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.3. Válvula(s) automática(s):
- 1.2.4.5.8.3.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.3.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.3.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.3.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.3.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.4. Válvula de limitação do débito: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.4.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.4.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.4.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.4.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.4.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.5. Cobertura estanque ao gás: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.5.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.5.2. Tipo(s): .....

- 1.2.4.5.8.5.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.5.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.5.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.6. Válvula manual:
- 1.2.4.5.8.6.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.8.6.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.8.6.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.6.4. Material: .....
- 1.2.4.5.8.6.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.9. Limitador de pressão (accionado termicamente): sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.9.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.9.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.9.3. Activação de temperatura a <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.9.4. Material: .....
- 1.2.4.5.9.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.10. Unidade ou receptáculo de enchimento: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.10.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.10.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.10.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.10.4. Material: .....
- 1.2.4.5.10.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.11. Tubagem flexível de alimentação: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.11.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.11.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.11.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.11.4. Material: .....
- 1.2.4.5.11.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.12. Sensor(es) de pressão e de temperatura: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.12.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.12.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.12.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.12.4. Material: .....
- 1.2.4.5.12.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.13. Filtro de GNC: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.13.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.13.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.13.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.13.4. Material: .....
- 1.2.4.5.13.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C

- 1.2.4.5.14. Válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.14.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.14.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.14.3. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: ..... KPa
- 1.2.4.5.14.4. Material: .....
- 1.2.4.5.14.5. Temperaturas de funcionamento em <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.15. Ligação do sistema de aquecimento ao sistema de GNC: sim/não <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.15.1. Marca(s): .....
- 1.2.4.5.15.2. Tipo(s): .....
- 1.2.4.5.15.3. Descrição e esquemas de instalação: .....
- 1.2.4.5.16. Outra documentação: .....
- 1.2.4.5.16.1. Descrição do sistema de GNC
- 1.2.4.5.16.2. Configuração do sistema (circuitos eléctricos, ligações de vácuo, tubagem de compensação, etc.): .....
- 1.2.4.5.16.3. Desenho do símbolo: .....
- 1.2.4.5.16.4. Elementos de regulação: .....
- 1.2.4.5.16.5. Número da homologação do veículo a gasolina, se já concedida: .....
- 1.2.5. Sistema de refrigeração: (líquido/ar) <sup>(1)</sup>

---

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

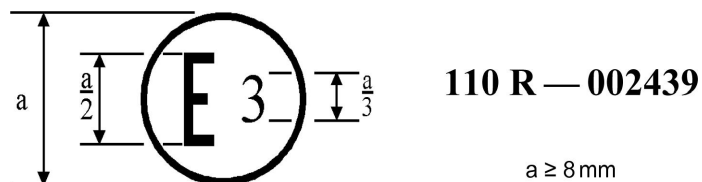
<sup>(2)</sup> Especificar tolerância.

---

## ANEXO 2-A

## DISPOSIÇÃO DA MARCA DE HOMOLOGAÇÃO DE UM TIPO DE COMPONENTE DE GNC

(Ver n.º 5.2. do presente regulamento)

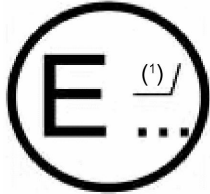


A marca de homologação supra, afixada ao componente de GNC, indica que este foi homologado em Itália (E3), nos termos do Regulamento n.º 110, com o número de homologação 002439. Os dois primeiros algarismos deste número indicam que a homologação foi concedida em conformidade com o disposto na versão original do Regulamento n.º 110.

## ANEXO 2-B

## COMUNICAÇÃO

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]

referente a: <sup>(2)</sup>

CONCESSÃO DA HOMOLOGAÇÃO  
EXTENSÃO DA HOMOLOGAÇÃO  
RECUSA DE HOMOLOGAÇÃO  
REVOGAÇÃO DA HOMOLOGAÇÃO  
CESSAÇÃO DA PRODUÇÃO

emitida por: Designação do serviço administrativo:

.....  
.....  
.....

de um tipo de componente de GNC nos termos do Regulamento n.º 110

N.º de homologação: .....

N.º de extensão: .....

## 1. Componente de GNC a homologar:

reservatório(s) ou garrafa(s) <sup>(2)</sup>  
indicador de pressão <sup>(2)</sup>  
válvula de descompressão <sup>(2)</sup>  
válvula(s) automática(s) <sup>(2)</sup>  
válvula de limitação do débito <sup>(2)</sup>  
cobertura estanque ao gás <sup>(2)</sup>  
regulador(es) de pressão <sup>(2)</sup>  
válvula(s) anti-retorno <sup>(2)</sup>  
dispositivo limitador de pressão <sup>(2)</sup>  
válvula manual <sup>(2)</sup>  
tubagem flexível de alimentação <sup>(2)</sup>  
unidade ou receptáculo de enchimento <sup>(2)</sup>  
injector(es) de gás <sup>(2)</sup>  
regulador de débito de gás <sup>(2)</sup>  
misturador gás/ar <sup>(2)</sup>  
unidade de controlo electrónico <sup>(2)</sup>  
sensor(es) de pressão e temperatura <sup>(2)</sup>  
filtro(s) de GNC <sup>(2)</sup>

2. Marca de fabrico ou comercial: .....

3. Nome e endereço do fabricante: .....

4. Nome e endereço do seu eventual mandatário: .....

5. Apresentado para homologação em: .....

6. Serviço técnico responsável pela realização dos ensaios de homologação: .....

7. Data do relatório emitido pelo serviço técnico: .....
8. Número do relatório emitido pelo serviço técnico: .....
9. A homologação foi objecto de concessão/recusa/extensão/revogação <sup>(2)</sup>: .....
10. Razão(ões) da extensão (se aplicável): .....
11. Local: .....
12. Data: .....
13. Assinatura: .....
14. A documentação anexa ao pedido ou à extensão da homologação pode ser obtida, mediante solicitação nesse sentido.

---

<sup>(1)</sup> Número distintivo do país que concedeu/autorizou a extensão/recusou/revogou a homologação (ver disposições relativas à homologação no regulamento).

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

---



## Adenda

1. *Informação complementar relativa à homologação de um tipo de componente de GNC nos termos do Regulamento n.º 110*
  - 1.1. Reservatório(s) ou garrafa(s)
    - 1.1.1. Dimensões: .....
    - 1.1.2. Material: .....
  - 1.2. Indicador de pressão
    - 1.2.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.2.2. Material: .....
  - 1.3. Válvula de descompressão (válvula de descarga)
    - 1.3.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.3.2. Material: .....
  - 1.4. Válvula(s) automática(s)
    - 1.4.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.4.2. Material: .....
  - 1.5. Válvula de limitação do débito
    - 1.5.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.5.2. Material: .....
  - 1.6. Cobertura estanque ao gás
    - 1.6.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.6.2. Material: .....
  - 1.7. Regulador(es) de pressão
    - 1.7.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.7.2. Material: .....
  - 1.8. Válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno
    - 1.8.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.8.2. Material: .....
  - 1.9. Limitador de pressão (accionado termicamente)
    - 1.9.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.9.2. Material: .....
  - 1.10. Válvula manual
    - 1.10.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.10.2. Material: .....
  - 1.11. Tubagem flexível de alimentação
    - 1.11.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
    - 1.11.2. Material: .....

- 1.12. Unidade ou receptáculo de enchimento
  - 1.12.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.12.2. Material: .....
- 1.13. Injector(es) de gás
  - 1.13.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.13.2. Material: .....
- 1.14. Regulador de débito de gás
  - 1.14.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.14.2. Material: .....
- 1.15. Misturador gás/ar
  - 1.15.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.15.2. Material: .....
- 1.16. Unidade de controlo electrónico (alimentação a GNC)
  - 1.16.1. Princípios informáticos de base: .....
- 1.17. Sensor(es) de pressão e temperatura
  - 1.17.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.17.2. Material: .....
- 1.18. Filtro(s) de GNC
  - 1.18.1. Pressão(ões) de funcionamento <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.18.2. Material: .....

---

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

<sup>(2)</sup> Especificar tolerância.

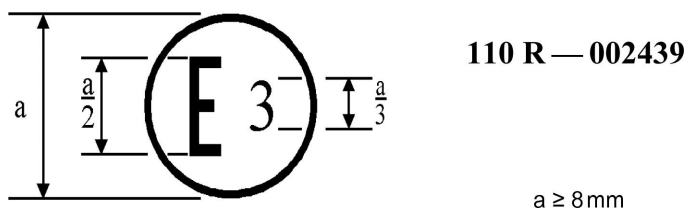
---

## ANEXO 2-C

## DISPOSIÇÕES DE MARCAS DE HOMOLOGAÇÃO

## MODELO A

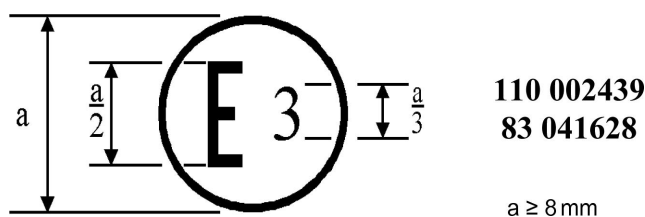
(Ver n.º 16.2. do presente regulamento)



A marca de homologação supra, afixada ao veículo, indica que este veículo, no que respeita instalação de um sistema de GNC para a utilização de GNC no seu sistema de propulsão, foi homologado em Itália (E3), nos termos do Regulamento n.º 110, com o número de homologação 002439. Os dois primeiros algarismos deste número indicam que a homologação foi concedida em conformidade com o disposto na versão original do Regulamento n.º 110.

## MODELO B

(Ver n.º 16.2. do presente regulamento)

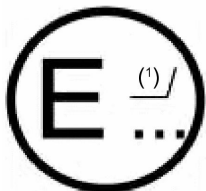


A marca de homologação supra, afixada ao veículo, indica que este veículo, no que respeita instalação de um sistema de GNC para a utilização de GNC no seu sistema de propulsão, foi homologado em Itália (E3), nos termos do Regulamento n.º 110, com o número de homologação 002439. Os dois primeiros algarismos do número de homologação indicam que esta foi concedida em conformidade com o disposto na versão original do Regulamento n.º 110 e do Regulamento n.º 83, incluindo as alterações da série 04.

## ANEXO 2-D

## COMUNICAÇÃO

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]

referente a: <sup>(2)</sup>

CONCESSÃO DA HOMOLOGAÇÃO  
 EXTENSÃO DA HOMOLOGAÇÃO  
 RECUSA DE HOMOLOGAÇÃO  
 REVOGAÇÃO DA HOMOLOGAÇÃO  
 CESSAÇÃO DA PRODUÇÃO

emitida por: Designação do serviço administrativo:

.....  
 .....  
 .....

de um modelo de veículo no que respeita à instalação do sistema de GNC nos termos do Regulamento n.º 110

N.º da homologação: .....

N.º da extensão: .....

1. Marca comercial ou de fabrico do veículo: .....
2. Modelo de veículo: .....
3. Categoria de veículo: .....
4. Nome e endereço do fabricante: .....
5. Nome e endereço do seu mandatário, se aplicável: .....
6. Descrição do veículo (esquemas, etc., em pormenor): .....
7. Resultados dos ensaios: .....
8. Veículo apresentado para homologação em: .....
9. Serviço técnico responsável pela realização dos ensaios de homologação: .....
10. Data do relatório emitido pelo serviço técnico: .....
11. Sistema de GNC
- 11.1. Marca ou designação comercial dos componentes e respectivos números de homologação: .....  
 .....
- 11.1.1. Reservatório(s) ou garrafa(s): .....
- 11.1.2. etc. (ver n.º 2.2. do presente regulamento): .....
12. Número do relatório emitido pelo serviço técnico: .....
13. A homologação foi objecto de concessão/recusa/extensão/revogação <sup>(2)</sup>: .....
14. Razão(ões) da extensão (se aplicável): .....
15. Local: .....
16. Data: .....
17. Assinatura: .....
18. A documentação a seguir enunciada, anexa ao pedido ou à extensão da homologação, pode ser obtida a pedido:  
 peças desenhadas, diagramas e esquemas relativos aos componentes e à instalação do equipamento de GNC, se considerados importantes para efeitos do presente regulamento;  
 se aplicável, peças desenhadas dos vários equipamentos e suas posições no veículo.

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

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

## ANEXO 3

**GARRAFAS DE GÁS GARrafa DE ALTA PRESSÃO PARA ARMAZENAR A BORDO O GÁS NATURAL UTILIZADO COMO COMBUSTÍVEL DE VEÍCULOS AUTOMÓVEIS**

## 1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O presente anexo define os requisitos mínimos aplicáveis às garrafas de gás leves e recarregáveis. As garrafas (ou reservatórios) destinam-se exclusivamente a armazenar a bordo gás natural a alta pressão como combustível para os veículos automóveis aos quais são adaptadas. Podem ser de qualquer tipo de aço, alumínio ou material não-metálico, bem como de qualquer concepção ou método de fabrico adequado às condições de serviço (condições de funcionamento) especificadas. O presente anexo não abrange os invólucros metálicos, nem as garrafas de aço inoxidável ou soldadas. As garrafas abrangidas por este anexo são classificadas na classe 0, em conformidade com o n.º 2 do presente regulamento, com as seguintes designações:

GNC-1	Metal
GNC-2	Invólucro metálico reforçado com filamento contínuo impregnado de resina (bobinado sobre a parte cilíndrica)
GNC-3	Invólucro metálico reforçado com filamento contínuo impregnado de resina (bobinado por inteiro)
GNC-4	Filamento contínuo impregnado de resina, com invólucro não-metálico (compósito total).

As condições de funcionamento a que as garrafas devem obedecer são enunciadas no n.º 4. Para o gás natural utilizado como combustível, o presente anexo toma como base uma pressão de funcionamento de 20 MPa a 15 °C, com pressão máxima de enchimento de 26 MPa. Podem ser utilizadas outras pressões de funcionamento, mediante o correspondente factor (coeficiente) de ajustamento. Por exemplo, no caso de um sistema com pressão de funcionamento de 25 MPa, as pressões têm de ser multiplicadas por 1,25.

A vida útil da garrafa deve ser definida pelo fabricante, podendo variar consoante as aplicações. A definição da vida útil terá como base 1 000 enchimentos da garrafa por ano, com um mínimo de 15 000 enchimentos. A vida útil máxima será de 20 anos.

Para as garrafas metálicas e os invólucros metálicos, a vida útil terá por base a velocidade de propagação de fissuras por fadiga. Por cada garrafa ou invólucro, é necessária inspeção ultrassónica ou equivalente, a fim de garantir a ausência de fendas que excedam o tamanho máximo autorizado. Este método permite otimizar o projecto e o fabrico das garrafas leves de gás natural para alimentação do motor de veículos automóveis.

No caso das garrafas compósitas com invólucro não-metálico e não resistente a esforços, a «vida útil segura» é determinada por adequados métodos de projecto, ensaios de validação e controlos de fabrico.

## 2. REFERÊNCIAS

As normas que se seguem contêm disposições que, mediante as respectivas referências no texto, são válidas para o presente anexo (enquanto não existirem disposições ECE equivalentes).

*Normas ASTM <sup>(1)</sup>*

ASTM B117-90	Test method of Salt Spray (Fog) Testing;
ASTM B154-92	Mercurous Nitrate Test for Copper and Copper Alloys;
ASTM D522-92	Mandrel Bend Test of attached Organic Coatings;
ASTM D1308-87	Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes;
ASTM D2344-84	Test Method for Apparent interlaminar Shear Strength of Parallel Fibre Composites by Short Beam Method;
ASTM D2794-92	Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact);
ASTM D3170-87	Chipping Resistance of Coatings;
ASTM D3418-83	Test Method for Transition Temperatures Polymers by Thermal Analysis;

<sup>(1)</sup> American Society para a Testing and Materials.

ASTM E647-93	Standard Test, Method for Measurement of Fatigue Crack Growth Rates;
ASTM E813-89	Test Method for $J_{IC}$ , a Measure of Fracture Toughness;
ASTM G53-93	Standard Practice for Operating Light and Water — Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of non-metallic materials.

*Normas BSI <sup>(2)</sup>*

BS 5045	Part 1 (1982) Transportable Gas Containers — Specification for Seamless Steel Gas Containers Above 0,5 litre Water Capacity;
BS 7448-91	Fracture Mechanics Toughness Tests Part I — Method for Determination of $K_{IC}$ , Critical COD and Critical J Values of metallic materials of BS PD 6493-1991. Guidance and Methods for Assessing the A Acceptability of Flaws in Fusion Welded Structures; Metallic Materials.

*Normas ISO <sup>(3)</sup>*

ISO 148-1983	Charpy Impact Test (v-notch);
ISO 306-1987	Plastics — Thermoplastic Materials — Determination of Vicat Softening Temperature;
ISO 527 Pt 1-93	Plastics — Determination of Tensile Properties — Part I: General principles;
ISO 642-79	Steel-Hardenability Test by End Quenching (Jominy Test);
ISO 2808-91	Paints and Varnishes — Determination of film Thickness;
ISO 3628-78	Glass Reinforced Materials — Determination of Tensile Properties;
ISO 4624-78	Plastics and Varnishes — Pull-off Test for adhesion;
ISO 6982-84	Metallic Materials — Tensile Testing;
ISO 6506-1981	Metallic Materials — Hardness test — Brinell Test;
ISO 6508-1986	Metallic Materials — Hardness Tests — Rockwell Test (Scales, ABCDEFGHK);
ISO 7225	Precautionary Labels for Gas Cylinders;
ISO/DIS 7866-1992	Refillable Transportable Seamless Aluminium Alloy Cylinders for Worldwide Usage Design, Manufacture and Acceptance;
ISO 9001:1994	Quality Assurance in Design/Development. Production, Installation and Servicing;
ISO 9002:1994	Quality Assurance in Production and Installation;
ISO/DIS 12737	Metallic Materials — Determination of the Plane-Strain Fracture Toughness;
ISO/IEC Guide 25-1990	General requirements for the Technical Competence of Testing Laboratories;
ISO/IEC Guide 48-1986	Guidelines for Third Party Assessment and Registration of Supplies Quality System;
ISO/DIS 9809	Transportable Seamless Steel Gas Cylinders Design, Construction and Testing — Part I: Quenched and Tempered Steel Cylinders with Tensile Strength < 1 100 MPa;

*Normas NACE <sup>(4)</sup>*

NACE TM0177-90	Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulphide Stress Cracking in H <sub>2</sub> S Environments.
----------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 3. DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente anexo, aplicam-se as seguintes definições:

#### 3.1. (em aberto)

<sup>(2)</sup> British Standards Institution.

<sup>(3)</sup> International Organization for a Standardization (Organização Internacional de Normalização).

<sup>(4)</sup> National Association of Corrosion Engineers.

- 3.2. *autofixação («auto-frettag»)*: processo de aplicação de pressão utilizado no fabrico de garrafas compósitas com invólucros metálicos que consiste em esforçar o invólucro acima do seu limite de elasticidade, o suficiente para causar deformação plástica permanente, resultando em tensões de compressão no invólucro e tensões de tracção nas fibras, com pressão interna nula;
- 3.3. *pressão de autofixação*: pressão no interior da garrafa bobinada, à qual se estabelece a pretendida distribuição de tensões entre o invólucro e o filamento bobinado;
- 3.4. *lote — garrafas compósitas*: um «lote» é um grupo de garrafas produzidas sem interrupção a partir de invólucros validados, com os mesmos tamanho, concepção, materiais de construção especificados e processo de fabrico;
- 3.5. *lote — garrafas e invólucros de metal*: um «lote» é um grupo de garrafas ou invólucros de metal produzidos sem interrupção, com os mesmos diâmetro nominal, espessura de parede, concepção, material de construção especificado, processo de fabrico, equipamento para fabrico, tratamento térmico e condições de tempo, temperatura e atmosfera durante o tratamento térmico;
- 3.6. *lote — invólucros não-metálicos*: um «lote» é um grupo de invólucros não-metálicos produzidos sem interrupção, com os mesmos diâmetro nominal, espessura de parede, concepção, material de construção especificado e processo de fabrico;
- 3.7. *limites dos lotes*: em nenhum caso pode um «lote» exceder 200 garrafas ou invólucros prontos (excluem-se garrafas ou invólucros para ensaios destrutivos) ou um turno de produção ininterrupta, qualquer que seja a maior das duas quantidades;
- 3.8. *garrafa compósita*: garrafa constituída por um filamento contínuo impregnado de resina, bobinado em torno de um invólucro metálico ou não-metálico (as garrafas compósitas com invólucro não-metálico são designadas «totalmente compósitas»);
- 3.9. *bobinagem por tensão controlada*: processo utilizado no fabrico de garrafas compósitas com invólucro metálico, pelo qual são obtidas tensões de compressão no invólucro e tensões de tracção no elemento bobinado, com pressão interna nula, bobinando os filamentos de reforço a uma tensão elevada;
- 3.10. *pressão de enchimento*: pressão do gás na garrafa imediatamente após o enchimento;
- 3.11. *garrafas prontas*: garrafas completas para utilização imediata, representativas de uma produção normal, com marcas de identificação e revestimento exterior, incluindo isolamento integral especificado pelo fabricante, mas sem isolamento ou protecção não-integral;
- 3.12. *bobinagem por inteiro*: revestimento com filamento de reforço bobinado, tanto no sentido circunferencial como no axial da garrafa;
- 3.13. *temperatura do gás*: temperatura do gás contido na garrafa;
- 3.14. *bobinagem na parte cilíndrica*: revestimento bobinado principalmente no sentido circunferencial em torno do troço cilíndrico do invólucro, de modo a que o filamento de reforço não transmita esforços significativos numa direcção paralela ao eixo longitudinal da garrafa;
- 3.15. *invólucro*: recipiente utilizado como cobertura interior estanque ao gás, em torno do qual são bobinadas fibras de reforço (filamento) para se obter a necessária resistência (na norma são referidos dois tipos de invólucros: os metálicos, projectados para partilharem os esforços com o filamento, e os não-metálicos, que não suportam esforço algum);
- 3.16. *fabricante*: pessoa singular ou colectiva responsável pelo projecto, pelo fabrico e pelo ensaio das garrafas;
- 3.17. *pressão máxima desenvolvida*: pressão estabilizada que se desenvolve quando o gás contido numa garrafa cheia à pressão de funcionamento aquece até à máxima temperatura de serviço;
- 3.18. *bobinagem*: sistema de reforço composto por filamento e resina e aplicado em torno do invólucro;
- 3.19. *pré-esforço*: processo de aplicar a autofixação ou a bobinagem por tensão controlada;
- 3.20. *vida útil*: período, em anos, durante o qual a garrafa pode ser utilizada em segurança segundo as condições de serviço estabelecidas;
- 3.21. *pressão estabilizada*: pressão do gás quando se atinge uma temperatura determinada;

- 3.22. *temperatura estabilizada*: temperatura uniforme do gás uma vez dissipada qualquer variação térmica causada pelo enchimento;
- 3.23. *pressão de ensaio*: pressão à qual a garrafa é ensaiada hidrostaticamente;
- 3.24. *pressão de funcionamento*: pressão estabilizada de 20 MPa à temperatura uniforme de 15 °C.

#### 4. CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO OU DE SERVIÇO

##### 4.1. Generalidades

###### 4.1.1. Condições normais de serviço

Nesta secção, são indicadas as condições normais de serviço como base para o projecto, o fabrico, a inspecção, o ensaio e a homologação de garrafas que se destinam à instalação em regime permanente em veículos, para armazenarem, a temperaturas ambientes, o gás natural usado como combustível em veículos.

###### 4.1.2. Utilização das garrafas

As condições de serviço especificadas destinam-se também a informar as seguintes entidades sobre como utilizar de forma segura as garrafas fabricadas em conformidade com o presente regulamento:

- a) fabricantes de garrafas;
- b) proprietários de garrafas;
- c) projectistas ou adjudicatários responsáveis pela instalação de garrafas;
- d) projectistas ou proprietários de equipamento utilizado para recarregar garrafas nos veículos;
- e) fornecedores de gás natural;
- f) entidades reguladoras com jurisdição sobre a utilização de garrafas.

###### 4.1.3. Vida útil

O período durante o qual a garrafa pode ser utilizada em segurança deve ser indicado pelo projectista com base numa utilização sob as condições de serviço aqui indicadas. A vida útil máxima será de 20 anos.

###### 4.1.4. Revalidação periódica

Devem ser fornecidas pelo fabricante recomendações relativas a uma revalidação periódica mediante inspecção ou ensaio visual durante a vida útil da garrafa, com base numa utilização sob as condições de serviço aqui indicadas. Cada garrafa é inspecionada visualmente, pelo menos, de 48 em 48 meses e após a data da sua entrada em serviço no veículo (matrícula do veículo), assim como aquando de qualquer reinstalação, para verificar danos e deteriorações no exterior, inclusive debaixo dos suportes. A inspecção visual é executada por um agente competente, credenciado ou reconhecido pela entidade reguladora, em conformidade com as especificações do fabricante. As garrafas desprovidas de rótulo contendo as informações de aplicação obrigatória ou em que essa informação seja ilegível são retiradas de serviço. Se a garrafa puder ser inequivocamente identificada através do fabricante e do número de série, é permitido mantê-la em serviço, desde que se substitua o rótulo.

###### 4.1.4.1. Garrafas envolvidas em colisões

As garrafas envolvidas em colisões de veículos são inspecionadas de novo por um agente autorizado pelo fabricante, salvo indicação diversa da entidade competente nesta matéria. As garrafas não danificadas em consequência da colisão podem voltar a ser postas em serviço; caso contrário, são devolvidas ao fabricante para avaliação.

###### 4.1.4.2. Garrafas envolvidas em incêndios

As garrafas que estiveram sujeitas à acção do fogo devem ser reinspecionadas por um agente autorizado pelo fabricante ou rejeitadas e retiradas de serviço.



**4.2. Pressões máximas**

A pressão do reservatório (isto é, da garrafa) deve ter os seguintes limites:

- a) pressão estabilizada de 20 MPa à temperatura estabilizada de 15 °C;
- b) 26 MPa, imediatamente após o enchimento, qualquer que seja a temperatura;

**4.3. Número máximo de ciclos de enchimento**

As garrafas são projectadas para um máximo de 1 000 enchimentos por cada ano de serviço, até à pressão estabilizada de 20 MPa, com o gás a uma temperatura estabilizada de 15 °C.

**4.4. Amplitude térmica (gama de temperaturas)****4.4.1. Temperatura estabilizada do gás**

A temperatura estabilizada do gás na garrafa pode variar entre um mínimo de – 40 °C e um máximo de 65 °C;

**4.4.2. Temperatura na garrafa**

A temperatura dos materiais constituintes da garrafa pode variar entre um mínimo de – 40 °C e um máximo de + 82 °C;

As temperaturas superiores a + 65 °C devem ser localmente restritas ou de duração suficientemente curta para que a temperatura do gás na garrafa nunca exceda + 65 °C, excepto nas condições referidas no n.º 4.4.3.

**4.4.3. Temperaturas transitórias**

As temperaturas desenvolvidas pelo gás durante o enchimento e a descarga podem variar para além dos limites definidos no n.º 4.4.1.

**4.5. Composição do gás**

Metanol e/ou glicol não devem ser deliberadamente adicionados ao gás natural. A garrafa deve ser projectada para tolerar um enchimento com gás natural que cumpra uma das três condições seguintes:

- a) SAE J1616;
- b) gás seco.

O vapor de água deve ser normalmente limitado a menos de 32 mg/m<sup>3</sup>, com ponto de condensação de – 9 °C a 20 MPa. Não deve haver limites para componentes de gás seco, com as seguintes excepções:

- sulfureto de hidrogénio (ácido sulfídrico) e outros sulfuretos solúveis: ..... 23 mg/m<sup>3</sup>;
- oxigénio: ..... 1 % em volume.

O hidrogénio deve ser limitado a 2 % em volume se a garrafa for feita de aço com resistência à tracção superior a 950 MPa.

- c) Gás húmido

Os componentes de um gás com teor em água superior a b) devem normalmente cumprir os seguintes limites:

- sulfureto de hidrogénio (ácido sulfídrico) e outros sulfuretos solúveis: ..... 23 mg/m<sup>3</sup>;
- oxigénio: ..... 1 % em volume;
- dióxido de carbono: ..... 4 % em volume;
- hidrogénio: ..... 0,1 % em volume.

Em condições de gás húmido, é necessário um mínimo de 1 mg de óleo compressor por kg do gás para proteger garrafas e invólucros de metal.

#### 4.6. Superfícies externas

As garrafas não são projectadas para exposição contínua a agressões mecânicas ou químicas (como, p. ex., fugas durante o transporte em veículos ou abrasão grave) causadas pelas condições da estrada e devem cumprir normas de instalação reconhecidamente aceites. No entanto, as superfícies externas das garrafas devem poder ser acidentalmente expostas a:

- a) água — quer por imersão intermitente, quer por aspersão durante o transporte rodoviário;
- b) sal, devido à operação do veículo perto do mar ou à utilização deste produto para fusão de gelo na estrada;
- c) radiações ultravioletas da luz solar;
- d) projecção de gravilha;
- e) solventes, ácidos e álcalis e fertilizantes;
- f) fluidos para automóveis, incluindo gasolina, fluidos hidráulicos, glicol e óleos.

#### 4.7. Infiltração ou fuga de gás

As garrafas devem poder ser encerradas em espaços fechados durante longos períodos. Durante a fase de projecto, devem ser tidas em conta a infiltração do gás através das paredes da garrafa e a fuga entre as extremidades de fecho e o invólucro.

### 5. HOMOLOGAÇÃO DO PROJECTO

#### 5.1. Generalidades

Juntamente com o pedido de homologação, o responsável pelo projecto da garrafa deve fornecer à entidade competente as seguintes informações:

- a) declaração de serviço (n.º 5.2);
- b) dados relativos ao projecto (n.º 5.3);
- c) dados relativos ao fabrico (n.º 5.4);
- d) sistema de qualidade (n.º 5.5);
- e) resistência à ruptura e dimensão dos defeitos no CND (controlo não-destrutivo) (n.º 5.6);
- f) folha de especificação (n.º 5.7);
- g) dados adicionais (n.º 5.8).

Para as garrafas projectadas em conformidade com a norma ISO 9809, não é necessário apresentar o relatório da análise de tensões referido no n.º 5.3.2 ou a informação referida no n.º 5.6.

#### 5.2. Declaração de serviço

O objectivo desta declaração é o de orientar os utilizadores e instaladores de garrafas, bem como informar a entidade homologadora competente ou os seus representantes nomeados. A declaração de serviço deve incluir:

- a) uma declaração em como a garrafa foi projectada de modo a poder ser utilizada, durante a sua vida útil, nas condições de serviço definidas no n.º 4;
- b) indicação do tempo de vida útil;

- c) as normas mínimas de ensaio e/ou inspecção em serviço;
- d) a indicação dos dispositivos exigíveis de limitação de pressões e/ou de isolamento;
- e) a indicação dos métodos de suporte, revestimentos de protecção, etc., exigíveis, mas não fornecidos;
- f) uma descrição do projecto da garrafa;
- g) quaisquer outras informações necessárias para garantir uma utilização e inspecção seguras da garrafa.

### 5.3. Dados relativos ao projecto

#### 5.3.1. Peças desenhadas

As peças desenhadas devem indicar, como mínimo:

- a) título, número de referência, data de emissão e números de revisão com datas de emissão (se aplicável);
- b) referência ao presente regulamento e ao tipo de garrafa;
- c) todas as dimensões (com as respectivas tolerâncias), incluindo pormenores das extremidades de fecho (com as espessuras mínimas) e das aberturas;
- d) massa da garrafa (com a respectiva tolerância);
- e) especificações relativas ao material, juntamente com as propriedades mecânicas e químicas mínimas ou a gama de tolerâncias e, para garrafas ou invólucros de metal, a gama de dureza indicada;
- f) outros dados, como a gama de pressões de autofixação, a pressão mínima de ensaio e pormenores do sistema de protecção contra o fogo e do revestimento exterior de protecção.

#### 5.3.2. Relatório da análise de tensões

Deve ser fornecida uma análise de tensões por elementos finitos ou por outro método.

Deve ser fornecido um quadro de síntese das tensões calculadas no relatório.

#### 5.3.3. Dados sobre o ensaio dos materiais

Deve ser fornecida uma descrição pormenorizada dos materiais utilizados no projecto, com a tolerância das respectivas propriedades. Devem ser também apresentados resultados de ensaios caracterizando as propriedades mecânicas e a adequação dos materiais em relação ao serviço nas condições indicadas no n.º 4.

#### 5.3.4. Dados dos ensaios de validação do projecto

O material, o projecto, o fabrico e a verificação da garrafa devem ser adequados ao funcionamento previsto, mediante o cumprimento das normas de ensaio exigíveis para o projecto em causa, uma vez a garrafa sujeita a ensaio segundo os métodos referidos no apêndice A do presente anexo.

Os dados relativos aos ensaios devem igualmente documentar as dimensões, espessuras de parede e o peso de cada garrafa ensaiada.

#### 5.3.5. Protecção contra incêndios

Deve ser especificado o dispositivo limitador de pressões para proteger a garrafa contra ruptura súbita, uma vez exposta às condições referidas no n.º A.15. Os dados de ensaio devem substanciar a eficácia do sistema indicado de protecção contra fogo.

#### 5.3.6. Suportes das garrafas

Devem ser fornecidos pormenores do sistema de fixação da garrafa ou prescrições relativas à fixação, em conformidade com o n.º 6.11.

#### 5.4. Dados relativos ao fabrico

Devem ser fornecidos pormenores sobre todos os processos de fabrico, ensaios não-destrutivos, ensaios de produção e ensaios de lotes. Devem ser indicadas as tolerâncias de todos os processos de produção, como tratamento térmico, moldagem, coeficiente de mistura de resina, tensão e velocidade de bobinagem do filamento, tempos e temperaturas de cura e processos de autofixação. Devem ainda ser indicados: acabamentos de superfície; pormenores da filetagem; critérios de aceitação para pesquisa por ultra-sons (*ultrasonic scanning*) ou por outro método equivalente e tamanhos máximos dos lotes (para os ensaios correspondentes).

#### 5.5. (em aberto)

#### 5.6. Resistência à ruptura e dimensão dos defeitos no CND

##### 5.6.1. Resistência à ruptura

O fabricante deve demonstrar o comportamento numa situação de «fuga antes da ruptura» (*leakage-before-break*), em conformidade com o n.º 6.7.

##### 5.6.2. Dimensão dos defeitos no CND

Utilizando a metodologia referida no n.º 6.15.2, aquando do controlo não-destrutivo, o fabricante deve estabelecer as dimensões máximas dos defeitos, mau grado os quais não se verifica falha por fadiga ou ruptura durante a vida útil da garrafa.

#### 5.7. Folha de especificação

Os documentos com a informação requerida no n.º 5.1 devem ser enumerados numa folha de especificação relativa a cada projecto de garrafa, indicando título, número de referência, números de revisão e datas da emissão original e das versões de cada documento. Todos os documentos são assinados ou visados pela entidade emissora. A folha de especificação é atribuído um número (e números de revisão, se for caso disso), para designar o projecto em questão, e é-lhe aposta a assinatura do engenheiro responsável pelo projecto. Deve ser deixado espaço na folha de especificação para o carimbo indicativo do registo do projecto.

#### 5.8. Dados adicionais

Sempre que for caso disso, devem ser fornecidos dados adicionais em apoio ao pedido de homologação, como o historial de serviço do material proposto ou a utilização de uma determinada garrafa noutras condições de serviço.

#### 5.9. Homologação e certificação

##### 5.9.1. Controlo e ensaio

É necessária uma avaliação da conformidade nos termos do n.º 9 do presente regulamento.

A fim de garantir o cumprimento deste regulamento internacional, as garrafas devem ser sujeitas a inspecção, executada pela entidade competente nos termos dos n.º 6.13 e 6.14.

##### 5.9.2. Certificado de ensaio

Se forem satisfatórios os resultados do ensaio de protótipo executado nos termos do n.º 6.13, a entidade competente emite um certificado de ensaio, que consta do apêndice D do presente anexo a título de exemplo.

##### 5.9.3. Certificado de aceitação de lote

A entidade competente deve preparar um certificado de aceitação conforme consta do apêndice D do presente anexo.

## 6. PRESCRIÇÕES APLICÁVEIS A TODOS OS TIPOS DE GARRAFAS

### 6.1. Generalidades

Aos tipos de garrafas referidos nos n.ºs 7 a 10, aplicam-se na generalidade as prescrições que se seguem. O projecto deve abranger todos os aspectos necessários para garantir que cada garrafa produzida segundo o mesmo seja adequada aos objectivos previstos durante a vida útil indicada. As garrafas de aço do tipo GNC-1, projectadas segundo a norma ISO 9809 e que obedeçam a todas as exigências indicadas nessa norma, têm somente de cumprir o disposto nos n.ºs 6.3.2.4 e 6.9 a 6.13.

### 6.2. Projecto

O presente regulamento não define fórmulas, nem tensões ou esforços autorizados, mas exige que a adequação do projecto seja estabelecida mediante os cálculos apropriados e demonstrada pela aprovação das garrafas nos ensaios nele indicados quanto a materiais, validação do projecto, produção e lotes. Todos os projectos devem garantir um modo de falha do tipo «fuga antes da ruptura» perante a eventual degradação de peças sujeitas a pressões durante a utilização normal. Fugas em garrafas ou invólucros de metal só podem ocorrer em resultado de fissuras devidas a fadiga.

### 6.3. Materiais

6.3.1. Os materiais utilizados devem ser adequados às condições de serviço indicadas no n.º 4. O projecto não deve permitir o contacto entre materiais incompatíveis. Os ensaios de validação do projecto relativos aos materiais são sintetizados no quadro 6.1.

#### 6.3.2. Aço

##### 6.3.2.1. Composição

Os aços devem ser calmados com alumínio e/ou silício e produzidos predominantemente por método conducente a grão fino. A composição química de qualquer aço deve ser declarada, e definida, pelo menos, em termos de:

- a) teor em carbono, manganês, alumínio e silício, em todos os casos;
- b) teor em níquel, cromo, molibdénio, boro, vanádio e quaisquer outros elementos intencionalmente adicionados.

Na análise da composição, não devem ser ultrapassados os seguintes limites:

Resistência à tracção	< 950 MPa	≥ 950 MPa
Enxofre	0,020 por cento	0,010 por cento
Fósforo	0,020 por cento	0,020 por cento
Enxofre e fósforo	0,030 por cento	0,025 por cento

Se for utilizado um aço carbono-boro, é necessário um ensaio de dureza, em conformidade com a norma ISO 642, sobre o primeiro e o último lingote ou brame de cada vazamento do aço. A dureza, medida a 7,9 mm da extremidade temperada, deve situar-se na gama 33-53 HRC ou 327-560 HV e deve ser certificada pelo fabricante do material.

##### 6.3.2.2. Propriedades de tracção

As propriedades mecânicas do aço de uma garrafa ou de um invólucro prontos devem cumprir o disposto no n.º A.1 (apêndice A). O alongamento mínimo do aço deve ser de 14 por cento.

### 6.3.2.3. Propriedades relativas a impactos (choques)

Numa garrafa ou num invólucro prontos, as propriedades do aço em situações de impacto são determinadas segundo o n.º A.2 (apêndice A). Os valores correspondentes não podem ser inferiores aos constantes do quadro 6.2 do presente anexo.

### 6.3.2.4. Resistência à fissuração sob efeito de sulfureto

Se o limite superior da resistência à tracção especificada para o aço ultrapassar 950 MPa, o aço da garrafa ou do invólucro prontos é submetido a um ensaio de resistência à fissuração sob efeito de sulfureto, em conformidade com o n.º A.3 do apêndice A do presente anexo, devendo cumprir as exigências nele previstas.

## 6.3.3. Alumínio

### 6.3.3.1. Composição

As ligas de alumínio devem respeitar os métodos da Associação *Aluminium* relativos a sistemas de ligas específicos. Em nenhuma liga de alumínio podem os limites de impurezas do chumbo e bismuto exceder 0,003 por cento.

### 6.3.3.2. Ensaio de corrosão

As ligas de alumínio devem cumprir o disposto no n.º A.4 (apêndice A) relativamente aos ensaios de corrosão.

### 6.3.3.3. Fissuração sob o efeito de carga

As ligas de alumínio devem cumprir o disposto no n.º A.5 (apêndice A) relativamente aos ensaios de fissuração sob o efeito de carga.

### 6.3.3.4. Propriedades de tracção

As propriedades mecânicas da liga de alumínio na garrafa pronta devem ser determinadas em conformidade com o n.º A.1 (apêndice A). O alongamento mínimo do alumínio deve ser de 12 por cento.

## 6.3.4. Resinas

### 6.3.4.1. Generalidades

O material de impregnação pode ser constituído por resinas termoconsolidantes ou termoplásticas. Exemplos de matrizes adequadas: epoxi, epoxi modificado, plásticos termoconsolidantes (como poliéster e viniléster) e termoplásticos (como polietileno e poliamida).

### 6.3.4.2. Resistência ao cisalhamento

A resina deve ser ensaiada em conformidade com o disposto no n.º A.26 (apêndice A).

### 6.3.4.3. Temperatura de transição vítrea

A temperatura de transição vítrea da resina deve ser determinada em conformidade com a norma ASTM D3418.

## 6.3.5. Fibras

O material filamentosos para reforço da estrutura deve ser do tipo fibra de vidro, fibra de aramida ou fibra de carbono. Caso se utilize fibra de carbono no reforço, o projecto deve incluir meios para prevenir a corrosão galvânica dos componentes metálicos da garrafa. O fabricante deve guardar em registo as especificações publicadas em relação aos materiais compósitos, as recomendações do fabricante do material em relação às condições e à duração do armazenamento e a certificação do fabricante do material no sentido de que cada remessa cumpra as referidas especificações. O fabricante das fibras deve certificar que as propriedades deste material cumprem as correspondentes especificações.

#### 6.3.6. Invólucros de plástico

O limite de elasticidade e o alongamento à ruptura são determinados em conformidade com o n.º A.22 (apêndice A). Os ensaios devem demonstrar as propriedades dúcteis do invólucro de plástico a temperaturas iguais ou inferiores a  $-50^{\circ}\text{C}$ , cumprindo os valores especificados pelo fabricante. O material polimérico deve ser compatível com as condições de serviço indicadas no n.º 4 do presente anexo. Em conformidade com o método enunciado no n.º A.23 (apêndice A), a temperatura mínima de amolecimento deve ser de  $90^{\circ}\text{C}$  e a temperatura mínima de fusão de  $100^{\circ}\text{C}$ .

#### 6.4. Pressão de ensaio

A pressão mínima de ensaio utilizada no fabrico deve ser de 30 MPa.

#### 6.5. Pressões de ruptura e relações de tensões das fibras

Em qualquer tipo de garrafa, a pressão mínima real de ruptura não pode ser inferior aos valores indicados no quadro 6.3 do presente anexo. Nos tipos GNC-2, GNC-3 e GNC-4, o bobinado compósito deve ser projectado para alta fiabilidade sob carga prolongada e sob carga cíclica. Tal fiabilidade deve ser conseguida cumprindo ou ultrapassando os valores indicados no quadro 6.3 para as relações de tensões do reforço compósito. A relação de tensões é definida como o quociente entre a tensão na fibra à pressão mínima especificada para a ruptura e a tensão na fibra à pressão de funcionamento. A relação de ruptura é definida como o quociente entre a pressão real de ruptura da garrafa e a pressão de funcionamento. Em projectos do tipo GNC-4, a relação de tensões é igual à relação de ruptura. Em projectos dos tipos GNC-2 e GNC-3 (invólucro metálico e bobinado compósito), o cálculo da relação de tensões deve cumprir as seguintes disposições:

- a) inclusão de um método de análise adequado a material não-linear (programa informático especial ou programa de análise por elementos finitos);
- b) conhecimento e modelização correcta da curva tensão-alongamento elástico-plástico para o material do invólucro;
- c) modelização correcta das propriedades mecânicas dos materiais compósitos;
- d) realização dos cálculos à pressão de autofixação, à pressão nula após a autofixação, à pressão de funcionamento e à pressão mínima de ruptura;
- e) consideração (na análise) do pré-esforço resultante da tensão de bobinagem;
- f) escolha da pressão mínima de ruptura de modo a que o quociente entre a tensão calculada à pressão mínima de ruptura e a tensão calculada à pressão de funcionamento cumpra a relação de tensões definida para a fibra utilizada;
- g) na análise de garrafas com reforço misto (duas ou mais fibras diferentes), a distribuição dos esforços entre as diversas fibras deve ter em conta os respectivos módulos de elasticidade. A relação de tensões indicada para cada tipo de fibra deve respeitar os valores dados pelo quadro 6.3 do presente anexo. A verificação das relações de tensões pode ser feita também por meio de calibradores. O apêndice informativo E do presente anexo indica um método aceitável.

#### 6.6. Análise de tensões

É necessária uma análise de tensões para justificar a espessura mínima projectada para as paredes. Essa análise inclui a determinação das tensões nos invólucros e nas fibras de material compósito.

#### 6.7. Avaliação da fuga antes da ruptura (*Leak-Before-Break* ou LBB)

As garrafas dos tipos GNC-1, GNC-2 e GNC-3 devem possuir características de fuga antes da ruptura (LBB).

O ensaio relativo ao comportamento de LBB deve ser executado em conformidade com o n.º A.6 (apêndice A). Não é necessária demonstração do comportamento LBB em garrafas cujo projecto preveja uma resistência à fadiga superior a 45 000 ciclos de pressão aquando da realização do ensaio nos termos do n.º A.13 (apêndice A). O apêndice F do presente anexo inclui, a título informativo, dois métodos de avaliação de LBB.

**6.8. Controlo e ensaio**

O controlo de fabrico deve especificar programas e procedimentos para:

- a) controlo, ensaios e critérios de aceitação no fabrico e
- b) controlo, ensaios e critérios de aceitação na inspecção periódica em serviço. O intervalo entre as inspecções visuais seguintes das superfícies externas das garrafas deve obedecer ao n.º 4.1.4 do presente anexo, salvo disposição contrária da entidade competente. O fabricante deve estabelecer os critérios de rejeição de novas inspecções visuais, com base nos resultados de ensaios cíclicos de pressão executados em garrafas com fissuras. O apêndice G ao presente anexo contém directrizes para as instruções do fabricante em matéria de manuseio, utilização e inspecção (controlo) das garrafas.

**6.9. Protecção contra incêndios**

Todas as garrafas devem ser protegidas contra incêndio por meio de dispositivos limitadores de pressão. A garrafa, os materiais que a constituem, o limitador de pressão e qualquer material de isolamento ou de protecção adicionais devem ser projectados em conjunto para garantirem a segurança adequada nas situações de incêndio descritas no ensaio indicado no n.º A.15 (apêndice A).

O limitador de pressão deve ser ensaiado em conformidade com o n.º A.24 (apêndice A).

**6.10. Aberturas****6.10.1. Generalidades**

Só são permitidas aberturas nas extremidades. A linha central de uma abertura deve coincidir com o eixo longitudinal da garrafa. As roscagens devem ser nítidas, iguais, sem descontinuidades de superfície e calibradas.

**6.11. Suportes das garrafas**

O fabricante deve indicar os meios de suporte para instalação das garrafas no veículo. Deve também fornecer instruções sobre a instalação dos meios de suporte, incluindo a força de aperto e o binário necessários para a força de travamento exigida, mas que não causem tensão inaceitável na garrafa ou danos na sua superfície.

**6.12. Protecção do meio exterior**

A parte externa das garrafas deve cumprir o disposto no n.º A.14 (apêndice A) em matéria de condições de ensaio ambiental. A protecção exterior pode ser conseguida por um dos seguintes meios:

- a) acabamento superficial que proporcione protecção adequada (p. ex.: aspersão de metal sobre alumínio, anodização);
- b) utilização de fibras e matrizes adaptadas (p. ex.: fibra de carbono na resina);
- c) revestimento protector (p. ex.: revestimento orgânico, pintura) que cumpra o disposto no n.º A.9 (apêndice A).

Os revestimentos devem ser de modo que o processo de aplicação não afecte adversamente as propriedades mecânicas da garrafa. O revestimento deve ser projectado para facilitar subseqüentes inspecções em serviço, fornecendo o fabricante orientações sobre o tratamento do revestimento durante essas inspecções, para garantir a integridade contínua da garrafa.

Informam-se os fabricantes de que o apêndice informativo H ao presente anexo inclui um ensaio de comportamento ambiental que avalia a adequação dos sistemas de revestimento.



**6.13. Ensaios de validação do projecto**

Para homologação de qualquer tipo de garrafa, é necessário demonstrar a adequação do material, do projecto, do fabrico e da verificação à utilização pretendida, cumprindo os requisitos pertinentes dos ensaios de validação do material, sintetizados no quadro 6.1 do presente anexo, e dos ensaios de validação da garrafa, sintetizados no quadro 6.4, devendo todos os ensaios obedecer aos métodos de ensaio aplicáveis nos termos do apêndice A do presente anexo. As garrafas ou os invólucros para ensaio devem ser seleccionados e os ensaios realizados em presença da entidade competente. Se forem sujeitos aos ensaios mais garrafas ou invólucros do que os exigidos pelo presente anexo, todos os resultados devem ser documentados.

**6.14. Ensaios de lotes**

Os ensaios de lotes indicados no presente anexo relativamente a cada tipo de garrafa são realizados em garrafas ou invólucros extraídos de cada lote de garrafas ou invólucros prontos. Podem também ser utilizadas amostras-padrão sujeitas a tratamento térmico e comprovadamente representativas de garrafas ou invólucros prontos. Os ensaios de lotes necessários para cada tipo de garrafa são indicados no quadro 6.5 do presente anexo.

**6.15. Controlos e ensaios de produção****6.15.1. Generalidades**

Todas as garrafas produzidas num lote devem ser sujeitas a controlos e ensaios de produção. Cada garrafa é examinada durante o processo de fabrico e após a sua conclusão, pelos seguintes meios:

- a) varrimento (*scanning*) por ultra-sons de garrafas e invólucros em metal, em conformidade com a norma BS 5045, parte 1, Anexo B, ou método equivalente comprovado, para confirmar que a dimensão máxima de defeito presente é inferior à dimensão especificada no projecto;
- b) verificação de que a massa e as dimensões críticas da garrafa pronta e de qualquer invólucro e bobinado cumprem as tolerâncias de projecto;
- c) verificação da conformidade com o acabamento especificado para a superfície, com especial atenção a embutidos profundos e a dobras ou recobrimentos no gargalo ou no colo de extremidades ou aberturas;
- d) verificação das marcações;
- e) ensaios de dureza de garrafas e invólucros em metal, em conformidade com o n.º A.8 (apêndice A), são efectuados após o tratamento térmico final, devendo os valores assim determinados situar-se na gama especificada em projecto;
- f) ensaio de pressão hidrostática, em conformidade com o n.º A.11 (apêndice A).

O quadro 6.6 do presente anexo sintetiza os requisitos da inspecção da produção crítica a executar relativamente a cada garrafa.

**6.15.2. Dimensão máxima dos defeitos**

Em projectos dos tipos GNC-1, GNC-2 e GNC-3, deve ser determinada a dimensão máxima dos defeitos em qualquer ponto de uma garrafa ou de um invólucro de metal que não se desenvolvam até um tamanho crítico durante a vida útil especificada. A dimensão crítica de um defeito é definida como a espessura-limite da parede (na garrafa ou no invólucro) que permite a descarga do gás armazenado sem ruptura da garrafa. As dimensões dos defeitos correspondentes aos critérios de rejeição no varrimento por ultra-sons, ou método equivalente, devem ser inferiores às dimensões máximas permitidas para os defeitos. Em projectos dos tipos GNC-2 e GNC-3, assume-se que o compósito não será danificado devido a quaisquer mecanismos dependentes do tempo. A dimensão de um defeito permitida no CND (controlo não-destrutivo) deve ser determinada por um método adequado. O apêndice informativo F ao presente anexo indica dois desses métodos.

**6.16. Incumprimento das disposições relativas a ensaios**

Na eventualidade de não serem cumpridas as disposições relativas aos ensaios, devem executar-se novos ensaios ou tratamentos térmicos do seguinte modo:

- a) havendo indícios de erro na execução de um ensaio ou de uma medição, deve ser executado novo ensaio. Se o resultado deste for satisfatório, ignora-se o primeiro;
- b) se o ensaio tiver sido executado de modo satisfatório, deve ser identificada a causa do erro.

Caso se considere que o erro é devido ao tratamento térmico aplicado, o fabricante pode sujeitar todas as garrafas do lote a novo tratamento térmico.

Se o erro não for devido ao tratamento térmico aplicado, todas as garrafas identificadas como portadoras do defeito são rejeitadas ou reparadas por um método homologado. As garrafas não rejeitadas são então consideradas como constituindo um novo lote.

Em ambos os casos, o novo lote é novamente ensaiado. Repetem-se todos os ensaios de protótipo ou de lote aplicáveis e necessários para demonstrar a aceitabilidade do novo lote. Verificando-se, ainda que parcialmente, o carácter insatisfatório de um ou mais ensaios, rejeitam-se todas as garrafas do lote.

**6.17. Alteração de projecto**

Uma alteração de projecto é qualquer mudança na selecção dos materiais da estrutura ou nas dimensões não atribuível às tolerâncias normais de fabrico.

São permitidas pequenas alterações de projecto, a validar mediante um programa de ensaio reduzido. As alterações de projecto indicadas no quadro 6.7 requerem os ensaios de validação do projecto que o quadro indica.

Quadro 6.1

**Ensaio de validação do projecto dos materiais**

	N.º aplicável do presente anexo				
	Aço	Alumínio	Resinas	Fibras	Invólucros de plástico
Propriedades de tracção	6.3.2.2	6.3.3.4		6.3.5	6.3.6
Resistência à fissuração sob efeito de sulfureto	6.3.2.4				
Propriedades relativas a impactos (choques)	6.3.2.3				
Resistência à fissuração sob efeito de carga		6.3.3.3			
Fissuração por corrosão sob tensão		6.3.3.2			
Resistência ao cisalhamento			6.3.4.2		
Temperatura de transição vítrea			6.3.4.3		
Temperatura de amolecimento/fusão					6.3.6
Mecânica da ruptura (*)	6.7	6.7			

(\*) Não exigível caso se utilize o método de ensaio para garrafas defeituosas — n.º A.7 (apêndice A).

Quadro 6.2

**Valores aceitáveis no ensaio de resistência a impactos**

Diâmetro D da garrafa (mm)	> 140			≤ 140
Direcção do ensaio	Transversal			Longitudinal
Espessura da amostra (mm)	3-5	> 5-7,5	> 7,5-10	3 a 5
Temperatura de ensaio (°C)	– 50			– 50
Média de 3 amostras	30	35	40	60
Resistência ao impacto (J/cm <sup>2</sup> )				
Amostra individual	24	28	32	48

Quadro 6.3

**Valores da pressão mínima real de ruptura e relações de tensões**

	GNC-1 Inteira- mente metálicos	GNC-2 Bobinado sobre a parte cilíndrica		GNC-3 Bobinado por inteiro		GNC-4 Compósito total	
	Pressão de rotura [MPa]	Relação de tensões [MPa]	Pressão de rotura [MPa]	Relação de tensões [MPa]	Pressão de rotura [MPa]	Relação de tensões [MPa]	Pressão de rotura [MPa]
Só metal	45						
Vidro		2,75	50 1)	3,65	70 1)	3,65	73
Aramida		2,35	47	3,10	60 1)	3,1	62
Carbono		2,35	47	2,35	47	2,35	47
Híbrido		2)		2)		2)	

Nota 1: Pressão mínima real de ruptura. Acresce que os cálculos têm de cumprir o disposto no n.º 6.5 do presente anexo, para confirmar o cumprimento das exigências mínimas relativas às relações de tensões.

Nota 2: As relações de tensões e as pressões de ruptura devem ser calculadas em conformidade com o n.º 6.5 do presente anexo.

Quadro 6.4

**Ensaio de validação do projecto da garrafa**

Ensaio e referência do anexo		Tipo de garrafa			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12	Ruptura	X (*)	X	X	X
A.13	Ciclos à temperatura ambiente	X (*)	X	X	X
A.14	Ensaio em meio ácido		X	X	X
A.15	Ensaio de inflamação	X	X	X	X
A.16	Ensaio de penetração	X	X	X	X
A.17	Resistência ao entalhe		X	X	X
A.18	Fluência a alta temperatura		X	X	X
A.19	Ruptura sob tensão		X	X	X
A.20	Ensaio de queda			X	X
A.21	Permeabilidade				X
A.24	Comportamento do limitador de pressão	X	X	X	X

Ensaio e referência do anexo		Tipo de garrafa			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.25	Ensaio do binário de aperto				X
A.27	Ciclos de pressão com gás natural				X
A.6	Avaliação de LBB («fuga antes da ruptura»)	X	X	X	
A.7	Ciclos de pressão a temperatura extrema		X	X	X

X = exigível

(\*) = Não exigível para garrafas projectadas segundo a norma ISO 9809 (que já prevê estes ensaios).

## Quadro 6.5

## Ensaio de lotes

Ensaio e referência do anexo		Tipo de garrafa			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12	Ruptura	X	X	X	X
A.13	Ciclos à temperatura ambiente	X	X	X	X
A.1	Tracção	X	X (*)	X (*)	
A.2	Impacto (aço)	X	X (*)	X (*)	
A.9.2	Revestimento (*)	X	X	X	X

X = exigível

(\*) = Excepto se não se utilizar revestimento de protecção

(\*) = Ensaios no invólucro

## Quadro 6.6

## Requisitos relativos à inspecção (controlo) da produção crítica

Tipo	CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
Requisitos relativos à inspecção				
Dimensões críticas	X	X	X	X
Acabamento superficial	X	X	X	X
Fissuras (ultra-sons ou equivalente)	X	X	X	
Dureza de garrafas e invólucros de metal	X	X	X	
Ensaio hidrostático	X	X	X	X
Ensaio de fuga				X
Marcações	X	X	X	X

X = exigível

Quadro 6.7

## Alteração de projecto

Alteração de projecto	Tipo de ensaio								
	Ruptura hidrostática A.12	Ambiental A.13	Ensaio em meio ácido A.14	Ensaio de inflamação A.15	Resistência ao entalhe A.17	Penetração A.16	Ruptura sob tensão A.19 Fluência a alta temperatura A.18 Ensaio de queda A.20	Binário de aperto A.25 Permeabilidade A.21 Ciclos com GNC A.27	Comportamento do dispositivo limitador de pressão A.24
Fabricante da fibra	X	X					X (*)	X (†)	
Metal da garrafa ou do invólucro	X	X	X (*)	X	X (*)	X	X (*)		
Invólucro de plástico		X	X					X (†)	
Fibra	X	X	X	X	X	X	X	X (†)	
Resina			X		X	X	X		
Variação do diâmetro ≤ 20 %	X	X							
Variação do diâmetro > 20 %	X	X		X	X (*)	X			
Variação do comprimento ≤ 50 %	X			X (‡)					
Variação do comprimento > 50 %	X	X		X (‡)					
Variação da pressão de funcionamento ≤ 20 % @	X	X							
Forma da extremidade	X	X						X (†)	
Tamanho da abertura	X	X							
Mudança de revestimento			X						
Concepção da extremidade								X (†)	
Mudança no processo de fabrico	X	X							
Dispositivo limitador de pressão				X					X

X = exigível

(\*) = Ensaio não exigível em projectos de metal (GNC-1);

(†) = Ensaio exigível somente em projectos de compósito total (GNC-4);

(‡) = Ensaio exigível somente se o comprimento aumentar;

@ = Só se a variação da espessura for proporcional à variação do diâmetro e/ou da pressão.

## 7. GARRAFAS DE METAL DO TIPO GNC-1

### 7.1. Generalidades

O projecto deve identificar a dimensão máxima admissível de um defeito (fissura) em qualquer ponto da garrafa que não se desenvolva até à dimensão crítica durante o intervalo que antecede novo ensaio (ou durante a vida útil, se não for estipulado novo ensaio), com a garrafa à pressão de funcionamento. A determinação do comportamento «fuga antes da ruptura» (LBB) deve obedecer aos procedimentos aplicáveis definidos no n.º A.6 (apêndice A). A dimensão admissível de um defeito deve ser determinada em conformidade com o n.º 6.15.2. anterior.

As garrafas projectadas em conformidade com a norma ISO 9809 e que preencham todas as exigências da mesma devem apenas cumprir o disposto no n.º 6.3.2.4 precedente em matéria de ensaio de materiais e o disposto no n.º 7.5 em matéria de ensaios de validação de projectos (com excepção dos n.ºs 7.5.2 e 7.5.3 seguintes).

### 7.2. Análise de tensões

Devem ser calculadas as tensões no interior da garrafa, utilizando as seguintes pressões: 2 MPa, 20 MPa, pressão de ensaio e pressão de ruptura do projecto. Os cálculos devem seguir técnicas de análise adequadas, com recurso à teoria do invólucro fino (*thin-shell theory*), que tem em conta a flexão do invólucro fora do plano para estabelecer a distribuição de tensões no gargalo, nas zonas de transição e na parte cilíndrica da garrafa.

### 7.3. Requisitos relativos aos ensaios de fabrico e de produção

#### 7.3.1. Generalidades

As extremidades das garrafas de alumínio não devem ser fechadas por um processo de conformação. As extremidades inferiores de garrafas de aço fechadas por um processo de conformação, com excepção das garrafas projectadas em conformidade com a norma ISO 9809, devem ser inspeccionadas por CND ou método equivalente. Não se deve adicionar metal no processo de fecho da extremidade. Cada garrafa deve ser examinada relativamente à espessura e a acabamentos superficiais, antes das operações de conformação de extremidades.

Após a conformação das extremidades, as garrafas devem ser sujeitas a tratamento térmico na gama de dureza indicada para o projecto. Não é permitido tratamento térmico localizado.

Se o suporte for assegurado por um anel no gargalo ou na base da garrafa ou por ganchos, o respectivo material deve ser compatível com o da garrafa e a fixação deve ser garantida por um método distinto da soldadura, da braçagem forte ou da braçagem.

#### 7.3.2. Controlo não-destrutivo

Cada garrafa metálica deve ser sujeita aos seguintes ensaios:

- a) ensaio de dureza, em conformidade com o n.º A.8 (apêndice A);
- b) inspecção ultra-sónica, em conformidade com a norma BS 5045, parte 1, Anexo I, ou método de CND equivalente e demonstrado, para garantir que a dimensão máxima de defeito não exceda a dimensão indicada no projecto, em conformidade com o n.º 6.15.2 precedente.

#### 7.3.3. Ensaio de pressão hidrostática

Cada garrafa pronta deve ser sujeita a um ensaio de pressão hidrostática, em conformidade com o n.º A.11 (apêndice A).

### 7.4. Ensaios das garrafas por lotes

Os ensaios por lotes devem ser realizados em garrafas prontas representativas da produção normal e providas de marcação identificativa. Selecciona-se aleatoriamente uma garrafa de cada lote. Se forem ensaiadas mais garrafas do que as exigidas por este anexo, documentam-se todos os resultados. Estas garrafas são sujeitas, no mínimo, aos ensaios mencionados em seguida.

- a) Ensaios dos materiais por lotes — uma garrafa ou uma amostra-padrão para o tratamento térmico, representativa de uma garrafa pronta, é sujeita aos seguintes ensaios:
  - i) confrontação das dimensões críticas em relação ao projecto;

- ii) ensaio de tracção em conformidade com o n.º A.1 (apêndice A) e com os requisitos do projecto;
- iii) para garrafas de aço, três ensaios de impacto em conformidade com o n.º A.2 (apêndice A) e com o disposto no n.º 6.3.2.3 precedente;
- iv) se do projecto constar revestimento de protecção, ensaio do revestimento em conformidade com o n.º A.9.2 (apêndice A).

Todas as garrafas de um lote de ensaio que não cumpram as exigências indicadas devem seguir os procedimentos a que se refere o n.º 6.16 anterior.

Se o revestimento não cumprir o disposto no n.º A.9.2 (apêndice A), o lote deve ser inspecionado a 100 % para remover as garrafas com os mesmos defeitos. Em todas as garrafas defeituosas, o revestimento pode ser arrancado e aplicado de novo, repetindo-se então o ensaio do revestimento por lotes.

- b) Ensaio de ruptura por lotes — uma garrafa é sujeita a pressão hidrostática até à ruptura, em conformidade com o n.º A.12 (apêndice A).

Se a pressão de ruptura for inferior à mínima calculada, aplicam-se em seguida os procedimentos indicados no n.º 6.16 precedente.

- c) Ensaio periódico de ciclos de pressão — as garrafas prontas são ciclicamente sujeitas a pressão, em conformidade com o n.º A.13 (apêndice A), com uma frequência de ensaios definida como se segue:
  - i) uma garrafa de cada lote é sujeita a ciclos de pressão num total de 1 000 vezes a vida útil especificada em anos, com um mínimo de 15 000 ciclos;
  - ii) se, em 10 lotes consecutivos de produção de uma família de garrafas (por exemplo, com materiais e processos similares), nenhuma das garrafas sujeitas aos ciclos de pressão referidos na alínea i) precedente apresentar fugas ou ruptura ao cabo de um número de ciclos inferior a 1 500 vezes a vida útil especificada em anos (com um mínimo de 22 500 ciclos), então o ensaio de pressão cíclica pode ser restrito a uma garrafa de cada 5 lotes de produção;
  - iii) se, em 10 lotes consecutivos de produção de uma família de garrafas, nenhuma das garrafas sujeitas aos ciclos de pressão referidos na alínea i) precedente apresentar fugas ou ruptura ao cabo de um número de ciclos inferior a 2 000 vezes a vida útil especificada em anos (com um mínimo de 30 000 ciclos), então o ensaio de pressão cíclica pode ser restrito a uma garrafa de cada 10 lotes de produção;
  - iv) se tiverem decorrido mais de 6 meses desde o último lote de produção, submete-se uma garrafa do lote de produção seguinte a ciclos de pressão, a fim de manter a frequência reduzida dos ensaios de lotes referidos nas alíneas ii) e iii) precedentes.
  - v) se alguma garrafa sujeita aos ciclos de pressão com frequência reduzida referidos em nas alíneas ii) ou iii) precedentes não cumprir o número exigível de ciclos de pressão (mínimos de 22 500 e de 30 000 ciclos, respectivamente), é necessário repetir a frequência do ensaio de ciclos de pressão referido em i) num mínimo de 10 lotes de produção, a fim de restabelecer a frequência reduzida dos ensaios de ciclos de pressão por lotes, referidos nas alíneas ii) e iii) anteriores;
  - vi) se, relativamente ao disposto nas alíneas i), ii) ou iii) precedentes, alguma garrafa não cumprir os requisitos relativos a um número mínimo de ciclos igual a 1 000 vezes a vida útil especificada em anos (com um mínimo de 15 000 ciclos), a causa do incumprimento deve ser determinada e corrigida segundo os procedimentos constantes do n.º 6.16, repetindo-se então o ensaio de ciclos de pressão em três outras garrafas do lote. Se alguma destas três outras garrafas não cumprir os requisitos relativos a um número mínimo de ciclos de pressão igual a 1 000 vezes a vida útil especificada em anos, o lote é rejeitado.

## 7.5. Ensaios de validação dos projectos de garrafas

### 7.5.1. Generalidades

Os ensaios de validação devem ser realizados em garrafas prontas representativas da produção normal e providas de marcação identificativa. A selecção, o controlo e a documentação dos resultados deve cumprir o disposto no n.º 6.13 anterior.

### 7.5.2. Ensaio de ruptura por pressão hidrostática

Três garrafas representativas são sujeitas a pressão hidrostática até à ruptura, em conformidade com o n.º A.12 (apêndice A). A pressão de ruptura da garrafa deve ser superior à pressão mínima de ruptura calculada pela análise de tensões constante do projecto, mas não inferior a 45 MPa.

#### 7.5.3. Ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente

Duas garrafas prontas são sujeitas a ciclos de pressão à temperatura ambiente, em conformidade com o n.º A.13 (apêndice A), até à ruína ou até um mínimo de 45 000 ciclos. A ruína não deve ocorrer antes de atingido um número de ciclos igual a 1 000 vezes a vida útil especificada em anos. Nas garrafas que ultrapassem um número de ciclos igual a 1 000 vezes a vida útil especificada em anos, a ruína deve ocorrer por fuga e não por ruptura. As garrafas que não apresentem ruína ao cabo de 45 000 ciclos devem ser destruídas, quer continuando o ensaio de pressão cíclica até a ruína ocorrer, quer sujeitando-as a pressão hidrostática até à ruptura. Devem ser registados o número de ciclos até à ruína e a localização do início desta.

#### 7.5.4. Ensaio de inflamação

O ensaio deve ser realizado em conformidade com o disposto no n.º A.15 (apêndice A).

#### 7.5.5. Ensaio de penetração

O ensaio deve ser realizado em conformidade com o disposto no n.º A.16 (apêndice A).

#### 7.5.6. Característica de LBB

Para as garrafas que não ultrapassem 45 000 ciclos no ensaio referido no n.º 7.5.3 anterior, os ensaios relativos ao comportamento de LBB devem ser realizados em conformidade com o n.º A.6, cumprindo as exigências nele definidas.

### 8. GARRAFAS DO TIPO GNC-2, COM O BOBINADO NA PARTE CILÍNDRICA

#### 8.1. Generalidades

Durante a pressurização, as garrafas deste tipo caracterizam-se por os deslocamentos do bobinado compósito e do invólucro metálico se sobreporem linearmente. Dadas as diferentes técnicas de fabrico, o presente anexo não apresenta um método de projecto definitivo.

A determinação do comportamento «fuga antes da ruptura» (LBB) deve seguir os procedimentos definidos no n.º A.6 (apêndice A). A dimensão admissível de um defeito deve ser determinada em conformidade com o n.º 6.15.2. anterior.

#### 8.2. Requisitos relativos ao projecto

##### 8.2.1. Invólucro de metal

O invólucro de metal deve ter uma pressão mínima real de ruptura de 26 MPa.

##### 8.2.2. Bobinado compósito

A tensão de tracção nas fibras deve cumprir o disposto no n.º 6.5 anterior.

##### 8.2.3. Análise de tensões

São calculadas as tensões no compósito e no invólucro após o pré-esforço. Nestes cálculos, utilizar-se-ão as seguintes pressões: zero, 2 MPa, 20 MPa, pressão de ensaio e pressão de ruptura do projecto. Os cálculos devem seguir técnicas de análise adequadas, com recurso à teoria do invólucro fino (*thin-shell theory*), que tem em conta o comportamento não-linear do material do invólucro para estabelecer a distribuição de tensões no gargalo, nas zonas de transição e na parte cilíndrica do invólucro.

Em projectos que utilizem autofixação para obter o pré-esforço, devem ser calculados os limites dentro dos quais a pressão de autofixação deve situar-se.

Em projectos que utilizem bobinagem com tensão controlada para obter o pré-esforço, devem ser calculados a temperatura à qual a bobinagem é executada, a tensão necessária em cada camada de compósito e o consequente pré-esforço no invólucro.



### 8.3. Requisitos relativos ao fabrico

#### 8.3.1. Generalidades

A garrafa compósita deve ser provida de um invólucro envolto em filamento por bobinagem contínua. As operações de enrolamento do filamento devem ser controladas por meios informáticos ou mecânicos. Os filamentos são bobinados sob tensão controlada. Terminado o enrolamento, as resinas termoconsolidantes são curadas por aquecimento, utilizando uma curva predeterminada e controlada de temperaturas em função do tempo.

#### 8.3.2. Invólucro

O fabrico de um invólucro metálico deve cumprir o disposto no n.º 7.3. anterior para o tipo apropriado de construção do invólucro.

#### 8.3.3. Bobinado

As garrafas devem ser fabricadas numa máquina de enrolamento do filamento. Durante a bobinagem, as variáveis significativas são controladas quanto às tolerâncias indicadas, e documentadas num registo apropriado. Lista, não exaustiva, das variáveis significativas:

- a) tipo de fibra, incluindo dimensões;
- b) método de impregnação;
- c) tensão de enrolamento;
- d) velocidade de enrolamento;
- e) número de voltas;
- f) largura de banda;
- g) tipo e composição da resina;
- h) temperatura da resina;
- i) temperatura do invólucro.

#### 8.3.3.1. Cura das resinas termoconsolidantes

Se for utilizada uma resina termoconsolidante, esta deve ser curada após o enrolamento do filamento. Durante a cura, deve documentar-se o respectivo ciclo (i.e., o historial de tempo-temperatura).

A temperatura de cura deve ser controlada e não afectar as propriedades do material do invólucro. Em garrafas com invólucros de alumínio, a temperatura máxima de cura é de 177 °C.

#### 8.3.4. Autofixação

Se for utilizada autofixação («auto-fretage»), esta deve ser executada antes do ensaio de pressão hidrostática. A pressão de autofixação deve situar-se dentro dos limites estabelecidos no n.º 8.2.3, devendo o fabricante definir o método de verificação da pressão adequada.

### 8.4. Requisitos relativos ao ensaio de produção

#### 8.4.1. Controlo não-destrutivo

Devem ser executados controlos não-destrutivos em conformidade com uma norma ISO ou equivalente reconhecida. Em cada invólucro metálico são executados os seguintes ensaios:

- a) ensaio de dureza, em conformidade com o n.º A.8 (apêndice A);
- b) inspecção ultra-sónica, em conformidade com a norma BS 5045, parte 1, anexo 1-B, ou método de CND equivalente e demonstrado, para garantir que a dimensão máxima de defeito não exceda a dimensão indicada no projecto.

#### 8.4.2. Ensaio de pressão hidrostática

Cada garrafa pronta deve ser sujeita a um ensaio de pressão hidrostática, em conformidade com o n.º A.11 (apêndice A). O fabricante define o limite adequado de expansão volumétrica permanente para a pressão de ensaio utilizada, mas em caso algum deve a expansão permanente ultrapassar 5 % da expansão volumétrica total à pressão de ensaio. As garrafas que não cumpram o limite de rejeição definido são rejeitadas e enviadas para destruição ou para utilização em ensaios de lotes.

### 8.5. Ensaaios das garrafas por lotes

#### 8.5.1. Generalidades

Os ensaios por lotes devem ser realizados em garrafas prontas representativas da produção normal e providas de marcação identificativa. Seleccionam-se ao acaso, em cada lote, duas garrafas ou, conforme o caso, uma garrafa e um invólucro. Se forem ensaiadas mais garrafas do que as exigidas por este anexo, documentam-se todos os resultados. Estas garrafas são sujeitas, no mínimo, aos ensaios em seguida mencionados.

Se forem detectados defeitos no bobinado antes de uma autofixação ou de um ensaio de pressão hidrostática, o bobinado pode ser completamente removido e substituído.

a) Ensaaios dos materiais por lotes — submete-se uma garrafa, um invólucro ou uma amostra-padrão para o tratamento térmico representativos de uma garrafa pronta aos seguintes ensaios:

- (i) confrontação das dimensões em relação ao projecto;
- (ii) ensaio de tracção em conformidade com o n.º A.1 (apêndice A) e com os requisitos do projecto;
- (iii) para invólucros de aço, três ensaios de impacto em conformidade com o n.º A.2 (apêndice A) e com o disposto no projecto;
- (iv) se do projecto constar revestimento de protecção, ensaio do revestimento em conformidade com o n.º A.9.2 (apêndice A). Todas as garrafas ou invólucros de um lote de ensaio que não cumpra os requisitos indicados devem seguir os procedimentos mencionados no n.º 6.16 anterior.

Se o revestimento não cumprir o disposto no n.º A.9.2, (apêndice A), o lote deve ser inspeccionado a 100 % para remover as garrafas com os mesmos defeitos; em todas as garrafas defeituosas, o revestimento pode ser arrancado (utilizando um método que não afecte a integridade do bobinado compósito) e aplicado de novo, repetindo-se então o ensaio do revestimento por lotes.

- b) Ensaio de ruptura por lotes — sujeita-se uma garrafa ao ensaio, em conformidade com o disposto no n.º 7.4, alínea b), anterior.
- c) Ensaio periódico de ciclos de pressão, em conformidade com o n.º 7.4, alínea c), anterior.

### 8.6. Ensaaios de validação dos projectos de garrafas

#### 8.6.1. Generalidades

Os ensaios de validação devem ser realizados em garrafas prontas representativas da produção normal e providas de marcação identificativa. A selecção, o controlo e a documentação dos resultados deve cumprir o disposto no n.º 6.13 precedente.

#### 8.6.2. Ensaio de ruptura por pressão hidrostática

- a) sujeita-se um invólucro a pressão hidrostática até à ruptura, em conformidade com o n.º A.12 (Apêndice A). A pressão de ruptura deve ser superior à pressão mínima de ruptura indicada no projecto do invólucro;
- b) sujeitam-se três garrafas a pressão hidrostática até à ruptura, em conformidade com o n.º A.12 (apêndice A). As pressões de ruptura das garrafas devem ser superiores à pressão mínima de ruptura calculada pela análise de tensões constante do projecto, em conformidade com o quadro 6.3, mas em caso algum inferiores à pressão necessária para cumprir os requisitos da relação de tensões constantes do n.º 6.5 anterior.

#### 8.6.3. Ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente

Duas garrafas prontas são sujeitas a ciclos de pressão à temperatura ambiente, em conformidade com o n.º A.13 (apêndice A), até à ruína ou até um mínimo de 45 000 ciclos. A ruína não deverá ocorrer antes de atingido um número de ciclos igual a 1 000 vezes a vida útil especificada em anos. Nas garrafas que ultrapassem um número de ciclos igual a 1 000 vezes a vida útil especificada em anos, a ruína deve ocorrer por fuga e não por ruptura. As garrafas que não apresentem ruína ao cabo de 45 000 ciclos devem ser destruídas, quer continuando o ensaio de pressão cíclica até à ruína ocorrer, quer sujeitando-as a pressão hidrostática até à ruptura. Nas garrafas que ultrapassem 45 000 ciclos, a ruína pode ocorrer por ruptura. Devem ser registados o número de ciclos até à ruína e a localização do início desta.

#### 8.6.4. Ensaio em meio ácido

Sujeita-se a este ensaio uma garrafa, em conformidade com o disposto no n.º A.14 (apêndice A). O apêndice informativo H do presente anexo inclui um ensaio ambiental opcional.

#### 8.6.5. Ensaio de inflamação

A realizar em garrafas prontas, em conformidade com o n.º A.15 (apêndice A).

#### 8.6.6. Ensaio de penetração

A realizar numa garrafa pronta, em conformidade com o n.º A.16 (apêndice A).

#### 8.6.7. Ensaio de resistência ao entalhe

A realizar numa garrafa pronta, em conformidade com o n.º A.17 (apêndice A).

#### 8.6.8. Ensaio de fluência a alta temperatura

Em projectos nos quais a temperatura de transição vítrea da resina não exceda em, pelo menos, 20 °C a temperatura máxima de projecto do material, sujeita-se uma garrafa a este ensaio, em conformidade com o n.º A.18 (apêndice A).

#### 8.6.9. Ensaio de fluência acelerada

A realizar numa garrafa pronta, em conformidade com o n.º A.19 (apêndice A).

#### 8.6.10. Comportamento LBB

Para as garrafas que não ultrapassem 45 000 ciclos no ensaio referido no n.º 8.6.3 anterior, os ensaios relativos ao comportamento de LBB devem ser realizados em conformidade com o disposto no n.º A.6.

#### 8.6.11. Ensaio de ciclos de pressão a temperatura extrema

A realizar numa garrafa pronta, em conformidade com o n.º A.7 (apêndice A).

### 9. GARRAFAS DO TIPO GNC-3 INTEIRAMENTE BOBINADAS

#### 9.1. Generalidades

Durante a pressurização, as garrafas deste tipo caracterizam-se por os deslocamentos do bobinado compósito e do invólucro se sobreporem. Dadas as diferentes técnicas de fabrico, o presente anexo não apresenta um método de projecto definitivo. A determinação do comportamento «fuga antes da ruptura» (LBB) deve cumprir os procedimentos definidos no n.º A.6 (apêndice A). A dimensão admissível de um defeito deve ser determinada em conformidade com o n.º 6.15.2. precedente.

**9.2. Requisitos relativos ao projecto****9.2.1. Invólucro de metal**

A tensão de compressão no invólucro à pressão zero e à temperatura de 15 °C não deve provocar a sua deformação ou o seu enrugamento.

**9.2.2. Bobinado compósito**

A tensão de tracção nas fibras deve cumprir o disposto no n.º 6.5. anterior.

**9.2.3. Análise de tensões**

Calculam-se as tensões nas direcções tangencial e longitudinal da garrafa no compósito e no invólucro, após o esforço. Nestes cálculos, utilizam-se as seguintes pressões: zero, pressão de funcionamento, 10 % da pressão de funcionamento, pressão de ensaio e pressão de ruptura do projecto. Calculam-se os limites dentro dos quais a pressão de autofixação deve situar-se. Os cálculos devem seguir técnicas de análise adequadas, com recurso à teoria do invólucro fino (*thin-shell theory*), que tem em conta o comportamento não-linear do material do invólucro para estabelecer a distribuição de tensões no gargalo, nas zonas de transição e na parte cilíndrica do invólucro.

**9.3. Requisitos relativos ao fabrico**

Os requisitos relativos ao fabrico devem seguir o disposto no n.º 8.3 anterior, com a ressalva de o bobinado incluir também filamentos enrolados em hélice.

**9.4. Requisitos relativos ao ensaio de produção**

Os requisitos relativos ao ensaio de produção devem seguir o disposto no n.º 8.4. anterior.

**9.5. Ensaio das garrafas por lotes**

Os ensaios por lotes devem seguir o disposto no n.º 8.5 anterior.

**9.6. Ensaio de validação dos projectos de garrafas**

Os ensaios de validação dos projectos de garrafas devem seguir o disposto nos n.º 8.6 anterior e do n.º 9.6.1 seguinte, com a ressalva de não ser exigível a ruptura do invólucro referida no n.º 8.6.

**9.6.1. Ensaio de queda**

Sujeitam-se ao ensaio de queda uma ou mais garrafas prontas, em conformidade com o n.º A.30 (apêndice A).

**10. GARRAFAS DO TIPO GNC-4 (COMPÓSITO TOTAL)****10.1. Generalidades**

Dada a variedade de projectos possíveis, o presente anexo não apresenta um método de projecto definitivo de garrafas com invólucro polimérico.

**10.2. Requisitos relativos ao projecto**

A adequação do projecto deve ser justificada pela apresentação dos cálculos. As tensões de tracção nas fibras cumprirão o disposto no n.º 6.5. precedente.

Nas extremidades metálicas, utilizar-se-ão roscagens cónicas e roscagens cilíndricas, em conformidade com os n.ºs 6.10.2 e 6.10.3 anteriores.

As extremidades metálicas com aberturas providas de roscagens devem poder suportar um binário de 500 Nm, sem dano para a integridade da ligação ao invólucro não-metálico. As extremidades metálicas ligadas ao invólucro não-metálico devem ser de um material compatível com as condições de serviço indicadas no n.º 4 do presente anexo.

**10.3. Análise de tensões**

Calculam-se as tensões nas direcções tangencial e longitudinal da garrafa no compósito e no invólucro. Nestes cálculos, utilizam-se as seguintes pressões: zero, pressão de funcionamento, pressão de ensaio e pressão de ruptura do projecto. Os cálculos devem seguir técnicas de análise adequadas para estabelecer a distribuição de tensões em toda a garrafa.

**10.4. Requisitos relativos ao fabrico**

Os requisitos relativos ao fabrico devem seguir o disposto no n.º 8.3 anterior, com a ressalva de a temperatura mínima de cura das resinas termoconsolidantes dever ser, pelo menos, 10 °C inferior à temperatura de amolecimento do invólucro de plástico.

**10.5. Requisitos relativos ao ensaio de produção****10.5.1. Ensaio de pressão hidrostática**

Cada garrafa pronta deve ser sujeita a um ensaio de pressão hidrostática, em conformidade com o n.º A.11 (apêndice A). O fabricante definirá o limite adequado de expansão elástica para a pressão de ensaio utilizada, mas em caso algum deve a expansão elástica de uma garrafa ultrapassar em mais de 10 % o valor médio do lote. As garrafas que não cumpram o limite de rejeição definido são rejeitadas e enviadas para destruição ou para utilização em ensaios de lotes.

**10.5.2. Ensaio de fugas (ou de estanquidade)**

Cada garrafa pronta deve ser sujeita a um ensaio de fugas, em conformidade com o n.º A.10 (apêndice A).

**10.6. Ensaios das garrafas por lotes****10.6.1. Generalidades**

Os ensaios por lotes devem ser realizados em garrafas prontas representativas da produção normal e providas de marcação identificativa. Selecciona-se ao acaso uma garrafa de cada lote. Se forem ensaiadas mais garrafas do que as exigidas por este anexo, documentam-se todos os resultados. Estas garrafas são sujeitas, como mínimo, aos seguintes ensaios:

**a) Ensaios dos materiais por lotes**

Sujeita-se aos seguintes ensaios uma garrafa, um invólucro ou uma amostra-padrão do invólucro, representativos de uma garrafa pronta:

- (i) confrontação das dimensões em relação ao projecto;
- (ii) ensaio de tracção do invólucro de plástico, em conformidade com o n.º A.22 (apêndice A) e com o disposto no projecto;
- (iii) ensaio da temperatura de fusão do invólucro de plástico, em conformidade com o n.º A.23 (apêndice A) e com o disposto no projecto;
- (iv) ensaio do revestimento em conformidade com o n.º A.9.2 (apêndice A), se do projecto constar revestimento de protecção; se o revestimento não cumprir o disposto no n.º A.9.2 (apêndice A), o lote deve ser inspecionado a 100 % para remover as garrafas com os mesmos defeitos; em todas as garrafas defeituosas, o revestimento pode ser arrancado (utilizando um método que não afecte a integridade do bobinado compósito) e aplicado de novo, repetindo-se então o ensaio do revestimento por lotes.

**b) Ensaio de ruptura por lotes**

Sujeita-se uma garrafa ao ensaio em conformidade com o disposto no n.º 7.4, alínea b), anterior.

**c) Ensaio periódico de ciclos de pressão**

A extremidade de uma garrafa é sujeita ao ensaio de um binário de 500 Nm, em conformidade com o método constante do n.º A.25 (apêndice A). A garrafa é, em seguida, sujeita a um ensaio de ciclos de pressão, em conformidade com os procedimentos referidos no n.º 7.4, alínea c), anterior.

Seguidamente ao ensaio de ciclos de pressão, a garrafa é sujeita a um ensaio de fugas, em conformidade com o método constante do n.º A.10 (apêndice A).

## 10.7. Ensaios de validação dos projectos de garrafas

### 10.7.1. Generalidades

Os ensaios de validação dos projectos de garrafas devem seguir o disposto nos n.º 8.6, 10.7.2, 10.7.3 e 10.7.4 do presente anexo, com a ressalva de não ser exigível a característica de LBB referida no n.º 8.6.10. precedente.

### 10.7.2. Ensaio do binário de aperto

Sujeita-se ao ensaio uma garrafa, em conformidade com o n.º A.25 (apêndice A).

### 10.7.3. Ensaio de permeabilidade

Sujeita-se uma garrafa ao ensaio de permeabilidade, em conformidade com o n.º A.21 (apêndice A).

### 10.7.4. Ensaio de ciclos de pressão com gás natural

Sujeita-se ao ensaio uma garrafa pronta, em conformidade com o n.º A.27 (apêndice A).

## 11. MARCAÇÃO

### 11.1. Colocação de marcas

O fabricante colocará em cada garrafa marcas claras e permanentes com, pelo menos, 6 mm de altura. A marcação será feita por rótulos incorporados nos revestimentos de resina, por rótulos fixos por adesivos, por punções feitas com baixa pressão nas extremidades reforçadas dos projectos dos tipos GNC-1 e GNC-2, ou por qualquer combinação destes métodos. Os adesivos e a sua aplicação devem respeitar a norma ISO 7225, ou outra equivalente. São permitidos vários rótulos, a colocar de modo a não serem ocultos pelos suportes de fixação. Cada garrafa que cumpra o disposto no presente anexo será marcada do seguinte modo:

#### a) informação obrigatória:

- (i) «**SOMENTE GNC**»;
- (ii) «**NÃO UTILIZAR A PARTIR DE XX/XXXX**», indicando o mês e o ano de expiração do prazo de validade <sup>(5)</sup>;
- (iii) identificação do fabricante;
- (iv) identificação da garrafa (número de referência aplicável e número de série, único para cada garrafa);
- (v) pressão de funcionamento e temperatura;
- (vi) número do regulamento da ECE, juntamente com o tipo de garrafa e o número de registo da certificação;
- (vii) dispositivos e/ou válvulas de limitação da pressão adequados à garrafa, ou meios para obter informação sobre sistemas adequados de protecção contra incêndios;
- (viii) se forem utilizados rótulos, todas as garrafas devem ter um número de identificação único, impresso numa superfície metálica exposta, para a eventualidade de o rótulo ser destruído;

#### b) informação facultativa:

podem ser fornecidas as seguintes informações não-obrigatórias em rótulo(s) separado(s):

- (i) gama de temperaturas do gás (p. ex., - 40 °C a + 65 °C);

<sup>(5)</sup> A data de expiração do prazo de validade, que não deve ultrapassar a vida útil especificada, pode ser colocada no momento da expedição, desde que as garrafas tenham sido armazenadas num local seco, sem pressão interna.

- (ii) capacidade nominal da garrafa em água, até dois algarismos significativos (p. ex.: 120 litros);
- (iii) data do primeiro ensaio de pressão (mês e ano).

As marcações devem ser colocadas pela sequência indicada, mas a disposição concreta pode variar, consoante o espaço disponível. Eis um exemplo aceitável da informação obrigatória:

**SOMENTE GNC**

**NÃO UTILIZAR A PARTIR DE ../...**

Fabricante/Número de referência/Número de série

20 MPa/15 °C

ECE R 110 CNG-2 (n.º de registo)

«Utilizar somente limitador de pressão aprovado pelo fabricante»

## 12. PREPARAÇÃO DA EXPEDIÇÃO

Antes de cada garrafa ser expedida do estabelecimento do fabricante, o seu interior deve ser limpo e seco. Às garrafas não providas de imediato de uma válvula de fecho e de dispositivos de segurança (quando for caso disso), devem ser aplicadas tampas em todas as aberturas, para evitar a entrada de humidade e proteger as roscagens. As garrafas e os invólucros de aço são aspergidos, antes da expedição, com um produto anticorrosão (p. ex.: à base de óleo).

Ao comprador serão fornecidos a declaração de serviço do fabricante e todas as informações necessárias para que o manuseio, a utilização e a inspecção em serviço sejam efectuados de modo correcto. A declaração deve seguir o disposto no apêndice D ao presente anexo.

## Apêndice A

## MÉTODOS DE ENSAIO

## A.1. Ensaio de tracção — aço e alumínio

O ensaio de tracção é realizado sobre uma amostra rectangular de material retirada da parte cilíndrica da garrafa pronta, em conformidade com o método descrito nas normas ISO 9809 (aço) e ISO 7866 (alumínio). As duas faces da amostra, representando as superfícies interior e exterior da garrafa, não devem ser processadas à máquina. O ensaio de tracção obedece à norma ISO 6892.

*Nota:* Chama-se a atenção para o método de medição do alongamento descrito na norma ISO 6892, sobretudo nos casos em que a amostra sujeita ao ensaio de tracção é cónica, resultando num ponto de fractura afastado do meio comprimento.

## A.2. Ensaio de impacto — garrafas e invólucros de aço

O ensaio de impacto é realizado sobre três amostras de material retiradas da parte cilíndrica da garrafa pronta, em conformidade com a norma ISO 148. As amostras são retiradas da parede, com um entalhe perpendicular a esta, na direcção indicada pelo quadro 6.2 do Anexo 3. O entalhe deve ser perpendicular à face da parede da garrafa. Nos ensaios longitudinais, as amostras são processadas à máquina sobre as 6 faces; se a espessura da parede não permitir uma espessura final de 10 mm para a amostra, esta será a mais próxima possível da espessura nominal da parede da garrafa. As amostras retiradas em direcção transversal devem ser processadas à máquina sobre 4 faces apenas (exceptuam-se as faces interior e exterior da parede).

## A.3. Ensaio de resistência do aço à fissuração sob o efeito de sulfureto

Excepto nos casos em seguida indicados, os ensaios devem ser realizados em conformidade com o Método A — ensaio NACE *Standard Tensile Test*, descrito na norma TM0177-96 da NACE. O ensaio é realizado com um mínimo de três amostras com um diâmetro de calibre de 3,81 mm (0,150 polegadas) arrancadas à máquina da parede de uma garrafa ou invólucro prontos. As amostras devem ser submetidas a uma tracção constante igual a 60 % da tensão de cedência inferior especificada do aço, imersas numa solução de água destilada, tamponada com 0,5 % (massa) de acetato de sódio tri-hidratado e regulada para um pH inicial de 4,0 utilizando ácido acético.

Essa solução deve estar continuamente saturada, à temperatura e à pressão ambientes, com sulfureto de hidrogénio (em azoto) a uma pressão de 0,414 kPa (0,06 psia). As amostras ensaiadas não devem romper durante ensaios com uma duração de 144 horas.

## A.4. Ensaio de resistência do alumínio à corrosão

Os ensaios de resistência das ligas de alumínio à corrosão devem ser efectuados em conformidade com o disposto no Anexo A da norma ISO/DIS 7866.

## A.5. Ensaio de resistência do alumínio à fissuração sob o efeito de carga sustentada

Este ensaio deve ser realizado em conformidade com o Anexo D da norma ISO/DIS 7866.

## A.6. Ensaio de «fuga antes da ruptura» (Leak-Before-Break ou LBB)

Três garrafas prontas são sujeitas a ciclos de pressão não superior a 2 MPa e não inferior a 30 MPa, a um ritmo máximo de 10 ciclos por minuto.

Em todos os casos, a ruína da garrafa terá de ser por fuga.



**A.7. Ciclos de pressão a temperatura extrema**

Sujeitam-se a ciclos de pressão, do modo a seguir indicado, garrafas prontas, com o bobinado compósito livre de qualquer revestimento de protecção, as quais não deverão evidenciar ruptura, fuga ou desfibramento:

- a) condicionar as garrafas, durante 48 horas, à pressão zero, à temperatura mínima de 65 °C e à humidade relativa mínima de 95 %, (para esta última condição, pulverizar com chuveiro fino ou vapor numa câmara à temperatura de 65 °C);
- b) sujeitar as garrafas a ciclos de pressão hidrostática não superior a 2 MPa e não inferior a 26 MPa, num total de 500 vezes a vida útil especificada em anos, à temperatura mínima de 65 °C e à humidade relativa mínima de 95 por cento;
- c) estabilizar à pressão zero e à temperatura ambiente;
- d) sujeitar as garrafas a ciclos de pressão não superior a 2 MPa e não inferior a 20 MPa, num total de 500 vezes a vida útil especificada em anos, à temperatura máxima de – 40 °C.

O ritmo dos ciclos de pressão referidos em b) não deve ser superior a 10 por minuto. O ritmo dos referidos em d) não deve ser superior a 3 por minuto, a menos que a garrafa tenha um transdutor de pressão instalado directamente. Devem ser fornecidos instrumentos de registo adequados, para manter a temperatura mínima do fluido durante os ciclos a baixa temperatura.

Na sequência de um ensaio de ciclos de pressão a temperaturas extremas, as garrafas devem ser sujeitas a pressão hidrostática até à ruína, em conformidade com os requisitos relativos ao ensaio de ruptura hidrostática, devendo atingir uma pressão mínima de ruptura igual a 85 % da pressão mínima de ruptura do projecto. As garrafas do tipo GNC-4 devem ser sujeitas ao ensaio de estanquidade, nos termos do n.º A.10 seguinte, antes do ensaio de ruptura hidrostática.

**A.8. Ensaio de dureza Brinell**

Devem realizar-se ensaios de dureza sobre a parede paralela, no centro e numa extremidade abaulada de cada garrafa ou invólucro, em conformidade com a norma ISO 6506. O ensaio é realizado a seguir ao tratamento térmico final, devendo os valores de dureza assim determinados situar-se na gama indicada para o projecto.

**A.9. Ensaios de revestimento** (obrigatórios caso se aplique o n.º 6.12, alínea c), do Anexo 3)**A.9.1. Ensaios de comportamento funcional do revestimento**

Os revestimentos devem ser avaliados em conformidade com os seguintes métodos de ensaio ou com normas nacionais equivalentes:

- (i) ensaio de adesão, em conformidade com a norma LSO 4624, utilizando os métodos A ou B, conforme o caso; o revestimento deve exibir uma taxa de adesão de 4A ou 4B, conforme o caso;
- (ii) ensaio de flexibilidade, em conformidade com ASTM D522, *Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings*, utilizando o método B de ensaio com mandril de 12,7 mm (0,5 in) e da largura indicada, a – 20 °C;

as amostras para este ensaio devem ser preparadas em conformidade com a norma ASTM D522; não pode haver fissuras visíveis à vista desarmada;

- (iii) resistência ao impacto, em conformidade com ASTM D2794, *Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)*; o revestimento à temperatura ambiente deve passar num outro ensaio de impacto de 18 J (160 in-lbs);
- (iv) resistência química, em conformidade com ASTM D1308, *Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes*; os ensaios são realizados pelo método *Open Spot Test*, com 100 horas de exposição a uma solução de ácido sulfúrico a 30 % (ácido de bateria com densidade igual a 1,219) e 24 horas de exposição a um glicol polialcalino (p. ex.: fluido de travões); o revestimento não deve apresentar sinais de desprendimento, formação de vesículas ou amolecimento; a adesão deve chegar ao valor 3 no ensaio realizado em conformidade com a norma ASTM D3359;

- (v) exposição mínima de 1 000 horas em conformidade com ASTM G53, *Practice for Operating Light- and Water-Exposure Apparatus (Fluorescent W-Condensation Type) for Exposure of non-metallic Materials*; o revestimento não deve apresentar sinais de formação de vesículas e a adesão deve chegar ao valor 3 no ensaio realizado em conformidade com a norma ISO 4624; a perda máxima de brilho não pode ultrapassar 20 por cento;
- (vi) exposição mínima de 500 horas em conformidade com ASTM B117, *Test Method of Salt Spray (Fog) Testing*; a diminuição da espessura inferior não deve ser superior a 3 mm na marca; não deve haver sinais de formação de vesículas e a adesão deve chegar ao valor 3 no ensaio realizado em conformidade com a norma ASTM D3359;
- (vii) resistência ao lascamento à temperatura ambiente, em conformidade com ASTM D3170, *Chipping Resistance of Coatings*; o revestimento deve chegar à classificação de 7A ou melhor, sem exposição do substrato.

#### A.9.2. Ensaio do revestimento por lotes

##### (i) Espessura do revestimento

A espessura do revestimento deve cumprir os requisitos do projecto no ensaio em conformidade com a norma ISO 2808.

##### (ii) Adesão do revestimento

A força de adesão do revestimento é medida em conformidade com a norma ISO 4624, devendo atingir o valor mínimo de 4, quer se utilize o método A, quer se utilize o método B (conforme o caso).

#### A.10. Ensaio de fugas

Os projectos do tipo GNC-4 devem ser sujeitos ao ensaio de estanquidade (ensaio de fugas) segundo o seguinte procedimento (ou alternativa aceitável):

- a) as garrafas são cuidadosamente secas e colocadas à pressão de funcionamento com ar seco ou azoto, contendo um gás detectável (como o hélio);
- b) é causa de rejeição uma fuga, medida em qualquer ponto, que exceda a norma de 0,004 cm<sup>3</sup>/hora.

#### A.11. Ensaio hidráulico

Utiliza-se uma das duas opções seguintes:

##### Opção 1: câmara de água (camisa de água)

- a) a garrafa é ensaiada hidrostaticamente a, pelo menos, 1,5 vezes a pressão de funcionamento; em caso algum, pode a pressão de ensaio exceder a pressão de autofixação;
- b) a pressão deve ser mantida durante um período suficientemente longo (no mínimo, 30 segundos) para garantir expansão completa; quaisquer pressões internas aplicadas após a autofixação e antes do ensaio hidrostático não podem exceder 90 % da pressão do ensaio hidrostático; se a pressão de ensaio não puder ser mantida devido a falha no aparelho de ensaio, é permitido repetir o ensaio a uma pressão acrescida em 700 kPa, até um máximo de duas repetições;
- c) o fabricante define o limite adequado de expansão volumétrica permanente à pressão de ensaio utilizada, mas em caso algum deve essa expansão exceder 5 % da expansão volumétrica total medida à pressão de ensaio; em projectos do tipo GNC-4, a expansão elástica é estabelecida pelo fabricante; as garrafas que não cumpram o limite de rejeição definido são rejeitadas e enviadas para destruição ou para utilização em ensaios de lotes.

##### Opção 2: prova de pressão

A pressão hidrostática na garrafa é aumentada gradual e regularmente até se atingir a pressão de ensaio (pelo menos, 1,5 vezes a pressão de funcionamento). A pressão de ensaio da garrafa é mantida durante um intervalo suficiente (pelo menos, 30 segundos) para garantir que a pressão não tende a baixar e que existe estanquidade.

**A.12. Ensaio de ruptura por pressão hidrostática**

- a) A velocidade de pressurização não deve exceder 1,4 MPa por segundo (200 psi/seg.) a pressões superiores a 80 % da pressão de ruptura do projecto; se a velocidade de pressurização a pressões superiores a 80 % da pressão de ruptura do projecto ultrapassar 350 kPa/seg. (50 psi/seg.), a garrafa tem de ser colocada esquadricamente entre a fonte de pressão e o dispositivo de medição da pressão, ou então é preciso esperar 5 segundos à pressão mínima de ruptura do projecto;
- b) o valor da pressão mínima (calculada) de ruptura deve ser, pelo menos, de 45 MPa, mas de modo algum inferior ao necessário para cumprir os requisitos relativos às relações de tensões; a pressão real de ruptura deve ser registada; a ruptura pode ocorrer quer na parte cilíndrica, quer na extremidade abaulada da garrafa.

**A.13. Ciclos de pressão à temperatura ambiente**

O ensaio de ciclos de pressão é executado em conformidade com o seguinte procedimento:

- a) a garrafa a ensaiar é cheia com um fluido não-corrosivo, como óleo, água inibida ou glicol;
- b) cicla-se a pressão no interior da garrafa entre não mais de 2 MPa e, pelo menos, 26 MPa, a um ritmo não superior a 10 ciclos por minuto.

Regista-se o número de ciclos até à ruína, juntamente com a localização e a descrição do início desta.

**A.14. Ensaio em meio ácido**

Uma garrafa pronta é sujeita ao seguinte procedimento:

- (i) expõe-se uma área de 150 mm de diâmetro na superfície da garrafa, durante 100 horas, a uma solução de ácido sulfúrico a 30 % (ácido de bateria com densidade igual a 1,219), com a garrafa à pressão de 26 MPa;
- (ii) a garrafa é então levada à ruptura em conformidade com o procedimento definido no n.º A.12 anterior, devendo a pressão de ruptura ser superior a 85 % da pressão mínima de ruptura do projecto.

**A.15. Ensaio de inflamação****A.15.1. Generalidades**

Estes ensaios destinam-se a demonstrar que as garrafas prontas com o sistema de protecção contra incêndio (válvula, limitador de pressão e/ou isolamento térmico integral) indicado no projecto impede a sua ruptura quando submetidas às condições de inflamação indicadas para o ensaio. É necessário o máximo cuidado durante um ensaio com fogo, na eventualidade de ocorrer a ruptura da garrafa.

**A.15.2. Disposição das garrafas**

As garrafas são colocadas horizontalmente, com o fundo a cerca de 100 mm acima da fonte ígnea; devem utilizar-se anteparos metálicos para evitar o contacto directo das chamas com as válvulas, com as fixações e/ou com o limitador de pressão da garrafa; os anteparos não devem contactar directamente o sistema especificado de protecção contra incêndio (limitador de pressão ou válvula da garrafa). Se, durante o ensaio, ocorrerem falhas em válvulas, acessórios ou tubagens que não façam parte do sistema de protecção previsto, o resultado será invalidado.

**A.15.3. Fonte ígnea**

Deve haver uma fonte uniforme de 1,65 m de comprimento para contacto directo das chamas com a superfície da garrafa em todo o seu diâmetro.

Para a fonte ígnea, pode ser utilizado qualquer combustível, desde que forneça calor uniforme e suficiente para manter as temperaturas de ensaio especificadas até a garrafa ser esvaziada. A escolha do combustível deve ter em conta a poluição atmosférica. A disposição das chamas deve ser registada com suficiente pormenor para permitir reproduzir o processo de transmissão de calor à garrafa. Se, durante o ensaio, ocorrerem falhas ou irregularidades na fonte ígnea, o resultado será invalidado.

#### A.15.4. Medição da temperatura e da pressão

As temperaturas da superfície devem ser controladas por, pelo menos, três binários térmicos colocados ao longo do fundo da garrafa, com um espaçamento máximo de 0,75 m. Devem utilizar-se anteparos metálicos para evitar o contacto directo das chamas com os binários térmicos. Em alternativa, estes podem ser inseridos em blocos de metal com área inferior a 25 mm<sup>2</sup>.

As temperaturas dos binários térmicos e a pressão da garrafa são registadas a intervalos máximos de 30 segundos durante o ensaio.

#### A.15.5. Prescrições gerais para os ensaios

As garrafas são pressurizadas com gás natural e ensaiadas na posição horizontal às seguintes pressões:

- a) pressão de funcionamento;
- b) 25 % da pressão de funcionamento.

Imediatamente a seguir à ignição, a fonte ígnea deve lançar chamas para a superfície da garrafa ao longo de 1,65 m e sobre todo o diâmetro da garrafa. Cinco minutos após a ignição, pelo menos um dos binários térmicos deve acusar uma temperatura mínima de 590 °C. Esta temperatura mínima será mantida durante o resto do ensaio.

#### A.15.6. Garrafas com 1,65 m de comprimento ou comprimento inferior

O centro da garrafa é posicionado sobre o centro da fonte ígnea.

#### A.15.7. Garrafas com mais de 1,65 m de comprimento

Se a garrafa dispuser de limitador de pressão numa das extremidades, a fonte ígnea deve começar na extremidade oposta. Se houver limitador de pressão em ambas as extremidades ou em mais de um ponto ao longo do comprimento da garrafa, o centro da fonte ígnea deve ficar equidistante dos limitadores de pressão horizontalmente mais afastados.

Se a garrafa for também protegida por isolamento térmico, devem executar-se dois ensaios de inflamação à pressão de funcionamento (ou pressão de serviço), um com o fogo centrado a meio comprimento da garrafa, o outro com o fogo a começar numa das extremidades da garrafa.

#### A.15.8. Resultados aceitáveis

A garrafa deve ser evacuada por um limitador de pressão.

### A.16. Ensaio de penetração

Uma garrafa pressurizada a 20 MPa ± 1 MPa com gás comprimido é penetrada por uma bala com o diâmetro mínimo de 7,62 mm. A bala deve penetrar completamente, pelo menos, a parede de um dos lados da garrafa. Nos projectos dos tipos GNC-2, GNC-3 e GNC-4, o impacto do projectil na parede deve fazer um ângulo de aproximadamente 45°. A garrafa não deve revelar sinais de ruína por fragmentação. A perda de pequenos fragmentos de material, cada um não ultrapassando 45 gramas, não invalida o ensaio. Registam-se o tamanho aproximado e a localização dos orifícios de entrada e de saída.

### A.17. Ensaio de resistência do compósito ao entalhe

Em projectos dos tipos GNC-2, GNC-3 e GNC-4 apenas, o compósito de uma garrafa pronta, provida de revestimento de protecção, é entalhado na direcção longitudinal. Os entalhes não devem ultrapassar os limites da inspecção visual, indicados pelo fabricante.

A garrafa entalhada é então sujeita a 3 000 ciclos de pressão de não mais de 2 MPa a não menos de 26 MPa, seguidos de 12 000 ciclos adicionais à temperatura ambiente. A garrafa não deve apresentar fugas nem ruptura durante os primeiros 3 000 ciclos, mas pode ocorrer ruína por fuga durante os últimos 12 000. Todas as garrafas que concluem este ensaio devem ser destruídas.

#### A.18. Ensaio de fluência a alta temperatura

Este ensaio é exigível em todos os projectos do tipo GNC-4 e ainda em todos os projectos dos tipos GNC-2 e GNC-3 em que a temperatura de transição vítrea da matriz resinosa não ultrapasse em, pelo menos, 20 °C a temperatura máxima de projecto do material indicada no n.º 4.4.2 do Anexo 3.

Uma garrafa pronta é ensaiada do seguinte modo:

- a) a garrafa é pressurizada a 26 MPa e mantida à temperatura de 100 °C durante, no mínimo, 200 horas;
- b) no final do ensaio, a garrafa deve cumprir o previsto relativamente aos ensaios A.11 (expansão hidrostática), A.10 (fugas) e A.12 (ruptura) supra.

#### A.19. Ensaio de fluência acelerada

Em projectos dos tipos GNC-2, GNC-3 e GNC-4 apenas, uma garrafa sem revestimento de protecção e imersa em água a 65 °C é pressurizada hidrostaticamente a 26 MPa, mantendo-se a estas temperatura e pressão durante 1 000 horas. Em seguida, é pressurizada até à ruptura, em conformidade com o procedimento definido no n.º A.12 anterior, com a ressalva de a pressão de ruptura dever exceder 85 % da pressão mínima de ruptura do projecto.

#### A.20. Ensaio de queda (resistência a impacto ou choque)

Uma ou mais garrafas prontas são sujeitas a um ensaio de queda à temperatura ambiente, sem pressurização interna ou válvulas incorporadas. A superfície sobre a qual as garrafas caem deve ser uma laje ou pavimento de betão, regular e horizontal. Deixa-se cair uma das garrafas em posição horizontal, com o fundo 1,8 m acima da superfície de impacto. Deixa-se cair outra verticalmente sobre cada uma das extremidades, a uma altura da superfície de impacto suficiente para gerar uma energia potencial de 488 J, mas não devendo, de modo algum, a altura da extremidade inferior ultrapassar 1,8 m. Deixa-se cair outra sobre uma extremidade abaulada num ângulo de 45°, de uma altura tal que o centro de gravidade fique a 1,8 m; porém, se a extremidade inferior estiver a menos de 0,6 m da superfície de impacto, o ângulo de queda deve ser alterado para manter uma altura mínima de 0,6 m e o centro de gravidade a 1,8 m.

Depois do impacto, as garrafas são sujeitas a ciclos de pressão de não mais de 2 MPa a não menos de 26 MPa, sendo o número de ciclos 1 000 vezes a vida útil especificada em anos. Durante esta operação, as garrafas podem apresentar fugas, mas não ruptura. As garrafas que concluem os ciclos serão destruídas.

#### A.21. Ensaio de permeabilidade

Ensaio exigível apenas em projectos do tipo GNC-4. Uma garrafa pronta é cheia de gás natural comprimido ou de uma mistura de 90 % de azoto com 10 % de hélio, até à pressão de funcionamento, e colocada numa câmara selada à temperatura ambiente, controlando-se a ocorrência de fugas durante um intervalo suficiente para estabelecer uma taxa de infiltração estável. Esta taxa deve ser inferior a 0,25 ml de gás natural ou hélio por hora e por litro da capacidade da garrafa em água.

#### A.22. Propriedades de tracção dos plásticos

Determinam-se o limite de elasticidade e o alongamento à ruptura do material plástico do invólucro a – 50 °C, aplicando a norma ISO 3628, devendo cumprir-se o disposto no n.º 6.3.6 do Anexo 3.

#### A.23. Temperatura de fusão dos plásticos

O material polimérico dos invólucros prontos deve ser ensaiado em conformidade com o método descrito na norma ISO 306, devendo cumprir-se o disposto no n.º 6.3.6 do Anexo 3.

**A.24. Requisitos aplicáveis ao dispositivo limitador de pressão**

Deve demonstrar-se que o dispositivo limitador de pressão indicado pelo fabricante é compatível com as condições de funcionamento (ou de serviço) enunciadas no n.º 4 do Anexo 3, mediante os seguintes ensaios de validação:

- a) mantém-se uma amostra durante 24 horas a uma temperatura controlada de, pelo menos, 95 °C e a uma pressão, no mínimo, igual à pressão de ensaio (30 MPa); no final deste ensaio, não deve haver fugas nem sinais visíveis de extrusão de qualquer metal fusível utilizado no projecto;
- b) ensaia-se uma amostra à fadiga, mediante ciclos de pressão em número não superior a 4 por minuto, do seguinte modo:
  - (i) mantém-se a temperatura a + 82 °C enquanto se executam 10 000 ciclos de pressão de 2 MPa a 26 MPa;
  - (ii) mantém-se a temperatura a – 40 °C enquanto se executam 10 000 ciclos de pressão de 2 MPa a 20 MPa.

No final deste ensaio, não deve haver fugas nem sinais visíveis de extrusão de qualquer metal fusível utilizado no projecto;

- c) no dispositivo limitador de pressão, os componentes expostos destinados a conter a pressão e feitos de latão devem suportar, sem fissuração em consequência de corrosão, um ensaio de nitrato de mercúrio como o descrito na norma ASTM B1 54; o limitador de pressão é imerso, durante 30 minutos, numa solução aquosa contendo 10 g de nitrato de mercúrio e 10 ml de ácido azótico por litro, após o que se verifica a ocorrência de fugas, aplicando uma pressão aerostática de 26 MPa durante um minuto e procurando fugas externas, as quais não podem ultrapassar 200 cm<sup>3</sup>/h;
- d) no dispositivo limitador de pressão, os componentes expostos destinados a conter a pressão e feitos de aço inoxidável devem ser de uma liga resistente à fissuração em consequência de corrosão causada por cloreto.

**A.25. Ensaio do binário de aperto**

O corpo da garrafa é travado contra a rotação, ao mesmo tempo que se aplica um binário de 500 Nm a cada extremidade, primeiro no sentido de aperto de uma roscagem, em seguida no sentido contrário e, por fim, novamente no sentido de aperto.

**A.26. Resistência da resina ao cisalhamento**

Os materiais resinosos são ensaiados mediante uma amostra representativa do bobinado compósito, em conformidade com a norma ASTM D2344 ou com uma norma nacional equivalente. Ao cabo de 24 horas de fervura em água, o compósito deve apresentar uma resistência mínima de 13,8 MPa ao cisalhamento.

**A.27. Ensaio de ciclos de pressão com gás natural**

Uma garrafa pronta é sujeita a 300 ciclos de pressão com gás natural comprimido, de menos de 20 MPa até à pressão de funcionamento. Cada ciclo, consistindo no enchimento e no esvaziamento alternados da garrafa, não deve exceder 1 hora. Controla-se a ocorrência de fugas na garrafa, em conformidade com o disposto no n.º A.10. No final dos ciclos com gás natural, a garrafa é seccionada e inspecciona-se a interface invólucro/extremidade abaulada quanto a vestígios de deterioração, como fissuração por fadiga ou descarga electrostática.

*Nota:* Deve prestar-se especial atenção à segurança durante a realização deste ensaio. As garrafas do projecto em questão devem primeiro cumprir os requisitos enunciados no n.º A.12 anterior (ensaio de ruptura por pressão hidrostática), no n.º 8.6.3 do Anexo 3 (ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente) e no n.º A.21 precedente (ensaio de permeabilidade). Antes de se realizar este ensaio, as garrafas a ensaiar devem cumprir os requisitos enunciados no n.º A.10 supra (ensaio de fugas).

**A.28. Requisitos aplicáveis ao dispositivo de válvula manual**

Submete-se uma amostra ao ensaio de fadiga, mediante ciclos de pressão em número não superior a 4 por minuto, do seguinte modo:

- (i) mantém-se a temperatura a 20 °C enquanto se executam 2 000 ciclos de pressão de 2 MPa a 26 MPa.

*Apêndice B*

(em aberto)

\_\_\_\_\_

*Apêndice C*

(em aberto)

\_\_\_\_\_

*Apêndice D***FORMULÁRIOS DE RELATÓRIO**

*Nota:* Este apêndice não constitui uma parte obrigatória do presente anexo. Utilizam-se os seguintes formulários:

- (1) Relatório de fabrico e certificado de conformidade — exige-se clareza e legibilidade; formato do formulário 1.
- (2) Relatório <sup>(1)</sup> da análise química do material em garrafas, invólucros ou extremidades abauladas de metal — exigem-se elementos essenciais, identificação, etc.
- (3) Relatório <sup>(1)</sup> das propriedades mecânicas do material em garrafas e invólucros de metal — exige-se a referência de todos os ensaios prescritos pelo presente regulamento.
- (4) Relatório <sup>(1)</sup> das propriedades físicas e mecânicas do material em invólucros não-metálicos — exige-se a referência de todos os ensaios e elementos informativos prescritos pelo presente regulamento.
- (5) Relatório <sup>(1)</sup> da análise do compósito — exige-se a referência de todos os ensaios e dados prescritos pelo presente regulamento.
- (6) Relatório de ensaios hidrostáticos, ciclos de pressão periódica e ensaios de ruptura — exige-se a referência de todos os ensaios e dados prescritos pelo presente regulamento.

---

<sup>(1)</sup> Os formulários de relatório 2 a 6 devem ser preparados pelo fabricante, identificando completamente garrafas e requisitos. Cada relatório é assinado pela autoridade competente e pelo fabricante.



## Formulário 1

**RELATÓRIO DO FABRICANTE E CERTIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE**

Fabricado por: .....

Sedeado em: .....

Número de registo regulamentar: .....

Marca e número do fabricante: .....

Número de série: de ..... a ..... (inclusive)

Descrição da garrafa: .....

Tamanho: ..... Diâmetro exterior: ..... mm; Comprimento: ..... mm;

Marcações na extremidade abaulada ou nos rótulos da garrafa:

a) «SOMENTE GNC»: .....

b) «NÃO UTILIZAR A PARTIR DE»: .....

c) Marca do fabricante: .....

d) Número de série ou de referência: .....

e) Pressão de funcionamento em MPa: .....

f) Regulamento ECE: .....

g) Protecção contra incêndio (tipo): .....

h) Data do ensaio de origem (mês e ano): .....

i) Massa da tara da garrafa vazia (em kg): .....

j) Marca do organismo ou dos inspectores autorizados: .....

k) Capacidade em água (em litros): .....

l) Pressão de ensaio em MPa: .....

m) Instruções especiais: .....

O fabrico de cada garrafa obedeceu inteiramente ao disposto no Regulamento ECE n.º ..., em conformidade com as referências supra. Em anexo, inclui-se os relatórios sobre os resultados dos ensaios exigidos.

Certifico que os resultados dos ensaios demonstraram ser satisfatórios em todos os aspectos e cumprem o prescrito relativamente ao tipo de garrafa em questão.

Observações: .....

Entidade competente: .....

Assinatura do inspector: .....

Assinatura do fabricante: .....

Feito em (local)/(data): .....

---

*Apêndice E***VERIFICAÇÃO DAS RELAÇÕES DE TENSÕES POR INTERMÉDIO DE EXTENSÓMETROS**

1. A relação tensão-extensão é sempre elástica no caso das fibras, pelo que as relações das tensões são iguais às relações dos alongamentos.
  2. São necessários extensómetros de grande alongamento.
  3. Os extensómetros devem ser orientados no sentido das fibras sobre as quais são montados (p. ex.: havendo fibras na parte exterior da garrafa, os extensómetros devem ser montados no sentido do enrolamento).
  4. Método 1 (aplicável a garrafas que não utilizam bobinado de tensão elevada)
    - a) aplicar e calibrar os extensómetros antes da autofixação;
    - b) medir os alongamentos uma vez atingidas as seguintes pressões: de autofixação; zero após a autofixação; de funcionamento e mínima de ruptura;
    - c) verificar se o quociente entre o alongamento à pressão de ruptura e o alongamento à pressão de funcionamento cumpre a relação de tensões exigida. Em projectos mistos, compara-se o alongamento à pressão de funcionamento com o alongamento de ruptura nas garrafas reforçadas com fibras de um só tipo.
  5. Método 2 (aplicável a todas as garrafas)
    - a) à pressão zero, após bobinagem e autofixação, aplicar e calibrar os extensómetros;
    - b) medir os alongamentos às pressões zero, de funcionamento e mínima de ruptura;
    - c) à pressão zero, depois de feitas as medições às pressões de funcionamento e mínima de ruptura, e controlando os extensómetros, cortar e separar a secção da garrafa, de modo a que a zona que contém o extensómetro fique, aproximadamente, com cinco polegadas (12-13 cm) de comprimento; remover o invólucro sem danificar o compósito e medir em seguida os alongamentos;
    - d) a leitura dos alongamentos às pressões zero, de funcionamento e mínima de ruptura é então ajustada em função do alongamento medido à pressão zero, com e sem o invólucro;
    - e) verificar se o quociente entre o alongamento à pressão de ruptura e o alongamento à pressão de funcionamento cumpre a relação de tensões exigida. Em projectos mistos, compara-se o alongamento à pressão de funcionamento com o alongamento de ruptura nas garrafas reforçadas com fibras de um só tipo.
-

## Apêndice F

## MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À RUPTURA

## F.1. Determinação dos pontos de sensibilidade à fadiga

A localização e a orientação da ruína por fadiga nas garrafas devem determinar-se mediante uma análise de tensões ou ensaios de fadiga à escala real em garrafas prontas, nos termos do disposto acerca de ensaios de validação de cada tipo de projecto. Caso se utilize uma análise de tensões por elementos finitos, identifica-se o ponto de sensibilidade à fadiga com base na localização e na orientação da mais elevada concentração de tensões principais de tracção na parede da garrafa ou no invólucro, à pressão de funcionamento.

## F.2. Fuga antes da ruptura (LBB)

## F.2.1. Determinação da dimensão crítica.

Pode ser efectuada esta análise para determinar se ocorrerão fugas na eventualidade de um defeito na garrafa ou no invólucro se desenvolver até às dimensões de fenda através da parede. Executa-se uma análise de fuga antes da ruptura na parede da garrafa. Se o ponto de sensibilidade à fadiga se localizar na parede exterior, executa-se também nesse ponto a análise de fuga antes da ruptura, utilizando uma metodologia de nível II, em conformidade com a norma BS PD6493. A referida análise deve compreender as seguintes etapas:

- a) mede-se o comprimento máximo (eixo maior) da fenda através da parede (entalhe, normalmente de forma elíptica) nas três garrafas sujeitas aos ensaios de validação do projecto (em conformidade com os n.ºs A.13 e A.14 do apêndice A). Utiliza-se o maior comprimento de fenda das três garrafas ensaiadas. Modela-se uma fenda semi-elíptica para atravessar a parede, cujo eixo maior seja o dobro do mais longo dos três eixos maiores medidos e cujo eixo menor seja igual a 0,9 da espessura da parede. A fenda deve ser modelada nas localizações indicadas no n.º F.1 do apêndice F e orientada de modo a que a mais elevada tensão principal de tracção provoque o seu avanço;
- b) para a avaliação, utilizam-se os níveis de tensão na parede/no invólucro a 26 MPa, obtidos pela análise de tensões referida no n.º 6.6 do Anexo 3; calculam-se as forças que provocam o avanço da fenda aplicando as secções 9.2 ou 9.3 da norma BS PD6493;
- c) a resistência à ruptura da garrafa pronta ou do invólucro de uma garrafa pronta, à temperatura ambiente no caso do alumínio e a  $-40^{\circ}\text{C}$  no caso do aço, é determinada mediante uma técnica normalizada de ensaio (ISO/DIS 12737, ASTM 813-89 ou BS 7448), em conformidade com as secções 8.4 e 8.5 da norma BS PD6493;
- d) o coeficiente de instabilidade plástica é calculado em conformidade com a secção 9.4 da norma BS PD6493-91;
- e) a aceitabilidade da fenda modelada deve obedecer ao prescrito na secção 11.2 da norma BS PD6493-91.

## F.2.2. Análise de LBB por ruptura da garrafa fendilhada

Executa-se um ensaio de ruptura na parede da garrafa. Se o ponto de sensibilidade à fadiga, determinado no n.º F.1 (apêndice F) se localizar na parede exterior, executa-se também nesse ponto a análise de ruptura. Esta compreende as seguintes etapas:

- a) Determinação do comprimento da fenda (entalhe) que provoca fuga antes da ruptura

O comprimento da fenda que provoca fuga antes da ruptura no ponto de sensibilidade à fadiga deve ser o dobro do comprimento máximo de fenda através da parede, medido nas três garrafas sujeitas ao ciclo de ensaios no âmbito da validação de cada tipo de projecto.

- b) Entalhes (fendas) nas garrafas

Nos projectos do tipo GNC-1 em que o ponto de sensibilidade à fadiga se situe sobre a parte cilíndrica na direcção axial, os entalhes externos são feitos longitudinalmente, a cerca de meio comprimento da parte cilíndrica da garrafa, devendo localizar-se na espessura mínima de parede da meia-secção, com base nas medições de espessura em quatro pontos em torno da garrafa. Nos projectos do tipo GNC-1 em que o ponto de sensibilidade à fadiga se situe fora da parte cilíndrica, a fenda ou entalhe da análise LBB deve ser feita sobre a superfície interna da garrafa, orientada segundo a sensibilidade à fadiga. Nos projectos dos tipos GNC-2 e GNC-3, a fenda de LBB deve ser feita sobre o invólucro de metal.

No ensaio por pressão monotónica, o escalpelo deve ter aproximadamente 12,5 mm de espessura, com um ângulo de 45 °C e um raio máximo de entalhe de 0,25 mm. O diâmetro será de 50 mm para garrafas com diâmetro externo inferior a 140 mm e de 65 a 80 mm para garrafas com diâmetro externo superior a 140 mm (recomenda-se um escalpelo normalizado CVN).

*Nota:* O escalpelo deve ser regularmente afiado para manter o raio de entalhe regulamentar. A profundidade do entalhe pode ser ajustada para se obter uma fuga por hidropressurização monotónica. A fenda não deve propagar-se mais de 10 % para além do entalhe praticado, medido na superfície externa.

c) Procedimento de ensaio

O ensaio é executado por pressurização monotónica ou por pressurização cíclica, conforme a seguir se descreve:

(i) Pressurização monotónica até à ruptura

A garrafa é pressurizada hidrostaticamente até a pressão se libertar pelo local da fenda. Para a pressurização, seguir o disposto no n.º A.12 (apêndice A).

(ii) Pressurização cíclica

O ensaio é executado em conformidade com o disposto no n.º A.13 (apêndice A).

d) Critérios de aceitação do ensaio da garrafa entalhada

A garrafa é aprovada nos ensaios caso sejam preenchidas as seguintes condições:

(i) no ensaio de ruptura por pressão monotónica, a pressão de ruptura deve ser igual ou superior a 26 MPa.

No ensaio de ruptura por pressão monotónica, é permitido um comprimento total de fenda igual a 1,1 vezes o comprimento original da fenda praticada, medido na superfície externa.

(ii) Nas garrafas sujeitas a ensaio por ciclos, é permitido o desenvolvimento das fendas de fadiga para além do comprimento original praticado. No entanto, a ruína deve ocorrer por «fuga». A propagação da fenda por fadiga deve ocorrer sobre, pelo menos, 90 % do comprimento da fenda original praticada.

*Nota:* Não se cumprindo estes requisitos (ruína ocorrendo a menos de 36 MPa e por fuga), pode ser realizado novo ensaio com um entalhe menos profundo. Do mesmo modo, se ocorrer ruína do tipo ruptura a uma pressão superior a 26 MPa e o entalhe for pouco profundo, pode ser realizado um novo ensaio com entalhe mais profundo.

### F.3. Dimensão de defeito para controlo não-destrutivo (CND)

#### F.3.1. Dimensão de defeito por análise crítica CND

Os cálculos devem obedecer à norma *British Standard* (BS) PD 6493, secção 3, com as seguintes etapas:

- a) os entalhes de fadiga são modelados como entalhes planos no ponto de tensão elevada da parede/do invólucro;
- b) a variação de tensão aplicada no ponto de sensibilidade à fadiga, em consequência de uma pressão de 2 MPa a 20 MPa, é determinada pela análise de tensões referida no n.º F.1 (apêndice F);
- c) as tensões de flexão e de membrana podem ser utilizadas separadamente;
- d) o número mínimo de ciclos de pressão é de 15 000;

- e) os dados relativos à propagação da fenda por fadiga são determinados em conformidade com a norma ASTM E647. O plano de orientação da fenda deve ser na direcção C-L (plano da fenda perpendicular às circunferências e ao longo do eixo da garrafa), conforme a norma ASTM E399. A velocidade de propagação é determinada pela média de três ensaios. Se disponíveis, podem ser utilizados na avaliação dados relativos à propagação da fenda específicos para o material e as condições de funcionamento;
- f) o crescimento da fenda no sentido da espessura e do comprimento em consequência dos ciclos de pressão é determinado em conformidade com a secção 14.2 da norma BS PD 6493-91, integrando a relação entre a velocidade de propagação da fenda de fadiga, calculada na alínea e) precedente, e a variação da força de impulso sobre a fenda, correspondente à pressão cíclica aplicada;
- g) utilizando as etapas anteriores, calculam-se a profundidade e o comprimento máximos admissíveis de defeito que não causem a ruína da garrafa durante a vida útil de projecto, quer por fadiga, quer por ruptura. A dimensão de defeito para CND não pode ultrapassar a dimensão máxima admissível de defeito calculada para o projecto.

#### F.3.2. Dimensão de defeito para CND em ensaio de ciclos

Nos projectos dos tipos GNC-1, GNC-2 e GNC-3, sujeitam-se a ciclos de pressão até à ruína, em conformidade com o método de ensaio referido no n.º A.13 (apêndice A), três garrafas com defeitos artificiais, cujos comprimento e profundidade sejam detectáveis pelo método de inspecção de CND (Anexo 3, n.º 6.15). Nos projectos do tipo GNC-1 em que o ponto de sensibilidade à fadiga se situe sobre a parte cilíndrica, praticam-se entalhes externos na parede. Nos projectos do tipo GNC-1 em que o ponto de sensibilidade à fadiga se situe fora da parte cilíndrica, bem como nos dos tipos GNC-2 e GNC-3, praticam-se entalhes internos, eventualmente antes do tratamento térmico e do encerramento da garrafa.

As garrafas não devem apresentar fugas ou ruptura em menos de 15 000 ciclos; a dimensão admissível de defeito para CND não pode ultrapassar a dimensão da fenda artificial no ponto em causa.

---

*Apêndice G***INSTRUÇÕES DO FABRICANTE EM MATÉRIA DE MANUSEIO, UTILIZAÇÃO E INSPECÇÃO DAS GARRAFAS****G.1. Generalidades**

A principal função do presente apêndice é orientar o comprador, o distribuidor, o instalador e o utilizador da garrafa quanto à sua manipulação segura durante a vida útil prevista.

**G.2. Distribuição**

O fabricante deve informar o comprador de que serão fornecidas instruções a todas as partes envolvidas na distribuição, no manuseio, na instalação e na utilização das garrafas. O documento pode ser copiado em número suficiente para este efeito, mas deve ser marcado de modo a fornecer uma referência sobre as garrafas entregues.

**G.3. Referência a códigos, normas e regulamentos existentes**

Podem ser fornecidas instruções específicas por referência a códigos, normas e regulamentos nacionais ou reconhecidos.

**G.4. Manuseio das garrafas**

Devem ser indicados procedimentos para garantir que as garrafas não sofram danos ou contaminações inaceitáveis durante o manuseio.

**G.5. Instalação**

Devem ser fornecidas instruções para garantir que as garrafas não sofram danos inaceitáveis, quer durante a instalação, quer durante o funcionamento normal ao longo da vida útil prevista.

Se a montagem for especificada pelo fabricante, as instruções devem conter, consoante o que for aplicável, elementos tais como a concepção da montagem, a utilização de materiais não-frágeis para juntas, as forças de aperto adequadas e a não-exposição directa da garrafa ao meio ambiente e a contactos químicos ou mecânicos.

Se a montagem não for especificada pelo fabricante, este deve chamar a atenção do comprador para possíveis impactos a longo prazo do sistema de montagem do veículo, como, por exemplo: movimentos da carroçaria e expansão/contracção da garrafa nas condições de pressão e temperatura do funcionamento normal.

Se for caso disso, deve chamar-se a atenção do comprador para a necessidade de dispor de instalações em que não haja a possibilidade de a garrafa ser danificada por produtos líquidos ou sólidos.

Deve ser indicado o dispositivo correcto de limitação de pressões.

**G.6. Utilização das garrafas**

O fabricante deve chamar a atenção do comprador para as condições de serviço (ou de funcionamento) indicadas pelo presente regulamento, nomeadamente o número de ciclos de pressão admissíveis para a garrafa, a vida útil em anos, os limites de qualidade do gás e as máximas pressões admissíveis.

**G.7. Inspeção em serviço**

O fabricante deve indicar claramente a obrigação de o utilizador cumprir o exigível em matéria de inspecção da garrafa (p. ex.: intervalo de reinspecção por pessoal autorizado). Esta informação deve estar em conformidade com os requisitos de homologação do projecto.

---

## Apêndice H

## ENSAIO DE EXPOSIÇÃO AMBIENTAL

## H.1. Âmbito de aplicação

O ensaio ambiental tem por objectivo demonstrar que as garrafas de GNC suportam exposição ao meio ambiente prevaiente sob a carroçaria do veículo e exposição ocasional a outros fluidos. Foi preparado pela indústria automóvel dos EUA, em resposta a situações de ruína iniciadas por fendilhação devida à corrosão do bobinado composto das garrafas.

## H.2. Síntese do método de ensaio

Começa-se por submeter uma garrafa a uma combinação de impactos produzidos por um pêndulo e por pedras, para simular as condições potenciais sob a carroçaria. Vem depois uma sequência: imersão numa simulação de chuva ácida e estrada com sal; exposição a outros fluidos; ciclos de pressão e alternância de temperaturas altas e baixas. No final da sequência, a garrafa é submetida a pressão hidráulica até à destruição. A força residual de ruptura não pode ser inferior a 85 % da força mínima de ruptura prevista no projecto.

## H.3. Disposição e preparação da garrafa

A garrafa deve ser ensaiada em condições representativas da geometria instalada, incluindo revestimento (se aplicável), suportes e respectivas juntas e dispositivos de pressão, com uma configuração de estanquidade idêntica à adoptada no funcionamento normal (vedantes em O ou O-rings). Os suportes podem ser pintados ou revestidos antes da instalação para o ensaio de imersão, se também o forem antes da instalação no veículo.

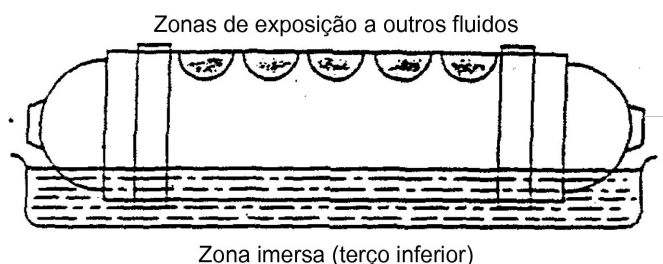
As garrafas, ensaiadas na posição horizontal, dividem-se nominalmente, ao longo da linha horizontal central, em duas secções: «superior» e «inferior». A secção inferior é imersa alternadamente num ambiente de estrada com sal e de chuva ácida e num ambiente de ar aquecido e arrefecido.

A secção superior é dividida em cinco zonas distintas, marcadas para o pré-condicionamento e para a exposição a fluidos. Estas zonas têm um diâmetro nominal de 100 mm, não devendo sobrepor-se umas às outras. Embora conveniente para o ensaio, não é necessário orientá-las ao longo de uma linha única. Em todo o caso, não devem atingir a secção imersa da garrafa.

Se bem que o pré-condicionamento e a exposição a fluidos sejam realizados na secção cilíndrica da garrafa, toda esta, incluindo as extremidades abauladas, deve ter uma resistência aos ambientes de ensaio idêntica à das zonas expostas.

Figura H.1

## Orientação da garrafa e disposição das zonas expostas





#### H.4. Dispositivo de pré-condicionamento

É necessário o seguinte dispositivo para o pré-condicionamento da garrafa em relação ao impacto de um pêndulo e de pedras:

a) Impacto (choque) de um pêndulo

O corpo de impacto deve ser de aço e ter a forma de uma pirâmide de faces triangulares equiláteras e base quadrada, com o vértice e as arestas arredondadas e com um raio de 3 mm. O centro de percussão do pêndulo deve coincidir com o centro de gravidade da pirâmide; distará 1 m do eixo de rotação. A massa total do pêndulo, tomando como referência o seu centro de percussão, é de 15 kg. A energia no momento do impacto não deve ser inferior a 30 Nm (o mais próxima possível deste valor).

Durante o impacto do pêndulo, a garrafa deve ser mantida em posição pelas extremidades ou pelos suportes previstos.

b) Impacto de pedras

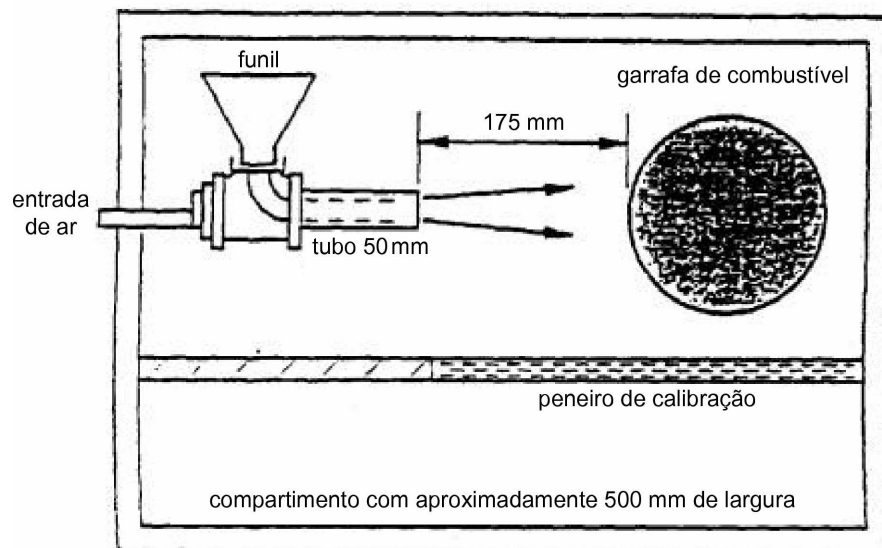
Máquina construída segundo o esquema da figura H.2. O processo de utilização do equipamento deve seguir a norma ASTM D3170, *Standard Test Method for Chip Resistance of Coatings*, com a ressalva de que a garrafa pode estar à temperatura ambiente durante o ensaio de impacto de pedras.

c) Pedras

Gravilha de estrada de origem aluvionar, que passa num peneiro de malha 16 mm, mas é retida num peneiro de malha 9,5 mm. Cada aplicação consistirá em 550 ml deste material (aproximadamente 250 a 300 pedras).

Figura H.2

#### Ensaio de impacto de pedras



#### H.5. Ambientes de exposição

a) Ambiente de imersão

Na etapa correspondente da sequência de ensaio (quadro 1), a garrafa é orientada horizontalmente, com o terço inferior do seu diâmetro imerso numa solução que simule água de chuva ácida e de estrada com sal. Componentes desta solução:

água desionizada;	
cloreto de sódio	2,5 % em peso $\pm$ 0,1 %;
cloreto de cálcio	cloreto de cálcio – 2,5 % em peso $\pm$ 0,1 %;
ácido sulfúrico	o suficiente para o pH da solução ser de $4,0 \pm 0,2$ .

O nível e o pH da solução devem ser ajustados antes de cada etapa do ensaio na qual se utilize este líquido.

A temperatura do banho deve ser de  $21\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Durante a imersão, a secção emersa da garrafa deve estar na atmosfera ambiente.

b) Exposição a outros fluidos

Na etapa correspondente da sequência de ensaio (quadro 1), cada uma das zonas marcadas é exposta a uma de cinco soluções durante 30 minutos. Em cada localização, utiliza-se o mesmo meio ambiente ao longo de todo o ensaio. São as seguintes as referidas soluções:

ácido sulfúrico	solução de 19 % em volume em água;
hidróxido de sódio	solução de 25 % em peso em água;
metanol/gasolina	concentrações de 30/70 %;
nitrato de amónio	28 % em peso em água;
líquido limpa-pára-brisas.	

Durante o ensaio, a zona exposta da amostra é orientada para cima e coberta com uma camada única de lã de vidro de 0,5 mm de espessura aproximada e com as dimensões necessárias. Por meio de uma pipeta, aplicam-se na zona exposta 5 ml do fluido de ensaio. Depois de pressurizar a garrafa durante 30 minutos, remove-se a gaze.

#### H.6. Condições de realização dos ensaios

a) Ciclos de pressão

Conforme se refere na sequência de ensaio, a garrafa é sujeita a ciclos de pressão hidráulica entre não mais de 2 MPa e pelo menos 26 MPa. O ciclo completo deve durar um mínimo de 66 segundos, incluindo uma retenção de, pelo menos, 60 segundos a 26 MPa. Processo do ciclo nominal:

aumentar de  $\leq 2\text{ MPa}$  a  $\geq 26\text{ MPa}$ ;

manter a  $\geq 26\text{ MPa}$  durante um mínimo de 60 segundos;

descer de  $\geq 26\text{ MPa}$  até  $\leq 2\text{ MPa}$ .

A duração mínima total do ciclo deve ser de 66 segundos.

b) Pressão durante a exposição a outros fluidos

Depois da aplicação dos «outros fluidos», a garrafa deve ser pressurizada a, pelo menos, 26 MPa durante um mínimo de 30 minutos.

c) Exposição a temperaturas altas e baixas

Conforme se refere na sequência de ensaio, a garrafa é integralmente exposta a ar quente ou frio em contacto com a sua superfície exterior. O ar «frio» deve estar a uma temperatura de  $-40\text{ °C}$  ou inferior e o «quente» a  $+82\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Na exposição «fria», a temperatura do fluido nas garrafas do tipo GNC-1 deve ser controlada por meio de um binário térmico instalado dentro da garrafa, para garantir que a temperatura nunca ultrapasse  $-40\text{ °C}$ .

#### H.7. Procedimento de ensaio

a) Pré-condicionamento da garrafa

Cada uma das cinco zonas marcadas para exposição a fluidos na secção superior da garrafa é pré-condicionada por um impacto simples do corpo do pêndulo no seu centro geométrico. Depois do impacto, as mesmas cinco zonas são ainda condicionadas por uma aplicação de impacto de pedras.

A secção central do troço inferior da garrafa, que irá ser submerso é pré-condicionada por um impacto do corpo do pêndulo em três pontos espaçados de, aproximadamente, 150 mm.

Depois do impacto, a mesma secção central é ainda condicionada por uma aplicação de impacto de pedras.

A garrafa deve ser depressurizada durante o pré-condicionamento.

b) Sequência e ciclos do ensaio.

A sequência de exposição ambiental, ciclos de pressão e ciclos térmicos é definida no quadro 1.

A superfície da garrafa não deve ser lavada ou limpa entre etapas.

#### H.8. Resultados aceitáveis

No final da sequência de ensaio, a garrafa é sujeita a pressão hidráulica até à destruição, em conformidade com o n.º A.12. A pressão de ruptura não pode ser inferior a 85 % da pressão mínima de ruptura prevista no projecto.

Quadro H.1

#### Condições e sequência do ensaio

Fases do ensaio	Ambientes de exposição	Número de ciclos de pressão	Temperatura
1	Outros fluidos	—	Ambiente
2	Imersão	1 875	Ambiente
3	Por ar	1 875	Elevada
4	Outros fluidos	—	Ambiente
5	Imersão	1 875	Ambiente
6	Por ar	3 750	Baixa
7	Outros fluidos	—	Ambiente
8	Imersão	1 875	Ambiente
9	Por ar	1 875	Elevada
10	Outros fluidos	—	Ambiente
11	Imersão	1 875	Ambiente

## ANEXO 4-A

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO DE VÁLVULAS AUTOMÁTICAS, VÁLVULAS ANTI-RETORNO, VÁLVULAS DE DESCOMPRESSÃO, DISPOSITIVOS LIMITADORES DE PRESSÃO E VÁLVULAS DE LIMITAÇÃO DO DÉBITO**

1. O presente anexo tem por objectivo fixar as disposições relativas à homologação de válvulas automáticas, válvulas anti-retorno, válvulas de descompressão, dispositivos limitadores de pressão e válvulas de limitação do débito.
2. VÁLVULA AUTOMÁTICA
  - 2.1. Os materiais constituintes de uma válvula automática e que estejam em contacto com o GNC durante o funcionamento devem ser compatíveis com o gás de ensaio. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.
  - 2.2. **Indicações de funcionamento**
    - 2.2.1. A válvula automática deve ser projectada de modo a suportar uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa) sem fugas nem deformação.
    - 2.2.2. A válvula automática deve ser projectada de modo a não apresentar fugas a uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa) (ver Anexo 5-B).
    - 2.2.3. Uma válvula automática, na posição normal de funcionamento indicada pelo fabricante, é desactivada ao cabo de 20 000 operações. Deve manter-se sem fugas a uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa) (ver Anexo 5-B).
    - 2.2.4. A válvula automática deve ser projectada para funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
  - 2.3. O sistema eléctrico, se existir, deve ser isolado do corpo da válvula automática. A resistência do isolamento deve ser superior a 10 MΩ.
  - 2.4. Uma válvula automática activada electricamente deve ficar na posição «fechada (*closed*)» quando a corrente for desligada.
  - 2.5. A válvula automática deve cumprir os procedimentos de ensaio correspondentes à respectiva classe de componentes, determinada segundo a figura 1-1 do n.º 2 do presente regulamento.
3. VÁLVULA DE REGULAÇÃO OU ANTI-RETORNO
  - 3.1. Os materiais constituintes de uma válvula anti-retorno e que estejam em contacto com o GNC durante o funcionamento devem ser compatíveis com o gás de ensaio. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.
  - 3.2. **Indicações de funcionamento**
    - 3.2.1. A válvula anti-retorno deve ser projectada de modo a suportar uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa) sem fugas nem deformação.
    - 3.2.2. A válvula anti-retorno deve ser projectada de modo a não apresentar fugas a uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa) (ver Anexo 5-B).
    - 3.2.3. Uma válvula anti-retorno, na posição normal de funcionamento indicada pelo fabricante, é desactivada ao cabo de 20 000 operações. Deve manter-se sem fugas a uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa) (ver Anexo 5-B).
    - 3.2.4. A válvula anti-retorno deve ser projectada para funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
  - 3.3. A válvula anti-retorno deve cumprir os procedimentos de ensaio correspondentes à respectiva classe de componentes, determinada segundo a figura 1-1 do n.º 2 do presente regulamento.

#### 4. VÁLVULA DE DESCOMPRESSÃO E DISPOSITIVO LIMITADOR DE PRESSÃO

- 4.1. Os materiais constituintes de uma válvula de descompressão e de um dispositivo limitador de pressão que estejam em contacto com o GNC durante o funcionamento devem ser compatíveis com o gás de ensaio. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.

##### 4.2. Indicações de funcionamento

- 4.2.1. A válvula de descompressão e o dispositivo limitador de pressão da classe 0 devem ser projectados de modo a suportar uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).
- 4.2.2. As válvulas de descompressão e o dispositivo limitador de pressão da classe 1 devem ser projectados de modo a não apresentarem fugas a uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa), com o orifício de saída fechado (ver Anexo 5-B).
- 4.2.3. As válvulas de descompressão da classe 1 e da classe 2 devem ser projectadas de modo a não apresentarem fugas a uma pressão 2 vezes superior à pressão de funcionamento, com os orifícios de saída fechados.
- 4.2.4. O dispositivo limitador de pressão deve ser projectado de modo a abrir o fusível a uma temperatura de  $110^{\circ} \pm 10^{\circ} \text{C}$ .
- 4.2.5. A válvula de descompressão da classe 0 deve ser projectada de modo a funcionar a temperaturas de  $-40^{\circ} \text{C}$  a  $+85^{\circ} \text{C}$ .
- 4.3. A válvula de descompressão e o dispositivo limitador de pressão devem cumprir os procedimentos de ensaio correspondentes às respectivas classes de componentes, determinadas segundo a figura 1-1 do n.º 2 do presente regulamento.

#### 5. VÁLVULA DE LIMITAÇÃO DO DÉBITO

- 5.1. Os materiais constituintes de uma válvula de limitação do débito e que estejam em contacto com o GNC durante o funcionamento devem ser compatíveis com o gás de ensaio. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.

##### 5.2. Indicações de funcionamento

- 5.2.1. A válvula de limitação do débito, quando não integrada na garrafa, deve ser projectada de modo a suportar uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).
- 5.2.2. A válvula de limitação do débito deve ser projectada de modo a não apresentar fugas a uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).
- 5.2.3. A válvula de limitação do débito deve ser projectada para funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
- 5.3. A válvula de limitação do débito deve ser montada no interior do reservatório (ou seja, da garrafa).
- 5.4. A válvula de limitação do débito deve ser projectada com um dispositivo de desvio (*bypass*) que permita igualar as pressões.
- 5.5. A válvula de limitação do débito deve desligar-se automaticamente quando o diferencial de pressões entre a entrada e a saída atingir 650 kPa.
- 5.6. Quando a válvula de limitação de débito está desligada, o caudal de desvio na válvula não deve ultrapassar  $0,05 \text{ m}^3/\text{min}$  para uma pressão diferencial de 10 000 kPa.
- 5.7. O dispositivo deve cumprir os procedimentos de ensaio correspondentes à respectiva classe de componentes, determinada segundo a figura 1-1 do n.º 2 do presente regulamento, com excepção do referente a sobrepressão, fugas para o exterior, resistência ao calor seco e envelhecimento pelo ozono.

#### 6. VÁLVULA MANUAL

- 6.1. A válvula manual da classe 0 deve ser projectada de modo a suportar uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento.
- 6.2. A válvula manual da classe 0 deve ser projectada para funcionar a uma temperatura de  $-40^{\circ} \text{C}$  a  $+85^{\circ} \text{C}$ .

## ANEXO 4-B

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO DA TUBAGEM FLEXÍVEL (MANGAS) DE ALIMENTAÇÃO****ÂMBITO DE APLICAÇÃO**

O presente anexo tem por objectivo fixar as disposições relativas à homologação da tubagem flexível (mangas) utilizada no sistema de GNC.

O presente anexo abrange três tipos de tubos flexíveis:

- (i) tubagem a alta pressão (classe 0);
- (ii) tubagem a média pressão (classe 1);
- (iii) tubagem a baixa pressão (classe 2).

**1. TUBAGEM A ALTA PRESSÃO (CLASSE 0)****1.1. Especificações gerais**

- 1.1.1. A tubagem deve ser projectada de modo a suportar, em funcionamento, uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).
- 1.1.2. A tubagem deve ser projectada de modo a suportar as temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
- 1.1.3. O diâmetro interno deve cumprir o disposto no quadro 1 da norma ISO 1307.

**1.2. Construção da tubagem**

- 1.2.1. Cada manga consiste num tubo liso com revestimento externo de material sintético adequado, reforçado com uma ou mais camadas intermédias.
- 1.2.2. A(s) camada(s) intermédia(s) de reforço deve(m) ser protegida(s) por uma capa contra a corrosão.  
  
Se nas camadas intermédias de reforço se utilizar material anticorrosão (como aço inoxidável), não é necessária capa.
- 1.2.3. O revestimento externo e interno deve ser liso e isento de poros, orifícios ou elementos estranhos.  
  
As perfurações intencionais no revestimento não devem ser consideradas imperfeições.
- 1.2.4. O revestimento externo deve ser perfurado intencionalmente para impedir a formação de bolhas.
- 1.2.5. As camadas intermédias têm de ser protegidas contra a corrosão se forem de material não resistente à corrosão e o revestimento externo for perfurado.

**1.3. Indicações e ensaios relativos ao tubo**

- 1.3.1. Resistência à tracção e alongamento dos materiais de borracha e dos elastómeros termoplásticos (TPE)
  - 1.3.1.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura: norma ISO 37. Resistência à tracção não inferior a 20 MPa e alongamento de ruptura não inferior a 250 %.
  - 1.3.1.2. Resistência ao n-pentano: norma ISO 1817, com as seguintes condições:
    - (i) meio: n-pentano;
    - (ii) temperatura: 23 °C (tolerância segundo ISO 1817);
    - (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 20 %;
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 25 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 30 %.

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, em comparação com o valor inicial.

1.3.1.3. Resistência ao envelhecimento: norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento – 10 °C);
- (ii) período de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 1.3.1.1.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

1.3.2. Resistência à tracção e alongamento específico dos termoplásticos.

1.3.2.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura em conformidade com a norma ISO 527-2, com as seguintes condições:

- (i) Tipo de amostra: tipo 1 BA;
- (ii) Velocidade de tracção: 20 mm/min.

O material deve ser acondicionado a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio.

Critérios de aceitação:

- (i) Resistência à tracção não inferior a 20 Mpa.
- (ii) Alongamento de ruptura não inferior a 100 %.

1.3.2.2. Resistência ao n-pentano em conformidade com a norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-pentano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância em conformidade com ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 2 %.
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 10 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 10 %

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, quando comparada com o valor inicial.

1.3.2.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 1.3.2.1.

CrITÉrios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

#### 1.4. Indicações e métodos de ensaio relativos ao revestimento exterior

1.4.1. Resistência à tracção e alongamento dos materiais de borracha e dos elastómeros termoplásticos (TPE)

1.4.1.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura: norma ISO 37. Resistência à tracção não inferior a 10 MPa e alongamento de ruptura não inferior a 250 %.

1.4.1.2. Resistência ao n-hexano: norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-hexano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância segundo ISO 1817);
- (iii) Período de imersão: 72 horas.

Manque texte

Manque texte Manque texte

Manque texte

Manque texte

1.4.1.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 1.4.1.1.

CrITÉrios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

1.4.2. Resistência à tracção e alongamento específico dos termoplásticos.

1.4.2.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura em conformidade com a norma ISO 527-2, com as seguintes condições:

- (i) Tipo de amostra: tipo 1 BA;
- (ii) Velocidade de tracção: 20 mm/min.



O material deve ser acondicionado a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio.

Critérios de aceitação:

- (i) Resistência à tracção não inferior a 20 Mpa.
- (ii) Alongamento de ruptura não inferior a 100 %.

1.4.2.2. Resistência ao n-hexano em conformidade com a norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-hexano
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância em conformidade com ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 2 %.
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 10 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 10 %

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, quando comparada com o valor inicial.

1.4.2.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 1.4.2.1.

Critérios de aceitação:

- i) variação máxima da resistência à tracção: 20 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 50 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

1.4.3. Resistência ao ozono

1.4.3.1. O ensaio deve ser executado em conformidade com a norma ISO 1431/1.

1.4.3.2. As amostras a ensaiar são esticadas até um alongamento de 20 % e expostas ao ar, a 40 °C, com uma concentração de 50 partes de ozono por cem milhões, durante 120 horas.

1.4.3.3. Não são permitidas fissurações nas amostras.

## 1.5. Indicações relativas a tubos não-acoplados

1.5.1. Estanquidade (permeabilidade) ao gás

1.5.1.1. Uma manga com o comprimento livre de 1 m é ligada a um reservatório cheio de propano líquido à temperatura de 23 °C ± 2 °C.

1.5.1.2. O ensaio deve ser executado em conformidade com o método descrito na norma ISO 4080.

1.5.1.3. As fugas através da parede da manga não devem exceder 95 cm<sup>3</sup> por metro de manga em cada período de 24 h.

## 1.5.2. Resistência a baixas temperaturas

1.5.2.1. O ensaio deve ser executado em conformidade com a norma ISO 4672-1978, método B.

1.5.2.2. Temperatura de ensaio:  $-40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$   
ou  $-20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ , se aplicável.

1.5.2.3. Não são permitidas fissurações nem ruptura.

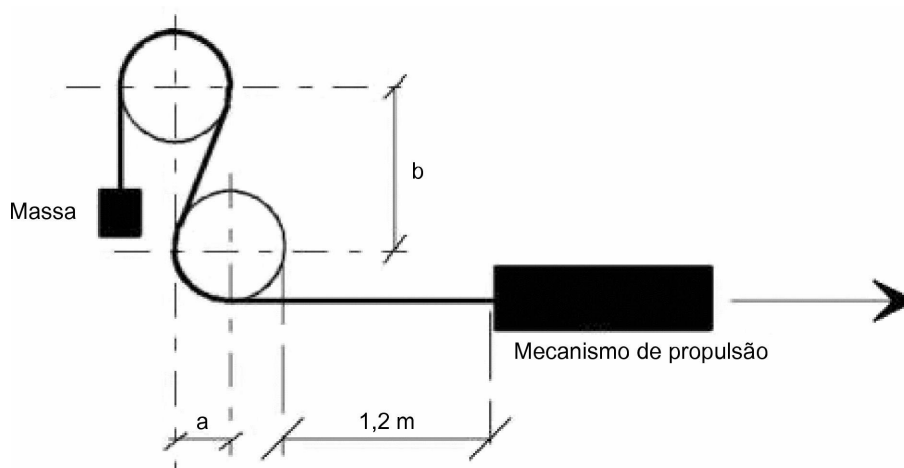
## 1.5.3. Ensaio de flexão

1.5.3.1. Uma manga vazia com o comprimento aproximado de 3,5 m deve ser capaz de suportar, sem ruptura, 3 000 vezes o ensaio de flexão alternada a seguir especificado. Após o ensaio, a manga deve ser capaz de resistir à pressão de ensaio referida no n.º 1.5.4.2. O ensaio deve ser realizado em ambas as mangas novas e após envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, conforme previsto no n.º 1.4.2.3. e, subsequentemente, na norma ISO 1817, conforme previsto no n.º 1.4.2.2.

1.5.3.2.

Figura 1

(apenas a título de exemplo)



Diâmetro interno da manga [mm]	Raio de flexão [mm] (Fig. 1)	Distância entre centros [mm] Fig. 1	
		Vertical b	Horizontal a
até 13	102	241	102
de 13 a 16	153	356	153
de 16 a 20	178	419	178

1.5.3.3. A máquina de ensaio (figura 1) consiste numa estrutura de aço provida de duas rodas de madeira, com cerca de 130 mm de largura na jante.

As rodas devem ser providas de uma estria no perímetro, para acomodar e guiar o tubo.

O raio de cada roda, medido até ao fundo da estria, deve ser o indicado no n.º 1.5.3.2.

Os planos médios longitudinais de ambas as rodas devem ficar no mesmo plano vertical e a distância entre os centros obedecerá ao disposto no n.º 1.5.3.2.

Cada roda deve poder rodar livremente em torno do respectivo eixo.

Um mecanismo de propulsão impele o tubo (a manga) sobre as rodas à velocidade de quatro movimentos completos por minuto.

1.5.3.4. A manga é instalada em forma de S sobre as rodas (figura 1).

À extremidade junto da roda superior é adaptada uma massa suficiente para fazer a manga aderir completamente às rodas. A parte junto da roda inferior é ligada ao mecanismo de propulsão.

O mecanismo deve ser ajustado de modo a que a manga percorra uma distância total de 1,2 m nos dois sentidos.

1.5.4. Pressão do ensaio hidráulico e determinação da pressão mínima de ruptura

1.5.4.1. O ensaio deve ser executado em conformidade com o método descrito na norma ISO 1402.

1.5.4.2. A pressão de ensaio (1,5 vezes superior à pressão de funcionamento, em MPa) é aplicada durante 10 minutos, não devendo verificar-se fugas.

1.5.4.3. A pressão de ruptura não deve ser inferior a 45 MPa.

#### 1.6. **Ligações**

1.6.1. As ligações são em aço ou latão, com superfície anticorrosão.

1.6.2. As ligações são do tipo de engaste.

1.6.2.1. A porca de aperto deve ser provida de roscagem fina unificada ABC (U.N.F.-thread).

1.6.2.2. O cone de estanquidade do tipo porca de aperto deve ser do tipo semi-ângulo vertical de 45°.

1.6.2.3. As ligações podem ser do tipo porcas de aperto ou do tipo conector rápido.

1.6.2.4. Deve ser impossível desligar um tipo de conexão rápida sem tomar medidas específicas ou utilizar ferramentas apropriadas.

#### 1.7. **Conjunto dos tubos e respectivas ligações**

1.7.1. Deve ser possível montar as ligações sem arrancar o revestimento exterior, a menos que o reforço do tubo consista em material anticorrosão.

1.7.2. O conjunto da tubagem deve ser sujeito a um ensaio de impulsão, em conformidade com a norma ISO 1436.

1.7.2.1. O ensaio é executado com óleo em circulação, à temperatura de 93 °C e à pressão mínima de 26 MPa.

1.7.2.2. A manga tem de ser submetida a 150 000 impulsões.

1.7.2.3. Após o ensaio de impulsão, a manga deve resistir à pressão de ensaio referida no n.º 1.5.4.2.

1.7.3. Estanquidade ao gás

1.7.3.1. O conjunto da manga com as respectivas ligações deve resistir, durante cinco minutos, sem fugas, a uma pressão de gás igual a 1,5 vezes a pressão de funcionamento (MPa).

#### 1.8. **Marcações**

1.8.1. Em cada manga haverá, a intervalos máximos de 0,5 m, as seguintes marcas de identificação, indeléveis e claramente legíveis, compostas por caracteres, figuras ou símbolos.

1.8.1.1. Marca ou designação comercial do fabricante.

1.8.1.2. Ano e mês de fabrico.

1.8.1.3. Dimensão e tipo.

1.8.1.4. Marca identificativa «CNG Classe 0».

1.8.2. Em todas as ligações deve ser aposta a marca ou designação comercial do fabricante que efectuou a montagem.

## 2. TUBAGEM A MÉDIA PRESSÃO (CLASSE 1)

### 2.1. Especificações gerais

2.1.1. A tubagem deve ser projectada de modo a suportar uma pressão máxima de funcionamento de 3 MPa.

2.1.2. A tubagem deve ser projectada de modo a suportar as temperaturas indicadas no Anexo 5-O.

2.1.3. O diâmetro interno deve cumprir o disposto no quadro 1 da norma ISO 1307.

### 2.2. Construção da tubagem

2.2.1. Cada manga consiste num tubo liso com revestimento externo de material sintético adequado, reforçado com uma ou mais camadas intermédias.

2.2.2. A(s) camada(s) intermédia(s) de reforço deve(m) ser protegida(s) por uma capa contra a corrosão.

Se nas camadas intermédias de reforço se utilizar material anticorrosão (como aço inoxidável), não é necessária capa.

2.2.3. O revestimento externo e interno deve ser liso e isento de poros, orifícios ou elementos estranhos.

As perfurações intencionais no revestimento não devem ser consideradas imperfeições.

### 2.3. Indicações e ensaios relativos ao tubo

2.3.1. Resistência à tracção e alongamento dos materiais de borracha e dos elastómeros termoplásticos (TPE)

2.3.1.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura: norma ISO 37. Resistência à tracção não inferior a 10 MPa e alongamento de ruptura não inferior a 250 %.

2.3.1.2. Resistência ao n-pentano: norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-pentano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância segundo ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 20 %;
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 25 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 30 %.

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, em comparação com o valor inicial.

2.3.1.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 2.3.1.1.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

2.3.2. Resistência à tracção e alongamento específico dos termoplásticos.

2.3.2.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura em conformidade com a norma ISO 527-2, com as seguintes condições:

- (i) Tipo de amostra: tipo 1 BA;
- (ii) Velocidade de tracção: 20 mm/min.

O material deve ser acondicionado a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio.

Critérios de aceitação:

- (i) Resistência à tracção não inferior a 20 Mpa;
- (ii) Alongamento de ruptura não inferior a 100 %.

2.3.2.2. Resistência ao n-pentano em conformidade com a norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-pentano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância em conformidade com ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 2 %.
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 10 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 10 %.

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, quando comparada com o valor inicial.

2.3.2.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 2.3.2.1.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

**2.4. Indicações e métodos de ensaio relativos ao revestimento exterior****2.4.1. Resistência à tracção e alongamento dos materiais de borracha e dos elastómeros termoplásticos (TPE)**

2.4.1.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura: norma ISO 37. Resistência à tracção não inferior a 10 MPa e alongamento de ruptura não inferior a 250 %.

2.4.1.2. Resistência ao n-hexano: norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-hexano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância segundo ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

CrITÉRIOS de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 30 %;
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 35 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 35 %.

2.4.1.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 2.4.1.1.

CrITÉRIOS de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

**2.4.2. Resistência à tracção e alongamento específico dos termoplásticos.**

2.4.2.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura em conformidade com a norma ISO 527-2, com as seguintes condições:

- (i) Tipo de amostra: tipo 1 BA;
- (ii) Velocidade de tracção: 20 mm/min.

O material deve ser acondicionado a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio.

CrITÉRIOS de aceitação:

- (i) Resistência à tracção não inferior a 20 Mpa.
- (ii) Alongamento de ruptura não inferior a 100 %.

2.4.2.2. Resistência ao n-hexano em conformidade com a norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-hexano
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância em conformidade com ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 2 %.
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 10 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 10 %.

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, quando comparada com o valor inicial.

2.4.2.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 2.4.2.1.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 20 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 50 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

2.4.3. Resistência ao ozono

2.4.3.1. O ensaio deve ser executado em conformidade com a norma ISO 1431/1.

2.4.3.2. As amostras a ensaiar são esticadas até um alongamento de 20 % e expostas ao ar, a 40 °C, com uma concentração de 50 partes de ozono por cem milhões, durante 120 horas.

2.4.3.3. Não são permitidas fissurações nas amostras.

## 2.5. Indicações relativas a tubos não-acoplados

2.5.1. Estanquidade (permeabilidade) ao gás

2.5.1.1. Uma manga com o comprimento livre de 1 m é ligada a um reservatório cheio de propano líquido à temperatura de 23 °C ± 2 °C.

2.5.1.2. O ensaio deve ser executado em conformidade com o método descrito na norma ISO 4080.

2.5.1.3. As fugas através da parede da manga não devem exceder 95 cm<sup>3</sup> por metro de manga em cada período de 24 h.

2.5.2. Resistência a baixas temperaturas

2.5.2.1. O ensaio deve ser executado em conformidade com a norma ISO 4672-1978, método B.

2.5.2.2. Temperatura de ensaio: – 40 °C ± 3 °C  
ou – 20 °C ± 3 °C, se aplicável.

2.5.2.3. Não são permitidas fissurações nem ruptura.

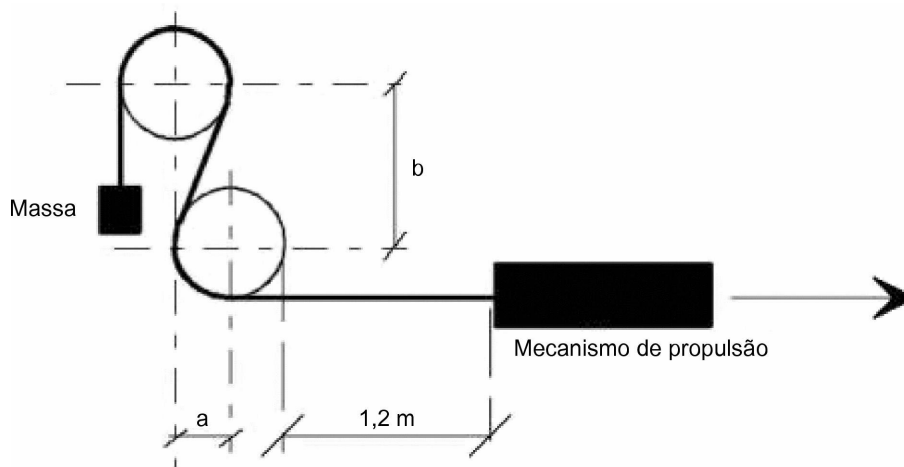
2.5.3. Ensaio de flexão

2.5.3.1. Uma manga vazia com o comprimento aproximado de 3,5 m deve ser capaz de suportar, sem ruptura, 3 000 vezes o ensaio de flexão alternada a seguir especificado. Após o ensaio, a manga deve ser capaz de resistir à pressão de ensaio referida no n.º 2.5.4.2. O ensaio deve ser realizado em ambas as mangas novas e após envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, conforme previsto no n.º 2.4.2.3. e, subsequentemente, na norma ISO 1817, conforme previsto no n.º 2.4.2.2.

2.5.3.2.

Figura 2

(apenas a título de exemplo)



Diâmetro interno da manga [mm]	Raio de flexão [mm] Fig. 2	Distância entre centros [mm] Fig. 2	
		Vertical b	Horizontais a
até 13	102	241	102
de 13 a 16	153	356	153
de 16 a 20	178	419	178

2.5.3.3. A máquina de ensaio (figura 2) consiste numa estrutura de aço provida de duas rodas de madeira, com cerca de 130 mm de largura na jante.

As rodas devem ser providas de uma estria no perímetro, para acomodar e guiar o tubo.

O raio de cada roda, até ao fundo da estria, é o indicado no n.º 2.5.3.2.

Os planos médios longitudinais de ambas as rodas devem ficar no mesmo plano vertical e a distância entre os centros obedecerá ao n.º 2.5.3.2.

Cada roda deve poder rodar livremente em torno do respectivo eixo.

Um mecanismo de propulsão impele o tubo (a manga) sobre as rodas à velocidade de quatro movimentos completos por minuto.

2.5.3.4. A manga é instalada em forma de S sobre as rodas (figura 2).

À extremidade junto da roda superior é adaptada uma massa suficiente para fazer a manga aderir completamente às rodas. A parte junto da roda inferior é ligada ao mecanismo de propulsão.

O mecanismo deve ser ajustado de modo a que a manga percorra uma distância total de 1,2 m nos dois sentidos.

2.5.4. Pressão do ensaio hidráulico

2.5.4.1. O ensaio deve ser executado em conformidade com o método descrito na norma ISO 1402.

2.5.4.2. A pressão de ensaio (3 MPa) é aplicada durante 10 minutos, não devendo verificar-se fugas.



**2.6. Ligações**

- 2.6.1. Na montagem de ligações em mangas, devem cumprir-se as seguintes condições:
- 2.6.2. As ligações são em aço ou latão, com superfície anticorrosão.
- 2.6.3. As ligações são do tipo de engaste.
- 2.6.4. As ligações podem ser do tipo porcas de aperto ou do tipo conector rápido.
- 2.6.5. Deve ser impossível desligar um tipo de conexão rápida sem tomar medidas específicas ou utilizar ferramentas apropriadas.

**2.7. Conjunto dos tubos e respectivas ligações**

- 2.7.1. Deve ser possível montar as ligações sem arrancar o revestimento exterior, a menos que o reforço do tubo consista em material anticorrosão.
- 2.7.2. O conjunto da tubagem deve ser sujeito a um ensaio de impulsão, em conformidade com a norma ISO 1436.
  - 2.7.2.1. O ensaio é executado com óleo em circulação, à temperatura de 93 °C e à pressão mínima de 1,5 vezes a pressão de funcionamento.
  - 2.7.2.2. A manga tem de ser submetida a 150 000 impulsões.
  - 2.7.2.3. Após o ensaio de impulsão, a manga deve resistir à pressão de ensaio referida no n.º 2.5.4.2.
- 2.7.3. Estanquidade ao gás
  - 2.7.3.1. O conjunto da manga com as respectivas ligações deve resistir, durante cinco minutos, sem fugas, a uma pressão de gás de 3 MPa.

**2.8. Marcações**

- 2.8.1. Em cada manga haverá, a intervalos máximos de 0,5 m, as seguintes marcas de identificação, indeléveis e claramente legíveis, compostas por caracteres, figuras ou símbolos:
  - 2.8.1.1. Marca ou designação comercial do fabricante.
  - 2.8.1.2. Ano e mês de fabrico.
  - 2.8.1.3. Dimensão e tipo
  - 2.8.1.4. Marca identificativa «CNG Classe 1».
- 2.8.2. Em todas as ligações deve ser aposta a marca ou designação comercial do fabricante que efectuou a montagem.

**3. TUBAGEM A BAIXA PRESSÃO (CLASSE 2)****3.1. Especificações gerais**

- 3.1.1. A tubagem deve ser projectada de modo a suportar uma pressão máxima de funcionamento de 450 kPa.
- 3.1.2. A tubagem deve ser projectada de modo a suportar as temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
- 3.1.3. O diâmetro interno deve cumprir o disposto no quadro 1 da norma ISO 1307.
- 3.2. (em aberto)

### 3.3. Indicações e ensaios relativos ao tubo

#### 3.3.1. Resistência à tracção e alongamento dos materiais de borracha e dos elastómeros termoplásticos (TPE)

##### 3.3.1.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura: norma ISO 37.

Resistência à tracção não inferior a 10 MPa e alongamento de ruptura não inferior a 250 %.

##### 3.3.1.2. Resistência ao n-pentano: norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-pentano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância segundo ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 20 %;
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 25 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 30 %.

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, em comparação com o valor inicial.

##### 3.3.1.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 3.3.1.1.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

#### 3.3.2. Resistência à tracção e alongamento específico dos termoplásticos.

##### 3.3.2.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura em conformidade com a norma ISO 527-2, com as seguintes condições:

- (i) Tipo de amostra: tipo 1 BA;
- (ii) Velocidade de tracção: 20 mm/min.

O material deve ser acondicionado a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio.

Critérios de aceitação:

- (i) Resistência à tracção não inferior a 20 Mpa.
- (ii) Alongamento de ruptura não inferior a 100 %.

3.3.2.2. Resistência ao n-pentano em conformidade com a norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-pentano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância em conformidade com ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 2 %.
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 10 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 10 %.

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, quando comparada com o valor inicial.

3.3.2.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 3.3.2.1.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

#### 3.4. Indicações e métodos de ensaio relativos ao revestimento exterior

3.4.1. Resistência à tracção e alongamento dos materiais de borracha e dos elastómeros termoplásticos (TPE)

3.4.1.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura: norma ISO 37.

Resistência à tracção não inferior a 10 MPa e alongamento de ruptura não inferior a 250 %.

3.4.1.2. Resistência ao n-hexano: norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-hexano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância segundo ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 30 %;
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 35 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 35 %.

3.4.1.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 3.4.1.1.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 35 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 25 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparado com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

3.4.2. Resistência à tracção e alongamento específico dos termoplásticos.

3.4.2.1. Resistência à tracção e alongamento de ruptura em conformidade com a norma ISO 527-2, com as seguintes condições:

- (i) Tipo de amostra: tipo 1 BA;
- (ii) Velocidade de tracção: 20 mm/min.

O material deve ser acondicionado a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio.

Critérios de aceitação:

- (i) Resistência à tracção não inferior a 20 Mpa.
- (ii) Alongamento de ruptura não inferior a 100 %.

3.4.2.2. Resistência ao n-hexano em conformidade com a norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-hexano
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância em conformidade com ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

Critérios de aceitação:

- (i) variação máxima do volume: 2 %.
- (ii) variação máxima da resistência à tracção: 10 %;
- (iii) variação máxima do alongamento de ruptura: 10 %.

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, quando comparada com o valor inicial.

3.4.2.3. Resistência ao envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, com as seguintes condições:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensaio = temperatura máxima de funcionamento menos 10 °C);
- (ii) períodos de exposição: 24 e 336 horas.

Após envelhecimento, as amostras devem ser acondicionadas a 23 °C e a 50 % de humidade relativa durante, no mínimo, 21 dias antes da realização do ensaio de tracção em conformidade com o previsto no n.º 3.4.2.1.

CrITÉrios de aceitação:

- (i) variação máxima da resistência à tracção: 20 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à tracção do material envelhecido durante 24 horas.
- (ii) variação máxima do alongamento de ruptura: 50 %, após 336 horas de envelhecimento, quando comparada com a resistência à ruptura do material envelhecido durante 24 horas.

#### 3.4.3. Resistência ao ozono

3.4.3.1. O ensaio deve ser executado em conformidade com a norma ISO 1431/1.

3.4.3.2. As amostras a ensaiar são esticadas até um alongamento de 20 % e expostas ao ar, à temperatura de 40 °C e à humidade relativa de 50 %  $\pm$  10 %, com uma concentração de 50 partes de ozono por cem milhões, durante 120 horas.

3.4.3.3. Não são permitidas fissurações nas amostras.

#### 3.5. Indicações relativas a tubos não-acoplados

##### 3.5.1. Estanquidade (permeabilidade) ao gás

3.5.1.1. Uma manga com o comprimento livre de 1 m é ligada a um reservatório cheio de propano líquido à temperatura de 23 °C  $\pm$  2 °C.

3.5.1.2. O ensaio deve ser executado em conformidade com o método descrito na norma ISO 4080.

3.5.1.3. As fugas através da parede da manga não devem exceder 95 cm<sup>3</sup> por metro de manga em cada período de 24 h.

##### 3.5.2. Resistência a baixas temperaturas

3.5.2.1. O ensaio deve ser executado em conformidade com a norma ISO 4672, método B.

3.5.2.2. Temperatura de ensaio:    – 40 °C  $\pm$  3 °C  
                                          ou    – 20 °C  $\pm$  3 °C, se aplicável.

3.5.2.3. Não são permitidas fissurações nem ruptura.

##### 3.5.3. Resistência a altas temperaturas

3.5.3.1. Uma amostra de manga, pressurizada a 450 kPa, com o comprimento mínimo de 0,5 m, é colocada num forno à temperatura de 120 °C  $\pm$  2 °C durante 24 horas. O ensaio deve ser realizado em ambas as mangas novas e após envelhecimento em conformidade com a norma ISO 188, conforme previsto no n.º 3.4.2.3. e, subsequentemente, na norma ISO 1817, conforme previsto no n.º 3.4.2.2.

3.5.3.2. As fugas através da parede da manga não devem exceder 95 cm<sup>3</sup> por metro de manga em cada período de 24 horas.

3.5.3.3. No final do ensaio, a manga deve resistir à pressão de ensaio de 50 kPa durante 10 minutos. As fugas através da parede da manga não devem exceder 95 cm<sup>3</sup> por metro de manga em cada período de 24 horas.

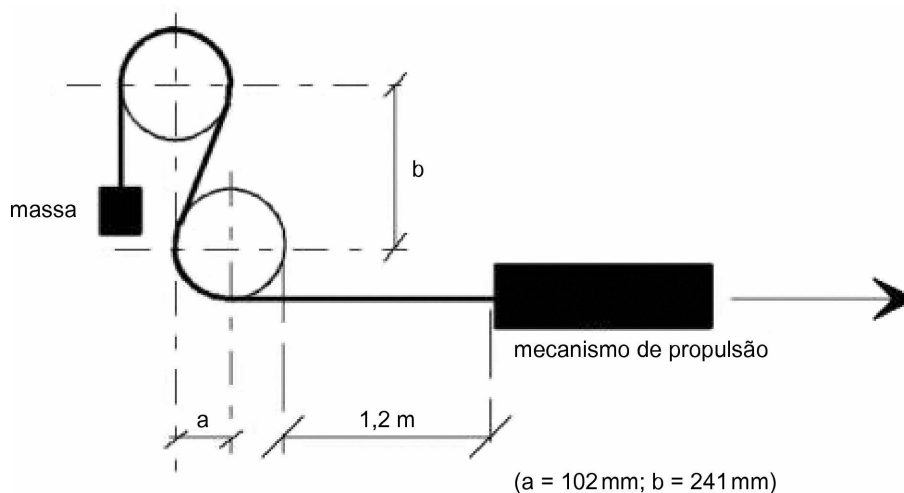
##### 3.5.4. Ensaio de flexão

3.5.4.1. Uma manga vazia com o comprimento aproximado de 3,5 m deve ser capaz de suportar, sem ruptura, 3 000 vezes o ensaio de flexão alternada a seguir especificado.

3.5.4.2.

Figura 3

(apenas a título de exemplo)



A máquina de ensaio (figura 3) consiste numa estrutura de aço provida de duas rodas de madeira, com cerca de 130 mm de largura na jante.

As rodas devem ser providas de uma estria no perímetro, para acomodar e guiar o tubo.

O raio de cada roda, medido até ao fundo da estria, deve ser de 102 mm.

Os planos médios longitudinais de ambas as rodas devem ficar no mesmo plano vertical e a distância entre os centros será de 241 mm, na vertical, e de 102 mm, na horizontal.

Cada roda deve poder rodar livremente em torno do respectivo eixo.

Um mecanismo de propulsão impele o tubo (a manga) sobre as rodas à velocidade de quatro movimentos completos por minuto.

3.5.4.3. A manga é instalada em forma de S sobre as rodas (figura 3).

À extremidade junto da roda superior é adaptada uma massa suficiente para fazer a manga aderir completamente às rodas. A parte junto da roda inferior é ligada ao mecanismo de propulsão.

O mecanismo deve ser ajustado de modo a que a manga percorra uma distância total de 1,2 m nos dois sentidos.

### 3.6. Marcações

3.6.1. Em cada manga haverá, a intervalos máximos de 0,5 m, as seguintes marcas de identificação, indeléveis e claramente legíveis, compostas por caracteres, figuras ou símbolos:

3.6.1.1. Marca ou designação comercial do fabricante.

3.6.1.2. Ano e mês de fabrico.

3.6.1.3. Dimensão e tipo.

3.6.1.4. Marca identificativa «CNG Classe 2».

3.6.2. Em todas as ligações deve ser aposta a marca ou designação comercial do fabricante que efectuou a montagem.

## ANEXO 4-C

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO DOS FILTROS DE GNC**

1. O presente anexo tem por objectivo definir as disposições relativas à homologação dos filtros de GNC.
  2. Condições de funcionamento
    - 2.1. O filtro de GNC deve ser projectado de modo a funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
    - 2.2. O filtro de GNC deve ser classificado relativamente à pressão máxima de funcionamento (ver n.º 2 do presente regulamento):
      - 2.2.1. Classe 0: o filtro de GNC deve ser projectado de modo a suportar uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).
      - 2.2.2. Classe 1 e classe 2: o filtro de GNC deve ser projectado de modo a suportar uma pressão igual ao dobro da pressão de funcionamento.
      - 2.2.3. Classe 3: o filtro de GNC deve ser projectado de modo a suportar o dobro da pressão de descarga da válvula de descompressão à qual está sujeito.
    - 2.3. Os materiais de composição do filtro de GNC que entram em contacto com o GNC durante o funcionamento devem ser compatíveis com este (ver Anexo 5-D).
    - 2.4. Este componente deve cumprir os procedimentos de ensaio previstos para a sua classe, em conformidade com a figura 1-1 do n.º 2 do presente regulamento.
-

## ANEXO 4-D

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO DOS REGULADORES DE PRESSÃO**

1. O presente anexo tem por objectivo definir as disposições relativas à homologação dos reguladores de pressão.
2. REGULADOR DE PRESSÃO
  - 2.1. Os materiais constituintes de um regulador de pressão e que estejam em contacto com o GNC durante o funcionamento devem ser compatíveis com o gás de ensaio. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.
  - 2.2. Os materiais constituintes de um regulador de pressão e que, durante o funcionamento, estejam em contacto com o agente permutador de calor do regulador, devem ser compatíveis com este fluido.
  - 2.3. Este componente deve cumprir os ensaios previstos na classe 0, para os elementos sujeitos a alta pressão, e os ensaios previstos nas classes 1, 2, 3 e 4, para os elementos sujeitos a média e a baixa pressão.
3. CLASSIFICAÇÃO E PRESSÕES DE ENSAIO
  - 3.1. O elemento do regulador de pressão que estiver em contacto com a pressão do reservatório é incluído na classe 0.
    - 3.1.1. O elemento de classe 0 no regulador de pressão deve ser à prova de fugas (ver Anexo 5-B) a uma pressão até 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa), estando fechado(s) o(s) orifício(s) de saída desse elemento.
    - 3.1.2. No regulador de pressão, o elemento de classe 0 deve suportar uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).
    - 3.1.3. No regulador de pressão, o elemento de classe 1 ou de classe 2 deve ser à prova de fugas (ver Anexo 5-B) até ao dobro da pressão de funcionamento.
    - 3.1.4. No regulador de pressão, o elemento de classe 1 ou de classe 2 deve suportar uma pressão até ao dobro da pressão de funcionamento.
    - 3.1.5. No regulador de pressão, o elemento de classe 3 deve suportar uma pressão até ao dobro da pressão de descarga da válvula de descompressão à qual está sujeito.
  - 3.2. O regulador de pressão deve ser projectado de modo a funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.



## ANEXO 4-E

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO DOS SENSORES/INDICADORES DE PRESSÃO E TEMPERATURA**

1. O presente anexo tem por objectivo definir as disposições relativas à homologação dos sensores de pressão e temperatura.
  2. SENSORES/INDICADORES DE PRESSÃO E TEMPERATURA
    - 2.1. Os materiais constituintes de um sensor de pressão e temperatura que estejam em contacto com o GNC durante o funcionamento devem ser compatíveis com o gás de ensaio. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.
    - 2.2. Os sensores de pressão e temperatura são classificados em classes em conformidade com a figura 1-1 do n.º 2 do presente regulamento.
  3. CLASSIFICAÇÃO E PRESSÕES DE ENSAIO
    - 3.1. O elemento do sensor de pressão e temperatura que estiver em contacto com a pressão do reservatório é incluído na classe 0.
      - 3.1.1. O elemento de classe 0 do sensor de pressão e temperatura deve ser à prova de fugas (ver Anexo 5-B) a uma pressão até 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).
      - 3.1.2. O elemento de classe 0 do sensor de pressão e temperatura deve suportar uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).
      - 3.1.3. O elemento de classe 1 ou de classe 2 do sensor de pressão e temperatura deve ser à prova de fugas a uma pressão até ao dobro da pressão de funcionamento (ver Anexo 5-B).
      - 3.1.4. O elemento de classe 1 ou de classe 2 do sensor de pressão e temperatura deve suportar uma pressão até ao dobro da pressão de funcionamento.
      - 3.1.5. O elemento de classe 3 do sensor de pressão e temperatura deve suportar uma pressão até ao dobro da pressão de descarga da válvula de descompressão à qual está sujeito.
    - 3.2. O sensor de pressão e temperatura deve ser projectado de modo a funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
    - 3.3. O sistema eléctrico, se existir, deve ser isolado do corpo do sensor de pressão e temperatura. A resistência do isolamento deve ser superior a 10 MΩ.
-

## ANEXO 4-F

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO DA UNIDADE DE ENCHIMENTO****1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO**

O presente anexo tem por objectivo definir as disposições relativas à homologação da unidade ou receptáculo de enchimento.

**2. UNIDADE OU RECEPTÁCULO DE ENCHIMENTO**

2.1. Os materiais constituintes de uma unidade ou receptáculo de enchimento que estejam em contacto com o GNC durante o funcionamento devem ser compatíveis com este gás. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.

2.2. A unidade ou receptáculo de enchimento deve cumprir o disposto para os componentes da classe 0.

**3. PRESSÕES DE ENSAIO**

3.1. A unidade ou receptáculo de enchimento deve ser considerada como componente da classe 0.

3.1.1. A unidade ou receptáculo de enchimento não deve apresentar fugas (ver Anexo 5-B) a uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de funcionamento (em MPa).

3.1.2. A unidade ou receptáculo de enchimento deve suportar uma pressão de 33 MPa.

3.2. A unidade ou receptáculo de enchimento deve ser projectada de modo a funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.

---

## ANEXO 4-G

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO DO REGULADOR DE DÉBITO DE GÁS E DO MISTURADOR GÁS/AR OU INJECTOR DE GÁS**

1. O presente anexo tem como objectivo definir as disposições relativas à homologação do regulador de débito de gás e do misturador gás/ar ou injector de gás.
2. MISTURADOR GÁS/AR OU INJECTOR DE GÁS
  - 2.1. Os materiais constituintes de um misturador gás/ar ou injector de gás que estejam em contacto com o GNC devem ser compatíveis com este gás. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.
  - 2.2. O misturador gás/ar ou o injector de gás deve cumprir o disposto para os componentes da classe 1 ou da classe 2, conforme a sua classificação.
  - 2.3. Pressões de ensaio
    - 2.3.1. O misturador gás/ar ou o injector de gás da classe 2 deve suportar uma pressão até ao dobro da pressão de funcionamento.
      - 2.3.1.1. O misturador gás/ar ou o injector de gás da classe 2 não deve apresentar fugas a uma pressão dupla da pressão de funcionamento.
    - 2.3.2. O misturador gás/ar ou o injector de gás da classe 1 ou da classe 2 deve ser projectado de modo a funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
  - 2.4. Os componentes comandados electricamente e que contenham GNC devem cumprir as seguintes disposições:
    - (i) devem ter uma ligação separada à terra;
    - (ii) o sistema (ou circuito) eléctrico do componente deve estar isolado em relação ao corpo;
    - (iii) o injector de gás deve ser colocado na posição de «fechado» quando a corrente eléctrica for desligada.
3. REGULADOR DE DÉBITO DE GÁS
  - 3.1. Os materiais constituintes de um regulador de débito de gás que estejam em contacto com o GNC devem ser compatíveis com este gás. Para verificar tal compatibilidade, segue-se o procedimento referido no Anexo 5-D.
  - 3.2. O regulador de débito de gás deve cumprir o disposto para os componentes da classe 1 ou da classe 2, conforme a sua classificação.
  - 3.3. Pressões de ensaio
    - 3.3.1. O regulador de débito de gás da classe 2 deve suportar uma pressão igual ao dobro da pressão de funcionamento.
      - 3.3.1.1. O regulador de débito de gás da classe 2 não deve apresentar fugas a uma pressão igual ao dobro da pressão de funcionamento.
    - 3.3.2. O regulador de débito de gás da classe 1 ou da classe 2 deve ser projectado de modo a funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
  - 3.4. Os componentes comandados electricamente e que contenham GNC devem cumprir as seguintes disposições:
    - (i) devem ter uma ligação separada à terra;
    - (ii) o sistema (ou circuito) eléctrico do componente deve estar isolado em relação ao corpo.

## ANEXO 4-H

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO DA UNIDADE**

1. O presente anexo tem por objectivo definir as disposições relativas à homologação da unidade de controlo electrónico.
  2. UNIDADE DE CONTROLO ELECTRÓNICO
    - 2.1. A unidade de controlo electrónico pode ser qualquer dispositivo que controla o GNC solicitado pelo motor e comanda o fecho da válvula automática na eventualidade de ruptura num tubo de fornecimento de combustível, bloqueio do motor ou colisão.
    - 2.2. Perante um bloqueio do motor, o fecho da válvula automática deve ocorrer dentro de um intervalo máximo de 5 segundos.
    - 2.3. O dispositivo pode ser equipado com um sistema de bloqueio automático antecipado da ignição, integrado no módulo electrónico ou separado.
    - 2.4. O dispositivo pode ser integrado com injectores passivos, para o correcto funcionamento da unidade de controlo electrónico da gasolina durante o funcionamento a GNC.
    - 2.5. A unidade de controlo electrónico deve ser projectada de modo a funcionar às temperaturas indicadas no Anexo 5-O.
-

## ANEXO 5

## MÉTODOS DE ENSAIO

## 1. CLASSIFICAÇÃO

- 1.1. Os componentes do equipamento de GNC para utilização em veículos são classificados segundo a pressão máxima de funcionamento e a sua função, em conformidade com o n.º 2 do presente regulamento.
- 1.2. A classificação dos componentes determina os ensaios que devem ser realizados para homologação dos tipos dos componentes ou das partes (peças) desses componentes.

## 2. MÉTODOS DE ENSAIO APLICÁVEIS

O quadro 5.1. indica os métodos de ensaio aplicáveis consoante a classificação.

Quadro 5.1

Ensaio	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Números
Sobrepessão ou resistência	X	X	X	X	O	5A
Fugas para o exterior	X	X	X	X	O	5B
Fugas internas	A	A	A	A	O	5C
Ensaio de durabilidade	A	A	A	A	O	5L
Compatibilidade com o GNC	A	A	A	A	A	5D
Resistência à corrosão	X	X	X	X	X	5E
Resistência ao calor seco	A	A	A	A	A	5F
Envelhecimento (desagregação) pelo ozono	A	A	A	A	A	5G
Ensaio de ruptura/destrutivo	X	O	O	O	O	5M
Ciclos térmicos	A	A	A	A	O	5H
Ciclos de pressão	X	O	O	O	O	5I
Resistência à vibração	A	A	A	A	O	5N
Temperaturas de funcionamento	X	X	X	X	X	5O

X = Aplicável

O = Não aplicável

A = Consoante o caso

## Observações:

- a) Fugas internas: aplicável se a classe do componente consistir em sedes de válvulas internas que estão normalmente fechadas quando o motor está desligado.
- b) Ensaio de durabilidade: aplicável se a classe do componente consistir em partes integrais que se moverão repetidamente durante o funcionamento do motor.
- c) Compatibilidade com o GNC, resistência ao calor seco, envelhecimento pelo ozono: aplicável se a classe do componente consistir em partes sintéticas/não metálicas.
- d) Ensaio cíclico de temperatura: aplicável se a classe de componente consistir em partes sintéticas/não metálicas.
- e) Ensaio de resistência à vibração: aplicável se a classe de componente consistir em partes integrais que se moverão repetidamente durante o funcionamento do motor.

Os materiais utilizados no fabrico dos componentes devem ter especificações escritas que satisfaçam, ou ultrapassem mesmo, as exigências (de ensaio) definidas no presente anexo em matéria de:

- (i) temperatura;
- (ii) pressão;
- (iii) compatibilidade com o GNC;
- (iv) durabilidade.

3. EXIGÊNCIAS GERAIS

- 3.1. Os ensaios relativos a fugas (ou seja, à estanquidade) devem ser realizados com gás pressurizado, como ar ou azoto.
  - 3.2. Pode utilizar-se água ou outro fluido para obter a pressão necessária ao ensaio de resistência hidrostática.
  - 3.3. Os ensaios de estanquidade e de resistência hidrostática devem ter a duração mínima de 3 minutos.
-

## ANEXO 5-A

**ENSAIO DE SOBREPRESSÃO (ENSAIO DE RESISTÊNCIA)**

1. Um componente contendo GNC deve suportar, sem qualquer sinal visível de ruptura ou distorção permanente, uma pressão hidráulica 1,5-2 vezes superior à pressão máxima de funcionamento durante, no mínimo, 3 minutos, à temperatura ambiente, estando fechado o orifício de saída de alta pressão. Neste ensaio, pode utilizar-se água ou outro fluido hidráulico adequado.
2. As amostras, previamente sujeitas ao ensaio de durabilidade constante do Anexo 5-L, são ligadas a uma fonte de pressão hidrostática. Na tubagem de alimentação da pressão hidrostática, instala-se uma válvula de interrupção e um manómetro com capacidade de medição entre 1,5 e 2 vezes a pressão de ensaio.
3. O quadro 5.2. indica a pressão de funcionamento e a pressão do ensaio de ruptura em conformidade com a classificação do n.º 2 do presente regulamento.

Quadro 5.2

Classificação do componente	Pressão de funcionamento [kPa]	Sobrepresão [kPa]
Classe 0	$3\,000 < p < 26\,000$	1,5 vezes a pressão de funcionamento
Classe 1	$450 < p < 3\,000$	1,5 vezes a pressão de funcionamento
Classe 2	$20 < p < 450$	2 vezes a pressão de funcionamento
Classe 3	$450 < p < 3\,000$	2 vezes a pressão de descarga

## ANEXO 5-B

**ENSAIO DE FUGAS (ESTANQUIDADE) PARA O EXTERIOR**

1. Um componente não deve apresentar fugas através das juntas de haste, de corpo ou outras, nem sinais de porosidade das partes moldadas, quando sujeito a ensaio nos termos dos n.ºs 2 e 3 do presente anexo, a uma pressão aerostática entre 0 e a pressão indicada no quadro 5.2.
2. O ensaio deve ser executado nas seguintes condições:
  - (i) à temperatura ambiente;
  - (ii) à temperatura mínima de funcionamento;
  - (iii) à temperatura máxima de funcionamento.

As temperaturas máximas e mínimas de funcionamento são indicadas no Anexo 5-O.

3. Durante este ensaio, o equipamento a ensaiar é ligado a uma fonte de pressão aerostática. Na tubagem de alimentação da pressão, instala-se uma válvula automática e um manómetro com capacidade de medição entre 1,5 e 2 vezes a pressão de ensaio. O manómetro deve ficar entre a válvula automática e a amostra de ensaio. Atingida a pressão de ensaio, as fugas são detectadas submergindo a amostra em água ou utilizando outro método equivalente (medição do débito ou perda de pressão).
4. A fuga para o exterior deve ser inferior ao definido nos anexos ou, na ausência de qualquer disposição, inferior a 15 cm<sup>3</sup>/hora.
5. Ensaio de resistência a alta temperatura

Um componente contendo GNC não deve apresentar fugas superiores a 15 cm<sup>3</sup>/hora quando, estando fechados os seus orifícios de saída, for sujeito a uma pressão de gás igual à pressão máxima de funcionamento, à temperatura máxima de funcionamento indicada no Anexo 5-O. O componente deve ser condicionado durante, pelo menos, 8 horas a esta temperatura.

6. Ensaio de baixa temperatura

Um componente contendo GNC não deve apresentar fugas superiores a 15 cm<sup>3</sup>/hora quando, estando fechados os seus orifícios de saída, for sujeito a uma pressão de gás igual à pressão máxima de funcionamento declarada pelo fabricante, à temperatura mínima de funcionamento. O componente deve ser condicionado durante, pelo menos, 8 horas a esta temperatura.

---



## ANEXO 5-C

## ENSAIO DE FUGAS INTERNAS (ESTANQUIDADE INTERNA)

1. Os ensaios que se seguem realizam-se em amostras de válvulas ou da unidade de enchimento previamente sujeitas ao ensaio de fugas para o exterior referido no Anexo 5-B anterior.
2. Quando fechadas, as sedes das válvulas não devem apresentar fugas a uma pressão aerostática entre 0 e 1,5 vezes a pressão de funcionamento (em kPa).
3. Quando fechada, uma válvula de regulação ou anti-retorno com sede resiliente (elástica) não deve apresentar fugas ao ser sujeita a uma pressão aerostática entre 0 e 1,5 vezes a pressão de funcionamento (em kPa).
4. Quando fechada, uma válvula de regulação ou anti-retorno com sede metal-metal não deve apresentar fugas superiores a 0,47 dm<sup>3</sup>/s ao ser sujeita a um diferencial de pressão aerostática de 138 kPa em pressão efectiva.
5. Quando fechada, a sede da válvula anti-retorno superior utilizada no conjunto da unidade ou receptáculo de enchimento não deve apresentar fugas, ao ser sujeita a uma pressão aerostática entre 0 e 1,5 vezes a pressão de funcionamento (em kPa).
6. Os ensaios de estanquidade interna são realizados com o orifício de admissão da válvula-amostra ligado a uma fonte de pressão aerostática, com a válvula fechada e com o orifício de saída aberto. Na tubagem de alimentação da pressão, instala-se uma válvula automática e um manómetro com capacidade de medição entre 1,5 e 2 vezes a pressão de ensaio. O manómetro deve ficar entre a válvula automática e a amostra de ensaio. Atingida a pressão de ensaio, as fugas são detectadas submergindo em água o orifício aberto ou utilizando outro método equivalente.
7. Para verificar a conformidade com os n.ºs 2 e 5, liga-se um tubo ao orifício de saída da válvula. A extremidade aberta deste tubo de saída desemboca numa coluna invertida, calibrada em cm<sup>3</sup> e fechada em baixo por uma junta estanque à água. O dispositivo é regulado de modo a que:
  - (1) a extremidade do tubo de saída fique aproximadamente 13 mm acima do nível da água, dentro da coluna invertida, e
  - (2) a água fique ao mesmo nível dentro e fora da coluna invertida. Feitos estes ajustamentos, regista-se o nível da água dentro da coluna invertida. Com a válvula fechada (posição normal de funcionamento), aplica-se ao seu orifício de admissão ar ou azoto à pressão de ensaio especificada, durante, pelo menos, 2 minutos. Entretanto, ajusta-se, se necessário, a posição vertical da coluna invertida, para manter o mesmo nível de água dentro e fora dela.

No final do ensaio e com a água ao mesmo nível dentro e fora, regista-se uma vez mais o nível da água dentro da coluna. Com base na variação de volume no interior da coluna invertida, calcula-se o débito de fuga (ou seja, a velocidade a que se produzem as fugas) pela seguinte fórmula:

$$V_1 = V_t \cdot \frac{60}{t} \cdot \left( \frac{273}{T} \cdot \frac{P}{101,6} \right)$$

em que

$V_1$  = débito de fuga, em cm<sup>3</sup> de ar ou azoto por hora;

$V_t$  = aumento de volume dentro da coluna invertida, durante o ensaio;

$t$  = duração do ensaio, em minutos;

$P$  = pressão barométrica durante o ensaio, em kPa;

$T$  = temperatura ambiente durante o ensaio, em graus K.

8. Em vez do método acima descrito, o débito de fuga pode ser medido por um fluxímetro (caudalímetro) instalado na válvula, junto ao orifício de admissão. O fluxímetro deve indicar com exactidão o débito máximo de fuga admissível para o fluido utilizado no ensaio.

## ANEXO 5-D

**ENSAIO DE COMPATIBILIDADE COM O GNC**

1. Um elemento sintético em contacto com GNC não deve acusar variação de volume ou perda de peso excessivas.

Resistência ao n-pentano: norma ISO 1817, com as seguintes condições:

- (i) meio: n-pentano;
- (ii) temperatura: 23 °C (tolerância segundo ISO 1817);
- (iii) período de imersão: 72 horas.

2. Critérios de aceitação:

variação máxima do volume: 20 %;

Após armazenamento em ar à temperatura de 40 °C durante 48 horas, a massa não pode diminuir mais de 5 %, em comparação com o valor inicial.

---

## ANEXO 5-E

**ENSAIO DE RESISTÊNCIA À CORROSÃO***Método de ensaio:*

1. Um componente metálico destinado a conter GNC deve satisfazer as exigências dos ensaios de estanquidade mencionados nos Anexos 5-B e 5-C, após ter sido sujeito, durante 144 horas, ao ensaio de nevoeiro salino em conformidade com a norma ISO CD 15500-2, com todas as ligações fechadas.
2. Um componente de cobre ou latão destinado a conter GNC deve satisfazer as exigências dos ensaios de estanquidade mencionados nos Anexos 5-B e 5-C, após ter sido sujeito, durante 24 horas, a uma imersão em amónia, em conformidade com a norma ISO CD 15500-2, com todas as ligações fechadas.

## ANEXO 5-F

**ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO CALOR SECO**

1. O ensaio tem de ser realizado em conformidade com a norma ISO 188. A amostra é exposta ao ar, durante 168 horas, a uma temperatura igual à temperatura máxima de funcionamento.
2. A variação admissível da resistência à tracção não deve exceder + 25 %. A variação admissível do alongamento de ruptura não deve exceder os seguintes valores:

acrécimo máximo:	10 %;
decrécimo máximo:	30 %.

## ANEXO 5-G

**ENVELHECIMENTO (DESAGREGAÇÃO) PELO OZONO**

1. O ensaio tem de ser realizado em conformidade com a norma ISO 1431/1.

A amostra a ensaiar é esticada até um alongamento de 20 % e exposta ao ar, a 40 °C, com uma concentração de 50 partes de ozono por cem milhões, durante 72 horas.

2. Não são permitidas fissurações na amostra.

## ANEXO 5-H

**ENSAIO DE CICLOS TÉRMICOS**

Um componente não-metálico destinado a conter GNC deve satisfazer os ensaios de estanquidade mencionados nos Anexos 5-B e 5-C, após ter sido sujeito, durante 96 horas, a um ensaio de alternância entre as temperaturas mínima e máxima de funcionamento, em ciclos de 120 minutos, à máxima pressão de funcionamento.

## ANEXO 5-I

## ENSAIO DE CICLOS TÉRMICOS APLICÁVEL SOMENTE A GARRAFAS (VER ANEXO 3)

## ANEXOS 5-J E 5-K

## (EM ABERTO)

## ANEXO 5-L

## ENSAIO DE DURABILIDADE (FUNCIONAMENTO CONTÍNUO)

*Método de Ensaio*

O componente é ligado, através de uma instalação adequada, a uma fonte pressurizada de ar seco ou azoto e sujeito ao número de ciclos especificado para o componente em causa. Um ciclo consiste numa operação de abertura e fecho do componente durante, pelo menos,  $10 \pm 2$  segundos.

a) *Ciclos à temperatura ambiente*

O componente é posto em funcionamento, durante 96 % da totalidade dos ciclos, à temperatura ambiente e à pressão nominal de funcionamento. Durante o fecho, a pressão a jusante do aparelho de ensaio deixa-se cair até 50 % da pressão de ensaio, após o que o componente deve satisfazer as exigências do ensaio de estanquidade do Anexo 5-B à temperatura ambiente. É permitido interromper esta parte do ensaio a intervalos de 20 %, para verificar a estanquidade.

b) *Ciclos a alta temperatura*

O componente é posto em funcionamento, durante 2 % da totalidade dos ciclos, à temperatura máxima especificada para a pressão nominal de funcionamento. No final dos ciclos a alta temperatura, o componente deve satisfazer as exigências do ensaio de estanquidade do Anexo 5-B à temperatura máxima especificada.

c) *Ciclos a baixa temperatura*

O componente é posto em funcionamento, durante 2 % da totalidade dos ciclos, à temperatura mínima especificada para a pressão nominal de funcionamento. No final dos ciclos a baixa temperatura, o componente deve satisfazer as exigências do ensaio de estanquidade do Anexo 5-B à temperatura mínima especificada.

Depois dos ensaios de ciclo e de um novo ensaio de estanquidade, o componente deve poder abrir e fechar completamente quando um binário de valor não superior ao indicado no quadro 5.3 for aplicado à sua alavanca de comando, primeiro no sentido de abertura completa e, depois, no sentido contrário.

Quadro 5.3

Dimensão do tubo de entrada do componente (mm)	Valor máximo do binário (Nm)
6	1,7
8 ou 10	2,3
12	2,8

Este ensaio deve ser realizado à temperatura máxima especificada e repetido à temperatura de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## ANEXO 5-M

**ENSAIO DE RUPTURA/DESTRUTIVO, APLICÁVEL SOMENTE A GARRAFAS (VER ANEXO 3)**

---

## ANEXO 5-N

**ENSAIO DE RESISTÊNCIA À VIBRAÇÃO**

Os componentes providos de partes móveis devem permanecer indemnes, funcionais e satisfazer as exigências dos ensaios de estanquidade, aplicáveis ao cabo de 6 horas de vibrações, em conformidade com o seguinte método de ensaio.

*Método de ensaio*

O componente é fixado a um aparelho e vibrado, durante 2 horas, a 17 Hz com uma amplitude de 1,5 mm (0,006 in) segundo cada um de três eixos de orientação. No final de um período de vibração de 6 horas, o componente deve cumprir o disposto no Anexo 5-C.

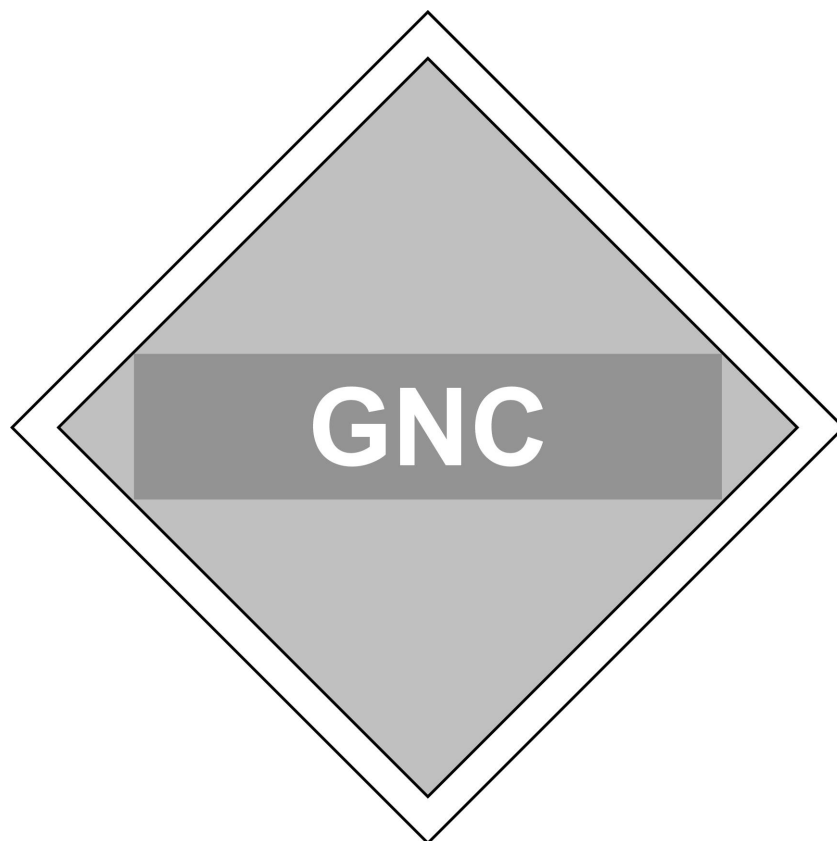
---

## ANEXO 5-O

**TEMPERATURAS DE FUNCIONAMENTO**

	Compartimento do motor	Montado no motor	Cabina de passageiros
Moderada	– 20 °C ÷ 105 °C	– 20 °C ÷ 120 °C	– 20 °C ÷ 85 °C
Frio	– 40 °C ÷ 105 °C	– 40 °C ÷ 120 °C	– 40 °C ÷ 85 °C

## ANEXO 6

**DISPOSIÇÕES RELATIVAS À MARCA DE IDENTIFICAÇÃO DE GNC EM VEÍCULOS DE TRANSPORTES PÚBLICOS**

A marca consiste num autocolante resistente a intempéries.

A cor e dimensões do autocolante devem satisfazer as seguintes exigências:

**Cores:**

Fundo:	verde
Bordos:	branco ou branco reflector
Letras:	branco ou branco reflector

**Dimensões:**

Largura dos bordos:	4-6 mm
Altura dos caracteres:	≥ 25 mm
Largura dos caracteres:	≥ 4 mm
Largura do autocolante:	110-150 mm
Altura do autocolante:	80-110 mm

A abreviatura «GNC» (ou «CNG», em versão inglesa) deve ser colocada no centro do autocolante.

---