

## QUADRO V

**Hinos**

Presidente da Assembleia da República — Hino da Assembleia da República.

Presidentes das Assembleias Legislativas e presidentes dos Governos Regionais — hino da respectiva Região Autónoma.

Restantes entidades — Hino da Maria da Fonte.

Director nacional, directores nacionais-adjuntos, inspector-nacional e superintendente-chefe — Hino da Maria da Fonte (ou hino da PSP, caso ele exista).

## QUADRO VI

**Honras fúnebres**

Categorias	Entidades	Guardas de honra na câmara ardente	Escolta de honra (acompanhará o féretro desde a saída da câmara ardente até à porta do cemitério)	Guarda de honra (no exterior do cemitério e junto da sua entrada)
I	Director nacional; directores nacionais-adjuntos; inspector-nacional; superintendente-chefe.	Quatro elementos da PSP.	Dois motociclos.	Força constituída por um grupo. Estandarte ou guião.
II	Superintendente; intendente; subintendente.	Idem.	Dois motociclos (quando em funções de comando).	Força constituída por dois subgrupos. Estandarte ou guião.
III	Comissário.	Idem.	Sem escolta.	Força constituída por um subgrupo.
IV	Subcomissário; aspirante a oficial de polícia.	Idem.	Sem escolta.	Força constituída por duas equipas.
V	Cadetes alunos do Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna.	Quatro cadetes alunos.	Sem escolta.	Força constituída por uma equipa.
VI	Chefe principal; chefe . . . . .	Quatro elementos da PSP.	Sem escolta.	Força constituída por uma equipa.
VII	Agente principal; agente . . . . .	Idem.	Sem escolta.	Força constituída por uma equipa.
VIII	Alunos da Escola Prática de Polícia	Idem.	Sem escolta.	Força constituída por uma equipa de alunos da EPP.

## MINISTÉRIO DA ECONOMIA, DA INOVAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO

### Decreto-Lei n.º 46/2011

de 30 de Março

O presente decreto-lei estabelece um conjunto de medidas que alteram as prescrições gerais de homologação dos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias, adaptando os respectivos procedimentos de ensaio e simplificando os requisitos de notificação e as obrigações de declaração no âmbito do denominado regime flexível.

Para tal, procede à transposição, para a ordem jurídica interna, da Directiva n.º 2010/26/UE, da Comissão, de 31 de Março, que altera a Directiva n.º 97/68/CE, de 16 de Dezembro.

A Directiva n.º 97/68/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, aproximou as legislações dos Estados membros respeitantes a medidas contra a emissão de poluentes gasosos e de partículas pelos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias, no sentido de assumir como princípio fundamental que todas as pessoas devem ser efectivamente protegidas contra riscos de saúde reconhecidamente causados pela poluição do ar. Esta directiva foi alterada pelas Directivas n.ºs 2002/88/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de Dezembro,

e 2004/26/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril.

A transposição para a ordem jurídica nacional das directivas referidas foi concretizada através do Decreto-Lei n.º 236/2005, de 30 de Dezembro, no caso dos motores de ignição por compressão (diesel), e do Decreto-Lei n.º 47/2006, de 27 de Fevereiro, para os motores de ignição comandada (gasolina), diplomas que se encontram em vigor, importando proceder à sua alteração.

Assim, o presente decreto-lei vem, em primeiro lugar, introduzir alterações em matéria de prescrições gerais de homologação de motores diesel, que decorrem da evolução tecnológica, nomeadamente no seu controlo electrónico, procedendo-se a uma actualização das regras aplicáveis.

Em segundo lugar, vem prever a adaptação dos procedimentos de ensaio de homologação de motores destinados a demonstrar a conformidade com os limites de emissão.

Em terceiro lugar, simplificam-se os requisitos de utilização do regime flexível aplicável à colocação de motores no mercado.

Por último, prorroga-se até 31 de Julho de 2013 o período de isenção do cumprimento dos valores limite de emissão de poluentes gasosos e de partículas da fase II estabelecido para certas máquinas móveis de mão equipadas com motores a gasolina (como, por exemplo, máquinas para cortar sebes e motosserras) devido às dificuldades técnicas no seu cumprimento.

Assim:

Nos termos da alínea a) do n.º 1 do artigo 198.º da Constituição, o Governo decreta o seguinte:

**Artigo 1.º**

**Objecto**

1 — O presente decreto-lei transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2010/26/UE, da Comissão, de 31 de Março, que altera e adapta ao progresso técnico a Directiva n.º 97/68/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa à aproximação das legislações dos Estados membros respeitantes a medidas contra a emissão de poluentes gasosos e de partículas pelos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias.

2 — O presente decreto-lei altera os Decretos-Leis n.ºs 236/2005, de 30 de Dezembro, e 47/2006, de 27 de Fevereiro, ambos alterados pelo Decreto-Lei n.º 302/2007, de 23 de Agosto.

**Artigo 2.º**

**Alteração ao Decreto-Lei n.º 236/2005, de 30 de Dezembro**

O artigo 25.º do Decreto-Lei n.º 236/2005, de 30 de Dezembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 302/2007, de 23 de Agosto, passa a ter a seguinte redacção:

«Artigo 25.º

[...]

1 — A fiscalização do cumprimento do disposto no artigo 13.º compete à Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE), sem prejuízo das competências atribuídas por lei a outras entidades.

2 — Os autos de notícia levantados pelas entidades fiscalizadoras são enviados à ASAE para instrução.

3 — A instrução do processo é da competência da ASAE.»

**Artigo 3.º**

**Alteração aos anexos do Decreto-Lei n.º 236/2005, de 30 de Dezembro**

Os anexos I, II, III, IV e XII do Decreto-Lei n.º 236/2005, de 30 de Dezembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 302/2007, de 23 de Agosto, são alterados nos termos constantes do anexo I ao presente decreto-lei, que dele faz parte integrante.

**Artigo 4.º**

**Alteração ao Decreto-Lei n.º 47/2006, de 27 de Fevereiro**

Os artigos 9.º, 14.º e 16.º do Decreto-Lei n.º 47/2006, de 27 de Fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 302/2007, de 23 de Agosto, passam a ter a seguinte redacção:

«Artigo 9.º

[...]

1 — .....

2 — Sem prejuízo do número anterior, é concedida uma prorrogação do período de isenção até 31 de Julho de 2013, na categoria de máquinas com uma pega

na parte superior, para as máquinas portáteis de cortar sebes e as motosserras para a manutenção de árvores com uma pega na parte superior, para uso profissional e funcionando em posições múltiplas, equipadas de motores das classes SH:2 e SH:3.

3 — (Anterior n.º 2.)

4 — (Anterior n.º 3.)

5 — (Anterior n.º 4.)

6 — (Anterior n.º 5.)

7 — (Anterior n.º 6.)

8 — (Anterior n.º 7.)

9 — (Anterior n.º 8.)

10 — (Anterior n.º 9.)

11 — (Anterior n.º 10.)

12 — (Anterior n.º 11.)

**Artigo 14.º**

[...]

A fiscalização do cumprimento do disposto no artigo 8.º compete à Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE), sem prejuízo das competências atribuídas por lei a outras entidades.

**Artigo 16.º**

[...]

1 — .....

2 — .....

a) .....

b) 30% para a ASAE;

c) .....

**Artigo 5.º**

**Alteração ao anexo II do Decreto-Lei n.º 47/2006, de 27 de Fevereiro**

O anexo II do Decreto-Lei n.º 47/2006, de 27 de Fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 302/2007, de 23 de Agosto, é alterado nos termos constantes do anexo II ao presente decreto-lei, que dele faz parte integrante.

**Artigo 6.º**

**Entrada em vigor**

O presente decreto-lei entra em vigor em 31 de Março de 2011.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 11 de Novembro de 2010. — José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa — Luís Filipe Marques Amado — Emanuel Augusto dos Santos — Alberto de Sousa Martins — José Carlos das Dores Zorrinho — António Augusto da Ascensão Mendonça — Fernanda Maria Rosa do Carmo Julião.

Promulgado em 23 de Fevereiro de 2011.

Publique-se.

O Presidente da República, ANÍBAL CAVACO SILVA.

Referendado em 28 de Fevereiro de 2011.

O Primeiro-Ministro, José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa.

## ANEXO I

(a que se refere o artigo 3.º)

## «ANEXO I

**Definições, símbolos e abreviaturas, marcações dos motores, especificações e ensaios, especificação das avaliações da conformidade da produção, parâmetros de definição da família de motores e escolha do motor precursor.****1 — Definições, símbolos e abreviaturas**

Para efeitos do presente diploma, entende-se por:

1.1 — «Motor de ignição por compressão» o motor que funciona segundo o princípio da ignição por compressão, por exemplo motor diesel.

1.2 — «Poluentes gasosos» o monóxido de carbono, os hidrocarbonetos, pressupondo-se uma razão de  $C_1:H_{1,85}$  e os óxidos de azoto, expressos em equivalente de dióxido de azoto ( $NO_2$ ).

1.3 — «Partículas» qualquer material recolhido num meio filtrante especificado após diluição dos gases de escape do motor de combustão interna com ar limpo filtrado, de modo a que a temperatura não exceda 325 K (52°C).

1.4 — «Potência útil» a potência em kW CEE obtida no banco de ensaios na extremidade da cambota ou seu equivalente, medida de acordo com o método CEE de medição da potência dos motores de combustão interna destinados aos veículos rodoviários estabelecido na Directiva n.º 80/1269/CEE, sendo no entanto excluída neste caso a potência da ventoinha de arrefecimento e utilizando-se as condições de ensaio e o combustível de referência especificados no presente diploma.

1.5 — «Velocidade nominal» a velocidade máxima a plena carga admitida pelo regulador, conforme especificada pelo fabricante.

1.6 — «Carga parcial» a fracção do binário máximo disponível a uma dada velocidade do motor.

1.7 — «Velocidade de binário máximo» a velocidade do motor em que se obtém o binário máximo, conforme especificada pelo fabricante.

1.8 — «Velocidade intermédia» a velocidade do motor que satisfaz um dos seguintes requisitos:

a) Para os motores concebidos para funcionar a uma gama de velocidades na curva do binário a plena carga, a velocidade intermédia é a velocidade de binário máximo declarada, se ocorrer entre 60% e 75% da velocidade nominal, ou

b) Se a velocidade de binário máximo declarada for inferior a 60% da velocidade nominal, a velocidade intermédia é 60% da velocidade nominal, ou

c) Se a velocidade de binário máximo declarada for superior a 75% da velocidade nominal, a velocidade intermédia é 75% da velocidade nominal.

1.9 — «Volume igual ou superior a 100 m<sup>3</sup>» de uma embarcação de navegação interior, o seu volume calculado com base na fórmula  $L \times B \times T$ , em que «L» é o comprimento fora a fora em metros, excluindo o leme e gurupés, «B» é a boca máxima do casco em metros, medida no exterior da chapa de costado, excluindo rodas de pás propulsoras, verdugos, etc. e «T» a distância vertical, medida entre o ponto mais baixo do casco ou

quilha e uma linha correspondente ao calado máximo da embarcação.

1.10 — «Certificado de navegação ou de segurança válido» é:

a) Um certificado de conformidade com a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar de 1974 (SOLAS 74), emendada, ou um certificado equivalente; ou

b) Um certificado de conformidade com a Convenção Internacional das Linhas de Carga de 1966, emendada, ou um certificado equivalente, e um certificado Internacional para a Prevenção da Poluição do Mar por Hidrocarbonetos, certificado IOPP, em conformidade com a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios de 1973 (MARPOL), emendada.

1.11 — «Dispositivo manipulador» o dispositivo que serve para medir, detectar ou reagir a variáveis de funcionamento para activar, modular, atrasar ou desactivar a função de um dado componente do sistema de controlo das emissões, a fim de reduzir a eficácia desse sistema de controlo das emissões em condições de funcionamento normais de máquinas móveis não rodoviárias, a menos que a utilização desse dispositivo esteja substancialmente incluída no método de certificação de ensaio de emissões aplicado.

1.12 — «Estratégia irracional de controlo» a estratégia ou medida através da qual a eficácia de um sistema de controlo de emissões, em condições de funcionamento normais de uma máquina móvel não rodoviária, é reduzida a um nível inferior ao exigido no método de ensaios de emissões aplicado.

1.13 — «Pós-tratamento» a passagem dos gases de escape através de um dispositivo ou sistema cuja finalidade é alterar química ou fisicamente os gases antes da libertação para a atmosfera.

1.14 — «Dispositivo auxiliar de controlo das emissões» qualquer dispositivo que detecta os parâmetros de funcionamento do motor com a finalidade de ajustar o funcionamento de qualquer parte do sistema de controlo das emissões.

1.15 — «Sistema de controlo das emissões» qualquer dispositivo, sistema ou elemento de projecto que controla ou reduz as emissões.

1.16 — «Sistema de combustível» todos os componentes envolvidos na medição e mistura do combustível.

1.17 — «Motor secundário» o motor instalado num veículo a motor, mas que não fornece potência motriz ao veículo.

1.18 — «Duração do modo» o tempo que decorre entre o abandono da velocidade ou binário do modo anterior ou da fase de pré-condicionamento e o início do modo seguinte. Inclui o tempo que decorre entre a alteração da velocidade ou binário e a estabilização no início de cada modo.

1.19 — «Parâmetro ajustável» qualquer dispositivo, sistema ou elemento do projecto fisicamente ajustável que pode afectar as emissões ou o comportamento funcional do motor durante os ensaios de emissões ou o funcionamento normal.

1.20 — «Ciclo de ensaios» a sequência de pontos de ensaio, cada um com uma velocidade e um binário definidos, que devem ser seguidos pelo motor em

condições de funcionamento em estado estacionário, designado ensaio NRSC, ou transiente, designado ensaio NRTC.

### 1.21 — Símbolos e abreviaturas

#### 1.21.1 — Símbolos dos parâmetros de ensaio

Símbolo	Unidade	Descrição
A/F <sub>st</sub>	—	Relação estequiométrica ar/combustível.
A <sub>p</sub>	m <sup>2</sup>	Área da secção transversal da sonda isocinética de recolha de amostras.
AT	m <sup>2</sup>	Área da secção transversal do tubo de escape.
Aver	m <sup>3</sup> /h kg/h	Valores médios ponderados do: Caudal volumétrico, Caudal mássico.
C1	—	Hidrocarbonetos C1 equivalentes.
C <sub>d</sub>	—	Coefficiente de descarga do SSV.
Conc	ppm	Concentração, com sufixo do componente.
Conc <sub>c</sub>	ppm	Concentração de fundo corrigida.
Conc <sub>d</sub>	ppm	Concentração do poluente medida no ar de diluição.
Conc <sub>c</sub>	ppm	Concentração do poluente medida no ar de diluição medida nos gases de escape diluídos ppm.
d	m	Diâmetro.
DF	—	Factor de diluição.
fa	—	Factor atmosférico do laboratório.
G <sub>AIRD</sub>	kg/h	Caudal mássico do ar de admissão em base seca.
G <sub>AIRW</sub>	kg/h	Caudal mássico do ar de admissão em base húmida.
G <sub>DILW</sub>	kg/h	Caudal mássico do ar de diluição em base húmida.
G <sub>EDFW</sub>	kg/h	Caudal mássico equivalente dos gases de escape diluídos em base húmida.
G <sub>EXHW</sub>	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape em base húmida.
G <sub>FUEL</sub>	kg/h	Caudal mássico de combustível.
G <sub>SE</sub>	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape recolhidos como amostra.
GT	cm <sup>3</sup> /min	Caudal do gás traçador.
G <sub>TOTW</sub>	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape diluídos em base húmida.
H <sub>a</sub>	g/kg	Humidade relativa do ar de admissão, %.
H <sub>d</sub>	g/kg	Humidade relativa do ar de diluição, %.
H <sub>REF</sub>	g/kg	Valor de referência da humidade absoluta 10,71 g/kg para o cálculo dos factores de correcção em relação à humidade do NO <sub>x</sub> e das partículas.
i	—	Índice que denota um dado modo, para o ensaio NRSC, ou um valor instantâneo para o ensaio NRTC.
K <sub>H</sub>	—	Factor de correcção em relação à humidade para o NO <sub>x</sub> .
K <sub>p</sub>	—	Factor de correcção em relação à humidade para as partículas.
K <sub>v</sub>	—	Função de calibração do SFV.
K <sub>w,a</sub>	—	Factor de correcção seco-húmido para o ar de admissão.
K <sub>w,d</sub>	—	Factor de correcção seco-húmido para o ar de diluição.
K <sub>w,e</sub>	—	Factor de correcção seco-húmido para os gases de escape diluídos.
K <sub>w,r</sub>	—	Factor de correcção seco-húmido para os gases de escape brutos.
L	%	Percentagem do binário relacionada com o binário máximo para a velocidade de ensaio.
M <sub>d</sub>	Mg	Massa da amostra de partículas do ar de diluição recolhido.
M <sub>DIL</sub>	kg	Massa da amostra de ar de diluição que passou através dos filtros de recolha de amostras de partículas.
M <sub>EDFW</sub>	kg	Massa dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo.
M <sub>EXHW</sub>	kg	Fluxo máximo total dos gases de escape durante o ciclo.
M <sub>f</sub>	Mg	Massa de amostra de partículas recolhida.
M <sub>f,p</sub>	Mg	Massa de amostra de partículas recolhidas no filtro primário.
M <sub>f,b</sub>	Mg	Massa de amostra de partículas recolhidas no filtro secundário.

Símbolo	Unidade	Descrição
M <sub>gas</sub>	g	Massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo.
M <sub>PT</sub>	g	Massa total das partículas ao longo do ciclo.
M <sub>SAM</sub>	kg	Massa da amostra dos gases de escape diluídos que passou pelos filtros de recolha de amostras de partículas.
M <sub>SE</sub>	kg	Massa da amostra dos gases de escape durante o ciclo.
M <sub>SEC</sub>	kg	Massa do ar de diluição secundária.
M <sub>TOT</sub>	kg	Massa total dos gases de escape diluídos duplamente ao longo do ciclo.
M <sub>TOTW</sub>	kg	Massa total dos gases de escape diluídos que passa através do túnel de diluição durante o ciclo em base húmida.
M <sub>TOTW,I</sub>	kg	Massa instantânea dos gases de escape diluídos que passam no túnel de diluição em base húmida.
mass	g/h	Índice que denota o caudal máximo das emissões.
N <sub>p</sub>	—	Rotações totais da PDP ao longo do ciclo.
n <sub>ref</sub>	min <sup>-1</sup>	Velocidade de referência do motor para o ensaio NRTC.
n <sub>sp</sub>	s <sup>-2</sup>	Derivada da velocidade do motor.
P	kW	Potência, não corrigida do efeito do freio.
p <sub>i</sub>	kPa	Depressão à entrada da bomba da PDP.
P <sub>A</sub>	kPa	Pressão absoluta.
P <sub>a</sub>	kPa	Pressão do vapor de saturação do ar de admissão do motor (norma ISO 3046: P <sub>sy</sub> =P <sub>SY</sub> ambiente de ensaio).
P <sub>AE</sub>	kW	Potência total declarada absorvida pelos equipamentos auxiliares montados para o ensaio não exigidos pelo disposto no n.º 1.4 do presente anexo.
P <sub>B</sub>	kPa	Pressão barométrica total (norma ISO 3046: P <sub>x</sub> =P <sub>x</sub> pressão total ambiente do local P <sub>y</sub> =P <sub>y</sub> pressão total ambiente de ensaio).
P <sub>d</sub>	kPa	Pressão do vapor de saturação do ar de diluição.
P <sub>M</sub>	kW	Potência máxima medida à velocidade de ensaio em condições de ensaio, conforme apêndice I do anexo vi.
P <sub>s</sub>	kPa	Pressão atmosférica em seco.
q	—	Razão de diluição.
Q <sub>s</sub>	m <sup>3</sup> /s	Caudal volúmico do CVS.
r	—	Razão do SSV na pressão estática absoluta de admissão.
r	—	Razão entre as áreas das secções transversais da sonda isocinética e do tubo de escape.
R <sub>a</sub>	%	Humidade relativa do ar de admissão.
R <sub>d</sub>	%	Humidade relativa do ar de diluição.
R <sub>e</sub>	—	Número de Reynolds.
R <sub>f</sub>	—	Factor de resposta do FID.
T	K	Temperatura absoluta.
t	s	Tempo de medição.
T <sub>a</sub>	K	Temperatura absoluta do ar de admissão.
T <sub>D</sub>	K	Temperatura absoluta do ponto de orvalho.
T <sub>ref</sub>	K	Temperatura de referência do ar de combustão (298 K).
T <sub>sp</sub>	N·m	Binário exigido para o ciclo em condições transientes.
t <sub>10</sub>	s	de dados e a obtenção de 10% da leitura final.
t <sub>50</sub>	s	Intervalo de tempo entre a entrada de dados e a obtenção de 50% da leitura final.
t <sub>90</sub>	s	Intervalo de tempo entre a entrada de dados e a obtenção de 90% da leitura final.
Δ <sub>tl</sub>	s	Intervalo de tempo entre a recolha de sucessivos dados relativos aos fumos (= 1/por razão de recolha de amostras).
V <sub>0</sub>	m <sup>3</sup> /rev	Caudal volúmico da PDP nas condições reais.
W <sub>act</sub>	kWh	Trabalho real do ciclo do ensaio NRTC.
W <sub>F</sub>	—	Factor de segurança.
W <sub>FE</sub>	—	Factor de ponderação efectivo.
X <sub>0</sub>	m <sup>3</sup> /rev	Função de calibração do caudal volúmico da PDP.
θ <sub>D</sub>	kg·m <sup>2</sup>	Inércia de rotação do dinamómetro de correntes de Foucault.
β	—	Razão do SSV.
λ	—	Relação ar/combustível.
ρ <sub>EXH</sub>	kg/m <sup>3</sup>	densidade dos gases de escape.

## 1.21.2 — Símbolos dos componentes químicos:

$CH_4$  — Metano;  
 $C_3H_8$  — Propano;  
 $C_2H_6$  — Etano;  
 $CO$  — Monóxido de carbono;  
 $CO_2$  — Dióxido de carbono;  
 DOP — Ftalato de dioctilo;  
 $H_2O$  — Água;  
 HC — Hidrocarbonetos;  
 $NO_x$  — Óxidos de Azoto;  
 $NO$  — Óxido de azoto;  
 $NO_2$  — Dióxido de azoto;  
 $O_2$  — Oxigénio;  
 PT — Partículas;  
 PTFE — Politetrafluoroetileno;

## 1.21.3 — Abreviaturas

CFV — Tubo de Venturi de escoamento crítico;  
 CLD — Detector quimioluminescente;  
 CI — Ignição por compressão;  
 FID — Detector de ionização por chama;  
 FS — Escala completa;  
 HCLD — Detector quimioluminescente aquecido;  
 HFID — Detector aquecido de ionização por chama;  
 NDIR — Analisador de infra-vermelho não dispersivo;  
 NG — Gás natural;  
 NRSC — Ciclo de ensaios em condições estacionárias não rodoviário;  
 NRTC — Ciclo de ensaios em condições transientes não rodoviário;  
 PDP — Bomba volumétrica;  
 SI — Ignição comandada;  
 SSV — Venturi subsónico.

## 2 — Marcações dos motores

2.1 — Os motores de ignição por compressão homologados de acordo com o presente diploma devem ostentar:

2.1.1 — A marca ou nome do fabricante do motor,

2.1.2 — O tipo do motor, ou família, se aplicável, e um único número de identificação,

2.1.3 — O número da homologação CE, conforme descrito no anexo VII,

2.1.4 — Etiquetas de acordo com o anexo XII, se o motor for colocado no mercado ao abrigo das disposições do regime flexível.

2.2 — As marcas devem durar a vida útil do motor e ser claramente legíveis e indeléveis. Se forem utilizadas etiquetas ou chapas, devem ser apostas de modo tal que, além disso, a fixação dure a vida útil do motor e as etiquetas ou chapas não possam ser removidas sem as destruir ou apagar.

2.3 — A marcação deve ser fixada a uma parte do motor necessária para o funcionamento normal deste e que não tenha normalmente de ser substituída durante a vida do motor.

2.3.1 — A marcação deve ser colocada num local facilmente visível para uma pessoa de estatura média quando o motor estiver montado com todos os auxiliares necessários para o seu funcionamento.

2.3.2 — Cada motor deve ser acompanhado de uma chapa amovível suplementar de um material duradouro, com todos os dados referidos no n.º 2.1, que deverá ser posicionada, se necessário, por forma a que a marcação

referida no n.º 2.1 fique prontamente visível para uma pessoa de estatura média e facilmente acessível quando o motor estiver montado na máquina.

2.4 — O código dos motores em conjugação com os números de identificação deve ser tal que permita, sem quaisquer dúvidas, a sequência de produção.

2.5 — Antes de sair da linha de produção, os motores devem ostentar todas as marcações.

2.6 — A localização exacta das marcações do motor deve ser indicada na parte 1 do modelo que consta do anexo VI.

## 3 — Especificações e ensaios

3.1 — *Generalidades.* — Os componentes susceptíveis de afectarem a emissão de poluentes gasosos e de partículas devem ser concebidos, construídos e montados de modo a permitir que o motor, em utilização normal, e apesar das vibrações a que possa estar sujeito, satisfaça as disposições do presente diploma.

As medidas técnicas tomadas pelo fabricante devem ser de modo a assegurar que as emissões acima mencionadas sejam efectivamente limitadas, nos termos do presente diploma, durante a vida normal do motor e em condições normais de utilização. Presume-se que essas disposições são satisfeitas se forem cumpridas as disposições dos n.ºs 3.2.1, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6 e 4.3.2.1.

Se forem utilizados um catalisador e ou um filtro de partículas, o fabricante deve provar, através de testes de durabilidade, para as fases I e II, que ele próprio pode efectuar de acordo com a boa prática de engenharia, e através dos registos correspondentes, que se pode esperar que esses dispositivos pós-tratamento funcionem correctamente durante a vida do motor. Os registos devem ser apresentados de acordo com os requisitos do n.º 4.2 e, nomeadamente, do n.º 4.2.3. Deve ser fornecida ao cliente uma garantia correspondente. É admissível a substituição sistemática do dispositivo após um determinado tempo de funcionamento do motor. Quaisquer ajustamentos, reparações, desmontagens, limpezas ou substituições de componentes ou sistemas do motor, efectuados numa base periódica para evitar o mau funcionamento do motor em ligação com o dispositivo pós-tratamento, apenas podem ser efectuados na medida do tecnologicamente necessário para assegurar o correcto funcionamento do sistema de controlo de emissões. Os requisitos relativos a manutenção programada devem ser incluídos no manual do cliente e abrangidos pelas disposições de garantia acima mencionadas, devendo ser aprovados antes de ser concedida a homologação. As partes do manual relativas à manutenção ou substituição dos dispositivos de pós-tratamento e às condições de garantia devem ser incluídas na ficha de informações cujo modelo consta do anexo II.

Todos os motores que expelem gases de escape misturados com água serão equipados com uma conexão no sistema de escape do motor localizada a jusante do motor e antes de qualquer ponto em que os gases de escape entrem em contacto com a água, ou qualquer outro meio de arrefecimento ou lavagem, para a fixação temporária de equipamento de recolha de emissões gasosas ou de partículas. É importante que a localização desta conexão permita uma amostra de mistura bem representativa dos gases de escape. Esta conexão será efectuada internamente através de um tubo roscado

com roscas normalizadas de dimensão não superior a meia polegada e será fechada por meio de um obturador quando não estiver a ser utilizada, sendo autorizadas conexões equivalentes.

3.2 — *Especificações relativas às emissões de poluentes.* — Os componentes gasosos e as partículas emitidos pelo motor submetido a ensaio devem ser medidos através dos métodos descritos no anexo v.

Podem ser aceites outros sistemas ou analisadores se conduzirem a resultados equivalentes aos dos seguintes sistemas de referência:

a) No que diz respeito às emissões gasosas medidas nos gases de escape brutos, o sistema indicado na figura 2 do anexo v;

b) No que diz respeito às emissões gasosas medidas nos gases de escape diluídos de um sistema de diluição do escoamento total, o sistema indicado na figura 3 do anexo v;

c) Para as emissões de partículas, o sistema de diluição do escoamento total a funcionar quer com um filtro separado para cada modo quer pelo método do filtro único, indicado na figura 13 do anexo v.

A determinação da equivalência de sistemas deve-se basear num estudo de correlação que inclua um ciclo de sete, ou mais, ensaios entre o sistema em consideração e um ou mais dos sistemas de referência acima mencionados.

Haverá equivalência se as médias dos valores ponderados das emissões em cada ciclo, obtidos com cada um dos sistemas, não variem mais de  $\pm 5\%$ . O ciclo a utilizar deve ser conforme indicado no n.º 3.7.1 do anexo III.

Para a introdução de um novo sistema no presente diploma, a determinação da equivalência deve basear-se no cálculo da repetibilidade e reprodutibilidade, conforme descrito na norma ISO 5725.

3.2.1 — Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos, de óxidos de azoto e de partículas obtidos não devem exceder, para a fase I, os valores indicados no quadro a seguir:

Potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
130 ≤ P ≤ 560 . . . . .	5,0	1,3	9,2	0,54
75 ≤ P < 130 . . . . .	5,0	1,3	9,2	0,70
37 ≤ P < 75 . . . . .	6,5	1,3	9,2	0,85

3.2.2 — Os valores-limite das emissões dados no n.º 3.2.1 referem-se à saída do motor e devem ser conseguidos antes de qualquer dispositivo de pós-tratamento do escape.

3.2.3 — Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos, de óxidos de azoto e de partículas obtidos não devem exceder, para a fase II, os valores indicados no quadro a seguir:

Potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
130 ≤ P ≤ 560 . . . . .	3,5	1,0	6,0	0,2
75 ≤ P < 130 . . . . .	5,0	1,0	6,0	0,3
37 ≤ P < 75 . . . . .	5,0	1,3	7,0	0,4
18 ≤ P < 37 . . . . .	5,5	1,5	8,0	0,8

3.2.4 — As emissões de monóxido de carbono, do conjunto dos hidrocarbonetos e óxidos de azoto e de partículas não devem exceder, para a fase III-A, as quantidades indicadas nos quadros seguintes:

a) Motores para outras aplicações que não a propulsão de embarcações de navegação interior, locomotivas e automotoras ferroviárias:

Categoria: potência útil: (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Soma de hidrocarbonetos e óxidos de azoto (HC + NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
H: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW . . . . .	3,5	4,0	0,2
I: 75 kW ≤ P < 130 kW . . . . .	5,0	4,0	0,3
J: 37 kW ≤ P < 75 kW . . . . .	5,0	4,7	0,4
K: 19 kW ≤ P < 37 kW . . . . .	5,5	7,5	0,6

b) Motores a utilizar para a propulsão de embarcações de navegação interior:

Categoria: cilindrada/potência útil: (P) (litros por cilindro/kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Soma de hidrocarbonetos e óxidos de azoto (HC + NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
V1:1 SV < 0,9 e P ≥ 37 kW . . . . .	5,0	7,5	0,40
V1:2 0,9 ≤ SV < 1,2 . . . . .	5,0	7,2	0,30
V1:3 1,2 ≤ SV < 2,5 . . . . .	5,0	7,2	0,20
V1:4 2,5 ≤ SV < 5 . . . . .	5,0	7,2	0,20
V2:1 5 ≤ SV < 15 . . . . .	5,0	7,8	0,27
V2:2 15 ≤ SV < 20 e P < 3 300 kW . . . . .	5,0	8,7	0,50
V2:3 15 ≤ SV < 20 e P > 3 300 kW . . . . .	5,0	9,8	0,50
V2:4 20 ≤ SV < 25 . . . . .	5,0	9,8	0,50
V2:5 25 ≤ SV < 30 . . . . .	5,0	11,0	0,50

c) Motores para a propulsão de locomotivas ferroviárias:

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Conjunto dos hidrocarbonetos e óxidos de azoto (HC + NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)	
RL A: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW . . . . .	3,5	4,0	0,2	
	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
RH A: P > 560 kW	3,5	0,5	6,0	0,2
RH A: Motores P > 2 000 kW e SV > 5 l/cilindro . . . . .	3,5	0,4	7,4	0,2

d) Motores para a propulsão de automotoras ferroviárias:

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Conjunto dos hidrocarbonetos e dos óxidos de azoto (HC + NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
RC A: 130 kW < P . . . . .	3,5	4,0	0,20

3.2.5 — As emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de azoto, ou a sua soma, se aplicável, e as emissões de partículas não devem

exceder para a fase III-B as quantidades indicadas nos quadros seguintes:

a) Motores para outras aplicações que não a propulsão de locomotivas ou automotoras ferroviárias ou embarcações de navegação interior:

Categoria: potência útil: (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
L: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	2,0	0,025
M: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	0,19	3,3	0,025
N: 56 kW ≤ P < 75 kW	5,0	0,19	3,3	0,025
		Conjunto dos hidrocarbonetos e óxidos de azoto (HC + NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)		
P: 37 kW ≤ P < 56 kW	5,0	4,7		0,025

b) Motores para a propulsão de automotoras ferroviárias:

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxido de azoto (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
RC B: 130 kW < P . . . . .	3,5	0,19	2,0	0,025

c) Motores para a propulsão de locomotivas:

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Soma de hidrocarbonetos e óxidos de azoto (HC + NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
R B: 130 kW < P . . . . .	3,5	4,0	0,025

3.2.6 — As emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de azoto, ou a sua soma, quando relevante, e as emissões de partículas não devem exceder para a fase IV as quantidades indicadas no quadro seguinte:

a) Motores para outras aplicações que não a propulsão de locomotivas ou automotoras ferroviárias ou embarcações de navegação anterior:

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxido de azoto (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
Q: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	0,4	0,025
R: 56 kW ≤ P < 130 kW	5,0	0,19	0,4	0,025

3.2.7 — Os valores-limite dos n.ºs 3.2.4, 3.2.5. e 3.2.6. devem incluir os factores de deterioração calculados de acordo com o apêndice 5 do anexo III.

No caso dos valores-limites dos n.ºs 3.2.5 e 3.2.6, no conjunto das condições de carga escolhidas ao acaso, pertencendo a uma área de controlo definida e com excepção das condições de funcionamento do motor não sujeitas a uma tal disposição, as emissões recolhidas durante um período não inferior a 30 segundos não devem ultrapassar 100% dos valores-limite indicados nos quadros supramencionados.

3.2.8 — Se conforme definido no n.º 5 juntamente com o apêndice 2 do anexo II, uma família de motores

abranger mais de que uma banda de potências, os valores das emissões do motor precursor para homologação e de todos os tipos de motores dentro da mesma família na conformidade da produção, devem satisfazer os requisitos mais estritos da banda de potências mais elevada. O requerente é livre de restringir a definição das famílias de motores a bandas de potências únicas e de pedir a certificação de acordo com esse facto.

3.3 — *Instalação na máquina móvel.* — A instalação do motor na máquina móvel deve satisfazer as restrições estabelecidas no âmbito da homologação. Além disso, devem ser sempre satisfeitas as seguintes características em relação à homologação do motor:

3.3.1 — A depressão na admissão não deve exceder a especificada para o motor homologado de acordo com os apêndices 1 ou 3 do anexo II.

3.3.2 — A contrapressão de escape não deve exceder a especificada para o motor homologado de acordo com os apêndices 1 ou 3 do anexo II.

#### 4 — Especificação das avaliações da conformidade da produção

4.1 — Em relação à verificação da existência de disposições e processos satisfatórios para assegurar o controlo efectivo da conformidade da produção antes da concessão da homologação, a autoridade de homologação deve também aceitar como satisfazendo os requisitos o cumprimento pelo fabricante da norma harmonizada EN 29002, cujo âmbito abrange os motores em questão, ou de uma norma equivalente. O fabricante deve fornecer pormenores sobre o cumprimento da norma e informar as autoridades de homologação de quaisquer revisões da sua validade ou âmbito. Para verificar se os requisitos do n.º 3.2 são sempre satisfeitos, devem ser efectuados controlos adequados de produção.

4.2 — O titular da homologação deve, em especial:

4.2.1 — Assegurar a existência de processos para o controlo efectivo da qualidade do produto;

4.2.2 — Ter acesso aos equipamentos de controlo necessários para verificar a conformidade com cada tipo homologado;

4.2.3 — Assegurar que os dados relativos aos resultados dos ensaios sejam registados e que os documentos anexos fiquem disponíveis durante um período a determinar de acordo com a autoridade de homologação.

4.2.4 — Analisar os resultados de cada tipo de ensaio, para verificar e assegurar a estabilidade das características do motor, com margens para variações no processo de produção industrial.

4.2.5 — Assegurar que qualquer amostra de motores ou componentes que indique não conformidade com o tipo de ensaio considerado dê origem a outra amostragem e outro ensaio. Devem ser tomadas todas as medidas necessárias para restabelecer a conformidade de produção correspondente.

4.3 — A autoridade competente que concedeu a homologação pode verificar em qualquer altura os métodos de controlo da conformidade aplicáveis a cada unidade da produção.

4.3.1 — Devem ser apresentados ao inspector visitante, em cada inspecção, os documentos relativos aos ensaios e os registos dos exames da produção.

4.3.2 — Quando o nível da qualidade parecer insatisfatório ou quando parecer ser necessário verificar a

validade dos dados apresentados em aplicação do disposto no n.º 3.2 será adoptado o seguinte procedimento:

4.3.2.1 — Retira-se um motor da série e submete-se esse motor ao ensaio descrito no anexo III. Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos e de óxidos de azoto e de partículas não devem exceder os valores indicados no quadro do n.º 3.2.1, sujeitos aos requisitos do ponto 3.2.2., ou os indicados nos quadros dos n.ºs 3.2.3 a 3.2.6.

4.3.2.2 — Se o motor retirado da série não satisfizer os requisitos do n.º 4.3.2.1, o fabricante pode solicitar que se efectuem medições numa amostra de motores com a mesma especificação retirada da série e que inclua o motor inicialmente retirado. O fabricante estabelece a dimensão  $n$  da amostra, de acordo com o serviço técnico. Todos os motores com excepção do inicialmente retirado são sujeitos a um ensaio.

Determina-se então, a média aritmética ( $\bar{X}$ ) dos resultados obtidos na amostra no que respeita a cada poluente. Considera-se que a produção da série está conforme caso seja satisfeita a seguinte condição:

$$\bar{X} + k \cdot S_t \leq L$$

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	0,973	0,613	0,489	0,421	0,376	0,342	0,317	0,296	0,279
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19
k	0,265	0,253	0,242	0,233	0,224	0,216	0,210	0,203	0,198

$$\text{se } n \geq 20, \quad k = \frac{0,860}{\sqrt{n}}$$

em que:

$L$  é o valor-limite estabelecido nos n.ºs 3.2.1, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5 ou 3.2.6,

$k$  é um factor estatístico dependente de  $n$  e dado no quadro anterior, e

$S_t^2 = \sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}$  em que  $x$  é qualquer um dos resultados individuais obtidos na amostra  $n$ .

4.3.3 — A autoridade de homologação ou o serviço técnico responsável pela verificação da conformidade da produção devem efectuar ensaios com motores parcial ou totalmente rodados, de acordo com as especificações do fabricante.

4.3.4 — A frequência normal de inspecções autorizada pela autoridade competente é de uma por ano. Se os requisitos do n.º 4.3.2 não forem satisfeitos, a autoridade competente deve assegurar que sejam tomadas todas as medidas necessárias para restabelecer a conformidade da produção tão rapidamente quanto possível.

##### 5 — Parâmetros de definição da família de motores

A família de motores pode ser definida por parâmetros básicos de projecto que devem ser comuns aos motores dentro da família. Nalguns casos pode haver interacção de parâmetros. Esses efeitos devem também ser tidos em consideração para assegurar que apenas sejam incluídos numa família de motores, os motores com características semelhantes em termos de emissões de escape.

Para que os motores possam ser considerados como pertencentes à mesma família, devem apresentar uma

série de características básicas comuns, designadamente:

5.1 — Ciclo combustão:

- a) 2 tempos;
- b) 4 tempos;

5.2 — Meio de arrefecimento:

- a) Ar;
- b) Água;
- c) Óleo.

5.3 — Cilindrada unitária compreendida entre 85 % e 100 % da maior cilindrada dentro da família dos motores.

5.4 — Método de aspiração do ar.

5.5 — Tipo de combustível: combustível para motores diesel.

5.6 — Tipo/concepção da câmara de combustão.

5.7 — Válvulas e janelas — configuração, dimensões e número

5.8 — Sistema de combustível para motores diesel

- a) Bomba — tubagem — injector;
- b) Bomba em linha;
- c) Bomba distribuidora;
- d) Elemento único;
- e) Injector unitário.

5.9 — Características várias:

- a) Recirculação dos gases de escape;
- b) Injecção/emulsão de água;
- c) Injecção de ar;
- d) Sistema de arrefecimento de ar de sobrealimentação;
- e) Tipo de ignição: por compressão.

5.10 — Pós-tratamento dos gases de escape

- a) Catalisador de oxidação;
- b) Catalisador de redução;
- c) Catalisador de três vias;
- d) Reactor térmico;
- e) Colector de partículas.

##### 6 — Escolha do motor precursor

6.1 — O motor precursor da família deve ser seleccionado utilizando o critério primário do débito de combustível mais elevado por curso do êmbolo à velocidade de binário máximo declarada. No caso de dois ou mais motores partilharem este critério primário, o motor precursor deve ser seleccionado utilizando o critério secundário do débito de combustível mais elevado por curso do êmbolo à velocidade nominal. Em determinadas circunstâncias, a autoridade de homologação pode concluir que o pior caso de taxa de emissões da família pode ser caracterizado através do ensaio de um segundo motor. Assim, a autoridade de homologação pode seleccionar um motor adicional para os ensaios com base em características que indiquem que esse motor pode ter os níveis de emissão mais elevados dos motores dessa família.

6.2 — Se os motores de uma família possuírem outras características variáveis que possam ser consideradas como afectando as emissões de escape, essas

características devem também ser identificadas e tidas em conta na selecção do motor precursor.

#### 7 — Prescrições relativas à homologação para as fases III-B e IV

7.1 — O presente número é aplicável à homologação dos motores controlados electronicamente em que se recorre ao controlo electrónico para determinar a quantidade e o momento da injeção de combustível (a seguir «motor»). É aplicável independentemente da tecnologia aplicada a tais motores para cumprir os valores-limite de emissões previstos nos n.ºs 3.2.5 e 3.2.6 do presente anexo.

7.2 — *Definições.* — Para efeitos do presente número, entende-se por:

7.2.1 — «*Estratégia de controlo das emissões*», a combinação de um sistema de controlo das emissões com uma estratégia de base de controlo das emissões e um conjunto de estratégias auxiliares de controlo das emissões, integrada na concepção global de um motor ou de máquinas móveis não rodoviárias nas quais o motor é instalado.

7.2.2 — «*Reagente*», qualquer meio consumível ou não recuperável exigido e utilizado para um funcionamento eficaz do sistema de pós-tratamento dos gases de escape.

7.3 — Prescrições gerais

7.3.1 — Prescrições relativas à estratégia de base de controlo das emissões

7.3.1.1 — A estratégia de base de controlo das emissões, activada em toda a gama de funcionamento do regime e do binário do motor, é concebida de modo a permitir ao motor cumprir as disposições do presente diploma.

7.3.1.2 — É proibida qualquer estratégia de base de controlo das emissões que possa distinguir entre um funcionamento do motor nas condições de um ensaio de homologação normalizado e outras condições de funcionamento e reduzir subsequentemente o nível de controlo das emissões quando o motor não funcione em condições substancialmente incluídas no procedimento de homologação.

7.3.2 — Prescrições relativas a estratégias auxiliares de controlo das emissões

7.3.2.1 — Uma estratégia auxiliar de controlo das emissões pode ser utilizada para um motor ou uma máquina móvel não rodoviária, desde que a estratégia auxiliar de controlo das emissões, quando activada, altere a estratégia de base de controlo das emissões em resposta a um conjunto específico de condições ambientes e ou de funcionamento, mas não reduza permanentemente a eficácia do sistema de controlo das emissões.

a) Quando a estratégia auxiliar de controlo das emissões é activada durante o ensaio de homologação, não são aplicáveis os n.ºs 7.3.2.2 e 7.3.2.3;

b) Quando a estratégia auxiliar de controlo das emissões não é activada durante o ensaio de homologação, deve demonstrar-se que a estratégia auxiliar de controlo das emissões se mantém activa apenas enquanto for necessário para os fins identificados no n.º 7.3.2.3.

7.3.2.2 — São aplicáveis ao presente número todas as condições de controlo seguintes:

a) Altitude não superior a 1000 metros (ou pressão atmosférica equivalente a 90 kPa);

b) Temperatura ambiente compreendida entre 275 K e 303 K (2°C a 30°C);

c) Temperatura do líquido de arrefecimento do motor superior a 343 K (70°C);

Se a estratégia auxiliar de controlo das emissões for activada quando o motor se encontrar a funcionar nas condições de controlo enumeradas nas alíneas a), b) e c), a estratégia só deve ser activada excepcionalmente.

7.3.2.3 — Uma estratégia auxiliar de controlo das emissões pode ser activada para os seguintes fins em especial:

a) Por sinais a bordo, para proteger contra danos o motor (incluindo a protecção do dispositivo de tratamento do ar) e ou a máquina móvel não rodoviária na qual o motor está instalado;

b) Para garantir a segurança e as estratégias de funcionamento;

c) Para prevenir emissões excessivas durante o arranque a frio, o período de aquecimento ou a paragem;

d) Se for utilizada para afrouxar o controlo de um poluente regulamentado em condições ambientais ou de funcionamento específicas para manter o controlo sobre todos os outros poluentes regulamentados dentro dos valores-limite de emissão aplicáveis ao motor em questão. O objectivo é compensar fenómenos que ocorrem naturalmente de uma maneira que permita o controlo aceitável de todos os constituintes das emissões.

7.3.2.4 — O fabricante deve demonstrar ao serviço técnico aquando do ensaio de homologação que o funcionamento de qualquer estratégia auxiliar de controlo das emissões cumpre o disposto no n.º 7.3.2. A demonstração consiste numa avaliação da documentação referida no n.º 7.3.3.

7.3.2.5 — É proibido fazer funcionar qualquer estratégia auxiliar de controlo das emissões de modo não conforme com o n.º 7.3.2.

7.3.3 — Prescrições em matéria de documentação

7.3.3.1 — Ao apresentar o pedido de homologação ao serviço técnico, o fabricante deve juntar um dossiê de informação que garanta o acesso a todos os elementos de concepção e a todas as estratégias de controlo das emissões e aos meios pelos quais a estratégia auxiliar controla directa ou indirectamente as variáveis de saída. O dossiê de informação deve ser apresentado em duas partes:

a) O dossiê de homologação, anexado ao pedido de homologação, deve incluir um panorama completo da estratégia de controlo das emissões. Deve demonstrar-se que foram identificados todos os valores de saída permitidos por uma matriz obtida a partir dos intervalos de controlo dos valores de entrada individuais. Estes elementos devem ser anexados ao dossiê de informação em conformidade com o anexo II;

b) Os elementos adicionais, apresentados ao serviço técnico mas não anexados ao pedido de homologação, devem incluir todos os parâmetros modificados por qualquer estratégia auxiliar de controlo das emissões e pelas condições-limite em que esta estratégia funciona e em especial:

i) Uma descrição da lógica de controlo e das estratégias de regulação e dos pontos de comutação, durante

todos os modos de funcionamento para o sistema de alimentação e outros sistemas essenciais, resultando no controlo eficaz das emissões (sistema de recirculação dos gases de escape (EGR) ou dosagem do reagente, por exemplo);

*ii)* Uma justificação para a utilização de qualquer estratégia auxiliar de controlo das emissões aplicada ao motor, acompanhada de elementos e dados de ensaio, que demonstre o efeito sobre as emissões de escape. Esta justificação pode ser baseada em dados de ensaio, numa análise técnica bem fundamentada, ou numa combinação de ambos;

*iii)* Uma descrição pormenorizada dos algoritmos ou dos sensores (se aplicável) utilizados para identificar, analisar, ou diagnosticar o funcionamento incorrecto do sistema de controlo dos  $NO_x$ ;

*iv)* A tolerância utilizada para cumprir os requisitos do n.º 7.4.7.2, independentemente dos meios utilizados.

7.3.3.2 — Os elementos adicionais referidos na alínea *b)* do n.º 7.3.3.1 são tratados como estritamente confidenciais. Devem ser disponibilizados à entidade homologadora a pedido desta. A entidade homologadora deve tratar estes elementos como confidenciais.

7.4 — Prescrições para garantir o funcionamento correcto das medidas de controlo dos  $NO_x$

7.4.1 — O fabricante deve facultar informação que descreva integralmente as características de funcionamento das medidas de controlo dos  $NO_x$  usando para o efeito os documentos previstos no n.º 2 do apêndice 1 do anexo II e no n.º 2 do apêndice 3 do anexo II.

7.4.2 — Se o sistema de controlo das emissões exigir um reagente, as características desse reagente, nomeadamente tipo de reagente, informação sobre a concentração quando o reagente está em solução, temperaturas de funcionamento e referência às normas internacionais relativas à composição e à qualidade, devem ser especificadas pelo fabricante, no n.º 2.2.1.13 do apêndice 1 e no n.º 2.2.1.13 do apêndice 3 do anexo II.

7.4.3 — A estratégia de controlo das emissões do motor deve estar operacional em todas as condições ambientais que se encontram normalmente no território da Comunidade, nomeadamente a baixas temperaturas ambientes.

7.4.4 — O fabricante deve demonstrar, em caso de utilização de um reagente, que a emissão de amoníaco não excede um valor médio de 25 ppm durante o ciclo de ensaio aplicável do procedimento de homologação.

7.4.5 — Se existirem reservatórios de reagente separados instalados numa máquina móvel não rodoviária ou a ela ligados, devem ser incluídos os meios para colher uma amostra do reagente dos reservatórios. O ponto de recolha deve ser de fácil acesso, sem que seja necessário uma ferramenta ou um dispositivo especial.

7.4.6 — Prescrições para utilização e manutenção

7.4.6.1 — Em conformidade com o n.º 4 do artigo 6.º a homologação está subordinada ao fornecimento a cada operador das máquinas móveis não rodoviárias instruções escritas compreendendo a seguinte informação:

*a)* Advertências pormenorizadas, explicando os possíveis problemas de funcionamento decorrentes da operação, utilização ou manutenção incorrectas do motor instalado, acompanhadas das respectivas medidas correctoras;

*b)* Advertências pormenorizadas sobre a utilização incorrecta da máquina susceptível de provocar disfuncionamentos do motor, acompanhadas das respectivas medidas correctoras;

*c)* Informação sobre a utilização correcta do reagente, acompanhada de instruções sobre a recarga do reagente entre as operações de manutenção periódicas normais;

*d)* Uma advertência clara de que o certificado de homologação, emitido para o tipo de motor em causa, só é válido quando estão reunidas todas as condições seguintes:

*i)* O motor funciona, é utilizado e mantido de acordo com as instruções fornecidas;

*ii)* Foram tomadas medidas imediatas para corrigir o funcionamento, a utilização ou a manutenção incorrectos em conformidade com as medidas correctoras indicadas pelas advertências referidas nas alíneas *a)* e *b)*;

*iii)* Não ocorreu qualquer utilização incorrecta deliberada do motor, em especial a desactivação ou a falta de manutenção de um sistema EGR ou de dosagem de reagente.

As instruções devem ser redigidas de forma clara e não técnica utilizando os mesmos termos utilizados no manual de utilização da máquina móvel não rodoviária ou do motor.

7.4.7 — Controlo do reagente (se aplicável)

7.4.7.1 — Em conformidade com o n.º 4 do artigo 6.º, a homologação está subordinada ao fornecimento de indicadores ou outros meios adequados, de acordo com a configuração das máquinas móveis não rodoviárias, para informar o operador do seguinte:

*a)* Quantidade de reagente restante no reservatório de armazenagem de reagente e, através de um sinal específico adicional, quando o volume do reagente restante é inferior a 10% da capacidade total do reservatório;

*b)* Quando o reservatório de reagente fica vazio, ou quase vazio;

*c)* Quando o reagente no reservatório de armazenagem não cumpre as características declaradas e registadas no n.º 2.2.1.13 do apêndice 1 e no n.º 2.2.1.13 do apêndice 3 do anexo II, de acordo com os meios de avaliação instalados;

*d)* quando a actividade de dosagem do reagente é interrompida, nos casos em que a acção não é executada pelo módulo de controlo electrónico do motor ou pelo dispositivo de regulação da dosagem, em reacção às condições de funcionamento do motor em que a dosagem não é exigida, desde que estas condições de funcionamento tenham sido comunicadas à entidade homologadora.

7.4.7.2 — À discrição do fabricante, os requisitos em matéria de conformidade do reagente com as características declaradas e a tolerância às emissões de  $NO_x$  que lhe está associada devem ser satisfeitos por um dos seguintes meios:

*a)* Meios directos, como a utilização de um sensor da qualidade do reagente;

*b)* Meios indirectos, como a utilização de um sensor de  $NO_x$  no escape para avaliar a eficácia do reagente;

*c)* Quaisquer outros meios, desde que a sua eficácia seja pelo menos igual à que resulta da utilização dos

meios indicados em *a*) ou *b*) e os requisitos principais do presente número sejam respeitados.

## ANEXO II

### Ficha de Informações n.º...

**Relativa à homologação no que diz respeito às medidas contra a emissão de poluentes gasosos e de partículas pelos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias.**

(Directiva n.º 97/68/CE, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 2010/26/UE)

- Motor precursor/tipo de motor <sup>(1)</sup>: ...
- 0 — Generalidades:
- 0.1 — Marca (firma): ...
- 0.2 — Tipo e designação comercial do motor precursor e (se aplicável) da família de motores <sup>(1)</sup>: ...
- 0.3 — Código do tipo utilizado pelo fabricante, conforme marcado no(s) motor(es) <sup>(1)</sup>:
- 0.4 — Especificação das máquinas a propulsionar pelo motor <sup>(2)</sup>: ...
- 0.5 — Nome e endereço do fabricante: ...
- Nome e endereço do eventual mandatário do fabricante: ...
- 0.6 — Localização, código e método de aposição do número de identificação do motor: ...
- 0.7 — Localização e método de aposição da marca de homologação CE: ...
- 0.8 — Endereço(s) da(s) linha(s) de montagem: ...
- Anexos:
- 1.1 — Características essenciais do(s) motor(es) precursor(es) (ver apêndice 1).
- 1.2 — Características essenciais da família de motores (ver apêndice 2).
- 1.3 — Características essenciais do tipo de motor dentro da família (ver apêndice 3).
- 2 — Características das partes da máquina móvel relacionadas com o motor (se aplicável).
- 3 — Fotografias do motor precursor.
- 4 — Lista de outros eventuais anexos (data, processo).

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

<sup>(2)</sup> Conforme definido no artigo 2.º

### APÊNDICE 1

#### Características essenciais do motor (precursor) <sup>(1)</sup>

- 1 — Descrição do motor:
- 1.1 — Fabricante: ...
- 1.2 — Código do fabricante do motor: ...
- 1.3 — Ciclo: quatro tempos/dois tempos <sup>(2)</sup>.
- 1.4 — Diâmetro: ... mm.
- 1.5 — Curso: ... mm.
- 1.6 — Número e disposição dos cilindros:
- 1.7 — Cilindrada: ... cm<sup>3</sup>.
- 1.8 — Velocidade nominal: ...
- 1.9 — Velocidade de binário máximo: ...
- 1.10 — Taxa de compressão volumétrica <sup>(2)</sup>: ...
- 1.11 — Descrição do sistema de combustão: ...
- 1.12 — Desenho(s) da câmara de combustão e da cabeça do êmbolo: ...
- 1.13 — Área da secção transversal mínima das janelas de admissão e de escape: ...

- 1.14 — Sistema de arrefecimento:
- 1.14.1 — Líquido
- 1.14.1.1 — Natureza do líquido: ...
- 1.14.1.2 — Bomba(s) de circulação: sim/não <sup>(2)</sup> ...
- 1.14.1.3 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
- 1.14.1.4 — Razão(ões) de transmissão (se aplicável): ...
- 1.14.2 — Ar:
- 1.14.2.1 — Ventoinha: sim/não <sup>(2)</sup>.
- 1.14.2.2 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
- 1.14.2.3 — Razão(ões) de transmissão (se aplicável): ...
- 1.15 — Temperatura admitida pelo fabricante
- 1.15.1 — Arrefecimento por líquido: temperatura máxima à saída: ... K.
- 1.15.2 — Arrefecimento por ar: ponto de referência: ... Temperatura máxima no ponto de referência: ... K.
- 1.15.3 — Temperatura máxima do ar de sobrealimentação à saída do permutador de calor (se aplicável): ... K.
- 1.15.4 — Temperatura máxima de escape no ponto do(s) tubo(s) de escape adjacente(s) à(s) flange(s) exterior(es) do(s) colector(es) de escape: ... K.
- 1.15.5 — Temperatura do lubrificante:
- Mínimo: ... K;
- Máximo: ... K.
- 1.16 — Sobrealimentador: sim/não <sup>(2)</sup>
- 1.16.1 — Marca: ...
- 1.16.2 — Tipo: ...
- 1.16.3 — Descrição do sistema (por exemplo, pressão máxima de sobrealimentação, válvula de descarga, se aplicável): ...
- 1.16.4 — Permutador de calor: sim/não <sup>(2)</sup>.
- 1.17 — Sistema de admissão: depressão máxima admissível na admissão à velocidade nominal do motor e a 100% da carga: ... kPa.
- 1.18 — Sistema de escape: contrapressão máxima admissível no escape à velocidade nominal do motor e a 100% da carga: ... kPa.
- 2 — Medidas adoptadas contra a poluição do ar:
- 2.1 — Dispositivo para reciclar os gases do cárter: sim/não <sup>(2)</sup>.
- 2.2 — Dispositivos antipoluição adicionais (se existirem e não forem abrangidos por outra rubrica).
- 2.2.1 — Catalisador: sim/não <sup>(2)</sup>.
- 2.2.1.1 — Marca(s): ...
- 2.2.1.2 — Tipo(s): ...
- 2.2.1.3 — Número de catalisadores e elementos ...
- 2.2.1.4 — Dimensões e volume do(s) catalisador(es): ...
- 2.2.1.5 — Tipo de acção catalítica: ...
- 2.2.1.6 — Carga total de metais preciosos: ...
- 2.2.1.7 — Concentração relativa: ...
- 2.2.1.8 — Substrato (estrutura e material): ...
- 2.2.1.9 — Densidade das células: ...
- 2.2.1.10 — Tipo de alojamento do(s) catalisador(es): ...
- 2.2.1.11 — Localização do(s) catalisador(es) (lugar(es) e distância(s) máxima(s)/ mínima(s) do motor):
- 2.2.1.12 — Intervalo de funcionamento normal(K): ...
- 2.2.1.13 — Reagente consumível (se aplicável): ...

2.2.1.13.1 — Tipo e concentração de reagente necessários à ação catalítica: ...

2.2.1.13.2 — Intervalo de temperaturas de funcionamento normal do reagente: ...

2.2.1.13.3 — Norma internacional (se aplicável): ...

2.2.1.14 — Sensor de  $NO_x$ : sim/não <sup>(2)</sup>.

2.2.2 — Sensor de oxigénio: sim/não <sup>(2)</sup>.

2.2.2.1 — Marca(s): ...

2.2.2.2 — Tipo: ...

2.2.2.3 — Localização: ...

2.2.3 — Injecção de ar: sim/não <sup>(2)</sup>.

2.2.3.1 — Tipo (ar pulsado, bomba de ar, etc.): ...

2.2.4 — EGR: sim/não <sup>(2)</sup>.

2.2.4.1 — Características (arrefecida/não arrefecida, alta pressão/baixa pressão, etc.): ...

2.2.5 — Colector de partículas: sim/não <sup>(2)</sup>.

2.2.5.1 — Dimensões e capacidade do colector de partículas: ...

2.2.5.2 — Tipo e concepção do colector de partículas: ...

2.2.5.3 — Localização (lugar(es) e distância(s) máxima(s)/mínima(s) do motor): ...

2.2.5.4 — Método ou sistema de regeneração, descrição e ou desenho: ...

2.2.5.5 — Intervalo de funcionamento normal (K) e intervalo de pressões (kPa): ...

2.2.6 — Outros sistemas: sim/não <sup>(2)</sup>.

2.2.6.1 — Descrição e funcionamento: ...

3 — Sistema de combustível — motores diesel:

3.1 — Bomba de alimentação:

Pressão <sup>(3)</sup> ou diagrama característico: ... kPa

3.2 — Sistema de injecção:

3.2.1 — Bomba:

3.2.1.1 — Marca (s): ...

3.2.1.2 — Tipo(s): ...

3.2.1.3 — Débito: ... e ... mm<sup>3</sup> por curso <sup>(3)</sup> ou ciclo a injecção plena à velocidade da bomba de: ... rpm, nominal, e... rpm, binário máx., respectivamente, ou diagrama característico.

Mencionar o método utilizado: no motor/no banco de bombas <sup>(2)</sup>

3.2.1.4 — Avanço da injecção:

3.2.1.4.1 — Curva de avanço da injecção <sup>(3)</sup> ...

3.2.1.4.2 — Regulação de injecção <sup>(3)</sup> ...

3.2.2 — Tubagem de injecção

3.2.2.1 — Comprimento: ... mm

3.2.2.2 — Diâmetro interno: ... mm

3.2.3 — Injector(es):

3.2.3.1 — Marca(s): ...

3.2.3.2 — Tipo(s): ...

3.2.3.3 — Pressão de abertura <sup>(3)</sup> ou diagrama característico: ... kPa

3.2.4 — Regulador:

3.2.4.1 — Marca (s): ...

3.2.4.2 — Tipo (s): ...

3.2.4.3 — Velocidade a que o corte tem início em plena carga <sup>(3)</sup> ... rpm

3.2.4.4 — Velocidade máxima sem carga <sup>(3)</sup> ... rpm

3.2.4.5 — Velocidade de marcha lenta sem carga <sup>(3)</sup> ... rpm

3.3 — Sistema de arranque a frio:

3.3.1 — Marca (s): ...

3.3.2 — Tipo(s): ...

3.3.3 — Descrição: ...

4 — Regulação das válvulas:

4.1 — Elevação máxima e ângulos de abertura e fecho em relação aos pontos mortos superiores ou dados equivalentes: ...

4.2 — Gamas de referência e ou de regulação <sup>(2)</sup>

4.3 — Sistema variável de regulação das válvulas, se aplicável, e se à admissão e ou ao escape ...

4.3.1 — Tipo: contínuo ou ligado/desligado

4.3.2 — Ângulo de fase da came

5 — Configuração das janelas de admissão e de escape:

5.1 — Posição, dimensão e número

6 — Sistema de ignição

6.1 — Bobina de ignição

6.1.1 — Marca(s) ...

6.1.2 — Tipo(s) ...

6.1.3 — Número ...

6.2 — Vela(s) de ignição ...

6.2.1 — Marca(s) ...

6.2.2 — Tipo(s) ...

6.3 — Magneto ...

6.3.1 — Marca (s) ...

6.3.2 — Tipo(s) ...

6.4 — Regulação da ignição:

6.4.1 — Avanço estático em relação ao ponto morto superior (graus de ângulo da cambota)

6.4.2 — Curva de avanço (se aplicável): ...

<sup>(1)</sup> No caso de haver vários motores precursores, a apresentar para cada um deles.

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

<sup>(3)</sup> Especificar a tolerância

#### APÊNDICE 2

##### Características essenciais da família de motores

1 — Parâmetros comuns <sup>(1)</sup>:

1.1 — Ciclo de combustão: ...

1.2 — Fluido de arrefecimento: ...

1.3 — Método de aspiração do ar: ...

1.4 — Tipo/concepção da câmara de combustão: ...

1.5 — Válvulas e janelas — configuração, dimensões e número: ...

1.6 — Sistema de combustível: ...

1.7 — Sistemas de gestão do motor:

Prova de identidade de acordo com o(s) número(s) do(s) desenho(s):

Sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação: ...

Recirculação dos gases de escape <sup>(2)</sup>: ...

Injecção/emulsão de água <sup>(2)</sup>: ...

Injecção de ar <sup>(2)</sup>: ...

1.8 — Sistema de pós-tratamento dos gases de escape <sup>(2)</sup>: ...

Prova de razão idêntica (ou mais baixa para o motor precursor): capacidade do sistema/débito de combustível por curso de acordo com o(s) número(s) do(s) diagrama(s):

2 — Lista da família de motores:

2.1 — Designação da família de motores: ...

2.2 — Especificação dos motores dentro dessa família:

	Motor precursor <sup>(1)</sup>
Tipo de motor: .....	
Número de cilindros: .....	
Velocidade nominal (rpm) .....	

	Motor precursor (1)
Débito de combustível por curso (mm <sup>3</sup> )	
Potência útil nominal (kW) . . . . .	
Velocidade de binário máximo (rpm)	
Débito de combustível por curso (mm <sup>3</sup> )	
Binário máximo (N·m) . . . . .	
Velocidade de marcha lenta sem carga (rpm) . . . . .	
Cilindrada unitária (em % em relação ao motor precursor) . . . . .	100

(1) Para obter pormenores completos ver apêndice 1

(1) A completar em conjunto com as especificações dadas nos n.ºs 5 e 6 do anexo I.

(2) Se não aplicável escrever «não aplicável».

### APÊNDICE 3

#### Características essenciais do tipo de motor dentro da família (1)

- 1 — Descrição do motor:
- 1.1 — Fabricante: ...
- 1.2 — Código do fabricante do motor: ...
- 1.3 — Ciclo: quatro tempos/dois tempos (2).
- 1.4 — Diâmetro: ... mm
- 1.5 — Curso: ... mm
- 1.6 — Número e disposição dos cilindros: ...
- 1.7 — Cilindrada: ... cm<sup>3</sup>
- 1.8 — Velocidade nominal: ...
- 1.9 — Velocidade de binário máximo: ...
- 1.10 — Taxa de compressão volumétrica (2): ...
- 1.11 — Descrição do sistema de combustão: ...
- 1.12 — Desenho(s) da câmara de combustão e da cabeça do êmbolo: ...
- 1.13 — Área da secção transversal mínima das janelas de admissão e de escape:
- 1.14 — Sistema de arrefecimento:
- 1.14.1 — Líquido:
- 1.14.1.1 — Natureza do líquido: ...
- 1.14.1.2 — Bomba(s) de circulação: sim/não (2) ...
- 1.14.1.3 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
- 1.14.1.4 — Razão(ões) de transmissão (se aplicável): ...
- 1.14.2 — Ar:
- 1.14.2.1 — Ventoinha: sim/não (2).
- 1.14.2.2 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
- 1.14.2.3 — Razão(ões) de transmissão (se aplicável) ...
- 1.15 — Temperatura admitida pelo fabricante:
- 1.15.1 — Arrefecimento por líquido: temperatura máxima à saída: ... K.
- 1.15.2 — Arrefecimento por ar: ponto de referência: ...  
Temperatura máxima no ponto de referência: ... K.
- 1.15.3 — Temperatura máxima do ar de sobrealimentação à saída do permutador de calor (se aplicável): ... K.
- 1.15.4 — Temperatura máxima de escape no ponto do(s) tubo(s) de escape adjacente(s) à(s) flange(s) exterior(es) do(s) colector(es) de escape: ... K.
- 1.15.5 — Temperatura do lubrificante: Mínimo: ... K;  
Máximo: ... K.
- 1.16 — Sobrealimentador: sim/não (2).
- 1.16.1 — Marca: ...
- 1.16.2 — Tipo: ...

1.16.3 — Descrição do sistema, por exemplo, pressão máxima de sobrealimentação, válvula de descarga (se aplicável): ...

1.16.4 — Permutador de calor: sim/não (2).

1.17 — Sistema de admissão: depressão máxima admissível à admissão à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga: ... kPa.

1.18 — Sistema de escape: contrapressão máxima admissível no escape à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga: ... kPa.

2 — Medidas adoptadas contra a poluição do ar:

2.1 — Dispositivo para reciclar os gases do cárter: sim/não (2):

2.2 — Dispositivos antipoluição adicionais (se existirem e não forem abrangidos por outra rubrica):

2.2.1 — Catalisador: sim/não (2):

2.2.1.1 — Marca(s): ...

2.2.1.2 — Tipo(s): ...

2.2.1.3 — Número de catalisadores e elementos ...

2.2.1.4 — Dimensões e volume do(s) catalisador(es): ...

2.2.1.5 — Tipo de acção catalítica: ...

2.2.1.6 — Carga total de metais preciosos: ...

2.2.1.7 — Concentração relativa: ...

2.2.1.8 — Substrato (estrutura e material): ...

2.2.1.9 — Densidade das células: ...

2.2.1.10 — Tipo de alojamento do(s) catalisador(es): ...

2.2.1.11 — Localização do(s) catalisador(es) (lugar(es) e distância(s) máxima(s)/ mínima(s) do motor): ...

2.2.1.12 — Intervalo de funcionamento normal (K): ...

2.2.1.13 — Reagente consumível (se aplicável): ...

2.2.1.13.1 — Tipo e concentração de reagente necessários à acção catalítica: ...

2.2.1.13.2 — Intervalo de temperaturas de funcionamento normal do reagente: ...

2.2.1.13.3 — Norma internacional (se aplicável): ...

2.2.1.14 — Sensor de NO<sub>x</sub>: sim/não (2):

2.2.2 — Sensor de oxigénio: sim/não (2):

2.2.2.1 — Marca(s): ...

2.2.2.2 — Tipo: ...

2.2.2.3 — Localização: ...

2.2.3 — Injecção de ar: sim/não (2):

2.2.3.1 — Tipo (ar pulsado, bomba de ar, etc.): ...

2.2.4 — EGR: sim/não (2):

2.2.4.1 — Características (arrefecida/não arrefecida, alta pressão/baixa pressão, etc.):

2.2.5 — Colector de partículas: sim/não (2):

2.2.5.1 — Dimensões e capacidade do colector de partículas: ...

2.2.5.2 — Tipo e concepção do colector de partículas: ...

2.2.5.3 — Localização (lugar(es) e distância(s) máxima(s)/mínima(s) do motor): ...

2.2.5.4 — Método ou sistema de regeneração, descrição e ou desenho: ...

2.2.5.5 — Intervalo de funcionamento normal (K) e intervalo de pressões (kPa): ...

2.2.6 — Outros sistemas: sim/não (2):

2.2.6.1 — Descrição e funcionamento: ...

3 — Sistema de combustível — motores diesel:

3.1 — Bomba de alimentação:

Pressão (2) ou diagrama característico: ... kPa

- 3.2 — Sistema de injeção:
- 3.2.1 — Bomba:
- 3.2.1.1 — Marca(s): ...
- 3.2.1.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.1.3 — Débito: ... e ... mm<sup>3</sup> por curso <sup>(3)</sup> ou ciclo a injeção plena à velocidade da bomba de: ... rpm, nominal, e rpm, binário máx., respectivamente, ou diagrama característico.
- Mencionar o método utilizado: no motor/no banco de bombas <sup>(2)</sup>
- 3.2.1.4 — Avanço da injeção
- 3.2.1.4.1 — Curva de avanço da injeção <sup>(3)</sup>:
- 3.2.1.4.2 — Regulação da injeção <sup>(3)</sup>:
- 3.2.2 — Tubagem de injeção:
- 3.2.2.1 — Comprimento: ... mm
- 3.2.2.2 — Diâmetro interno: ... mm
- 3.2.2.3 — Injector(es):
- 3.2.3.1 — Marca(s): ...
- 3.2.3.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.3.3 — Pressão de abertura <sup>(3)</sup> ou diagrama característico: ... kPa
- 3.2.4 — Regulador:
- 3.2.4.1 — Marca(s) ...
- 3.2.4.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.4.3 — Velocidade a que o corte tem início a plena carga <sup>(3)</sup> ... rpm
- 3.2.4.4 — Velocidade máxima sem carga <sup>(3)</sup> ... rpm
- 3.2.4.5 — Velocidade de marcha lenta sem carga <sup>(3)</sup>: ... rpm
- 3.3 — Sistema de arranque a frio:
- 3.3.1 — Marca(s): ...
- 3.3.2 — Tipo(s): ...
- 3.3.3 — Descrição: ...
- 4 — Regulação das válvulas
- 4.1 — Elevação máxima e ângulos de abertura e fecho em relação aos pontos mortos superiores ou dados equivalentes: ...
- 4.2 — Gamas de referência e ou de regulação <sup>(2)</sup> ...
- 4.3 — Sistema variável de regulação das válvulas, se aplicável, e se à admissão e ou ao escape ...
- 4.3.1 — Tipo: contínuo ou ligado/desligado
- 4.3.2 — Ângulo de fase da came
- 5 — Configuração das janelas de admissão e de escape:
- 5.1 — Posição, dimensão e número
- 6 — Sistema de ignição:
- 6.1 — Bobina de ignição:
- 6.1.1 — Marca(s) ...
- 6.1.2 — Tipo(s) ...
- 6.1.3 — Número ...
- 6.2 — Vela(s) de ignição ...
- 6.2.1 — Marca(s) ...
- 6.2.2 — Tipo(s) ...
- 6.3 — Magneto ...
- 6.3.1 — Marca (s) ...
- 6.3.2 — Tipo(s) ...
- 6.4 — Regulação da ignição:
- 6.4.1 — Avanço estático em relação ao ponto morto superior (graus de ângulo da cambota)
- 6.4.2 — Curva de avanço (se aplicável): ...

<sup>(1)</sup> A apresentar para cada motor da família.

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

<sup>(3)</sup> Especificar a tolerância.

## ANEXO III

## Método de ensaio

## 1 — Introdução

1.1 — O presente anexo descreve o método de determinação das emissões de gases e partículas poluentes pelos motores a ensaiar.

Aplicam-se os seguintes ciclos de ensaio:

a) O ciclo NRSC (ciclo em condições estacionárias não rodoviário) é adequado para a especificação do equipamento utilizado para a medição das emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de azoto e partículas para as fases I, II, III-A, III-B e IV dos motores descritos nas alíneas a) e b) do n.º 1 do artigo 2.º, deste diploma, e

b) O ciclo NRTC (ciclo em condições transientes não rodoviário) é utilizado para a medição das emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de azoto e partículas para as fases III-B e IV dos motores descritos na alínea a) do n.º 1 do artigo 2.º, deste diploma;

c) No que diz respeito aos motores destinados a utilização em embarcações de navegação interior, utiliza-se o método de ensaio especificado na Norma ISO 8178-4:2002 e no anexo VI (código NO<sub>x</sub>) da Convenção Marpol <sup>(1)</sup> 73/78 da OMI <sup>(2)</sup>;

d) No caso de motores de propulsão de automotoras, será usado um NRSC para a medição de gases e partículas poluentes para a fase III-A e para a fase III-B;

e) No caso de motores de propulsão de locomotivas, será usado um NRSC para a medição de gases e partículas poluentes para a fase III-A e para a fase III-B.

1.2 — O ensaio deve ser efectuado com o motor montado num banco de ensaio e ligado a um dinamómetro.

1.3 — *Princípio da medição.* — As emissões de escape do motor a medir incluem os componentes gasosos, tais como monóxido de carbono e o conjunto de hidrocarbonetos e óxidos de azoto e as partículas. Além disso, o dióxido de carbono é muitas vezes utilizado como gás traçador para determinar a razão de diluição dos sistemas de diluição do caudal parcial e total. A boa prática da engenharia recomenda a medição geral do dióxido de carbono como uma ferramenta excelente para a detecção de problemas de medição durante o ensaio.

1.3.1 — *Ensaio NRSC.* — Durante uma sequência prescrita de condições de funcionamento, com os motores aquecidos, examinam-se continuamente as amostras das emissões de escape acima mencionadas retirando uma amostra dos gases de escape brutos. O ciclo de ensaio consiste num certo número de modos de velocidade e binário, ou carga, que cobrem a gama de funcionamento típica de motores diesel. Durante cada modo, determinam-se a concentração de cada poluente gasoso, o fluxo de escape e a potência, sendo os valores medidos ponderados. Dilui-se a amostra de partículas com ar ambiente condicionado. Retira-se uma amostra durante a execução de todo o ensaio, recolhida em filtros adequados.

Alternativamente, retira-se uma amostra em filtros separados, uma para cada modo e calculam-se os resultados ponderados do ciclo.

Calcula-se a massa, em gramas, de cada poluente emitida por kilowatt-hora conforme se descreve no apêndice 3 do presente anexo.

1.3.2 — *Ensaio NRTC*. — O ciclo de ensaio transiente prescrito, que reflecte de perto as condições de funcionamento dos motores diesel instalados em máquinas não rodoviárias, é realizado duas vezes:

a) A primeira vez (arranque a frio) depois de o motor ter atingido a temperatura ambiente e as temperaturas do líquido de arrefecimento e do óleo do motor, dos sistemas de pós-tratamento e de todos os dispositivos auxiliares de controlo do motor estarem estabilizadas entre 20°C e 30°C;

b) A segunda vez (arranque a quente) após um período de 20 minutos de estabilização a quente, tendo início imediatamente após a conclusão do ciclo de arranque a frio.

Durante esta sequência de ensaio, analisam-se os poluentes acima indicados. A sequência de ensaio consiste num ensaio com arranque a frio, após o arrefecimento natural ou forçado do motor, num período de estabilização a quente e num ensaio com arranque a quente, e resulta no cálculo das emissões compostas. Utilizando os sinais do binário e da velocidade do motor dados pelo dinamómetro para motores, calcula-se o integral da potência para o intervalo de tempo do ciclo, o que resulta no trabalho fornecido pelo motor durante o ciclo. Determinam-se as concentrações dos componentes gasosos ao longo do ciclo, quer nos gases de escape brutos por integração do sinal do analisador de acordo com o apêndice 3 do presente anexo, quer nos gases de escape diluídos de um sistema CVS de diluição em circuito total por integração ou amostragem em sacos de acordo com o apêndice 3 do presente anexo.

No que diz respeito às partículas, recolhe-se uma amostra proporcional dos gases de escape diluídos num filtro determinado quer por diluição em circuito parcial quer por diluição em circuito total. Dependendo do método utilizado, determina-se o caudal dos gases de escape diluídos ou não diluídos durante o ciclo para calcular os valores das emissões mássicas dos poluentes. Relacionam-se estes valores com o trabalho do motor para se obter a massa, em gramas, de cada poluente emitido por kilowatt-hora.

As emissões (g/kWh) são medidas durante ambos os ciclos, a frio e a quente. As emissões compostas ponderadas são calculadas aplicando-se uma ponderação de 10% aos resultados do arranque a frio e de 90% aos do arranque a quente. As emissões compostas ponderadas devem respeitar os limites.

2 — Condições de ensaio:

2.1 — *Requisitos gerais*. — Todos os volumes e caudais volumétricos devem ser reduzidos às condições de 273 K (0°C) e 101,3 kPa.

2.2 — Condições do ensaio do motor:

2.2.1 — Medem-se a temperatura absoluta  $T_a$  do ar de admissão do motor, expressa em kelvin, e a pressão atmosférica seca  $p_s$ , expressa em kPa, e determina-se o parâmetro  $f_a$  de acordo com as seguintes disposições:

Motores com aspiração normal e motores com sobrealimentação mecânica:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right) \left( \frac{T}{298} \right)^{0,7}$$

Motores turbo comprimidos com ou sem arrefecimento do ar de admissão:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \times \left( \frac{T}{298} \right)^{1,5}$$

2.2.2 — *Validade do ensaio*. — Para que o ensaio seja reconhecido como válido, o parâmetro  $f_a$  deve satisfazer a seguinte relação:

$$0,96 \leq f_a \leq 1,06$$

2.2.3 — *Motores com arrefecimento do ar de sobrealimentação*. — Regista-se a temperatura do ar de sobrealimentação que, à velocidade e carga total nominais declaradas, deve estar a  $\pm 5$  K da temperatura máxima do ar de sobrealimentação especificada pelo fabricante. A temperatura do meio de arrefecimento deve ser de pelo menos 293 K (20°C).

Se se utilizar um sistema da sala de ensaio ou um soprador externo, regula-se a temperatura do ar de sobrealimentação a  $\pm 5$  K da temperatura máxima especificada pelo fabricante à velocidade de potência e carga completa máximas declaradas. Não se deve modificar a temperatura e o caudal do fluido de arrefecimento no ponto de regulação acima para todo o ciclo de ensaio. O volume do arrefecedor do ar de sobrealimentação baseia-se na boa prática de engenharia e em aplicações típicas dos veículos ou máquinas.

Facultativamente, a regulação do arrefecedor do ar de sobrealimentação pode ser efectuada com a norma SAE J 1937 publicada em Janeiro de 1995.

2.3 — *Sistema de admissão do ar para o motor*. — O motor em ensaio deve ser equipado com um sistema de admissão de ar que apresente uma restrição à entrada de ar a  $\pm 300$  Pa do valor especificado pelo fabricante para um filtro de ar limpo às condições de funcionamento do motor especificadas pelo fabricante de modo a obter-se um caudal máximo de ar. As restrições devem ser reguladas à velocidade e carga completa. Pode-se utilizar um sistema existente na sala de ensaios, desde que reproduza as condições reais de funcionamento do motor.

2.4 — *Sistema de escape do motor*. — O motor em ensaio deve ser equipado com um sistema de escape que apresente uma contrapressão no escape a  $\pm 650$  Pa do valor especificado pelo fabricante para as condições normais de funcionamento de modo a obter-se a potência máxima declarada do motor.

Se o motor estiver equipado com um dispositivo de pós-tratamento dos gases de escape, o tubo de escape deve ter o mesmo diâmetro que o existente em uso ao longo de um comprimento de pelo menos quatro diâmetros de tubo a montante da entrada do início da secção alargada que contém o dispositivo de pós-tratamento. A distância entre a flange do colectador de escape ou da saída do turbocompressor e o dispositivo de pós-tratamento dos gases de escape deve ser o mesmo que na configuração na máquina ou dentro das especificações de distância do fabricante. A contrapressão com restrição de escape deve seguir os mesmos critérios acima e pode ser regulada com uma válvula. O recipiente de pós-tratamento pode ser removido durante os ensaios em banco e durante o mapeamento do motor e substituído por um recipiente equivalente que tenha um suporte catalisador inactivo.

2.5 — *Sistema de arrefecimento.* — O sistema de arrefecimento do motor deve ter capacidade suficiente para manter o motor às temperaturas normais de funcionamento prescritas pelo fabricante.

2.6 — *Lubrificante.* — As especificações do lubrificante utilizado para o ensaio devem ser registadas e apresentadas com os resultados do ensaio.

2.7 — *Combustível de ensaio.* — O combustível deve ser o combustível de referência especificado no anexo IV.

O índice de cetano e o teor de enxofre do combustível de referência utilizado para o ensaio devem ser registados respectivamente nos n.ºs 1.1.1 e 1.1.2 do apêndice 1 do anexo VI.

A temperatura do combustível à entrada da bomba de injeção deve estar compreendida entre 306 K e 316 K [(33-43)°C].

### 3 — Condução do ensaio NRSC

3.1 — *Determinação das regulações do dinamómetro.* — A base da medição das emissões específicas é a potência ao freio não corrigida de acordo com a norma ISO 14396:2002.

Os dispositivos auxiliares que apenas sejam necessários para o funcionamento da máquina e que possam estar montados no motor, devem ser retirados para a realização dos ensaios. Dá-se como exemplo a seguinte lista incompleta:

- a) Compressor de ar para os travões;
- b) Compressor da direcção assistida;
- c) Compressor do sistema de ar condicionado;
- d) Bombas para os actuadores hidráulicos.

Nos casos em que os dispositivos auxiliares não tenham sido retirados, determina-se a potência por eles absorvida, a fim de determinar as regulações do dinamómetro, excepto no que diz respeito a motores em que esses dispositivos auxiliares fazem parte integrante do motor, como por exemplo ventoinhas de arrefecimento em motores arrefecidos a ar.

A restrição à admissão e a contrapressão no tubo de escape devem ser ajustadas de acordo com os limites superiores especificados pelo fabricante, em conformidade com o indicado nos n.ºs 2.3 e 2.4.

Os valores do binário máximo às velocidades de ensaio especificadas devem ser determinadas experimentalmente a fim de se calcularem os valores do binário para os modos de ensaio especificados. No caso dos motores que não sejam concebidos para funcionar ao longo de uma gama de velocidades em uma curva do binário a plena carga, o binário máximo às velocidades de ensaio deve ser declarado pelo fabricante.

A regulação do motor para cada modo de ensaio deve ser calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$S = \left[ (P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right] - P_{AE}$$

Se a relação

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

O valor de  $P_{AE}$  pode ser verificado pela autoridade de homologação.

3.2 — *Preparação de filtros de recolha de amostras.* — Pelo menos uma hora antes do ensaio, cada filtro (par) deve ser colocado numa placa de Petri, fechada mas não selada numa câmara de pesagem, para efeitos de estabilização. No final do período de estabilização, cada filtro (par) deve ser pesado, sendo registada a tara. O filtro (par) deve então ser armazenado numa placa de Petri fechada ou num suporte de filtro até ser necessário para o ensaio. Se o filtro (par) não for utilizado no prazo de oito horas a seguir à sua renovação da câmara de pesagem deve ser pesado novamente antes da utilização.

3.3 — *Instalação do equipamento de medida.* — Os instrumentos e as sondas de recolha de amostras devem ser instalados conforme necessário. Quando se utilizar um sistema de diluição total do fluxo para a diluição dos gases de escape, o tubo de escape deve ser ligado ao sistema.

3.4 — *Arranque do sistema de diluição e do motor.* — O sistema de diluição e o motor devem começar a funcionar e aquecer até que todas as temperaturas e pressões tenham estabilizado a plena carga e a velocidade nominal, nos termos do n.º 3.7.2.

3.5 — *Ajustamento da razão de diluição.* — O sistema de recolha de amostras de partículas deve começar a funcionar em derivação, por *bypass*, para o método do filtro único, sendo facultativo para o método dos filtros múltiplos. A concentração de fundo de partículas no ar de diluição pode ser determinada passando o ar de diluição através dos filtros de partículas. Se for utilizado ar de diluição filtrado, pode ser feita uma única medição em qualquer altura antes, durante ou após o ensaio. Se o ar de diluição não for filtrado, a medição deve ser feita numa amostra retirada durante o ensaio.

O ar de diluição deve ser regulado de modo a obter uma temperatura da face do filtro compreendida entre 315 K (42°C) e 325 K (52°C) em cada modo. A razão total de diluição não deve ser inferior a quatro.

*Nota.* — Para o procedimento em estado estacionário, a temperatura do filtro deve ser mantida à temperatura máxima de 325 K (52°C) ou abaixo desta, em vez de respeitar a gama de temperaturas de 42°C a 52°C.

Para ambos os métodos do filtro único ou dos filtros múltiplos, o caudal mássico da amostra através do filtro deve ser mantido a uma proporção constante do caudal mássico dos gases de escape diluídos no que diz respeito aos sistemas de escoamento total em todos os modos. Esta razão de massas deve ter uma tolerância de  $\pm 5\%$  no que diz respeito ao valor médio do modo, excepto nos primeiros 10 segundos de cada modo no caso dos sistemas que não tenham a possibilidade de derivação. Para os sistemas de diluição parcial do fluxo com o método do filtro único, o caudal mássico através do filtro deve ser constante com uma tolerância de  $\pm 5\%$  no que diz respeito ao valor médio do modo durante cada modo, excepto nos primeiros 10 segundos de cada modo para os sistemas que não tenham a possibilidade de derivação.

Para os sistemas controlados pela concentração de  $CO_2$  ou  $NO_x$ , o teor de  $CO_2$  ou  $NO_x$  do ar de diluição deve ser medido no início e no fim de cada ensaio. As medições das concentrações de fundo de  $CO_2$  ou  $NO_x$  do ar de diluição antes e após o ensaio devem ficar compreendidas, respectivamente, dentro de um intervalo de 100 ppm ou 5 ppm.

Quando se utilizar um sistema de análise dos gases de escape diluídos, as concentrações de fundo relevantes devem ser determinadas pela recolha de ar de diluição num saco de recolha de amostras ao longo de toda a sequência do ensaio.

A concentração de fundo contínua, sem saco, pode ser tomada no mínimo em três pontos, no início, no fim e num ponto próximo do meio do ciclo, calculando-se a respectiva média. A pedido do fabricante, as medições de fundo podem ser omitidas.

3.6 — *Verificação dos analisadores.* — Os analisadores das emissões devem ser colocados em zero e calibrados.

3.7 — Ciclo do ensaio:

3.7.1 — Especificações do equipamento em conformidade com o n.º 1 do artigo 2.º do presente diploma.

3.7.1.1 — *Especificação A.* — No que diz respeito aos motores abrangidos pelas alíneas *a)* e *c)* do n.º 1 do artigo 2.º do presente diploma, utiliza-se o seguinte ciclo de oito modos <sup>(1)</sup> no funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar:

Modo número	Velocidade do motor (r/min)	Carga (percentagem)	Factor de ponderação
1	Nominal ou de referência <sup>(2)</sup>	100	0,15
2	Nominal ou de referência <sup>(2)</sup>	75	0,15
3	Nominal ou de referência <sup>(2)</sup>	50	0,15
4	Nominal ou de referência <sup>(2)</sup>	10	0,10
5	Intermédia	100	0,10
6	Intermédia	75	0,10
7	Intermédia	50	0,10
8	Marcha lenta sem carga	—	0,15

3.7.1.2 — *Especificação B.* — No que diz respeito aos motores abrangidos pela alínea *b)* do n.º 1 do artigo 2.º do presente diploma, utiliza-se o seguinte ciclo de cinco modos <sup>(3)</sup> no funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar:

Modo número	Velocidade do motor (r/min)	Carga (percentagem)	Factor de ponderação
1	Nominal	100	0,05
2	Nominal	75	0,25
3	Nominal	50	0,30
4	Nominal	25	0,30
5	Nominal	10	0,10

Os valores de carga são valores percentuais do binário correspondente à potência primária definida como a potência máxima disponível durante uma sequência de potência variável, que pode ocorrer durante um número ilimitado de horas por ano, entre manutenções nos intervalos declarados e nas condições ambientais declaradas, sendo a manutenção efectuada de acordo com o prescrito pelo fabricante.

3.7.1.3 — *Especificação C.* — No que diz respeito aos motores de propulsão <sup>(4)</sup> destinados a utilização em embarcações de navegação interior, utiliza-se o método de ensaio especificado na Norma ISO 8178-4:2002 e no anexo VI (código NO<sub>x</sub>) da Convenção Marpol 73/78 da OMI.

Os motores de propulsão que funcionam com curva de hélice de passo fixo são testados num dinamómetro utilizando o seguinte ciclo de quatro modos em estado estacionário <sup>(5)</sup>, desenvolvido para representar o fun-

cionamento de motores diesel marítimos comerciais em condições normais.

Modo número	Velocidade do motor (r/min)	Carga (percentagem)	Factor de ponderação
1	100% Nominal	100	0,20
2	91%	75	0,50
3	80%	50	0,15
4	63%	25	0,15

Os motores de propulsão de velocidade fixa destinados às embarcações de navegação interior com hélices de passo variável ou acopladas electricamente são ensaiados num dinamómetro utilizando o seguinte ciclo de quatro modos em estado estacionário <sup>(6)</sup>, que se caracteriza pela mesma carga e pelos mesmos factores de ponderação que o ciclo supra, mas funcionando o motor à velocidade nominal em cada ciclo.

Modo número	Velocidade do motor (r/min)	Carga (percentagem)	Factor de ponderação
1	Nominal	100	0,20
2	Nominal	75	0,50
3	Nominal	50	0,15
4	Nominal	25	0,15

3.7.1.4 — *Especificação D.* — No que diz respeito aos motores abrangidos pela alínea *d)* do n.º 1 do artigo 2.º do presente diploma, utiliza-se o seguinte ciclo de três modos <sup>(7)</sup> no funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar:

Modo número	Velocidade do motor (r/min)	Carga (percentagem)	Factor de ponderação
1	Nominal	100	0,25
2	Intermédia	50	0,15
3	Marcha lenta sem carga	—	0,60

#### Notas

<sup>(1)</sup> Idêntico ao ciclo C1 descrito no n.º 8.3.1.1 da norma ISO 8178-4:2007 (versão rectificada de 1.7.2008).

<sup>(2)</sup> A velocidade de referência é definida no n.º 4.3.1 do anexo III.

<sup>(3)</sup> Idêntico ao ciclo D2 descrito no n.º 8.4.1 da norma ISO 8178-4:2002(E).

<sup>(4)</sup> Os motores auxiliares de velocidade constante devem ser certificados de acordo com o ciclo de funcionamento ISO D2, ou seja, o ciclo de 5 modos em estado estacionário especificado no n.º 3.7.1.2, enquanto os motores auxiliares de velocidade variável devem ser certificados de acordo com o ciclo de funcionamento ISO C1, ou seja, o ciclo de 8 modos em estado estacionário especificado no n.º 3.7.1.1.

<sup>(5)</sup> Idêntico ao ciclo E3 descrito nos n.ºs 8.5.1, 8.5.2 e 8.5.3 da norma ISO 8178-4:2002(E). Os quatro modos assentam numa curva de hélice média baseada em medidas em uso.

<sup>(6)</sup> Idêntico ao ciclo E2 descrito nos n.ºs 8.5.1, 8.5.2 e 8.5.3 da norma ISO 8178-4:2002(E).

<sup>(7)</sup> Idêntico ao ciclo F da norma ISO 8178-4:2002(E);

3.7.2 — *Condicionamento do motor.* — O aquecimento do motor e do sistema deve ser efectuada à velocidade e binário máximos a fim de estabilizar os parâmetros do motor de acordo com as recomendações do fabricante.

*Nota.* — O período de condicionamento deve também impedir a influência de depósitos provenientes de um ensaio anterior no sistema de escape. Exige-se também um período de estabilização entre os pontos de ensaio, para minimizar as influências de passagem de um ponto para outro.

3.7.3 — *Sequência do ensaio.* — Dá-se início à sequência de ensaio. O ensaio deve ser realizado pela ordem dos números dos modos conforme acima indicado para os ciclos de ensaio.

Durante cada modo do ciclo de ensaio em questão após o período inicial de transição, mantém-se a velocidade especificada a  $\pm 1\%$  da velocidade nominal ou  $\pm 3 \text{ min}^{-1}$ , conforme o que for maior, excepto para a marcha lenta sem carga, que deve estar dentro das tolerâncias declaradas pelo fabricante. O binário especificado deve ser mantido de modo a que a média durante o período em que as medições estiverem a ser efectuadas não divirja mais do que  $\pm 2\%$  do binário máximo à velocidade de ensaio.

Para cada ponto de medição é necessário um tempo mínimo de dez minutos. Se para o ensaio de um motor forem necessários tempos de recolha de amostras maiores para se poder obter uma massa de partículas suficiente no filtro de medição, a duração dos modos de ensaio pode ser alargado conforme necessário.

A duração do modo deve ser registada e incluída num relatório.

Os valores das concentrações das emissões gasosas pelo escape devem ser medidos e registados durante os últimos três minutos do modo.

A recolha de amostras de partículas e a medição das emissões gasosas não devem ter início antes de terminada a estabilização do motor, conforme definido pelo fabricante, e os finais respectivos devem coincidir.

A temperatura do combustível deve ser medida à entrada da bomba de injeção de combustível, ou conforme especificado pelo fabricante, registando-se o local de medição.

3.7.4 — *Resposta do analisador.* — Os resultados fornecidos pelos analisadores devem ser registados por um registor de agulhas ou medidos com um sistema equivalente de aquisição de dados; os gases de escape devem passar através dos analisadores pelo menos durante os últimos três minutos de cada modo. Se for aplicada a recolha de amostras em sacos para a medição do  $CO$  e do  $CO_2$  diluídos, conforme n.º 1.4.4 do apêndice 1, deve ser recolhida uma amostra num saco durante os últimos três minutos de cada modo, sendo a amostra analisada e os respectivos resultados registados.

3.7.5 — *Recolha de amostras de partículas.* — A recolha de amostras de partículas pode ser feita quer com o método do filtro único quer pelo método dos filtros múltiplos, conforme n.º 1.5 do apêndice 1. Dado que os resultados dos métodos podem diferir ligeiramente, o método utilizado deve ser declarado com os resultados.

Para o método do filtro único, os factores de ponderação de cada modo especificados no procedimento do ciclo de ensaio devem ser tidos em consideração durante a recolha de amostras através do ajustamento do caudal e ou tempo de recolha.

A recolha de amostras deve ser conduzida o mais tarde possível dentro de cada modo. O tempo de recolha por modo deve ser de pelo menos 20 segundos para o método do filtro único e pelo menos 60 segundos para o método dos filtros múltiplos. Para os sistemas sem a possibilidade de derivação, o tempo de recolha por modo deve ser de pelo menos 60 segundos para os métodos do filtro único e dos filtros múltiplos.

3.7.6 — *Parâmetros do motor.* — A velocidade e a carga, a temperatura do ar de admissão, o caudal de combustível e o caudal do ar ou dos gases de escape do motor devem ser medidos para cada modo logo que o motor se tenha estabilizado.

Se a medição do caudal dos gases de escape ou medição do ar de combustão e do consumo de combustível não forem possíveis, esses valores podem ser calculados utilizando o método do balanço do carbono e do oxigénio conforme n.º 1.2.3 do apêndice 1.

Quaisquer outros dados necessários para os cálculos devem ser registados nos termos dos n.ºs 1.1 e 1.2 do apêndice 3.

3.8 — *Reverificação dos analisadores.* — Após o ensaio das emissões, deve-se utilizar um gás de colocação no zero e o mesmo gás de calibração para a reverificação. O ensaio será considerado aceitável se a diferença entre as duas medições for inferior a 2%.

4 — *Condução do ensaio NRTC:*

4.1 — *Introdução.* — O ciclo em condições transientes não rodoviário (NRTC) consta do apêndice 4 do anexo III, como uma sequência segundo a segundo de valores normalizados da velocidade e binário aplicáveis a todos os motores diesel abrangidos pelo presente diploma. Para realizar o ensaio num banco de ensaios de motores, os valores normalizados serão convertidos em valores reais para o motor em ensaio, com base na curva de mapeamento do motor. Essa conversão é referida como desnormalização, e o ciclo de ensaios desenvolvido é referido como o ciclo de referência do motor a ensaiar. Utilizando esses valores de velocidade e do binário de referência, realiza-se o ciclo no banco de ensaios, registando-se os valores da velocidade e do binário de retroacção. Para validar o ensaio e ao completá-lo, realiza-se uma análise de regressão entre os valores de velocidade e do binário de referência e de retroacção.

4.1.1 — É proibida a utilização de dispositivos manipuladores ou de estratégias irracionais de controlo de emissões.

4.2 — *Procedimento de mapeamento do motor.* — Ao gerar o NRTC no banco de ensaios, o motor deve ser mapeado antes de realizar o ciclo de ensaios para determinar a curva velocidade-binário.

4.2.1 — *Determinação da gama de velocidades de mapeamento.* — As velocidades mínima e máxima de mapeamento são definidas como segue:

Velocidade mínima de mapeamento = velocidade de marcha lenta sem carga

Velocidade máxima de mapeamento =  $n_{hi} \times 1,02$  ou a velocidade em que o binário a plena carga cai para zero, conforme a que for inferior em que  $n_{hi}$  é a velocidade elevada definida como a velocidade mais elevada do motor quando é fornecida 70% da potência nominal.

4.2.2 — *Curva de mapeamento do motor.* — O aquecimento do motor deve ser efectuado à velocidade máxima a fim de estabilizar os parâmetros do motor de acordo com as recomendações do fabricante e a boa prática da engenharia. Quando o motor estiver estabilizado, realiza-se o mapeamento do motor de acordo com os seguintes passos.

4.2.2.1 — Mapa em condições transientes:

a) Retira-se a carga do motor que é operado à velocidade de marcha lenta sem carga;

b) O motor é operado a plena carga com a bomba de injeção à velocidade mínima de mapeamento;

c) Aumenta-se a velocidade do motor a uma taxa média de  $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$  desde a velocidade mínima à velocidade máxima de mapeamento. Registam-se os pontos de velocidade e do binário do motor a uma taxa de amostragem de pelo menos um ponto por segundo.

#### 4.2.2.2 — Mapa passo a passo:

a) Retira-se a carga do motor sendo operado à velocidade de marcha lenta sem carga;

b) O motor é operado à regulação de plena carga da bomba de injeção à velocidade mínima de mapeamento;

c) Mantendo-se a plena carga, mantém-se a velocidade mínima de mapeamento durante pelo menos 15 s e regista-se o binário médio durante os últimos 5 s. Determina-se a curva do binário máximo desde a velocidade mínima à velocidade máxima de mapeamento com incrementos de velocidade não superiores a  $100 \pm 20/\text{min}$ . Cada ponto de ensaio é mantido durante pelo menos 15 s, e regista-se o binário médio durante os últimos 5 s.

4.2.3 — *Geração da curva de mapeamento.* — Ligam-se todos os pontos de dados registados no n.º 4.2.2 utilizando uma interpolação linear entre os pontos. A curva resultante do binário é a curva de mapeamento que será utilizada para converter os valores normalizados do binário do programa do dinamómetro do motor do apêndice 4 em valores reais de binário para o ciclo de ensaios, conforme descrito no n.º 4.3.3.

4.2.4 — *Mapeamento alternativo.* — Se um fabricante pensar que as técnicas de mapeamento acima indicadas não são seguras ou não são representativas para um dado motor, podem-se utilizar técnicas de mapeamento alternativas. Estas técnicas devem satisfazer a intenção dos procedimentos de mapeamento especificados para determinar o binário máximo disponível a todas as velocidades do motor atingidas durante os ciclos de ensaio. Os desvios das técnicas de mapeamento, especificadas neste ponto, por razões de segurança ou representatividade serão aprovadas pelas partes envolvidas juntamente com a justificação da respectiva utilização. Todavia, em caso algum poderá a curva de binário ser traçada através de velocidades de motor descendentes para os motores governados ou turbocomprimidos.

4.2.5 — *Repetições de ensaios.* — Os motores não precisam de ser mapeados antes de cada ciclo de ensaios. Um motor deve ser remapeado antes de um ciclo de ensaios se:

a) Decorreu um período de tempo não razoável entre o último mapeamento, conforme determinado pelo sentimento de engenharia, ou

b) Foram efectuadas mudanças físicas ou recalibrações ao motor, que podem potencialmente afectar o comportamento funcional do motor.

### 4.3 — Geração do ciclo de ensaios de referência:

4.3.1 — *Velocidade de referência.* — A velocidade de referência ( $n_{\text{ref}}$ ) corresponde aos valores da velocidade normalizados a 100 % especificados no programa

do dinamómetro no apêndice 4 do anexo III. O ciclo efectivo do motor resultante da desnormalização para a velocidade de referência depende, em larga medida, da selecção da velocidade de referência adequada. Determina-se a velocidade de referência pela seguinte fórmula:

$$n_{\text{ref}} = \text{velocidade baixa} + 0,95 \times (\text{velocidade elevada} - \text{velocidade baixa})$$

(a velocidade elevada é a velocidade mais elevada do motor à qual se fornece 70 % da potência nominal, ao passo que a velocidade baixa é a velocidade mais baixa do motor à qual se fornece 50 % da potência nominal).

Se a velocidade de referência medida se situar no intervalo de  $\pm 3 \%$  da velocidade de referência declarada pelo fabricante, a velocidade de referência declarada pode ser utilizada para o ensaio de medição das emissões. Se a tolerância for excedida, utiliza-se a velocidade de referência medida para o ensaio de medição das emissões <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Estes valores estão em conformidade com a norma ISO 8178-11:2006.

4.3.2 — *Desnormalização da velocidade do motor.* — Desnormaliza-se a velocidade utilizando a seguinte equação:

$$V_{\text{veloc.}} = \frac{\% \text{veloc.} \times (\text{veloc. de referência} - \text{veloc. de marcha lenta sem carga})}{100} + \text{veloc. marcha lenta sem carga}$$

4.3.3 — *Desnormalização do binário do motor.* — Os valores do binário no programa do dinamómetro do motor do apêndice 4 do anexo III são normalizados para o binário máximo à velocidade respectiva. Desnormalizam-se os valores de binário do ciclo de referência através da curva de mapeamento determinada acordo com o n.º 4.2.2, do seguinte modo:

$$\text{Binário real} = \frac{\% \text{ binário} \times \text{binário máximo}}{100}$$

Para a velocidade real respectiva determinada no n.º 4.3.2.

4.3.4 — *Exemplo de procedimento de desnormalização.* — Como exemplo, desnormaliza-se o seguinte ponto de ensaio:

% velocidade = 43 %

% binário = 82 %

Dados os seguintes valores:

Velocidade de referência =  $2\,200 \text{ min}^{-1}$

Velocidade de marcha lenta sem carga =  $600 \text{ min}^{-1}$

Obtém-se velocidade real

$$\text{velocidade real} = \frac{43 \times (2200 - 600)}{100} + 600 = 1288 \text{ min}^{-1}$$

Com o binário máximo de 700 N m observado na curva de mapeamento a  $1288 \text{ min}^{-1}$

$$\text{Binário real} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ N} \cdot \text{m}$$

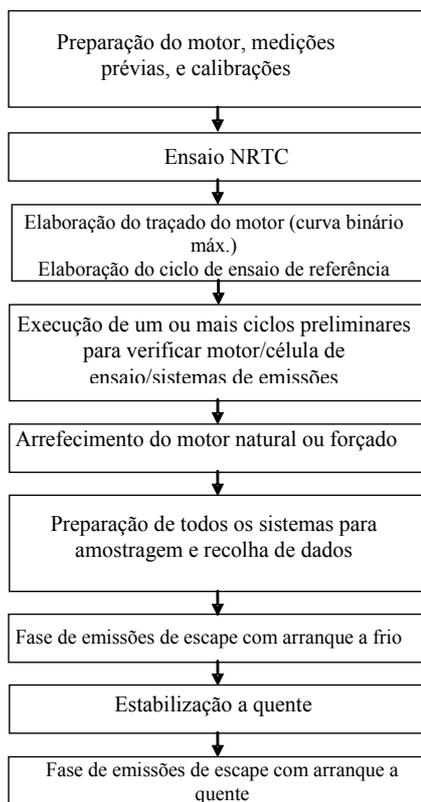
### 4.4 — Dinamómetro:

4.4.1 — Ao utilizar uma célula de carga, transfere-se o sinal do binário para o eixo do motor e considera-se

a inércia do dinamómetro. O binário real do motor é o binário lido na célula de carga adicionado do momento de inércia do freio multiplicado pela aceleração angular. O sistema de controlo tem de realizar este cálculo em tempo real.

4.4.2 — Se o motor for ensaiado com um dinamómetro de correntes de Foucault, recomenda-se que o número de pontos, em que a diferença  $T_{sp} - 2 \times \pi \times n_{sp} \times \Theta_D$  é inferior a  $-5\%$  do binário de pico, não exceda 30, em que  $T_{sp}$  é o binário exigido,  $n_{sp}$  é a derivada da velocidade do motor e  $\Theta_D$  é a inércia de rotação do dinamómetro de correntes de Foucault.

4.5 — *Ensaio de medição das emissões.* — O fluxograma a seguir descreve a sequência do ensaio:



Pode realizar-se um ou mais ciclos preliminares, conforme for necessário, para verificar o motor, a célula de ensaio e os sistemas de emissão antes do ciclo de medição.

4.5.1 — *Preparação dos filtros de recolha de amostras.* — Pelo menos uma hora antes do ensaio, coloca-se cada filtro numa placa de Petri, protegida contra a contaminação por pó mas que permita a troca de ar, que é, por sua vez, colocada numa câmara de pesagem, para efeitos de estabilização. No final do período de estabilização, pesa-se cada filtro, sendo registada a sua massa. Armazena-se então o filtro numa placa de Petri fechada ou num porta-filtros selado até ser necessário para o ensaio. Utiliza-se o filtro nas 8 horas que se seguem à sua remoção da câmara de pesagem. Regista-se a tara.

4.5.2 — *Instalação do equipamento de medição.* — Instalam-se os instrumentos e as sondas de recolha conforme necessário. Liga-se o tubo de escape ao sistema de diluição em circuito total, se utilizado.

4.5.3 — *Arranque do sistema de diluição.* — O sistema de diluição é colocado em funcionamento. Regula-

-se o caudal total dos gases de escape diluídos de um sistema de diluição em circuito total ou o caudal diluído dos gases de escape através de um sistema de diluição em circuito parcial para eliminar a condensação de água do sistema e obter uma temperatura à face do filtro compreendida entre 315 K (42°C) e 325 K (52°C).

4.5.4 — *Arranque do sistema de recolha de amostras de partículas.* — Coloca-se em funcionamento o sistema de recolha de amostras de partículas funcionando em derivação. A concentração de fundo de partículas no ar de diluição pode ser determinada pela recolha de amostras do ar de diluição antes da entrada dos gases de escape no túnel de diluição. É preferível que a amostra de partículas de fundo seja recolhida durante o ciclo em condições transientes se houver outro sistema de recolha de amostras de partículas. Caso contrário, pode-se utilizar o sistema de recolha de amostras de partículas utilizado para recolher as partículas do ciclo em condições transientes. Se for utilizado ar de diluição filtrado, pode-se efectuar uma medição antes ou depois do ensaio. Se o ar de diluição não for filtrado, as medições devem ser feitas antes do início e após o fim do ciclo, tomando-se a média dos valores.

4.5.5 — *Verificação dos analisadores.* — Os analisadores das emissões devem ser colocados a zero e calibrados. Se forem utilizados sacos de recolha de amostras, é necessário esvaziá-los.

4.5.6 — *Prescrições para o arrefecimento.* — Pode ser aplicado um procedimento de arrefecimento natural ou forçado. Para um arrefecimento forçado, utilizam-se técnicas reconhecidas para criar sistemas de circulação de ar de arrefecimento no motor, bem como de óleo frio no sistema de lubrificação do motor, de extracção do calor do líquido de arrefecimento através do sistema de arrefecimento do motor, e de extracção do calor de um sistema de pós-tratamento dos gases de escape. No caso de arrefecimento forçado do sistema de pós-tratamento de gases de escape, o ar de arrefecimento não deve ser aplicado antes de a temperatura do sistema de pós-tratamento ter descido abaixo da temperatura de activação catalítica. Não são autorizados procedimentos de arrefecimento que conduzam a emissões não representativas.

O ensaio de medição das emissões de escape do ciclo de arranque a frio pode começar após um arrefecimento apenas quando as temperaturas do óleo do motor, do líquido de arrefecimento e do sistema de pós-tratamento tenham estabilizado entre 20°C e 30°C durante um intervalo mínimo de quinze minutos.

4.5.7 — *Realização do ciclo:*

4.5.7.1 — *Ciclo de arranque a frio.* — A sequência de ensaio começa com o ciclo de arranque a frio uma vez terminado o arrefecimento e quando todos os requisitos definidos no n.º 4.5.6 estiverem preenchidos.

Faz-se arrancar o motor de acordo com o procedimento de arranque recomendado pelo fabricante no manual de utilização, utilizando quer um motor de arranque de série quer o dinamómetro.

Logo que o motor tenha arrancado, ligar um contador de marcha lenta sem carga. Deixar o motor rodar livremente em marcha lenta sem carga durante  $23 \pm 1$  s. Iniciar o ciclo transiente do motor de modo a que o primeiro registo sem marcha lenta sem carga do ciclo

ocorra aos  $23 \pm 1$  s. O período de marcha lenta sem carga está incluído nos  $23 \pm 1$  s.

Realiza-se o ensaio de acordo com o ciclo de referência indicado no apêndice 4 do anexo III. Determinam-se os pontos de controlo da velocidade e do binário do motor com uma frequência de 5 Hz ou superior (recomenda-se 10 Hz). Calculam-se os pontos de controlo através de interpolação linear entre os pontos de controlo a 1 Hz do ciclo de referência. Registam-se a velocidade e o binário efectivos do motor pelo menos uma vez por segundo durante o ciclo de ensaios, podendo os sinais ser electronicamente filtrados.

4.5.7.2 — *Resposta dos analisadores.* — O equipamento de medição deve ser colocado em funcionamento simultaneamente com o arranque do motor para:

Começar a recolher ou analisar o ar de diluição, se for utilizado um sistema de diluição em circuito total;

Começar a recolher ou analisar os gases de escape brutos ou diluídos, dependendo do método utilizado;

Começar a medição da quantidade dos gases de escape diluídos e as temperaturas e pressões requeridas;

Começar o registo do caudal mássico dos gases de escape, se for utilizada a análise dos gases de escape brutos;

Começar o registo dos dados da velocidade e do binário provenientes do dinamómetro.

Se se utilizar a medição dos gases de escape brutos, medem-se em contínuo as concentrações das emissões (HC, CO e  $\text{NO}_x$ ) e o caudal mássico dos gases de escape, sendo registados com uma frequência mínima de 2 Hz num sistema informático. Todos os outros dados podem ser registados com uma frequência mínima de 1 Hz. No que diz respeito aos analisadores analógicos, regista-se a resposta, podendo os dados de calibração ser aplicados em linha ou fora de linha durante a avaliação dos dados.

Se for utilizado um sistema de diluição em circuito total, medem-se em contínuo as emissões de HC e de  $\text{NO}_x$  no túnel de diluição com uma frequência mínima de 2 Hz. Determinam-se as concentrações médias integrando os sinais do analisador ao longo do ciclo de ensaio. O tempo de resposta do sistema não deve ser superior a 20 s, e deve ser coordenado com as flutuações do caudal do CVS e os desvios do tempo de recolha de amostras/ciclo de ensaio, se necessário. Determinam-se as emissões de CO e  $\text{CO}_2$  por integração ou por análise das concentrações no saco de recolha de amostras, recolhidas ao longo do ciclo. Determinam-se as concentrações dos poluentes gasosos no ar de diluição pela integração ou por recolha no saco de recolha. Registam-se todos os outros parâmetros que precisam de ser medidos com um mínimo de uma medição por segundo (1 Hz).

4.5.7.3 — *Recolha de partículas.* — Aquando do arranque do motor, o sistema de recolha de partículas deve ser comutado do modo de derivação para o modo de recolha.

Se se utilizar um sistema de diluição em circuito parcial, a(s) bomba(s) de recolha deve(m) ser ajustada(s) de modo a que o caudal que atravessa a sonda de recolha de partículas ou o tubo de transferência se mantenha proporcional ao caudal mássico dos gases de escape.

Se se utilizar um sistema de diluição em circuito total, a(s) bomba(s) de recolha deve(m) ser regulada(s) de modo a que o caudal que atravessa a sonda de recolha de partículas ou o tubo de transferência se mantenha num valor a  $\pm 5\%$  do caudal fixado. Se se utilizar compensação do caudal (isto é, controlo proporcional do caudal da amostra), deve-se demonstrar que a relação entre o caudal no túnel principal e o caudal da amostra de partículas não varia em mais de  $\pm 5\%$  do seu valor fixado (excepto no que diz respeito aos primeiros 10 segundos de recolha).

*Nota.* — No caso de uma operação de dupla diluição, o caudal da amostra é a diferença líquida entre o caudal que atravessa os filtros de recolha e o caudal de ar de diluição secundária.

Registam-se a temperatura e a pressão médias à entrada do(s) aparelho(s) de medição dos gases ou dos instrumentos de medição do caudal. Caso não se possa manter o caudal fixado durante o ciclo completo (com uma tolerância de  $\pm 5\%$ ) devido à elevada carga de partículas no filtro, o ensaio é anulado. Repete-se o ensaio utilizando um caudal inferior e ou um filtro de diâmetro maior.

4.5.7.4 — *Paragem do motor durante o ciclo de arranque a frio.* — Se o motor parar em qualquer momento do ciclo de ensaio de arranque a frio, pré-condiciona-se o motor, repetindo-se o procedimento de arrefecimento; volta-se, em seguida, a arrancar o motor e repete-se o ensaio. Se ocorrer uma avaria em qualquer um dos equipamentos de ensaio requeridos durante o ciclo de ensaio, o ensaio é anulado.

4.5.7.5 — *Operações após o ciclo de arranque a frio.* — Uma vez terminado o ciclo de arranque a frio do ensaio, deve parar-se a medição do caudal dos gases de escape, do volume dos gases de escape diluídos, do caudal de gases para os sacos de recolha e a bomba de recolha de partículas. No caso de um sistema analisador por integração, continua-se com a recolha até ao fim dos tempos de resposta do sistema.

Se forem utilizados sacos de recolha, as respectivas concentrações devem ser analisadas logo que possível e, em qualquer caso, no intervalo máximo de 20 minutos após o fim do ciclo de ensaio.

Após o ensaio de medição das emissões, deve-se utilizar um gás de colocação no zero e o mesmo gás de calibração para a reverificação dos analisadores. O ensaio é considerado aceitável se a diferença entre os resultados antes do ensaio e após o ensaio for inferior a 2% do valor do gás de calibração.

Os filtros de partículas devem voltar à câmara de pesagem o mais tardar uma hora após o fim do ensaio. Devem ser condicionados numa placa de Petri, protegida contra a contaminação por pó mas que permita a troca de ar, durante uma hora pelo menos, e depois pesados. Regista-se o peso bruto dos filtros.

4.5.7.6 — *Estabilização a quente.* — Imediatamente após o motor ter sido desligado, desligar a(s) ventoinha(s) de arrefecimento do motor, se utilizada(s), bem como o insuflador do CVS (ou desligar o sistema de escape do CVS), se utilizado.

Deixar o motor estabilizar a temperatura durante  $20 \pm 1$  minutos. Preparar o motor e o dinamómetro para o ensaio de arranque a quente. Ligar os sacos de recolha esvaziados aos sistemas de recolha de amostras de gases de escape diluídos e de ar de diluição. Ligar

o sistema CVS (se utilizado ou ainda não estiver ligado) ou ligar o sistema de escape ao CVS (se estiver desligado). Ligar as bombas de recolha de amostras (excepto a(s) bomba(s) de recolha de partículas), a(s) ventoinha(s) de arrefecimento do motor e o sistema de recolha de dados).

Antes de dar início ao ensaio, o permutador de calor do CVS (se utilizado) e os componentes aquecidos de quaisquer sistemas de amostragem contínuos (se aplicável) devem ser pré-aquecidos às temperaturas de funcionamento prescritas.

Regular o caudal da amostra para o valor desejado e colocar a zero os aparelhos de medição do caudal dos gases do CVS. Instalar cuidadosamente um filtro de partículas limpo em cada um dos porta-filtros e colocar os porta-filtros com os filtros na linha do caudal da amostra.

4.5.7.7 — *Ciclo de arranque a quente.* — Logo que o motor tenha arrancado, ligar um contador de marcha lenta sem carga. Deixar o motor rodar livremente em marcha lenta sem carga durante  $23 \pm 1$  s. Iniciar o ciclo transiente do motor de modo a que o primeiro registo sem marcha lenta sem carga do ciclo ocorra aos  $23 \pm 1$  s. O período de marcha lenta sem carga está incluído nos  $23 \pm 1$  s.

Realiza-se o ensaio de acordo com o ciclo de referência indicado no apêndice 4 do anexo III. Determinam-se os pontos de controlo da velocidade e do binário do motor com uma frequência de 5 Hz ou superior (recomenda-se 10 Hz). Calculam-se os pontos de controlo através de interpolação linear entre os pontos de controlo a 1 Hz do ciclo de referência. Registam-se a velocidade e o binário efectivos do motor pelo menos uma vez por segundo durante o ciclo de ensaio, podendo os sinais ser electronicamente filtrados.

Repetir em seguida o procedimento descrito nos n.º 4.5.7.2 e 4.5.7.3.

4.5.7.8 — *Paragem do motor durante o ciclo de arranque a quente.* — Se o motor parar em qualquer momento do ciclo de arranque a quente, pode ser desligado e reestabilizado durante 20 minutos. O ciclo de arranque a quente pode então ser repetido. Apenas se admite uma reestabilização e uma repetição do ciclo de arranque a quente.

4.5.7.9 — *Operações após o ciclo de arranque a quente.* — Uma vez terminado o ciclo de arranque a quente, deve parar-se a medição do caudal dos gases de escape, do volume dos gases de escape diluídos, do caudal de gases para os sacos de recolha e a bomba de recolha de partículas. No caso de um sistema analisador por integração, continua-se com a recolha até ao fim dos tempos de resposta do sistema.

Se forem utilizados sacos de recolha, as respectivas concentrações devem ser analisadas logo que possível e, em qualquer caso, no intervalo máximo de 20 minutos após o fim do ciclo de ensaio.

Após o ensaio de medição das emissões, deve-se utilizar um gás de colocação no zero e o mesmo gás de calibração para a reverificação dos analisadores. O ensaio é considerado aceitável se a diferença entre os resultados antes do ensaio e após o ensaio for inferior a 2% do valor do gás de calibração.

Os filtros de partículas devem voltar à câmara de pesagem o mais tardar uma hora após o fim do ensaio. Devem ser condicionados numa placa de Petri, protegida contra a contaminação por pó mas que permita a troca de ar, durante uma hora pelo menos, e depois pesados. Regista-se o peso bruto dos filtros.

#### 4.6 — Verificação do ensaio

4.6.1 — *Deslocação dos dados.* — Para minimizar a influência da diferença de tempo entre os valores de retroacção e do ciclo de referência toda a sequência dos sinais de retroacção da velocidade e do binário do motor pode ser avançada ou atrasada no tempo em relação à sequência de referência da velocidade e do binário. Se os sinais de retroacção forem deslocados, tanto a velocidade como o binário devem ser deslocados pela mesma quantidade no mesmo sentido.

4.6.2 — *Cálculo do trabalho do ciclo.* — Calcula-se o trabalho real do ciclo  $W_{act}$  (kWh) utilizando cada um dos pares dos valores registados de velocidade e binário da retroacção do motor. O trabalho real do ciclo é utilizado para comparação com o trabalho do ciclo de referência  $W_{ref}$  e para calcular as emissões específicas do freio utiliza-se a mesma metodologia para integrar a potência de referência e a potência real do motor. Se os valores tiverem sido determinados entre valores adjacentes de referência ou valores adjacentes medidos, utiliza-se a interpolação linear.

Ao integrar o trabalho do ciclo de referência e do ciclo real, todos os valores do binário negativos são igualados a zero e incluídos no cálculo. Se a integração for feita a uma frequência inferior a 5 Hz e se, durante um dado intervalo de tempo, o valor do binário varia de positivo para negativo ou de negativo para positivo, calcula-se a porção negativa que é igualada a zero. A parte positiva é incluída no valor integrado.

O valor de  $W_{act}$  deve estar compreendido entre -15% e + 5% de  $W_{ref}$ .

4.6.3 — *Estatísticas de validação do ciclo de ensaio.* — Realizam-se regressões lineares dos valores de retroacção em relação aos valores de referência no que diz respeito à velocidade, binário e potência. Depois de ter ocorrido qualquer deslocação dos dados de retroacção, pode-se seleccionar esta opção. Utiliza-se o método dos mínimos quadrados, tendo a equação do melhor ajustamento a forma:

$$y = mx + b$$

em que:

$y$  = Valor de retroacção, real, da velocidade ( $\text{min}^{-1}$ ) binário (N.m) ou potência (kW)

$m$  = Declive da recta de regressão

$x$  = Valor de referência da velocidade ( $\text{min}^{-1}$ ), binário (N.m) ou potência (kW)

$b$  = ordenada na origem da recta de regressão

Calcula-se para cada recta de regressão o erro padrão da estimativa (SE) de  $y$  em relação a  $x$  e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ).

Recomenda-se que esta análise seja efectuada em intervalos de 1 Hz. Para que um ensaio seja considerado válido, os critérios do quadro 1 devem ser satisfeitos.

QUADRO 1

## Tolerâncias da recta de regressão

	Velocidade	Binário	Potência
Erro-padrão da estimativa (SE) de Y em relação a X	Máx. 100 min <sup>-1</sup>	Máx. 13% do binário máximo do motor	Máx. 8% da potência máxima do motor
Declive da recta de regressão, m	0,95 a 1,03	0,83 – 1,03	0,89 – 1,03
Coefficiente de determinação, r <sup>2</sup>	min 0,9700	min 0,8800	min 0,9100
Y ordenada na origem da linha de regressão, b	+ 50 min <sup>-1</sup>	± 20 N·m ou ± 2% do binário máximo, conforme o maior	± 4 kW ou ± 2% da potência máxima, conforme a maior

Apenas para efeito da regressão, são admitidas eliminações de pontos onde indicado no quadro 2 antes de fazer o cálculo de regressão. Todavia, esses pontos não devem ser eliminados para o cálculo do trabalho do ciclo e das emissões. Um ponto de repouso é definido como um ponto que tenha um binário de referência normalizado de 0% e uma velocidade de referência normalizada de 0%. A eliminação de pontos pode ser aplicada à totalidade ou a qualquer parte do ciclo.

QUADRO 2

**Eliminações de análise de regressão admitidas; os pontos a que se aplica a eliminação de pontos têm de ser especificados**

Condição	Pontos de velocidade e ou binário e ou potência que podem ser eliminados com referência às condições indicadas na coluna da esquerda
Primeiros 24 ± 1 s e últimos 25 s	Velocidade, binário e potência
Acelerador totalmente aberto e retroacção do binário < 95% do binário de referência	Binário e ou potência
Acelerador totalmente aberto e retroacção da velocidade < 95% da velocidade de referência	Velocidade e ou potência
Binário fechado, retroacção da velocidade > velocidade de marcha lenta sem carga + 50 min <sup>-1</sup> , e retroacção do binário > 105% do binário de referência	Binário e ou potência
Binário fechado, retroacção da velocidade ≤ velocidade de marcha lenta sem carga + 50 min <sup>-1</sup> , definido pelo fabricante medido ± 2% do binário máximo	Velocidade e ou potência
Acelerador fechado e retroacção da velocidade > 105% da referência de velocidade	Velocidade e ou potência

(<sup>1</sup>) MARPOL: Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios.

(<sup>2</sup>) OMI: Organização Marítima Internacional.

APÊNDICE 1

## Métodos de medição e de recolha de amostras

## 1 — Métodos de medição e de recolha de amostras no ensaio NRSC

Os componentes gasosos e as partículas emitidos pelo motor submetido a ensaio devem ser medidos pelos métodos descritos no anexo v. Os métodos desse anexo descrevem os sistemas de análise recomendados para as emissões gasosas, definidas no n.º 1.1 e os sistemas de diluição e de recolha de amostras de partículas recomendados no n.º 1.2.

1.1 — *Especificação do dinamómetro.* — Deve utilizar-se um dinamómetro para motores com características adequadas para realizar o ciclo de ensaio descrito no n.º 3.7.1 do anexo III. A instrumentação para a medição do binário e da velocidade deve permitir a medição da potência dentro dos limites dados. Podem ser necessários cálculos adicionais. A precisão do equipamento de medição deve ser tal que não sejam excedidas as tolerâncias máximas dos valores dadas no n.º 1.3.

1.2 — *Escoamento dos gases de escape.* — O escoamento dos gases de escape deve ser determinado através de um dos métodos mencionados nos n.ºs 1.2.1 a 1.2.4.

1.2.1 — *Método de medição directa.* — Trata-se da medição directa do escoamento dos gases de escape através de uma tubeira de escoamento ou sistema de medição equivalente, cujos pormenores constam da norma ISO 5167:2000.

*Nota.* — A medição directa de um escoamento de gás é uma tarefa difícil. Devem ser tomadas precauções para evitar erros de medição que teriam influência no erro dos valores das emissões.

1.2.2 — *Método de medição do ar e do combustível.* — Trata-se da medição do escoamento de ar e do escoamento de combustível.

Utilizam-se medidores de escoamentos de ar e de combustível com a precisão definida no n.º 1.3.

O cálculo do escoamento dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL}$ , para a massa de gases de escape em base húmida.

1.2.3 — *Método do balanço do carbono.* — Trata-se do cálculo da massa dos gases de escape a partir do consumo de combustível e das concentrações de gases de escape utilizando o método do balanço do carbono, conforme apêndice 3 do anexo III.

1.2.4 — *Método de medição do gás traçador.* — O método envolve a medição da concentração de um gás traçador nos gases de escape. Injecta-se uma quantidade conhecida de um gás inerte, por exemplo hélio puro, como traçador no escoamento dos gases de escape. O gás é misturado e diluído com os gases de escape, mas não deve reagir no tubo de escape. Mede-se então a concentração do gás na amostra de gases de escape.

Para assegurar a mistura completa do gás traçador, a sonda de recolha de amostras dos gases de escape deve estar localizada a pelo menos 1 m ou 30 vezes o diâmetro do tubo de escape, conforme o valor mais elevado, a jusante do ponto de injeção do gás traçador. A sonda de amostragem deve estar localizada mais próxima do ponto de injeção se se verificar uma mistura completa através da comparação da concentração do gás traçador

com a concentração de referência quando o gás traçador for injectado a montante do motor.

O caudal do gás traçador deve ser regulado de modo a que a concentração do gás traçador à velocidade de marcha lenta sem carga do motor depois da mistura se torne inferior à escala completa do analisador do gás traçador.

O cálculo do caudal dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (\text{conc}_{\text{mix}} - \text{conc}_a)}$$

em que:

$G_{EXHW}$  = caudal mássico dos gases de escape base húmida, kg/s

$G_T$  = caudal do gás traçador, cm<sup>3</sup>/min

$\text{conc}_{\text{mix}}$  = concentração instantânea do gás traçador após mistura, ppm

$\rho_{EXH}$  = densidade dos gases de escape, kg/m<sup>3</sup>

$\text{conc}_a$  = concentração em base húmida do gás traçador no ar de diluição

A concentração de fundo do gás traçador ( $\text{conc}_a$ ) pode ser determinada calculando a média das concentrações de fundo medidas imediatamente antes do ensaio e após o ensaio.

Quando a concentração de fundo for inferior a 1 % da concentração do gás traçador após mistura ( $\text{conc}_{\text{mix}}$ ) a um escoamento máximo de gases de escape, a concentração de fundo pode ser desprezada.

O sistema completo deve satisfazer as especificações de precisão para o escoamento de gases de escape e deve ser calibrado de acordo com o n.º 1.11.2 do apêndice 2.

1.2.5 — *Método de medição do caudal de ar da relação ar/combustível.* — Esta medição envolve o cálculo do caudal mássico dos gases de escape a partir do caudal de ar e da relação ar/combustível. O cálculo do caudal mássico instantâneo dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

$$A/F_{st} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left( 100 \cdot \frac{\text{conc}_{\text{co}} \times 10^{-1}}{2} - \text{conc}_{\text{HC}} \times 10^{-4} \right) + \left( 0,45 \times \frac{1 - \frac{2 \times \text{conc}_{\text{co}} \times 10^{-1}}{3,5 \times \text{conc}_{\text{co}_2}}}{1 + \frac{\text{conc}_{\text{co}} \times 10^{-1}}{3,5 \times \text{conc}_{\text{co}_2}}} \right) \times (\text{conc}_{\text{co}_2} + \text{conc}_{\text{co}} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (\text{conc}_{\text{co}_2} + \text{conc}_{\text{co}} \times 10^{-1} + \text{conc}_{\text{HC}} \times 10^{-4})}$$

em que:

$A/F_{st}$  = razão estequiométrica ar/combustível, kg/kg

$\lambda$  = relação ar/combustível

$\text{conc}_{\text{co}_2}$  = concentração de CO<sub>2</sub> seco, %

$\text{conc}_{\text{co}}$  = concentração do CO seco, ppm

$\text{conc}_{\text{HC}}$  = concentração de HC, ppm

*Nota.* — O cálculo refere-se a um combustível para motores diesel com uma relação H/C igual a 1,8.

O caudalímetro de ar deve satisfazer as especificações de precisão contidas no quadro 3, o analisador de CO<sub>2</sub> utilizadas as especificações do n.º 1.4.1 e o sistema total, as especificações de precisão para o escoamento dos gases de escape.

Facultativamente, o equipamento de medição da relação ar/combustível, tal como um sensor do tipo Zircônia, pode ser utilizado para a medição da relação ar/combustível de acordo com as especificações do n.º 1.4.4.

1.2.6 — *Caudal total dos gases de escape diluídos.* — Ao utilizar um sistema de diluição do escoamento total, deve-se medir o caudal total dos gases de escape diluídos ( $G_{TOTW}$ ) com um PDP ou CFV ou SSV, conforme n.º 1.2.1.2 do anexo v. A precisão deve estar em conformidade com as disposições do n.º 2.2 do apêndice 2 do anexo III.

1.3 — *Precisão dos instrumentos de medida.* — A calibração de todos os instrumentos de medida deve ser feita com base em normas nacionais ou internacionais e satisfazer os requisitos estabelecidos no quadro 3.

QUADRO 3

**Precisão dos instrumentos de medida**

Número	Aparelhos de medida	Precisão
1	Velocidade do motor	± 2 % da leitura ou ± 1 % do valor máximo do motor, conforme o maior
2	Binário	± 2 % da leitura ou ± 1 % do valor máximo do motor, conforme o maior
3	Consumo de combustível	± 2 % do valor máximo do motor
4	Consumo de ar	± 2 % da leitura ou ± 1 % do valor máximo do motor, conforme o maior
5	Caudal dos gases de escape	± 2,5 % da leitura ou ± 1,5 % do valor máximo do motor, conforme o maior
6	Temperatura ≤ 600 K	± 2 K
7	Temperatura > 600 K	± 1 % da leitura
8	Pressão dos gases de escape	± 0,2 kPa absolutos
9	Depressão à entrada de ar	± 0,05 kPa absolutos
10	Pressão atmosférica	± 0,1 kPa absolutos
11	Outras pressões	± 0,1 kPa absolutos
12	Humidade relativa	± 5 % da leitura
13	Caudal do ar de diluição	± 2 % da leitura
14	Caudal dos gases de escape diluídos	± 2 % da leitura

1.4 — *Determinação dos componentes gasosos:*

1.4.1 — *Especificações gerais dos analisadores.* — Os analisadores devem ter uma gama de medida adequada à precisão necessária para medir as concentrações dos componentes dos gases de escape, conforme n.º 1.4.1.1. Recomenda-se que os analisadores funcionem de modo tal que as concentrações medidas fiquem compreendidas entre 15 % e 100 % da escala completa.

Se o valor da escala completa for igual ou inferior a 155 ppm, ou ppm C, ou se forem utilizados sistemas de visualização, como computadores ou dispositivos de registo de dados, que forneçam uma precisão e uma re-

solução suficientes abaixo de 15% da escala completa, são também aceitáveis concentrações abaixo de 15% da escala completa. Neste caso, devem ser feitas calibrações adicionais para assegurar a precisão das curvas de calibração, conforme n.º 1.5.5.2 do apêndice 2 do anexo III.

A compatibilidade electromagnética (CEM) do equipamento deve ser tal que minimize erros adicionais.

1.4.1.1 — *Erros de medição*. — O desvio do analisador relativamente ao ponto de calibração nominal não pode ser superior a  $\pm 2\%$  da leitura em toda a gama de medição com excepção do zero, ou a  $\pm 0,3\%$  da escala completa no zero, conforme o maior.

*Nota*. — Para efeitos deste ponto, «precisão» é definida como o desvio da leitura do analisador em relação aos valores de calibração nominais utilizando um gás de calibração (= valor verdadeiro).

1.4.1.2 — *Repetibilidade*. — A repetibilidade, definida como 2,5 vezes o desvio-padrão de dez respostas consecutivas a um determinado gás de calibração, não deve ser superior a  $\pm 1\%$  da concentração máxima para cada gama utilizada acima de 155 ppm, ou ppm C, ou  $\pm 2\%$  de cada gama utilizada abaixo de 155 ppm ou ppm C.

1.4.1.3 — *Ruído*. — A resposta pico a pico do analisador a gases de colocação no zero ou gases de calibração durante qualquer período de dez segundos não deve exceder 2% da escala completa em todas as gamas utilizadas.

1.4.1.4 — *Desvio do zero*. — O desvio do zero durante um período de uma hora deve ser inferior a 2% da escala completa na gama mais baixa utilizada. A resposta ao zero é definida como a resposta média, incluindo o ruído, a um gás de colocação no zero durante um intervalo de tempo de 30 segundos.

1.4.1.5 — *Desvio de calibração*. — O desvio da calibração durante um período de uma hora deve ser inferior a 2% da escala completa na gama mais baixa utilizada. A calibração é definida como a diferença entre a resposta à calibração e a resposta ao zero. A resposta à calibração é definida como a resposta média, incluindo o ruído, a um gás de calibração durante um intervalo de tempo de 30 segundos.

1.4.2 — *Secagem do gás*. — O dispositivo facultativo de secagem do gás deve ter um efeito mínimo na concentração dos gases medidos. Os secadores químicos não constituem um método aceitável de remoção da água da amostra.

1.4.3 — *Analisadores*. — Os n.ºs 1.4.3.1 a 1.4.3.5 do presente apêndice descrevem os princípios de medida a utilizar. O anexo V contém uma descrição pormenorizada dos sistemas de medida.

Os gases a medir devem ser analisados com os instrumentos a seguir indicados. Para os analisadores não lineares é admitida a utilização de circuitos de linearização.

1.4.3.1 — *Análise do monóxido de carbono (CO)*. — O analisador de monóxido de carbono deve ser do tipo infravermelho não dispersivo (NDIR).

1.4.3.2 — *Análise do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)*. — O analisador de dióxido de carbono deve ser do tipo infravermelho não dispersivo (NDIR).

1.4.3.3 — *Análise dos hidrocarbonetos (HC)*. — O analisador de hidrocarbonetos deve ser do tipo aquecido de ionização por chama (HFID) com detector, válvulas, tubagens, etc., aquecido de modo a manter a temperatura do gás em 463 K (190°C)  $\pm 10$  K.

1.4.3.4 — *Análise dos óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>)*. — O analisador de óxidos de azoto deve ser do tipo de quimioluminescência (CLD) ou do tipo de quimioluminescência aquecido (HCLD) com conversor NO<sub>2</sub>/NO, se a medição

for feita em base seca. Se a medição for feita em base húmida, deve ser utilizado um analisador HCLD com conversor mantido acima de 328 K (55°C) desde que a verificação do efeito de atenuação da água, conforme n.º 1.9.2.2 do apêndice 2 do anexo III, tenha sido satisfatória.

Tanto para o CLD como para o HCLD, o percurso do gás será mantido a uma temperatura das paredes de 328 K a 473 K (55°C a 200°C) até ao conversor, nas medições em base seca, e até ao analisador, nas medições em base húmida.

1.4.4 — *Medição da relação ar/combustível*. — O equipamento de medida da relação ar/combustível utilizado para determinar o escoamento dos gases de escape conforme especificado no n.º 1.2.5 é um sensor da relação ar/combustível de gama larga ou um sensor lambda do tipo Zircónia.

O sensor é montado directamente no tubo de escape num local em que a temperatura dos gases de escape seja suficientemente elevada para eliminar a condensação da água.

A precisão do sensor com a parte electrónica incorporada deve ter as seguintes tolerâncias:

- $\pm 3\%$  da leitura  $\lambda < 2$
- $\pm 5\%$  da leitura  $2 \leq \lambda < 5$
- $\pm 10\%$  da leitura  $5 \leq \lambda$

Para se obter a precisão acima especificada, o sensor deve ser calibrado conforme especificado pelo fabricante do instrumento.

1.4.5 — *Recolha de amostras das emissões gasosas*. — As sondas de recolha de amostras das emissões gasosas devem ser instaladas pelo menos 0,5 metros ou três vezes o diâmetro do tubo de escape, conforme o valor mais elevado, a montante da saída do sistema de gases de escape, tanto quanto possível, e suficientemente próximo do motor de modo a assegurar uma temperatura dos gases de escape de pelo menos 343 K (70°C) na sonda.

No caso de um motor multicilindros com um colector de escape ramificado, a entrada da sonda deve estar localizada suficientemente longe, a jusante, de modo a assegurar que a amostra seja representativa das emissões médias de escape de todos os cilindros. Nos motores multicilindros com grupos distintos de colectores, por exemplo nos motores em «V», é admissível obter uma amostra para cada grupo individualmente e calcular uma emissão média de escape. Podem ser utilizados outros métodos em relação aos quais se tenha podido demonstrar haver uma correlação com os métodos acima. Para o cálculo das emissões de escape, deve ser utilizado o escoamento mássico total dos gases de escape do motor.

Se a composição dos gases de escape for influenciada por qualquer sistema pós-tratamento do escape, a amostra de gases de escape deve ser retirada a montante desse dispositivo nos ensaios da fase I e a jusante desse dispositivo nos ensaios da fase II. Quando se utilizar um sistema de diluição do escoamento total para a determinação das partículas, as emissões gasosas podem também ser determinadas nos gases de escape diluídos. As sondas de recolha de amostras devem estar próximas da sonda de recolha de partículas no túnel de diluição, de acordo com o n.º 1.2.1.2 (DT) e o n.º 1.2.2 (PSP) do anexo V. O CO e o CO<sub>2</sub> podem ser facultativamente determinados através da recolha de amostras para um saco e subsequente medição da concentração no saco de amostras.

1.5 — *Determinação das partículas*. — A determinação das partículas exige um sistema de diluição. A diluição pode ser obtida por um sistema de diluição

parcial do escoamento ou um sistema de diluição total do escoamento. A capacidade de escoamento do sistema de diluição deve ser suficientemente grande para eliminar completamente a condensação de água nos sistemas de diluição e de recolha de amostras, e manter a temperatura dos gases de escape diluídos à temperatura entre 315 K (42°C) e 325 K (52°C) ou menos, imediatamente a montante dos suportes dos filtros. Se a humidade do ar for elevada, é permitida a desumidificação do ar de diluição antes de entrar no sistema de diluição. Se a temperatura ambiente for inferior a 293 K (20°C), recomenda-se o pré-aquecimento do ar de diluição acima do limite de temperatura de 303 K (30°C). Todavia, a temperatura do ar diluído não deve exceder 325 K (52°C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição.

*Nota.* — Em relação ao método em condições estacionárias, a temperatura do filtro pode ser mantida à temperatura máxima de 325 K (52°C) ou menos, em vez de respeitar a gama de temperaturas 315 K – 325 K (42°C – 52°C).

Num sistema de diluição do escoamento parcial do fluxo, a sonda de recolha de amostras de partículas deve ser instalada próximo e a montante da sonda de gases, conforme definido no n.º 4.4. e de acordo como o n.º 1.2.1.1, figuras 4-12, EP e SP, do anexo v.

O sistema de diluição do escoamento parcial do fluxo tem de ser concebido para separar a corrente de escape em duas partes, sendo a mais pequena diluída com ar e subsequentemente utilizada para a medição das partículas. É essencial que a razão de diluição seja determinada com muita precisão. Podem ser aplicados diferentes métodos de separação, mas o tipo de separação utilizado dita, em grau significativo, os equipamentos e os processos de recolha de amostras a utilizar, descritos no n.º 1.2.1.1 do anexo v.

Para determinar a massa das partículas, são necessários um sistema de recolha de amostras de partículas, filtros de recolha de amostras de partículas, uma balança capaz de pesar microgramas e uma câmara de pesagem controlada em termos de temperatura e de humidade.

Podem ser aplicados dois métodos à recolha de amostras de partículas:

a) O método do filtro único utiliza um par de filtros, mencionado no n.º 1.5.1.3 do presente apêndice, para todos os modos do ciclo de ensaio. Deve-se prestar uma atenção considerável aos tempos e escoamentos da recolha de amostras durante a fase de recolha do ensaio. Todavia, apenas será necessário um par de filtros para o ciclo do ensaio;

b) O método dos filtros múltiplos exige que seja utilizado um par de filtros, mencionado no n.º 1.5.1.3 do presente apêndice, para cada um dos modos individuais do ciclo de ensaio. Este método permite processos de recolha de amostras mais fáceis, mas utiliza mais filtros.

#### 1.5.1 — Filtros de recolha de amostras de partículas

1.5.1.1 — *Especificação dos filtros.* — São necessários filtros de fibra de vidro revestidos de fluorocarbono ou filtros de membrana com base em fluorocarbono para os ensaios de certificação. Para aplicações especiais, podem ser utilizados diferentes materiais de filtração. Todos os tipos de filtro devem ter um rendimento de recolha de 0,3 µm DOP (ftalato de dioctilo) de pelo menos 99% a uma velocidade nominal do gás compreendida entre 35 e 100 cm/s. Ao realizar ensaios de correlação entre

laboratórios ou entre um fabricante e a autoridade de homologação, devem-se utilizar filtros de qualidade idêntica.

1.5.1.2 — *Dimensão dos filtros.* — Os filtros de partículas devem ter um diâmetro mínimo de 47 mm, com um diâmetro da mancha de 37 mm. São aceitáveis filtros de maiores diâmetros conforme n.º 1.5.1.5.

1.5.1.3 — *Filtros primário e secundário.* — Durante a sequência de ensaios, os gases de escape diluídos devem ser recolhidos por meio de um par de filtros colocados em série, um filtro primário e um secundário. O filtro secundário não deve ser localizado a mais de 100 mm a jusante do filtro primário, nem estar em contacto com este. Os filtros podem ser pesados separadamente ou em conjunto, sendo colocados mancha contra mancha.

1.5.1.4 — *Velocidade nominal no filtro.* — Deve-se obter uma velocidade nominal do gás através do filtro compreendida entre 35 cm/s e 100 cm/s. O aumento da perda de carga entre o início e o fim do ensaio não deve ser superior a 25 kPa.

1.5.1.5 — *Carga do filtro.* — As cargas mínimas recomendadas para as dimensões de filtros mais comuns estão indicadas no quadro a seguir. Para as dimensões maiores, a carga mínima é de 0,065 mg/1000 mm<sup>2</sup> de área de filtração.

Diâmetro do filtro (mm)	Diâmetro recomendado da mancha (mm)	Carga mínima recomendada (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

Para o método dos filtros múltiplos, a carga mínima recomendada para o conjunto dos filtros é igual ao produto do valor correspondente acima indicado pela raiz quadrada do número total de modos.

1.5.2 — *Especificações da câmara de pesagem e da balança analítica:*

1.5.2.1 — *Condições na câmara de pesagem.* — A temperatura da câmara ou da sala em que os filtros de partículas são condicionados e pesados deve ser mantida a 295 K (22°C) ± 3 K durante todo o período de condicionamento e pesagem. A humidade deve ser mantida a um ponto de orvalho de 282,5 K (9,5°C) ± 3 K, e a humidade relativa a 45% ± 8%.

1.5.2.2 — *Pesagem dos filtros de referência.* — O ambiente da câmara ou da sala deve estar isento de quaisquer contaminantes ambientais, tais como pó, que possam cair nos filtros de partículas durante a sua fase de estabilização. Serão admitidas perturbações das condições da câmara de pesagem especificadas no n.º 1.5.2.1 se a sua duração não exceder 30 minutos. A câmara de pesagem deve satisfazer as especificações exigidas antes da entrada do pessoal. Devem ser pesados pelo menos dois filtros de referência ou dois pares de filtros de referência não utilizados no prazo de quatro horas, mas de preferência ao mesmo tempo que o filtro, ou par de filtros, de recolha de amostras. Esses filtros devem ter as mesmas dimensões e ser do mesmo material que os filtros de recolha de amostras.

Se o peso médio dos filtros de referência ou pares de filtros de referência, variar entre pesagens dos filtros de recolha de amostras em mais de 10 µg, todos os filtros de recolha devem ser deitados fora, repetindo-se o ensaio de emissões.

Se não forem satisfeitos os critérios de estabilidade da câmara de pesagem indicados no n.º 1.5.2.1, mas a pesagem dos filtros, ou pares de filtros, de referência satisfizer esses critérios, o fabricante dos motores tem a faculdade de aceitar as massas dos filtros de recolha ou de anular os ensaios, arranjar o sistema de controlo da câmara de pesagem e voltar a realizar os ensaios.

1.5.2.3 — *Balança analítica.* — A balança analítica utilizada para determinar as massas de todos os filtros deve ter uma precisão com um desvio-padrão de 2 µg e uma resolução de 1 µg, com 1 dígito = 1 µg, especificadas pelo fabricante da balança.

1.5.2.4 — *Eliminação dos efeitos da electricidade estática.* — Para eliminar os efeitos da electricidade estática, os filtros devem ser neutralizados antes da pesagem, por exemplo por um neutralizador de polónio ou dispositivo de efeito semelhante.

1.5.3 — *Especificações adicionais para a medição de partículas.* — Todas as peças do sistema de diluição e do sistema de recolha de amostras, desde o tubo de escape até ao suporte dos filtros, que estejam em contacto com gases de escape brutos ou diluídos, devem ser concebidas para minimizar a deposição ou alteração das partículas. Todas as peças devem ser feitas de materiais condutores de electricidade que não reajam a componentes dos gases de escape, e devem ser ligadas à terra para impedir efeitos electrostáticos.

## 2 — Métodos de medição e de recolha de amostras no ensaio NRTC

2.1 — *Introdução.* — Os componentes gasosos e as partículas emitidos pelo motor submetido a ensaio devem ser medidos pelos métodos descritos no anexo v. Os métodos desse anexo descrevem os sistemas de análise recomendados para as emissões gasosas, conforme n.º 1.1 e os sistemas de diluição e de recolha de amostras de partículas recomendados no n.º 1.2.

2.2 — *Dinamómetro e equipamentos da célula de ensaio.* — Utilizam-se os seguintes equipamentos para os ensaios de emissões dos motores nos dinamómetros.

2.2.1 — *Dinamómetro para motores.* — Deve utilizar-se um dinamómetro para motores com características adequadas para realizar o ciclo de ensaio descrito no apêndice 4 do presente anexo. A instrumentação para a medição do binário e da velocidade deve permitir a medição da potência dentro dos limites dados. Podem ser necessários cálculos adicionais. A precisão do equipamento de medida deve ser de modo a que não sejam excedidas as tolerâncias máximas dos valores dados no quadro 3.

2.2.2 — *Outros instrumentos.* — Utilizam-se conforme necessário, instrumentos de medida para o consumo de combustível, o consumo de ar, a temperatura do líquido de arrefecimento e do lubrificante, a pressão dos gases de escape e a depressão no colector de admissão, a temperatura dos gases de escape, a temperatura da entrada de ar, a pressão atmosférica, a humidade e a temperatura do combustível. Estes instrumentos devem satisfazer os requisitos do quadro 3:

QUADRO 3

### Precisão dos instrumentos de medida

Número	Aparelhos de medida	Precisão
1	Velocidade do motor	± 2% da leitura ou ± 1% do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado

Número	Aparelhos de medida	Precisão
2	Binário . . . . .	± 2% da leitura ou ± 1% do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado
3	Consumo de combustível.	± 2% do valor máximo do motor
4	Consumo de ar . . .	± 2% da leitura ou ± 1% do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado
5	Escoamento dos gases de escape	± 2,5% da leitura ou ± 1,5% do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado
6	Temperatura ≤ 600 K	± 2 K
7	Temperatura > 600 K	± 1% da leitura
8	Pressão dos gases de escape	± 0,2 kPa absolutos
9	Depressão do ar de admissão	± 0,05 kPa absolutos
10	Pressão atmosférica	± 0,1 kPa absolutos
11	Outras pressões	± 0,1 kPa absolutos
12	Humidade absoluta	± 5% da leitura
13	Escoamento do ar de diluição	± 2% da leitura
14	Escoamento dos gases de escape diluídos	± 2% da leitura

2.2.3 — *Caudal dos gases de escape brutos.* — Para calcular as emissões contidas nos gases de escape brutos e para controlar um sistema de diluição do escoamento parcial, é necessário conhecer o caudal mássico dos gases de escape. Para determinar este caudal, pode-se utilizar qualquer um dos métodos adiante descritos.

Para fins do cálculo das emissões, o tempo de resposta de qualquer método descrito a seguir deve ser igual ou inferior ao valor exigido para o tempo de resposta do analisador, conforme definido no n.º 1.11.1 do apêndice 2 do anexo III.

Para efeitos do controlo de um sistema de diluição do escoamento parcial, é necessária uma resposta mais rápida. Para os sistemas de diluição do escoamento parcial com controlo em linha, é necessário um tempo de resposta ≤ 0,3 s. Para os sistemas de diluição do escoamento parcial com controlo baseado num ensaio pré-registado, é necessário um tempo de resposta no sistema de medida do caudal dos gases de escape ≤ 5 s com o tempo de ≤ 1 s. O tempo de resposta do sistema deve ser especificado pelo fabricante do instrumento. Os requisitos relativos ao tempo de resposta para os sistemas de medida do caudal dos gases de escape e de diluição do escoamento parcial estão indicados no n.º 2.4.

### Método de medição directa

A medição directa do escoamento instantâneo dos gases de escape pode ser efectuada por sistema tais como:

a) Dispositivos de diferencial de pressão, tal como tubos de escoamento, conforme norma ISO 5167:2000;

- b) Medidor de escoamento ultra-sónico;  
c) Medidor de escoamento por vórtices.

Devem ser tomadas precauções para evitar erros de medição que teriam influência no erro dos valores de emissões. Tais precauções incluem a instalação cuidadosa do dispositivo do sistema de escape do motor de acordo com as recomendações do fabricante do instrumento e com a boa prática da engenharia. Em especial, o comportamento funcional do motor e as emissões não devem ser afectados pela instalação do dispositivo.

Os medidores de escoamento devem satisfazer as especificações de precisão do quadro 3, mencionado no n.º 2.2.2.

#### Método de medição do ar e do combustível

Trata-se de medir o escoamento de ar e o escoamento de combustível com medidores adequados.

O cálculo de escoamento dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL}$ , para a massa dos gases de escape em húmido.

Os medidores de escoamento devem satisfazer as especificações de precisão do mesmo quadro 3, mas devem também ser suficientemente precisos para satisfazer as especificações de precisão relativas ao escoamento dos gases de escape.

#### Método de medição do gás traçador

Este método envolve a medição da concentração de um gás traçador nos gases de escape.

Injecta-se uma quantidade conhecida de um gás inerte, como por exemplo hélio puro, no escoamento dos gases de escape como traçador. O gás é misturado e diluído com os gases de escape, mas não deve reagir no tubo de escape. A concentração do gás deve ser então medida na amostra de gases de escape.

Para assegurar a mistura completa do gás traçador, a sonda de recolha de amostras dos gases de escape deve estar localizada pelo menos a 1 metro ou 30 vezes o diâmetro do tubo de escape, conforme o maior, a jusante do ponto de injeção do gás traçador. A sonda de recolha de amostras pode estar localizada mais próxima do ponto de injeção se se verificar a mistura completa por comparação da concentração do gás traçador com a concentração de referência quando o gás traçador for injectado a montante do motor.

O caudal do gás traçador deve ser regulado de modo a que a concentração desse gás em marcha lenta sem carga do motor depois da mistura se torne inferior à escala completa do analisador do gás traçador.

O cálculo do caudal dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (\text{conc}_{\text{mix}} - \text{conc}_a)}$$

em que:

$G_{EXHW}$  = caudal mássico dos gases de escape em base húmida, kg/s

$G_T$  = caudal do gás traçador, cm<sup>3</sup>/min

$\text{Conc}_{\text{mix}}$  = concentração instantânea de gás traçador depois de misturado, ppm

$\rho_{EXH}$  = densidade dos gases de escape, kg/m<sup>3</sup>  
 $\text{conc}_a$  = concentração em base húmida do gás traçador no ar de diluição

A concentração de fundo do gás traçador ( $\text{conc}_a$ ) pode ser determinada tomando a média da concentração de fundo medida imediatamente antes do ensaio e após o ensaio.

Quando a concentração de fundo for inferior a 1% da concentração do gás traçador após mistura ( $\text{conc}_{\text{mix}}$ ) ao escoamento máximo de escape, a concentração de fundo pode ser desprezada.

O sistema completo deve satisfazer as especificações de precisão para o escoamento dos gases de escape e deve ser calibrado de acordo com o n.º 1.11.2 do apêndice 2 do anexo III.

#### Método de medida do caudal de ar e relação ar/combustível

Este método envolve o cálculo do caudal mássico dos gases de escape a partir do caudal de ar e da relação ar/combustível. O cálculo do caudal mássico instantâneo dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

$$\lambda = \frac{\left( 100 - \frac{\text{conc}_{\text{co}} \times 10^4}{2} - \text{conc}_{\text{HC}} \times 10^4 \right) + \left( 0,45 \times \frac{1,2 \times \text{conc}_{\text{co}} \times 10^4}{3,5 \times \text{conc}_{\text{co}_2}} + \frac{\text{conc}_{\text{co}} \times 10^4}{1 + \frac{\text{conc}_{\text{co}} \times 10^4}{3,5 \times \text{conc}_{\text{co}_2}}} \right) \times (\text{conc}_{\text{co}_2} + \text{conc}_{\text{co}} \times 10^4)}{6,9078 \times (\text{conc}_{\text{co}_2} + \text{conc}_{\text{co}} \times 10^4 + \text{conc}_{\text{HC}} \times 10^4)}$$

em que:

$A/F_{st}$  = razão estequiométrica ar/combustível, kg/kg

$\lambda$  = relação ar/combustível

$\text{conc}_{\text{co}_2}$  = concentração de CO<sub>2</sub> seco, %

$\text{conc}_{\text{co}}$  = concentração do CO seco, ppm

$\text{conc}_{\text{HC}}$  = concentração de HC, ppm

*Nota.* — O cálculo refere-se a um combustível para motores diesel com uma relação H/C igual a 1,8.

O caudalímetro de ar deve satisfazer as especificações de precisão do quadro 3, e o analisador de CO<sub>2</sub> deve satisfazer as especificações do n.º 2.3.1. e o sistema completo deve satisfazer as especificações relativas ao cálculo do caudal dos gases de escape.

Facultativamente, pode-se utilizar um equipamento de medida da relação ar/combustível tal como um sensor do tipo Zircónia para a medição do ar em excesso de acordo com as especificações do n.º 2.3.4.

2.2.4 — *Caudal dos gases de escape diluídos.* — Para o cálculo das emissões contidas nos gases de escape diluídos é necessário conhecer o caudal mássico dos gases de escape diluídos. O escoamento total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (kg/ensaio) a partir dos valores medidos durante o ensaio e dos dados de calibração correspondentes do dispositivo de medida do escoamento, V<sub>0</sub> para o PDP, K<sub>v</sub> para o CFV e C<sub>d</sub> para o SSV, por qualquer um dos métodos descritos no n.º 2.2.1 do apêndice 3 do anexo III. Se a massa total da amostra de partículas e poluentes gasosos exceder 0,5% do escoamento total através do CVS, este deve ser corrigido ou então o escoamento das amostras de partículas deve voltar ao CVS antes do dispositivo de medida do caudal.

### 2.3 — Determinação dos componentes gasosos:

2.3.1 — *Especificações gerais dos analisadores.* — Os analisadores devem ter uma gama de medida adequada à precisão necessária para medir as concentrações dos componentes dos gases de escape, definidas no n.º 1.4.1.1. Recomenda-se que os analisadores funcionem de modo tal que as concentrações medidas fiquem compreendidas entre 15% e 100% da escala completa.

Se o valor da escala completa for igual ou inferior a 155 ppm, ou ppm C, ou se forem utilizados sistemas de visualização, como computadores ou dispositivos de registo de dados, que forneçam uma precisão e uma resolução suficientes abaixo de 15% da escala completa, são também aceitáveis concentrações abaixo de 15% da escala completa. Neste caso, devem ser feitas calibrações adicionais para assegurar a precisão das curvas de calibração, conforme n.º 1.5.5.2 do apêndice 2 do anexo III.

A compatibilidade electromagnética (CEM) do equipamento deve ser tal que minimize erros adicionais.

2.3.1.1 — *Erros de medida.* — O desvio do analisador relativamente ao ponto de calibração nominal não pode ser superior a  $\pm 2\%$  da leitura, ou a  $\pm 0,3\%$  da escala completa, conforme o valor maior.

*Nota.* — Para este fim, a precisão é definida como desvio de leitura do analisador em relação aos valores nominais de calibração utilizando um gás de calibração (= valor verdadeiro).

2.3.1.2 — *Repetibilidade.* — A repetibilidade, definida como 2,5 vezes o desvio-padrão de dez respostas consecutivas a um determinado gás de calibração, não deve ser superior a  $\pm 1\%$  da concentração máxima para cada gama utilizada acima de 155 ppm, ou ppm C, ou  $\pm 2\%$  para cada gama utilizada abaixo de 155 ppm, ou ppm C.

2.3.1.3 — *Ruído.* — A resposta pico a pico do analisador a gases de colocação no zero e de calibração durante qualquer período de 10 segundos não deve exceder 2% da escala completa em todas as gamas utilizadas.

2.3.1.4 — *Desvio do zero.* — O desvio do zero durante um período de uma hora deve ser inferior a 2% da escala completa na gama mais baixa utilizada. A resposta ao zero é definida como a resposta média, incluindo o ruído, a um gás de colocação no zero durante um intervalo de tempo de 30 segundos.

2.3.1.5 — *Desvio de calibração.* — O desvio da calibração durante um período de uma hora deve ser inferior a 2% da escala completa na gama mais baixa utilizada. A calibração é definida como a diferença entre a resposta à calibração e a resposta ao zero. A resposta à calibração é definida como a resposta média, incluindo o ruído, a um gás de calibração durante um intervalo de tempo de 30 segundos.

2.3.1.6 — *Tempo de subida.* — Para a análise dos gases de escape brutos, o tempo de subida do analisador instalado no sistema de medida não deve exceder 2,5 s.

*Nota.* — Avaliar apenas o tempo de resposta do analisador não define com clareza a adequação do sistema total ao ensaio em condições transientes. Os volumes e especialmente os volumes mortos através do sistema, não só afectarão o tempo de transporte da sonda até ao analisador, mas também o tempo de subida. Do mesmo modo, os tempos de transporte dentro de um analisador seriam definidos como tempo de resposta do analisador, tal como o conversor ou os colectores de água dentro dos analisadores de NO<sub>x</sub>. A determinação do tempo total de resposta do sistema está descrita no n.º 1.11.1 do apêndice 2 do anexo III.

2.3.2 — *Secagem do gás.* — Aplicam-se as mesmas especificações para o ciclo de ensaios NRSC, de acordo com o n.º 1.4.2.

O dispositivo facultativo de secagem do gás deve ter um efeito mínimo na concentração dos gases medidos. Os secadores químicos não constituem um método aceitável de remoção da água da amostra.

2.3.3 — *Analisadores.* — Aplicam-se as mesmas especificações para o ciclo de ensaios NRSC, de acordo com o n.º 1.4.3.

Os gases a medir devem ser analisados com os instrumentos a seguir indicados. Para os analisadores não lineares, é admitida a utilização de circuitos de linearização.

2.3.3.1 — *Análise do monóxido de carbono (CO).* — O analisador de monóxido de carbono deve ser do tipo infravermelho não dispersivo (NDIR).

2.3.3.2 — *Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).* — O analisador de dióxido de carbono deve ser do tipo infravermelho não dispersivo (NDIR).

2.3.3.3 — *Análise dos hidrocarbonetos (HC).* — O analisador de hidrocarbonetos deve ser do tipo aquecido de ionização por chama (HFID) com detector, válvulas, tubagens, etc., aquecido de modo a manter a temperatura do gás em 463 K (190.º C)  $\pm 10$  K.

2.3.3.4 — *Análise dos óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>).* — O analisador de óxidos de azoto deve ser do tipo de quimioluminescência (CLD) ou do tipo de quimioluminescência aquecido (HCLD) com conversor NO<sub>2</sub>/NO, se a medição for feita em base seca. Se a medição for feita em base húmida, deve ser utilizado um analisador HCLD com conversor mantido acima de 328 K (55.º C), desde que a verificação do efeito de atenuação da água, descrita no n.º 1.9.2.2 do apêndice 2 do anexo III tenha sido satisfatória.

Tanto para o CLD como para o HCLD, o percurso do gás será mantido a uma temperatura das paredes de 328 K a 473 K (55.º C a 200.º C) até ao conversor nas medições em base seca e até ao analisador nas medições em base húmida.

2.3.4 — *Medição da relação ar/combustível.* — O equipamento de medida da relação ar/combustível utilizado para determinar o escoamento dos gases de escape, conforme especificado no n.º 1.2.5, é um sensor da relação ar/combustível de gama larga ou um sensor lambda do tipo Zircónia.

O sensor é montado directamente no tubo de escape num local em que a temperatura dos gases de escape seja suficientemente elevada para eliminar a condensação da água.

A precisão do sensor com a parte electrónica incorporada deve ter as seguintes tolerâncias:

- $\pm 3\%$  da leitura  $\lambda < 2$
- $\pm 5\%$  da leitura  $2 \leq \lambda < 5$
- $\pm 10\%$  da leitura  $5 \leq \lambda$

Para se obter a precisão acima especificada, o sensor deve ser calibrado conforme especificado pelo fabricante do instrumento.

2.3.5 — *Recolha de amostras das emissões gasosas*

2.3.5.1 — *Escoamento dos gases de escape.* — Para o cálculo das emissões nos gases de escape brutos, aplicam-se as mesmas especificações que para o ciclo de ensaios NRSC, de acordo com o n.º 1.4.4.

As sondas de recolha de amostras das emissões gasosas devem ser instaladas pelo menos 0,5 metros ou três

vezes o diâmetro do tubo de escape, conforme o valor mais elevado, a montante da saída do sistema de gases de escape, tanto quanto possível, e suficientemente próximo do motor de modo a assegurar uma temperatura dos gases de escape de pelo menos 343 K (70°C) na sonda.

No caso de um motor multicilindros com um colector de escape ramificado, a entrada da sonda deve estar localizada suficientemente longe, a jusante, de modo a assegurar que a amostra seja representativa das emissões médias de escape de todos os cilindros. Nos motores multicilindros com grupos distintos de colectores, por exemplo nos motores em «V», é admissível obter uma amostra para cada grupo individualmente e calcular uma emissão média de escape. Podem ser utilizados outros métodos em relação aos quais se tenha podido demonstrar haver uma correlação com os métodos acima. Para o cálculo das emissões de escape, deve ser utilizado o escoamento mássico total dos gases de escape do motor.

Se a composição dos gases de escape for influenciada por qualquer sistema pós-tratamento do escape, a amostra de gases de escape deve ser retirada a montante desse dispositivo nos ensaios da fase I e a jusante desse dispositivo nos ensaios da fase II.

2.3.5.2 — *Escoamento dos gases de escape diluídos.* — Se for utilizado um sistema de diluição do escoamento total, aplicam-se as especificações a seguir.

O tubo de escape entre o motor e o sistema de diluição do escoamento total deve satisfazer os requisitos do anexo V.

Instalam-se as sondas de recolha de amostras das emissões gasosas no túnel de diluição num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape sejam bem misturados, e na estreita proximidade da sonda de recolha de amostras de partículas.

A recolha de amostras pode ser executada de um modo geral de duas formas:

a) Recolhem-se amostras dos poluentes num saco de recolha de amostras durante o ciclo, que são medidas depois do ensaio ter terminado;

b) São recolhidas continuamente amostras dos poluentes que são integradas durante o ciclo; este método é obrigatório para os HC e os NO<sub>x</sub>.

Recolhem-se amostras das concentrações de fundo a montante do túnel de diluição num saco de amostras, sendo subtraídas da concentração das emissões, de acordo com o n.º 2.2.3 do apêndice 3 do anexo III.

2.4 — *Determinação das partículas.* — A determinação das partículas exige um sistema de diluição. A diluição pode ser obtida por um sistema de diluição do escoamento parcial ou um sistema de diluição do escoamento total. A capacidade de escoamento do sistema de diluição deve ser suficientemente grande para eliminar completamente a condensação de água nos sistemas de diluição e de recolha de amostras, e manter a temperatura dos gases de escape diluídos entre 315 K (42°C) e 325 K (52°C) imediatamente a montante dos suportes dos filtros. Se a humidade do ar for elevada, é permitida a desumidificação do ar de diluição antes de entrar no sistema de diluição. Se a temperatura ambiente for inferior a 293 K (20°C), recomenda-se o pré-aquecimento do ar de diluição acima do limite de temperatura de 303 K (30°C). Todavia, a temperatura do ar diluído não deve exceder 325 K (52°C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição.

A sonda de recolha de amostras de partículas deve ser instalada na vizinhança próxima da sonda de recolha

de amostras das emissões gasosas, e a instalação deve satisfazer as disposições do n.º 2.3.5.

Para determinar a massa das partículas, são necessários um sistema de recolha de amostras de partículas, filtros de recolha de amostras de partículas, uma balança capaz de pesar microgramas e uma câmara de pesagem controlada em termos de temperatura e de humidade.

#### Especificações do sistema de diluição parcial

O sistema de diluição parcial do escoamento deve ser concebido para separar a corrente de escape em duas partes, sendo a mais pequena diluída com ar e subsequentemente utilizada para a medição das partículas. É essencial que a razão da diluição seja determinada com muita precisão. Podem ser aplicados diferentes métodos de separação; o tipo de separação utilizado dita, em grau significativo, os equipamentos e os processos de recolha de amostras a utilizar conforme n.º 1.2.1.1 do anexo V.

Para o controlo de um sistema de diluição do escoamento parcial é necessário uma resposta rápida do sistema. Determina-se o tempo de transformação pelo sistema através do processo descrito no n.º 1.11.1 do apêndice 2 do anexo III.

Se o tempo de transformação combinado da medição do escoamento de escape, nos termos do n.º anterior, e do sistema de diluição do escoamento parcial for inferior a 0,3 s, pode-se utilizar controlo em linha. Se o tempo de transformação exceder 0,3 s deve-se utilizar controlo avançado baseado num ensaio pré-registado. Neste caso, o tempo de subida deve ser  $\leq 1$  s e o tempo de atraso da combinação  $\leq 10$  s.

A resposta total do sistema deve ser concebida para assegurar uma amostra representativa das partículas  $G_{SE}$ , proporcional ao caudal mássico do escape. Para determinar a proporcionalidade, efectua-se uma análise de regressão linear de  $G_{SE}$  em relação a  $G_{EXHW}$  a uma taxa de aquisição de dados mínima de 5 Hz e satisfazendo os seguintes critérios:

a) O coeficiente de correlação  $r$  da regressão linear entre  $G_{SE}$  e  $G_{EXHW}$  não deve ser inferior a 0,95;

b) O erro padrão da estimativa de  $G_{SE}$ , em  $G_{EXHW}$  não deve exceder 5% do máximo de  $G_{SE}$ ;

c) A ordenada na origem de  $G_{SE}$  na recta de regressão não deve exceder  $\pm 2\%$  do máximo de  $G_{SE}$ .

Facultativamente, pode-se efectuar um pré-ensaio e utilizar o sinal do caudal mássico de escape desse pré-ensaio para controlar o escoamento das amostras para dentro do sistema de partículas, através do controlo prévio. Tal método é exigido se o tempo de transformação do sistema de partículas  $t_{50,p}$  ou o tempo de transformação do caudal mássico de escape forem,  $t_{50,f} > 0,3$  s. Obtêm-se um controlo correcto do sistema de diluição parcial se o traço do tempo de  $G_{EXHW,pre}$  do pré-ensaio, que controla  $G_{SE}$ , for desviado por um tempo prévio de  $t_{50,p} + t_{50,f}$ .

Para estabelecer a correlação entre  $G_{SE}$  e  $G_{EXHW}$ , utilizam-se os dados obtidos durante o ensaio real, com o  $G_{EXHW}$  alinhado em função do tempo por  $t_{50,f}$  relativo a  $G_{SE}$ , não havendo contribuição de  $t_{50,p}$  para o alinhamento de tempo. Quer dizer, o desvio de tempo entre  $G_{EXHW}$  e  $G_{SE}$  é a diferença dos seus tempos de transformação que foi determinada no n.º 2.6 do apêndice 2 do anexo III.

No que diz respeito aos sistemas de diluição do escoamento parcial, a precisão do caudal recolhido  $G_{SE}$  é

de especial importância, se não for medido directamente mas determinado por medição diferencial do caudal:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

Neste caso, não é suficiente uma precisão de  $\pm 2\%$  para o  $G_{TOTW}$  e  $G_{DILW}$  para garantir precisões aceitáveis para o  $G_{SE}$ . Se o caudal de gás for determinado por medição diferencial do escoamento, o erro máximo da diferença deve ser tal que a exactidão de  $G_{SE}$  seja de  $\pm 5\%$  quando a razão de diluição for inferior a 15. O cálculo pode ser feito extraíndo a raiz quadrada da média dos quadrados dos erros de cada instrumento.

Podem ser obtidas precisões aceitáveis para o  $G_{SE}$  através de qualquer um dos seguintes métodos:

a) As precisões absolutas de  $G_{TOTW}$  e  $G_{DILW}$  são  $\pm 0,2\%$  o que garante uma precisão de  $G_{SE} \leq 5\%$  a uma razão de diluição de 15. Todavia, ocorrerão erros maiores a maiores razões de diluição;

b) A calibração de  $G_{DILW}$  relativamente a  $G_{TOTW}$  é efectuada de modo tal que se obtenham as mesmas precisões para  $G_{SE}$  que as obtidas na alínea anterior. Para os pormenores de tal calibração, ver n.º 2.6 do apêndice 2 do presente anexo;

c) Determina-se indirectamente a precisão de  $G_{SE}$  a partir da precisão da razão de diluição conforme determinada por um gás traçador, por exemplo  $CO_2$ . Aqui também são necessárias precisões para o  $G_{SE}$  equivalentes às obtidas pelo método da alínea a);

d) As precisões absolutas de  $G_{TOTW}$  e  $G_{DILW}$  estão dentro de  $\pm 0,2\%$  da escala completa, o erro máximo da diferença entre  $G_{TOTW}$  e  $G_{DILW}$  está a  $0,2\%$ , e o erro de linearidade está a  $\pm 0,2\%$  do valor mais elevado de  $G_{TOTW}$  durante o ensaio.

#### 2.4.1 — Filtros de recolha de amostras de partículas

2.4.1.1 — *Especificação dos filtros.* — São necessários filtros de fibra de vidro revestidos de fluorocarbono ou filtros de membrana com base em fluorocarbono para os ensaios de certificação. Para aplicações especiais podem ser utilizados diferentes materiais de filtragem. Todos os tipos de filtro devem ter um rendimento de recolha de  $0,3 \mu m$  DOP (ftalato de dioctilo) de pelo menos 99% a uma velocidade nominal do gás compreendida entre 35 e 100 cm/s. Ao efectuar ensaios de correlação entre laboratórios ou entre um fabricante e a autoridade de homologação, devem-se utilizar filtros de qualidade idêntica.

2.4.1.2 — *Dimensão dos filtros.* — Os filtros de partículas devem ter um diâmetro mínimo de 47 mm, com um, diâmetro da mancha de 37 mm. São aceitáveis filtros de maiores diâmetros, definidos no n.º 2.4.1.5.

2.4.1.3 — *Filtros primário e secundário.* — Durante a sequência de ensaios, os gases de escape diluídos devem ser recolhidos por meio de um par de filtros colocados em série, um filtro primário e um secundário. O filtro secundário não deve ser localizado a mais de 100 mm a jusante do filtro primário, nem estar em contacto com este. Os filtros podem ser pesados separadamente ou em conjunto, sendo colocados mancha contra mancha.

2.4.1.4 — *Velocidade nominal no filtro.* — Deve-se obter uma velocidade nominal do gás através do filtro compreendida entre 35 e 100 cm/s. O aumento da perda de carga entre o início e o fim do ensaio não deve ser superior a 25 kPa.

2.4.1.5 — *Carga do filtro.* — As cargas mínimas recomendadas para as dimensões de filtros mais comuns estão

indicadas no quadro a seguir. Para dimensões maiores, a carga mínima é de  $0,065 \text{ mg}/1000 \text{ mm}^2$  de área de filtragem.

Diâmetro do filtro (mm)	Diâmetro recomendado da mancha (mm)	Carga mínima recomendada (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

#### 2.4.2 — Especificações da câmara de pesagem e da balança analítica

2.4.2.1 — *Condições na câmara de pesagem.* — A temperatura da câmara ou da sala em que os filtros de partículas são condicionados e pesados deve ser mantida a 295 K ( $22^\circ C$ )  $\pm 3$  K durante todo o período de condicionamento e pesagem. A humidade deve ser mantida a um ponto de orvalho de  $282,5 \text{ K}$  ( $9,5^\circ C$ )  $\pm 3$  K, e a humidade relativa, a  $45\% \pm 8\%$ .

2.4.2.2 — *Pesagem dos filtros de referência.* — O ambiente da câmara ou da sala deve estar isento de quaisquer contaminantes ambientais tais como pó, que possam cair nos filtros de partículas durante a sua fase de estabilização. Serão admitidas perturbações das condições da câmara de pesagem especificadas no n.º 2.4.2.1 se a sua duração não exceder 30 minutos. A câmara de pesagem deve satisfazer as especificações exigidas antes da entrada do pessoal. Devem ser pesados pelo menos dois filtros de referência ou dois pares de filtros de referência não utilizados no prazo de quatro horas, mas de preferência ao mesmo tempo que o filtro, ou par de filtros, de recolha de amostras. Esses filtros devem ter as mesmas dimensões e ser do mesmo material que os filtros de recolha de amostras.

Se o peso médio dos filtros de referência, ou pares de filtros de referência, variar entre pesagens dos filtros de recolha de amostras em mais de  $10 \mu g$ , todos os filtros de recolha devem ser deitados fora, repetindo-se o ensaio de emissões.

Se não forem satisfeitos os critérios de estabilidade da câmara de pesagem indicados no n.º 2.4.2.1, mas a pesagem dos filtros, ou pares de filtros, de referência satisfizer esses critérios, o fabricante dos motores tem a faculdade de aceitar os pesos dos filtros de recolha ou de anular os ensaios, arranjar o sistema de controlo da câmara de pesagem e voltar a realizar os ensaios.

2.4.2.3 — *Balança analítica.* — A balança analítica utilizada para determinar os pesos de todos os filtros deve ter uma precisão, desvio-padrão de  $2 \mu g$ , e uma resolução de  $1 \mu g$ , com 1 dígito =  $1 \mu g$ , especificadas pelo fabricante da balança.

2.4.2.4 — *Eliminação dos efeitos da electricidade estática.* — Para eliminar os efeitos da electricidade estática, os filtros devem ser neutralizados antes da pesagem, por exemplo por um neutralizador de polónio ou dispositivo de efeito semelhante.

2.4.3 — *Especificações adicionais para a medição de partículas.* — Todas as peças do sistema de diluição e do sistema de recolha de amostras, desde o tubo de escape até ao suporte dos filtros, que estejam em contacto com gases de escape brutos ou diluídos, devem ser concebidas para minimizar a deposição ou alteração das partículas. Todas as peças devem ser feitas de materiais condutores de electricidade que não reajam com os gases de escape, e devem ser ligadas à terra para impedir efeitos electrostáticos.

## APÊNDICE 2

**Método de calibração para os ensaios NRSC e NRTC (1)****1 — Calibração dos instrumentos de análise**

1.1 — *Introdução*. — Cada analisador deve ser calibrado tantas vezes quantas as necessárias para satisfazer os requisitos de precisão da presente norma. O método de calibração a utilizar para os analisadores indicados no n.º 1.4.3 do apêndice 1 do anexo III está descrito no presente número.

1.2 — *Gases de calibração*. — O prazo de validade de todos os gases de calibração deve ser respeitado.

A data de término desse prazo, indicada pelo fabricante dos gases, deve ser registada.

1.2.1 — *Gases puros*. — A pureza exigida para os gases é definida pelos limites de contaminação abaixo indicados. Deve-se dispor dos seguintes gases:

a) Azoto purificado

(contaminação  $\leq 1$  ppm de C;  $\leq 1$  ppm de CO;  $\leq 400$  ppm de CO<sub>2</sub>;  $\leq 0,1$  ppm de NO)

b) Oxigénio purificado

(pureza  $> 99,5\%$  vol O<sub>2</sub>)

c) Mistura hidrogénio-hélio

(40%  $\pm 2\%$  de hidrogénio, restante hélio)

(contaminação  $\leq 1$  ppm de C;  $\leq 400$  ppm de CO<sub>2</sub>)

d) Ar de síntese purificado

(contaminação  $\leq 1$  ppm de C;  $\leq 1$  ppm de CO;  $\leq 400$  ppm de CO<sub>2</sub>;  $\leq 0,1$  ppm de NO)

(teor de oxigénio compreendido entre 18% e 21% em vol).

1.2.2 — *Gases de calibração*. — Devem estar disponíveis misturas de gases com as seguintes composições químicas:

a) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> e ar de síntese purificado, conforme n.º 1.2.1;

b) CO e azoto purificado;

c) NO e azoto purificado, sendo que a quantidade de NO<sub>2</sub> contida neste gás de calibração não deve exceder 5% do teor de NO;

d) O<sub>2</sub> e azoto purificado;

e) CO<sub>2</sub> e azoto purificado;

f) CH<sub>4</sub> e ar de síntese purificado;

g) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> e ar de síntese purificado.

*Nota*. — São admitidas outras combinações de gases desde que estes não reajam entre si.

A concentração real de um gás de calibração deve ser o valor nominal com uma tolerância de  $\pm 2\%$ . Todas as concentrações dos gases de calibração devem ser indicadas em volume, percentagem ou ppm em volume.

Os gases utilizados para calibração podem também ser obtidos através de um misturador-doseador de gás, por diluição de N<sub>2</sub> purificado ou ar de síntese purificado. A precisão do dispositivo misturador deve ser tal que a concentração dos gases de calibração diluídos possa ser determinada com uma aproximação de  $\pm 2\%$ .

Esta precisão implica que os gases primários utilizados para a mistura devem ser conhecidos com uma precisão mínima de  $\pm 1\%$ , com base em normas nacionais ou internacionais sobre gases. A verificação será efectuada entre 15% e 50% da escala completa relativamente a cada calibração que inclua um dispositivo de mistura. Pode-se efectuar outra verificação utilizando outro gás de calibração, se a primeira verificação tiver falhado.

Em alternativa, o dispositivo de mistura pode ser verificado com um instrumento, que por natureza é linear, utilizando gás NO com um CLD. O valor de calibração do instrumento deve ser ajustado com o gás de calibração directamente ligado ao instrumento. Verifica-se o dispositivo de mistura com as regulações utilizadas e compara-se o valor nominal com a concentração medida pelo instrumento. Esta diferença deve, em cada ponto, situar-se a  $\pm 1\%$  do valor nominal.

Podem ser utilizados outros métodos baseados na boa prática de engenharia e com o acordo prévio das partes envolvidas.

*Nota*. — Recomenda-se um misturador-doseador de gás cuja precisão tenha uma tolerância de  $\pm 1\%$ , para o estabelecimento da curva de calibração do analisador. O misturador-doseador de gás deve ser calibrado pelo fabricante do instrumento.

1.3 — *Processo de funcionamento dos analisadores e do sistema de recolha de amostras*. — O processo de funcionamento dos analisadores deve ser o indicado nas instruções de arranque e funcionamento do respectivo fabricante. Devem ser respeitados os requisitos mínimos indicados nos n.ºs 1.4 a 1.9.

1.4 — *Ensaio de estanquidade*. — Deve ser efectuado um ensaio de estanquidade do sistema. Para tal, desliga-se a sonda do sistema de escape e obtura-se a sua extremidade. Liga-se a bomba do analisador. Após um período inicial de estabilização, todos os fluxómetros devem indicar zero. Se tal não acontecer, as linhas de recolha de amostras devem ser verificadas e a anomalia corrigida. A taxa de fuga máxima admissível no lado do vácuo é de 0,5% do caudal durante a utilização para a parte do sistema que está a ser verificada. Os caudais do analisador e do sistema de derivação podem ser utilizados para estimar os caudais em utilização.

Outro método consiste na introdução de uma modificação do patamar de concentração no início da linha de recolha de amostras passando do gás de colocação em zero para o gás de calibração.

Se após um período adequado de tempo a leitura revelar uma concentração inferior à introduzida, este facto aponta para problemas de calibração ou de estanquidade.

**1.5 — Processo de calibração:**

1.5.1 — *Conjunto do instrumento*. — O conjunto do instrumento deve ser calibrado, sendo as curvas de calibração verificadas em relação a gases padrão. Os caudais de gás utilizados serão os mesmos que para a recolha de gases de escape.

1.5.2 — *Tempo de aquecimento*. — O tempo de aquecimento deve estar de acordo com as recomendações do fabricante. Se não for especificado, recomenda-se um mínimo de duas horas para o aquecimento dos analisadores.

1.5.3 — *Analisador NDIR e HFID*. — O analisador NDIR deve ser regulado conforme necessário e a

chama de combustão de analisador HFID otimizada, conforme n.º 1.8.1.

1.5.4 — *Calibração.* — Calibra-se cada uma das gamas de funcionamento normalmente utilizadas.

Utilizando ar de síntese purificado, ou azoto, põe-se em zero os analisadores de CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC e O<sub>2</sub>.

Introduzem-se os gases de calibração adequados nos analisadores, sendo os valores registados e as curvas de calibração estabelecidas de acordo com o n.º 1.5.6.

Verifica-se novamente a regulação do zero e repete-se, se necessário, o processo de calibração.

1.5.5 — Estabelecimento da curva de calibração:

1.5.5.1 — *Orientações gerais.* — A curva de calibração do analisador é estabelecida por pelo menos seis pontos de calibração, excluindo o zero, espaçados tão uniformemente quanto possível.

A curva de calibração é calculada pelo método dos mínimos quadrados. Se o grau do polinómio resultante for superior a três, o número de pontos de calibração, incluindo o zero, deve ser pelo menos igual a esse grau acrescido de duas unidades.

A curva de calibração não deve afastar-se mais de ± 2% do valor nominal de cada ponto de calibração e mais de ± 0,3% da escala completa no zero.

A partir da curva e dos pontos de calibração, é possível verificar se a calibração foi efectuada de modo correcto. Devem ser indicados os diferentes parâmetros característicos do analisador, em especial:

- a) A gama de medida;
- b) A sensibilidade;
- c) A data de realização da calibração.

1.5.5.2 — *Calibração abaixo dos 15% da escala completa.* — A curva de calibração do analisador é definida por pelo menos 10 pontos de calibração, excluindo o zero, espaçados de modo que 50% dos pontos de calibração estejam abaixo de 10% da escala completa.

A curva de calibração é calculada pelo método dos mínimos quadrados.

A curva de calibração não deve afastar-se mais de ± 4% do valor nominal de cada ponto de calibração e mais de ± 0,3% da escala completa no zero.

1.5.5.3 — *Métodos alternativos.* — Podem ser utilizadas outras técnicas, como por exemplo, computadores, comutadores de gama controlados electronicamente, entre outros, se se puder provar que fornecem uma exactidão equivalente.

1.6 — *Verificação da calibração.* — Cada gama de funcionamento normalmente utilizada deve ser verificada antes de cada análise de acordo com o processo a seguir indicado.

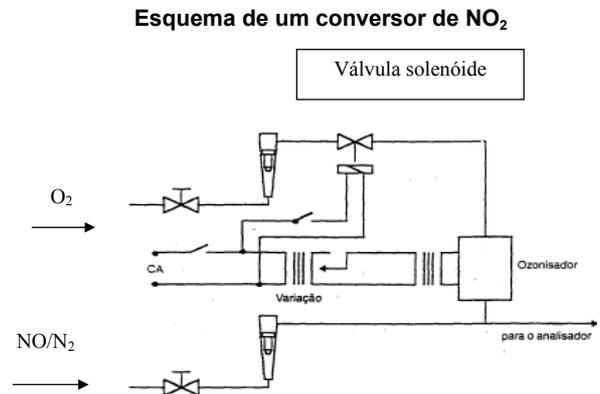
Para verificar a calibração, utiliza-se um gás de colocação no zero e um gás de calibração cujo valor nominal é superior a 80% da totalidade da escala correspondente à gama de medida.

Se, para dois pontos dados, o valor encontrado não diferir do valor de referência declarado em mais de ± 4% da escala completa os parâmetros de ajustamento podem ser modificados. Se não for este o caso, deve ser estabelecida uma nova curva de calibração de acordo com o n.º 1.5.4.

1.7 — *Ensaio de eficiência do conversor de NO<sub>x</sub>.* — A eficiência do conversor utilizado para a conversão de NO<sub>2</sub> em NO é ensaiada conforme indicado nos n.ºs 1.7.1 a 1.7.8, de acordo com a figura 1.

1.7.1 — *Instalação de ensaio.* — Usando a instalação indicada na figura 1, conforme também n.º 1.4.3.4 do apêndice 1 do anexo III e o processo abaixo indicado, a eficiência dos conversores pode ser ensaiada através de um ozonizador.

Figura 1



1.7.2 — *Calibração.* — O CLD e o HCLD devem ser calibrados na gama de funcionamento mais comum seguindo as especificações do fabricante e utilizando um gás da colocação no zero e um gás de calibração, cujo teor de NO deve ser igual a cerca de 80% da gama de funcionamento; a concentração de NO<sub>2</sub> da mistura de gases deve ser inferior a 5% da concentração de NO. O analisador de NO<sub>x</sub> deve estar no modo NO para que o gás de calibração não passe através do conversor. A concentração indicada tem que ser registada.

1.7.3 — *Cálculos.* — A eficiência do conversor de NO<sub>x</sub> calcula-se do seguinte modo:

$$\text{Eficiência(\%)} = \left( 1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100$$

- a) Concentração de NO<sub>x</sub> de acordo com o n.º 1.7.6;
- b) Concentração de NO<sub>x</sub> de acordo com o n.º 1.7.7;
- c) Concentração de NO de acordo com o n.º 1.7.4;
- d) Concentração de NO de acordo com o n.º 1.7.5.

1.7.4 — *Adição de oxigénio.* — Através de um T, junta-se continuamente oxigénio ou ar de colocação no zero ao fluxo de gás até que a concentração indicada seja cerca de 20% menor do que a concentração de calibração indicada no n.º 1.7.2. O analisador está no modo NO.

Regista-se a concentração indicada na alínea c) do n.º 1.7.3. O ozonizador é mantido desactivado ao longo do processo.

1.7.5 — *Activação do ozonizador.* — Activa-se agora o ozonizador para fornecer ozono suficiente para fazer baixar a concentração de NO a cerca de 20%, no mínimo 10%, da concentração de calibração indicada no n.º 1.7.2. Regista-se a concentração indicada na alínea d) do n.º 1.7.3. O analisador está no modo NO.

1.7.6 — *Modo NO<sub>x</sub>.* — Comuta-se então o analisador de NO para o modo NO<sub>x</sub> para que a mistura de gases, constituída de NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> passe agora através do conversor. Regista-se a concentração indicada na alínea a) do n.º 1.7.3. O analisador está no modo NO<sub>x</sub>.

1.7.7 — *Desactivação do ozonizador.* — Desactiva-se agora o ozonizador. A mistura de gases descrita no n.º 1.7.6 passa através do conversor para o detector. Regista-se a concentração indicada na alínea *b)* do n.º 1.7.3. O analisador está no modo NO<sub>x</sub>.

1.7.8 — *Modo NO.* — Comutado para o modo NO com o ozonizador desactivado, o fluxo de oxigénio ou de ar de síntese é também desligado. A leitura de NO<sub>x</sub> do analisador não deve desviar-se mais de ± 5 % do valor medido de acordo com o n.º 1.7.2. O analisador está no modo NO.

1.7.9 — *Intervalo dos ensaios.* — A eficiência do conversor deve ser ensaiada antes de cada calibração do analisador de NO<sub>x</sub>.

1.7.10 — *Eficiência exigida.* — O rendimento do conversor não deve ser inferior a 90 %, mas recomenda-se fortemente um rendimento, mais elevado, de 95 %.

*Nota.* — Se, estando o analisador na gama mais comum, o ozonizador não permitir obter uma redução de 80 % para 20 % de acordo com o n.º 1.7.5, deve-se utilizar a gama mais alta que dê esta redução.

## 1.8 — Ajustamento do FID:

1.8.1 — *Optimização da resposta do detector.* — O HFID deve ser ajustado conforme especificado pelo fabricante do instrumento. Deve-se utilizar um gás de calibração contendo propano em ar para otimizar a resposta na gama de funcionamento mais comum.

Com os caudais de combustível e de ar regulados de acordo com as recomendações do fabricante, introduz-se no analisador um gás de calibração com uma concentração de 350 ppm de C ± 75 ppm de C. A resposta com um dado caudal de combustível deve ser determinada a partir da diferença entre a resposta com um gás de calibração e a resposta com um gás de colocação no zero. O caudal de combustível deve ser aumentado e reduzido progressivamente em relação à especificação do fabricante. Registam-se as respostas com o gás de calibração e é aumentado o gás de colocação no zero a esses caudais de combustível. Desenha-se a curva da diferença entre as duas respostas, e ajusta-se o caudal de combustível em função da parte mais rica da curva.

1.8.2 — *Factores de resposta para hidrocarbonetos.* — O analisador deve ser calibrado utilizando propano em ar e ar de síntese purificado, de acordo com o n.º 1.5.

Os factores de resposta devem ser determinados ao colocar o analisador em serviço e após longos períodos de utilização. O factor de resposta (R<sub>f</sub>) para uma dada espécie de hidrocarboneto é a relação entre a leitura C1 no FID e a concentração de gás no cilindro, expressa em ppm de C1.

A concentração do gás de ensaio deve situar-se a um nível que dê uma resposta de cerca de 80 % da escala completa. A concentração deve ser conhecida com uma precisão de ± 2 % em relação a um padrão gravimétrico expresso em volume. Além disso, o cilindro de gás deve ser pré-condicionado durante 24 horas à temperatura de 298 K (25°C) ± 5 K.

Os gases de ensaio a utilizar e as gamas dos factores de resposta recomendados são os seguintes:

- a) Metano e ar de síntese purificado:  $1,00 \leq R_f \leq 1,15$
- b) Propileno e ar de síntese purificado:  $0,90 \leq R_f \leq 1,1$
- c) Tolueno e ar de síntese purificado:  $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Estes valores são relativos ao factor de resposta (R<sub>f</sub>) de 1,00 para o propano e o ar de síntese purificado.

1.8.3 — *Verificação da interferência do oxigénio.* — A verificação da interferência do oxigénio deve ser determinada ao colocar o analisador em serviço e após longos períodos de utilização.

Escolhe-se uma gama em que os gases de verificação da interferência do oxigénio se situam nos 50 % superiores, realiza-se o ensaio com a temperatura do forno regulada conforme necessário.

1.8.3.1 — *Gases de verificação da interferência do oxigénio.* — Os gases de verificação da interferência do oxigénio devem conter propano com uma concentração de 350 ppm C ± 75 ppm C. O valor da concentração deve ser determinado com as tolerâncias para os gases de calibração através de análise cromatográfica dos hidrocarbonetos totais acrescidos de impurezas ou através de mistura dinâmica. O azoto deve ser o diluente predominante, sendo o restante oxigénio. As misturas necessárias para o ensaio dos motores diesel são:

Concentração de O <sub>2</sub>	Balanço
21 (20 a 22)	Azoto
10 (9 a 11)	Azoto
5 (4 a 6)	Azoto

### 1.8.3.2 — Procedimento:

- a) Coloca-se o analisador em zero;
- b) Calibra-se o analisador com uma mistura de 21 % de oxigénio;
- c) Verifica-se novamente a resposta no zero. Se tiver mudado mais de 0,5 % da escala completa, repetem-se as operações descritas nas alíneas *a)* e *b)*;
- d) Introduzem-se os gases de verificação da interferência do oxigénio a 5 % e 10 %;
- e) Verifica-se novamente a resposta no zero. Se tiver mudado mais de ± 1 % da escala completa, repete-se o ensaio;
- f) Calcula-se a interferência do oxigénio (% de O<sub>2</sub>I) para cada mistura descrita na alínea *d)*, conforme a seguir indicado:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$

A = concentração de hidrocarbonetos (ppm C) do gás de calibração utilizado na alínea *b)*;

B = concentração de hidrocarbonetos (ppm C) dos gases de verificação da interferência do oxigénio utilizados na alínea *d)*;

C = resposta do analisador:

$$(\text{ppmC}) = \frac{A}{D}$$

D = Percentagem da resposta do analisador na escala completa devido a A;

g) A percentagem de interferência de oxigénio (% O<sub>2</sub>I) deve ser inferior a ± 3,0 % relativamente a todos os gases de verificação da interferência do oxigénio necessários antes da realização do ensaio;

h) Caso a interferência do oxigénio seja superior a ± 3,0 % ajusta-se progressivamente o escoamento de ar acima e abaixo das especificações do fabricante, repetindo-se o estabelecido no n.º 1.8.1 para cada fluxo;

i) Caso a interferência do oxigénio seja superior a  $\pm 3,0\%$  depois de se ajustar o escoamento de ar, sujeitem-se o escoamento de combustível e subsequentemente o escoamento da amostra a variações, repetindo-se as operações estabelecidas no n.º 1.8.1 para cada escoamento;

j) Caso a interferência do oxigénio continue a ser superior a  $\pm 3,0\%$ , reparam-se ou substituem-se o analisador, o combustível do FID ou o ar do queimador antes do ensaio. Repete-se então este número com o equipamento ou gases substituídos.

1.9 — *Efeitos de interferência com os analisadores NDIR e CLD.* — Os gases presentes no escape que não sejam o que está a ser analisado podem interferir na leitura de vários modos. Há interferência positiva nos instrumentos NDIR quando o gás que interfere dá o mesmo efeito que o gás que está a ser medido, mas em menor grau. Há interferência negativa nos instrumentos NDIR quando o gás que interfere alarga a banda de absorção do gás que está a ser medido, e nos instrumentos CLD quando o gás que interfere atenua a radiação. As verificações de interferência indicadas nos n.ºs 1.9.1 e 1.9.2 devem ser efectuadas antes da utilização inicial do analisador e após longos períodos de serviço.

1.9.1 — *Verificação da interferência no analisador de CO.* — A água e o CO<sub>2</sub> podem interferir com o comportamento do analisador de CO. Deixa-se, portanto borbulhar na água à temperatura ambiente um gás de calibração que contenha CO<sub>2</sub> com uma concentração de 80% a 100% da escala completa da gama de funcionamento máxima utilizada durante o ensaio, registando-se a resposta do analisador. A resposta do analisador não deve ser superior a 1% da escala completa para as gamas iguais ou superiores a 300 ppm ou superior a 3 ppm para as gamas inferiores a 300 ppm.

1.9.2 — *Verificações da atenuação do analisador de NO<sub>x</sub>.* — Os dois gases a considerar para os analisadores CLD, e HCLD, são o CO<sub>2</sub> e o vapor de água. Os graus de atenuação desses gases são proporcionais às suas concentrações, e exigem portanto técnicas de ensaio para determinar o efeito de atenuação às concentrações mais elevadas esperadas durante o ensaio.

1.9.2.1 — *Verificação do efeito de atenuação do CO<sub>2</sub>.* — Faz-se passar um gás de calibração contendo CO<sub>2</sub> com uma concentração de 80% a 100% da escala completa da gama máxima de funcionamento através do analisador NDIR, registando-se o valor de CO<sub>2</sub> como A. A seguir dilui-se cerca de 50% com um gás de calibração do NO e passa-se através do NDIR e (H)CLD, registando-se os valores de CO<sub>2</sub> e NO como B e C respectivamente. Fecha-se a entrada de CO<sub>2</sub> e deixa-se passar apenas o gás de calibração do NO através do (H)CLD, registando-se o valor de NO como D.

O efeito de atenuação é calculado do modo a seguir indicado:

$$\% \text{ atenuação do CO}_2 = \left[ 1 - \left( \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

não devendo ser superior a 3% da escala completa, em que:

A: concentração do CO<sub>2</sub> não diluído medida com o NDIR (%)

B: concentração do CO<sub>2</sub> diluído medida com o NDIR (%)

C: concentração do NO diluído medida com o CLD (ppm)

D: concentração do NO não diluído medida com o CLD (ppm)

1.9.2.2 — *Verificação do efeito de atenuação da água.* — Esta verificação aplica-se apenas às medições das concentrações de gases em base húmida. O cálculo do efeito de atenuação da água deve ter em consideração a diluição do gás de calibração do NO com vapor de água e o estabelecimento de uma relação entre a concentração de vapor de água da mistura e a prevista durante o ensaio. Faz-se passar um gás de calibração do NO com uma concentração de 80% a 100% da escala completa da gama de funcionamento normal através do (H)CLD, e regista-se o valor do NO como D. Deixa-se borbulhar o gás de calibração do NO através de água à temperatura ambiente, fazendo-se passar esse gás através do (H)CLD e registando-se o valor de NO como C. Determina-se a temperatura de água, que é registada como F. Determinam-se a pressão absoluta de funcionamento do analisador e a temperatura de água, registando-se os valores como E e F, respectivamente. Determina-se a pressão do vapor de saturação da mistura que corresponde à temperatura da água (F), sendo o seu valor registado como G. A concentração do vapor de água (em%) da mistura é calculado do seguinte modo:

$$H = 100 \times \left( \frac{G}{P_B} \right)$$

e registado como H. A concentração prevista do gás de calibração de NO diluído, em vapor de água, é calculada do seguinte modo:

$$De = D \times \left( 1 - \frac{H}{100} \right)$$

e registado como De. Para os gases de escape dos motores diesel, a concentração máxima de vapor de água em (%) prevista durante o ensaio deve ser estimada, na hipótese de uma relação atómica H/C do combustível de 1,8 para 1, a partir da concentração máxima de CO<sub>2</sub> nos gases de escape ou da concentração do gás de calibração do CO<sub>2</sub> não diluído, (A) medido como se indica no n.º 1.9.2.1, do seguinte modo:

$$H_m = 0,9 \times A$$

e registada como H<sub>m</sub>.

O efeito de atenuação da água é calculado do seguinte modo, não devendo ser superior a 3%:

$$\% \text{ atenuação de H}_2\text{O} = 100 \times \left( \frac{D_e - C}{D_e} \right) \times \left( \frac{H_m}{H} \right)$$

em que:

D<sub>e</sub>: concentração prevista do NO diluído (ppm)

C: concentração de NO diluído (ppm)

H<sub>m</sub>: concentração máxima do vapor de água (%)

H: concentração real do vapor de água (%)

*Nota.* — É importante que o gás de calibração do NO contenha uma concentração mínima de NO<sub>2</sub> para esta verificação, dado que a absorção do NO<sub>2</sub> pela água não foi tida em consideração nos cálculos do efeito de atenuação.

1.10 — *Intervalos de calibração.* — Os analisadores devem ser calibrados de acordo com o n.º 1.5 pelo menos de três em três meses ou sempre que haja uma reparação ou mudança do sistema que possa influenciar a calibração.

1.11 — Requisitos adicionais de calibração para as medições relativas aos gases de escape brutos durante o ensaio NRTC.

1.11.1 — *Verificação do tempo de resposta do sistema analítico.* — As regulações do sistema para a avaliação do tempo de resposta são exactamente as mesmas que durante a medição do ensaio, isto é, pressão, caudais, regulações dos filtros nos analisadores e todas as outras influências do tempo de resposta. A determinação do tempo de resposta é feita com a mudança do gás directamente à entrada da sonda de recolha de amostras. A mudança do gás deve ser feita em menos de 0,1 s. Os gases utilizados para o ensaio devem causar uma alteração da concentração de pelo menos 60% de FS.

Regista-se a alteração de concentração de cada componente do gás. O tempo de resposta é definido como a diferença de tempo entre a mudança do gás e a alteração adequada da concentração registada. O tempo de resposta do sistema ( $t_{90}$ ) consiste no tempo de atraso do detector de medida e no tempo de subida do detector. O tempo de atraso é definido como o tempo que passa entre a mudança ( $t_0$ ) e a obtenção de uma resposta de 10% da leitura final ( $t_{10}$ ). O tempo de subida é definido como o tempo que passa entre a obtenção da resposta a 10% e da resposta a 90% da leitura final ( $t_{90} - t_{10}$ ).

Para o alinhamento em tempo do analisador e dos sinais do escoamento dos gases de escape no caso da medição bruta, o tempo de transformação é definido como o tempo necessário para se passar da alteração ( $t_0$ ) até se obter a resposta de 50% da leitura final ( $t_{50}$ ).

O tempo de resposta do sistema deve ser  $\leq 10$  segundos com um tempo de subida  $\leq 2,5$  segundos para todos os componentes limitados (CO, NO<sub>x</sub> e HC) e todas as gamas utilizadas.

1.11.2 — *Calibração do analisador do gás traçador para medições do caudal dos gases de escape.* — Calibra-se o analisador para medição da concentração do gás traçador, se utilizado, com o gás padrão.

Estabelece-se a curva de calibração no mínimo com 10 pontos de calibração, excluindo o zero, a intervalos que permitam que metade dos pontos de calibração se situem entre 4% e 20% da escala completa do analisador e os restantes se situem entre 20% e 100% da escala completa. A curva de calibração é calculada pelo método dos mínimos quadrados.

A curva de calibração não deve afastar-se mais de  $\pm 1\%$  da escala completa relativamente ao valor nominal de cada ponto de calibração, na gama de 20% a 100% da escala completa. A curva de calibração não deve afastar-se mais de  $\pm 2\%$  da leitura do valor nominal na escala de 4% a 20% da escala completa.

O analisador deve ser colocado no zero e calibrado antes da realização do ensaio utilizando um gás de colocação no zero e um gás de calibração cujo valor nominal seja superior a 80% da escala completa do analisador.

## 2 — Calibração do sistema de medição das partículas

2.1 — *Introdução.* — Cada componente deve ser calibrado tantas vezes quantas as necessárias para respeitar as exigências de precisão da presente norma.

O método de calibração a utilizar está descrito no presente número para os componentes indicados no n.º 1.5 do apêndice 1 do anexo III e no anexo V.

2.2 — *Medição dos caudais.* — Os contadores de gás ou os fluxómetros devem ser calibrados de acordo com normas nacionais ou internacionais.

O erro máximo do valor medido deve ser  $\pm 2\%$  da leitura.

No que diz respeito aos sistemas de diluição do escoamento parcial, a precisão do caudal recolhido  $G_{SE}$  é de especial importância, se não for medido directamente mas determinado por medição diferencial do caudal:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

Neste caso, não é suficiente uma precisão de  $\pm 2\%$  para o  $G_{TOTW}$  e  $G_{DILW}$  para garantir precisões aceitáveis para o  $G_{SE}$ . Se o caudal de gás for determinado por medição diferencial do escoamento, o erro máximo da diferença deve ser tal que a exactidão de  $G_{SE}$  seja de  $\pm 5\%$  quando a razão de diluição for inferior a 15. O cálculo pode ser feito extraíndo a raiz quadrada da média dos quadrados dos erros de cada instrumento.

2.3 — *Verificação da razão de diluição.* — Ao utilizar sistemas de recolha de amostras de partículas sem EGA, conforme n.º 1.2.1.1 do anexo V, verifica-se a razão de diluição para cada motor novo com o motor a funcionar e utilizando as medições das concentrações de CO<sub>2</sub> ou de NO<sub>x</sub> nos gases de escape brutos e diluídos.

A razão de diluição medida deve estar a  $\pm 10\%$  da razão de diluição calculada a partir da medição das concentrações de CO<sub>2</sub> ou de NO<sub>x</sub>.

2.4 — *Verificação das condições de escoamento parcial.* — A gama de velocidades dos gases de escape e as variações de pressão devem ser verificadas e ajustadas de acordo com os requisitos do n.º 1.2.1.1, EP, do anexo V, se aplicável.

2.5 — *Intervalos de calibração.* — Os fluxómetros devem ser calibrados pelo menos de três em três meses ou sempre que haja uma reparação ou alteração do sistema que possa influenciar a calibração.

2.6 — Requisitos de calibração adicionais para sistemas de diluição de escoamento parcial:

2.6.1 — *Calibração periódica.* — Se o caudal da amostra de gases for determinado por medição diferencial, o fluxómetro ou a instrumentação de medida devem ser calibrados através de um dos procedimentos a seguir indicados, de modo tal que o caudal de  $G_{SE}$  à entrada do túnel satisfaça os requisitos de precisão do n.º 2.4. do apêndice 1 do anexo III.

O fluxómetro para o  $G_{DILW}$ , é ligado em série ao fluxómetro para o  $G_{TOTW}$ , sendo a diferença entre os dois fluxómetros calculada em pelo menos 5 pontos com os valores de caudal igualmente espaçados entre o valor mais baixo do  $G_{TOTW}$  utilizado durante o ensaio e o valor do  $G_{DILW}$  utilizado durante o ensaio.

O túnel de diluição pode ser posto em derivação. Liga-se em série um aparelho calibrado de medição do caudal mássico com o fluxómetro para o  $G_{TOTW}$  e verifica-se a precisão em relação ao valor utilizado para o ensaio. Liga-se em série um aparelho calibrado de medição do caudal mássico com o fluxómetro para o  $G_{DILW}$  e verifica-se a precisão em relação ao valor utilizado para o ensaio para pelo menos 5 pontos correspondentes

a uma razão de diluição compreendida entre 3 e 50, relativa ao  $G_{TOTW}$ , utilizado durante o ensaio.

Desliga-se o tubo de transferência TT do escape e liga-se um dispositivo de medição de caudais calibrado com uma gama adequada à medição de  $G_{SE}$  ao tubo de transferência. Regula-se então  $G_{TOTW}$  no valor utilizado no ensaio o  $G_{DILW}$  é regulado em sequência em pelo menos cinco valores correspondentes a razões de diluição ( $q$ ) entre 3 e 50. Em alternativa, pode existir um percurso de calibração especial do escoamento em que o túnel seja colocado em derivação mas o escoamento total e do ar de diluição através dos aparelhos de medida correspondentes são os mesmos que no ensaio real.

Introduz-se um gás traçador no tubo de transferência TT. Esse gás traçador pode ser um componente dos gases de escape, como o  $CO_2$  ou o  $NO_x$ . Após diluição no túnel mede-se a quantidade do gás traçador em relação a cinco razões de diluição compreendidas entre 3 e 50. A precisão do escoamento da amostra é determinada a partir da relação de diluição ( $q$ ):

$$G_{SE} = G_{TOTW} / q$$

Têm-se em consideração as precisões dos analisadores de gás para garantir a precisão de  $G_{SE}$ .

**2.6.2 — Verificação do escoamento de carbono.** — Recomenda-se bastante uma verificação do escoamento de carbono que utilize os gases de escape reais para detectar problemas de medida e de controlo e verificar o funcionamento correcto do sistema de diluição de escoamento parcial. A verificação do escoamento de carbono deve ser efectuada pelo menos quando se instala um novo motor ou quando se muda alguma coisa significativa na configuração da célula de ensaio.

Faz-se o motor funcionar à carga, velocidade e binário de pico ou qualquer outro modo em estado estacionário que produza a 5% ou mais de  $CO_2$ . O sistema de recolha de amostras de escoamento parcial deve funcionar com um factor de diluição de cerca de 15 para 1.

**2.6.3 — Verificação do ensaio.** — Deve-se realizar uma verificação do ensaio dentro de duas horas antes do ensaio do seguinte modo:

Verifica-se a precisão dos fluxómetros pelo mesmo método que o utilizado para a calibração para pelo menos dois pontos, incluindo valores do caudal de  $G_{DILW}$  que correspondem a razões de diluição compreendidas entre 5 e 15 para o valor de  $G_{TOTW}$  utilizado durante o ensaio.

Se se puder demonstrar com registos do método de calibração acima descrito que a calibração dos fluxómetros é estável durante um período de tempo maior, a verificação pós-ensaio pode ser omitida.

**2.6.4 — Determinação do tempo da transformação.** — As regulações do sistema para a avaliação do tempo de transformação são exactamente os mesmos que durante a medição do ensaio. Determina-se o tempo de transformação através do seguinte método.

Instala-se um c fluxómetro de referência independente com uma gama de medida adequada para o escoamento em série com a sonda e estreitamente ligado a esta. Este fluxómetro deve ter um tempo de transformação inferior a 100 ms para a dimensão do patamar do escoamento utilizado na medição do tempo de resposta, com uma restrição do escoamento suficientemente baixa para não afectar o comportamento funcional di-

nâmico do sistema de diluição do escoamento parcial e consistente com a boa prática de engenharia.

Introduz-se uma mudança de patamar no escoamento dos gases de escape, ou escoamento de ar, se o dos gases de escape estiver a ser calculado, do sistema de diluição do escoamento parcial desde um valor baixo até pelo menos 90% da escala completa. O iniciador da mudança de patamar deve ser o mesmo que o utilizado para dar início ao previsto do ensaio real. Registam-se o estímulo do patamar do escoamento dos gases de escape e a resposta do fluxómetro a uma taxa de pelo menos 10 Hz.

Do mesmo modo, determinam-se os tempos da transformação a partir desses dados para o sistema de diluição do escoamento parcial, que é o tempo desde o início do estímulo do patamar até ao ponto de 50% da resposta do fluxómetro. De modo semelhante, os tempos de transformação do sinal de  $G_{SE}$  do sistema de diluição do escoamento parcial e do sinal do  $G_{EXHW}$  do fluxómetro dos gases de escape. Esses sinais são utilizados em verificações de regressão realizados após cada ensaio, conforme n.º 2.4 do apêndice 1 do anexo III.

Repete-se o cálculo pelo menos durante cinco estímulos de subida e descida, procedendo-se depois ao cálculo da média dos resultados. O tempo de transformação interno, <100 ms, do fluxómetro de referência deve ser subtraído deste valor. Este é o valor “antecipação” do sistema de diluição do escoamento parcial, que será aplicado de acordo com o n.º 2.4. do apêndice 1 do anexo III.

### 3 — Calibração do sistema CVS

**3.1 — Generalidades.** — Calibra-se o sistema CVS utilizando um fluxómetro preciso e os meios necessários para alterar as condições de funcionamento.

Mede-se o escoamento através do sistema com regulações de funcionamento diferentes e medem-se os parâmetros de controlo do sistema, sendo relacionados ao escoamento.

Podem-se utilizar vários tipos de fluxómetros, como por exemplo o tubo de Venturi calibrado, um fluxómetro laminar calibrado ou medidor de turbina calibrado.

**3.2 — Calibração da bomba de deslocamento positivo (PDP).** — Medem-se simultaneamente todos os parâmetros relacionados com a bomba juntamente com os parâmetros relacionados com um tubo de Venturi de calibração que é ligado em série com a bomba. Traça-se a curva do caudal calculado (em  $m^3/min$ ), à entrada da bomba, à pressão e temperatura absolutas, em função de uma correlação que é o valor de uma combinação específica de parâmetros da bomba. Determina-se a equação linear que relaciona o caudal da bomba e a função de correlação. Se a bomba CVS tiver uma transmissão de várias velocidades, realiza-se a calibração para cada gama de velocidades utilizada.

Mantém-se a estabilidade da temperatura durante a calibração.

Mantém-se as fugas em todas as ligações e tubagens entre o Venturi de calibração e a bomba CVS em valores inferiores a 0,3% do ponto mais baixo do escoamento, isto é, restrição mais elevada e ponto de velocidade PDP mais baixa.

**3.2.1 — Análise dos dados.** — Calcula-se o caudal de ar ( $Q_s$ ) em cada regulação da restrição, no mínimo

seis regulações, em m<sup>3</sup>/min standard a partir dos dados do fluxómetro e utilizando o método prescrito pelo fabricante. O caudal de ar é então convertido em escoamento da bomba (V<sub>0</sub>) em m<sup>3</sup>/rev à temperatura e pressão absolutas à entrada da bomba do seguinte modo:

$$V_o = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{P_A}$$

em que:

Q<sub>s</sub> = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) (m<sup>3</sup>/s)

T = temperatura à entrada da bomba (K)

P<sub>A</sub> = pressão absoluta à entrada da bomba (P<sub>B</sub> - P<sub>1</sub>) (kPa)

n = velocidade da bomba (rev/s)

Para ter em conta a interacção das variações de pressão da bomba e a taxa de escoamento da bomba, calcula-se a função de correlação (X<sub>0</sub>) entre a velocidade da bomba, o diferencial de pressão entre a entrada e saída da bomba e a pressão absoluta à saída da bomba do seguinte modo:

$$X_o = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_A}}$$

em que:

ΔP<sub>p</sub> = diferencial de pressão entre a entrada da bomba e a saída da bomba (kPa)

P<sub>A</sub> = pressão absoluta à saída da bomba (kPa)

Realiza-se um ajustamento pelo método dos mínimos quadrados para gerar a equação de calibração do seguinte modo:

$$V_o = D_0 - m \times (X_o)$$

em que D<sub>0</sub> e m são as constantes da ordenada na origem e do declive da recta, respectivamente, que descreve as rectas de regressão.

Para um sistema CVS com várias velocidades, as curvas de calibração geradas para as diferentes gamas de caudais da bomba devem ser aproximadamente paralelas e os valores das ordenadas na origem (D<sub>0</sub>) aumentam com a diminuição da gama de caudais da bomba.

Os valores calculados pela equação devem ter uma aproximação de ± 0,5% do valor medido de V<sub>0</sub>. Os valores de m variam de bomba para bomba. O fluxo de partículas com o tempo fará com que o escorregamento da bomba diminua, o que é reflectido nos valores inferiores de m. Assim sendo, a calibração deve ser realizada ao arranque da máquina, após grandes manutenções e se a verificação do sistema total, conforme n.º 3.5, indicar uma alteração da taxa de escorregamento.

3.3 — *Calibração do tubo de Venturi de escoamento crítico (CFV)*. — A calibração do CFV baseia-se na equação de escoamento de um tubo de Venturi de escoamento crítico. O caudal de gás é função da pressão e da temperatura à entrada, como se indica a seguir:

$$Q_s = \frac{K_v \times P_A}{\sqrt{T}}$$

em que:

K<sub>v</sub> = coeficiente de calibração

P<sub>A</sub> = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

T = temperatura à entrada do tubo de Venturi (K)

3.3.1 — *Qualidade dos dados*. — Calcula-se o caudal de ar (Q<sub>s</sub>) em cada regulação da restrição, no mínimo de oito regulações, em m<sup>3</sup>/min standard a partir dos dados do fluxómetro e utilizando o método prescrito pelo fabricante. Calcula-se o coeficiente de calibração a partir dos dados de calibração para cada regulação do seguinte modo:

$$K_v = \frac{Q_s \times \sqrt{T}}{P_A}$$

em que:

Q<sub>s</sub> = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) (m<sup>3</sup>/s)

T = temperatura à entrada da bomba (K)

P<sub>A</sub> = pressão absoluta à entrada da bomba (P<sub>B</sub> - P<sub>1</sub>) (kPa)

Para determinar a gama do escoamento crítico, traça-se a curva de K<sub>v</sub> em função da pressão à entrada do tubo de Venturi. Para o escoamento crítico estrangulado K<sub>v</sub> terá um valor relativamente constante. À medida que a pressão diminui e o vácuo aumenta, o tubo de Venturi deixa de estar estrangulado e K<sub>v</sub>, diminui, o que indica que o CFV está a funcionar fora da gama admissível.

Calcula-se o K<sub>v</sub> médio e o desvio-padrão para um mínimo de oito pontos na região do escoamento crítico. O desvio-padrão não deve exceder ± 0,3% do K<sub>v</sub> médio.

3.4 — *Calibração do tubo de Venturi subsónico (SSV)*. — A calibração do SSV baseia-se na equação de escoamento para um tubo de Venturi subsónico. O caudal é função da pressão e temperatura à entrada, da queda de pressão entre a entrada e a garganta do SSV, conforme se indica a seguir:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}$$

em que:

A<sub>0</sub> — conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= 0,006111 \text{ em unidades SI de } \left( \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) \left( \frac{\text{K}^2}{\text{kPa}} \right) \left( \frac{1}{\text{mm}^2} \right)$$

d = diâmetro do garganta do SSV (m)

C<sub>d</sub> = coeficiente de descarga do SSV

P<sub>A</sub> = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

T = temperatura à entrada do tubo de Venturi (K)

r = relação da pressão estática na garganta do SSV e a pressão estática absoluta à entrada

$$= 1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

β = relação entre o diâmetro da garganta do SSV (d) e o diâmetro interno de tubo de entrada

$$= \frac{d}{D}$$

3.4.1 — *Qualidade dos dados*. — Calcula-se o caudal de ar (Q<sub>SSV</sub>) em cada regulação da restrição, no mínimo de dezasseis regulações, em m<sup>3</sup>/min standard

a partir dos dados do fluxómetro e utilizando o método prescrito pelo fabricante. Calcula-se o coeficiente de descarga a partir dos dados de calibração para cada regulação do seguinte modo:

$$C_d = \frac{Q_{ssv}}{A_0 d^2 P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right) \right]}}$$

em que:

$Q_{ssv}$  = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) ( $m^3/s$ )

T = temperatura à entrada da bomba (K)

d = diâmetro da garganta do SSV (m)

r = relação da pressão estática na garganta do SSV e a pressão estática absoluta à entrada

$$= 1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

$\beta$  = relação entre o diâmetro da garganta do SSV (d) e o diâmetro interno do tubo de entrada

$$= \frac{d}{D}$$

Para determinar a gama do escoamento subsónico, traça-se  $C_d$  em função do número de Reynolds, na garganta do SSV. Calcula-se o número de Reynolds na garganta do SSV com a seguinte fórmula:

$$Re = A_1 \frac{Q_{ssv}}{d\mu}$$

em que:

$A_1$  = conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= 25,55152 \left( \frac{1}{m^3} \right) \left( \frac{\text{min}}{s} \right) \left( \frac{\text{mm}}{m} \right)$$

$Q_{ssv}$  = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) ( $m^3/s$ )

d = diâmetro da garganta do SSV (m)

$\mu$  = viscosidade absoluta ou dinâmica do gás, calculada com a seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{bT^{\frac{3}{2}}}{S + T} = \frac{bT^{\frac{1}{2}}}{1 + \frac{S}{T}} \text{ kg/m.s}$$

em que:

$$b = \text{constante empírica} = 1,458 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{msK}^{\frac{1}{2}}}$$

S = constante empírica = 110,4 K

Como o  $Q_{ssv}$  é um dos valores da fórmula do número de Reynolds, os cálculos devem ser começados com um valor inicial aleatório para que  $Q_{ssv}$  ou  $C_d$  do Venturi de calibração e repetido até que o valor de  $Q_{ssv}$  convirja. O método de convergência deve ter uma precisão igual ou superior a 0,1 %.

Os valores calculados de  $C_d$  para um mínimo de 16 pontos na região de escoamento subsónico retirados da equação de ajustamento da curva de calibração devem ter uma tolerância de  $\pm 0,5\%$  do  $C_d$  medido para cada ponto de calibração.

3.5 — *Verificação do sistema total.* — Determina-se a precisão total do sistema de recolha de amostras CVS e do sistema analítico pela introdução de uma massa conhecida de um gás poluente no sistema enquanto este funciona de modo normal. O poluente é analisado e a massa calculada de acordo com o n.º 2.4.1. do apêndice 3 do anexo III, excepto no caso do propano, em que se utiliza um factor de 0,000472 em vez de 0,000479 para o HC. Utiliza-se qualquer uma das seguintes técnicas.

3.5.1 — *Medição com orifício de escoamento crítico.* — Faz-se passar uma quantidade conhecida de um gás puro, como seja o propano, pelo sistema CVS através de um orifício de escoamento crítico calibrado. Se a pressão à entrada for suficientemente elevada, o caudal, que é ajustado através do orifício de escoamento crítico, é independente da pressão à saída do orifício de escoamento crítico.

Faz-se funcionar o sistema CVS como num ensaio de emissões de escape normal durante cerca de 5 a 10 minutos. Analisa-se uma amostra de gás com os equipamentos usuais, como seja saco de recolha de amostras ou método de integração, e calcula-se a massa do gás. A massa assim determinada deve estar a  $\pm 3\%$  da massa conhecida no gás injectado.

3.5.2 — *Medição por meio de uma técnica gravimétrica.* — Determina-se a massa de um pequeno cilindro cheio com propano com uma precisão de  $\pm 0.01$  g. Faz-se funcionar o sistema CVS durante cerca de cinco a dez minutos como num ensaio de emissões de escape normal, enquanto é injectado monóxido de carbono ou propano para o sistema. Determina-se a quantidade de gás puro descarregada por meio de pesagem diferencial. Analisa-se uma amostra de gás com os equipamentos usuais, como sejam saco de recolha de amostras ou método de integração, e calcula-se a massa do gás. A massa assim determinada deve estar a  $\pm 3\%$  da massa conhecida no gás injectado.

(1) O método de calibração é comum para ensaios NRSC e NRTC, com excepção dos requisitos dos n.ºs 1.11 e 2.6.

#### APÊNDICE 3

### Avaliação de dados e cálculos

#### 1 — Avaliação de dados e cálculos do ensaio NRSC

1.1 — *Avaliação dos dados relativos às emissões gasosas.* — Para avaliação das emissões gasosas, toma-se a média das leituras dos registadores de agulhas dos últimos 60 segundos de cada modo e determinam-se para cada modo as concentrações médias (conc) de CH, CO, NO<sub>x</sub> e CO<sub>2</sub> durante cada modo, se for utilizado o método do balanço do carbono, a partir das leituras médias e dos dados de calibração correspondentes. Pode ser utilizado um tipo diferente de registo se assegurar uma aquisição de dados equivalente.

As concentrações médias de fundo (conc<sub>d</sub>) podem ser determinadas a partir das leituras efectuadas nos sacos do ar de diluição ou das leituras de fundo contínuas, não nos sacos, e dos dados de calibração correspondentes.

1.2 — *Emissões de partículas.* — Para a avaliação das partículas, registam-se para cada modo os volu-

mes totais de massas ( $M_{SAM,i}$ ) que passam através dos filtros. Levam-se os filtros para a câmara de pesagem, condicionam-se durante pelo menos uma hora, mas não mais de 80 horas, e pesam-se. Regista-se a massa bruta dos filtros e subtrai-se a tara, conforme n.º 3.1 do anexo III. A massa de partículas ( $M_f$  para o método do filtro único,  $M_{fi}$  para o método dos filtros múltiplos) é a soma das massas das partículas recolhidas nos filtros primário e secundário. Se tiver de ser aplicada uma correcção de fundo, registam-se a massa do ar de diluição ( $M_{DIL}$ ), através dos filtros, bem como a massa das partículas ( $M_d$ ). Se tiver sido feita mais de uma medição, calcula-se o quociente  $M_d/M_{DIL}$  para cada medição e determina-se a média dos valores.

1.3 — *Cálculo das emissões gasosas.* — Os resultados finais dos ensaios a indicar devem ser deduzidos do seguinte modo:

1.3.1 — *Determinação do caudal de gases de escape.* — Determina-se o caudal dos gases de escape ( $G_{EXHW}$ ) para cada modo, de acordo com os n.ºs 1.2.1 a 1.2.3 do apêndice 1 do anexo III.

Se se utilizar um sistema de diluição total do fluxo ( $G_{TOTW}$ ), determina-se o caudal total dos gases de escape diluídos para cada modo de acordo com o n.º 1.2.4 do apêndice 1 do anexo III.

1.3.2 — *Correcção para a passagem de base seca a base húmida.* — A correcção para a passagem de base seca a base húmida ( $G_{EXHW}$ ) deve ser determinada para cada modo, de acordo com os n.ºs 1.2.1 a 1.2.3 do apêndice 1 do anexo III.

Quanto se aplicar  $G_{EXHW}$ , converte-se a concentração medida para base húmida através das fórmulas a seguir indicadas, caso a medição não tenha sido já efectuada em base húmida:

$$\text{conc (húmido)} = k_w \times \text{conc (seco)}$$

Para os gases de escape brutos:

$$K_{w,r,1} = \left( \frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\% \text{ CO [seco]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [seco]}) + K_{w2}} \right)$$

Para os gases de escape diluídos:

$$K_{w,e,1} = \left[ 1 - \frac{1,88 \times \text{CO}_2 \% (\text{húmido})}{200} \right] - K_{w1}$$

ou:

$$K_{w,e,1} = \left( \frac{1 - K_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times \text{CO}_2 \% (\text{seco})}{200}} \right)$$

Para o ar de diluição:

$$K_{w,d} = 1 - K_{w1}$$

$$K_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$H_d = \frac{6,22 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

Para o ar de admissão, se for diferente do ar de diluição:

$$K_{w,a} = 1 - K_{w2}$$

$$K_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

$H_a$  — humidade absoluta do ar de admissão, g de água por kg de ar seco

$H_d$  — humidade absoluta do ar de diluição, g de água por kg de ar seco

$R_d$  — humidade relativa do ar de diluição (%)

$R_a$  — humidade relativa do ar de admissão (%)

$p_d$  — pressão do vapor de saturação do ar de diluição (kPa)

$p_a$  — pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

$p_B$  — pressão barométrica total (kPa)

*Nota.* —  $H_a$  e  $H_d$  podem ser derivados da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

1.3.3 — *Correcção da humidade para o NO<sub>x</sub>.* — Dado que as emissões de NO<sub>x</sub> dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO<sub>x</sub> em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor  $K_H$  dado pela fórmula a seguir:

$$K_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

em que:

$T_a$  — temperaturas do ar, em K

$H_a$  — humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco):

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

$R_a$  — humidade relativa do ar de admissão (%)

$p_a$  — pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

$p_B$  — pressão barométrica total (kPa)

*Nota:*  $H_a$  pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

1.3.4 — *Cálculo dos caudais mássicos das emissões.* — Calculam-se os caudais mássicos das emissões para cada modo como se indica a seguir:

a) Para os gases de escape brutos (¹):

$$G_{\text{ás, mass}} = u \times \text{conc} \times G_{\text{EXHW}}$$

b) Para os gases de escape diluídos:

$$G_{\text{ás, mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

em que:

$\text{conc}_c$ : é a concentração de fundo corrigida

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - (1/\text{DF}))$$

$$\text{DF} = 13,4 / (\text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{conc}_{\text{CO}} + \text{conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4})$$

ou

$$\text{DF} = 13,4 / \text{conc}_{\text{CO}_2}$$

Utilizam-se os coeficientes  $u$  — húmido de acordo com o quadro seguinte:

Gás	$u$	conc
NO <sub>x</sub>	0,001 587	ppm
CO	0,000 966	ppm
HC	0,000 479	ppm
CO <sub>2</sub>	15,19	percentagem

A densidade de HC é calculada com base numa relação média carbono/hidrogénio de 1/1,85.

1.3.5 — *Cálculo das emissões específicas.* — Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{gás individual} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Gas}_{\text{mass}i} \times \text{WF}_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times \text{WF}_i}$$

em que:

$$P_i = P_{m,i} + P_{\text{AE},i}$$

Os factores de ponderação e o número de modos,  $n$ , utilizados na fórmula acima são os indicados no n.º 3.7.1 do anexo III.

1.4 — *Cálculo das emissões de partículas.* — As emissões de partículas devem ser calculadas do seguinte modo:

1.4.1 — *Factor de correcção da humidade para as partículas.* — Dado que a emissão de partículas pelos motores diesel depende das condições do ar ambiente, corrige-se o caudal mássico de partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor  $K_p$ , dado pela seguinte fórmula:

$$K_p = 1 / (1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71))$$

em que:

$H_a$ : humidade do ar de admissão, g de água por kg de ar seco

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

$R_a$  — humidade relativa do ar de admissão (%)  
 $p_a$  — pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)  
 $p_B$  — pressão barométrica total (kPa)

*Nota.* —  $H_a$  pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

1.4.2 — *Sistema de diluição do escoamento parcial.* — Os resultados finais dos ensaios de emissão de partículas

a indicar são obtidos como se indica a seguir. Dado que podem ser utilizados vários tipos de controlo da taxa de diluição, são aplicáveis diferentes métodos de cálculo para caudais mássicos de gases de escape diluídos equivalentes  $G_{\text{EDF}}$ . Todos os cálculos devem basear-se nos valores médios dos modos individuais, e, durante o período de recolha de amostras.

1.4.2.1 — *Sistemas isocinéticos:*

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{\text{DILW},i} + (G_{\text{EXHW},i} \times r)}{(G_{\text{EXHW},i} \times r)}$$

em que  $r$  corresponde à relação entre as áreas de secções transversais da sonda isocinética  $A_p$  e do tubo de escape  $A_T$ :

$$r = \frac{A_p}{A_T}$$

1.4.2.2 — *Sistemas com medição da concentração de CO<sub>2</sub> ou NO<sub>x</sub>*

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{\text{Conc}_{E,i} - \text{Conc}_{A,i}}{\text{Conc}_{D,i} - \text{Conc}_{A,i}}$$

em que:

$\text{Conc}_E$  = concentração em base húmida do gás traçador nos gases de escape brutos

$\text{Conc}_D$  = concentração em base húmida do gás traçador nos gases de escape diluídos

$\text{Conc}_A$  = concentração em base húmida do gás traçador no ar de diluição

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida de acordo com o n.º 1.3.2. do presente apêndice.

1.4.2.3 — *Sistemas com medição de CO<sub>2</sub> e método do balanço do carbono:*

$$G_{\text{EDFW},i} = \frac{206,6 \times G_{\text{FUEL},i}}{\text{CO}_{2D,i} - \text{CO}_{2A,i}}$$

em que:

$\text{CO}_{2D}$  = concentração do CO<sub>2</sub> nos gases de escape diluídos

$\text{CO}_{2A}$  = concentração de CO<sub>2</sub> no ar de diluição

Com as concentrações em (%) de volume em base húmida

Esta equação baseia-se na hipótese do balanço do carbono, em que os átomos de carbono fornecidos ao motor são emitidos como CO<sub>2</sub>, e deduz-se do seguinte modo:

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

em que:

$$q_i = \frac{206,6 \times G_{\text{FUEL},i}}{G_{\text{EXHW},i} \times (\text{CO}_{2D,i} - \text{CO}_{2A,i})}$$

1.4.2.4 — *Sistemas com medição do caudal*

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{\text{TOTW},i}}{(G_{\text{TOTW},i} - G_{\text{DILW},i})}$$

1.4.3 — *Sistema de diluição total do fluxo.* — Os resultados finais dos ensaios de emissão de partículas a indicar são obtidos como se indica a seguir.

Todos os cálculos devem basear-se nos valores médios dos modos individuais,  $i$ , durante o período de recolha de amostras.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

1.4.4 — *Cálculo do caudal mássico de partículas.* — Calcula-se o caudal mássico de partículas do seguinte modo:

Para o método do filtro único:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

em que:

$(G_{EDFW})_{aver}$  ao longo do ciclo de ensaio é determinado fazendo o somatório dos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^n M_{SAM,i}$$

em que:

$$i = 1, \dots, n.$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT_{mass} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{(G_{EDFW,i})_{aver}}{1000}$$

em que:

$$i = 1, \dots, n.$$

O caudal mássico das partículas pode ser corrigido em relação ao fundo do seguinte modo:

Para o método do filtro único:

$$PT_{mass} = \left\{ \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left[ \frac{M_d}{M_{DIL}} \times \sum_{i=1}^{i=n} \left( 1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right] \right\} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

Se for efectuada mais de uma medição,  $M_d/M_{DIL}$  é substituído por  $(M_d/M_{DIL})_{aver}$

$$DF = \frac{13,4}{\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4}}$$

ou:

$$DF = 13,4 / \text{concCO}_2$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT_{mass,i} = \left[ \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left( \frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left( 1 - \frac{1}{DF_i} \right) \right) \right] \times \left( \frac{G_{EDFW,i}}{1000} \right)$$

Se for efectuada mais de uma medição,  $M_d/M_{DIL}$  é substituído por  $(M_d/M_{DIL})_{aver}$

$$DF = \frac{13,4}{\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4}}$$

ou:

$$DF = 13,4 \text{ concCO}_2$$

1.4.5 — *Cálculo das emissões específicas.* — Calcula-se a emissão específica de partículas PT (g/kWh) do seguinte modo

*Nota.* — O caudal mássico de partículas  $PT_{mass}$  tem de se multiplicar por  $K_p$  (factor de correcção da humidade para as partículas referido no n.º 1.4.1)

Para o método do filtro único:

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n PT_{mass,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

1.4.6 — *Factor de ponderação efectivo.* — Para o método do filtro único, calcula-se o factor de ponderação efectivo  $WF_{E,i}$  para cada modo como se indica a seguir:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

em que:

$$i = 1, \dots, n.$$

Os valores dos factores de ponderação efectivos devem estar a  $\pm 0,005$ , em valor absoluto, dos factores de ponderação indicados no n.º 3.7.1 do anexo III.

## 2 — Avaliação de dados e cálculos do ensaio NRTC

Podem ser utilizados os dois seguintes princípios de medição para a avaliação das emissões de poluentes durante o ciclo NRTC:

a) Os componentes gasosos são medidos no gás de escape bruto em tempo real, e as partículas são determinadas utilizando um sistema de diluição do escoamento parcial;

b) Os componentes gasosos e as partículas são determinados utilizando um sistema de diluição do escoamento total, sistema CVS.

2.1 — Cálculo das emissões gasosas nos gases de escape brutos e das emissões de partículas com um sistema de diluição do escoamento parcial.

2.1.1 — *Introdução.* — Utilizam-se os sinais da concentração instantânea dos componentes gasosos para o cálculo das emissões mássicas por multiplicação pelo caudal máximo instantâneo dos gases de escape. O caudal mássico dos gases de escape pode ser medido directamente ou calculado utilizando os métodos descritos no n.º 2.2.3 do apêndice 1 do anexo III, de acordo com a medição dos caudais do ar de admissão e do combustível, método do gás traçador, medição do caudal de ar de admissão e da relação ar/combustível. Deve-se prestar uma atenção especial aos tempos de

resposta dos diferentes instrumentos. Essas diferenças serão tomadas em conta através do alinhamento de tempo dos sinais.

No que diz respeito às partículas, os sinais do caudal mássico dos gases de escape são utilizados para controlar o sistema de diluição do escoamento parcial para se obter uma amostra proporcional ao caudal mássico dos gases de escape. Verifica-se a qualidade da proporcionalidade aplicando uma análise de regressão entre os caudais da amostra e dos gases de escape conforme descrito no n.º 2.4. do apêndice 1 do anexo III.

2.1.2 — Determinação dos componentes gasosos:

2.1.2.1 — *Cálculo das emissões mássicas*. — Determina-se a massa dos poluentes  $M_{\text{gas}}$  (g/ensaio) através do cálculo das emissões mássicas instantâneas a partir das concentrações brutas dos poluentes, dos valores  $u$  do quadro seguinte, conforme também no n.º 1.3.4, e do caudal mássico dos gases de escape, alinhados no que diz respeito ao tempo de transformação e integrando os valores instantâneos ao longo do ciclo. De preferência as concentrações devem ser medidas em base húmida. Se forem medidas em base seca, aplica-se a correcção base seca/base húmida, descrita a seguir, aos valores da concentração instantânea antes de se fazerem outros cálculos.

QUADRO

**Valores dos coeficientes  $u$  — húmido para vários componentes dos gases de escape**

Gás	$u$	Conc
NO <sub>x</sub> .....	0,001587	ppm
CO.....	0,000966	ppm
HC.....	0,000479	ppm
CO <sub>2</sub> .....	15,19	percentagem

A densidade de HC é calculada com base numa relação média carbono/hidrogénio de 1:1,85.

Aplicam-se as seguintes fórmulas:

$$M_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^{i=n} u \times \text{conc}_i \times G_{\text{EXHW}_i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{em g/ensaio})$$

em que:

$u$  = relação entre a densidade do componente dos gases de escape e a densidade dos gases de escape;

$\text{conc}_i$  = concentração instantânea do componente nos gases de escape brutos (ppm);

$G_{\text{EXHW}_i}$  = caudal mássico instantâneo dos gases de escape (kg/s);

$f$  = razão de recolha de dados (Hz);

$n$  = número de medições.

Para o cálculo de NO<sub>x</sub>, utiliza-se o factor de correcção da humidade  $k_{\text{H}}$ , conforme descrito.

A concentração medida instantaneamente, se já não medida numa base seca, deve ser convertida para uma base seca.

2.1.2.2 — *Correcção para a passagem de base seca a base húmida*. — Se as concentrações forem medidas instantaneamente em base seca, devem ser convertidas em base húmida de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\text{conc}_{\text{húmido}} = k_w \times \text{conc}_{\text{seco}}$$

em, que:

$$K_{w,r,1} = \left( \frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 (\text{conc}_{\text{co}} + \text{conc}_{\text{co}_2}) + k_{w2}} \right)$$

com

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

em que:

$\text{conc}_{\text{CO}_2}$  = concentração do CO<sub>2</sub> em seco (%)

$\text{conc}_{\text{CO}}$  = concentração do CO em seco (%)

$H_a$  = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times P_a}{P_B - P_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

$R_a$ : humidade relativa do ar de admissão (%)

$P_a$ : pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

$P_B$ : pressão barométrica total (kPa)

*Nota.* —  $H_a$  pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.1.2.3 — *Correcção quanto à humidade e temperatura dos NO<sub>x</sub>*. — Dado que as emissões de NO<sub>x</sub>, dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO<sub>x</sub> em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através dos factores dados na fórmula a seguir:

$$k_{\text{H}} = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

com

$T_a$  = temperatura do ar de admissão (K)

$H_a$  = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times P_a}{P_B - P_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

$R_a$ : humidade relativa do ar de admissão (%)

$P_a$ : pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

$P_B$ : pressão barométrica total (kPa)

*Nota.* —  $H_a$  pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.1.2.4 — *Cálculo das emissões específicas*. — Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{Gás individual} = \frac{(1/10)M_{\text{gas,cold}} + (9/10)M_{\text{gas,hot}}}{(1/10)W_{\text{act,cold}} + (9/10)W_{\text{act,hot}}}$$

em que:

$M_{\text{gas,cold}}$  = massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo de arranque a frio (g)

$M_{\text{gas,hot}}$  = massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo de arranque a quente (g)

$W_{\text{act,cold}}$  = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a frio em conformidade com o n.º 4.6.2. do anexo III (kWh)

$W_{\text{act,hot}}$  = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a quente em conformidade com o n.º 4.6.2. do anexo III (kWh).

### 2.1.3 — Determinação das partículas:

2.1.3.1 — *Cálculo da emissão mássica.* — Calculam-se as massas de partículas  $M_{\text{PT,cold}}$  e  $M_{\text{PT,hot}}$  (g/ensaio) através de um dos seguintes métodos:

a)

$$M_{\text{PT}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \times \frac{M_{\text{EDFW}}}{1000}$$

em que:

$M_{\text{PT}} = M_{\text{PT,cold}}$  para o ciclo de arranque a frio

$M_{\text{PT}} = M_{\text{PT,hot}}$  para o ciclo de arranque a quente

$M_f$  = massa das partículas recolhidas durante o ensaio (mg)

$M_{\text{EDFW}}$  = massa dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo (kg)

$M_{\text{SAM}}$  = massa dos gases de escape diluídos que atravessam os filtros de recolha de partículas (kg)

Determina-se a massa total dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo do seguinte modo:

$$M_{\text{EDFW}} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{\text{EDFW},i} \times \frac{1}{f}$$

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{\text{TOTW},i}}{(G_{\text{TOTW},i} - G_{\text{DILW},i})}$$

em que:

$G_{\text{EDFW},i}$  = caudal mássico instantâneo dos gases de escape diluídos equivalentes (kg/s)

$G_{\text{EXHW},i}$  = caudal mássico instantâneo dos gases de escape (kg/s)

$q_i$  = taxa de diluição instantânea

$G_{\text{TOTW},i}$  = caudal mássico instantâneo dos gases de escape diluídos no túnel de diluição (kg/s)

$G_{\text{DILW},i}$  = caudal mássico instantâneo do ar de diluição (kg/s)

$f$  = frequência de amostragem dos dados (Hz)

$n$  = número de medições;

b)

$$M_{\text{PT}} = \frac{M_f}{r_s \times 1000}$$

em que:

$M_{\text{PT}} = M_{\text{PT,cold}}$  para o ciclo de arranque a frio

$M_{\text{PT}} = M_{\text{PT,hot}}$  para o ciclo de arranque a quente

$M_f$  = massa das partículas recolhidas durante o ensaio (mg)

$r_s$  = taxa média de amostragem durante o ciclo de ensaio

em que:

$$r_s = \frac{M_{\text{SE}}}{M_{\text{EXHW}}} \times \frac{M_{\text{SAM}}}{M_{\text{TOTW}}}$$

$M_{\text{SE}}$  = massa dos gases de escape recolhida durante o ensaio (kg)

$M_{\text{EXHW}}$  = caudal mássico total dos gases de escape durante o ciclo (kg)

$M_{\text{SAM}}$  = massa dos gases de escape diluídos que atravessam os filtros de recolha de partículas (kg)

$M_{\text{TOTW}}$  = massa dos gases de escape diluídos que passam através do túnel de diluição (kg)

*Nota.* — No caso de um sistema de amostragem total, os valores  $M_{\text{SAM}}$  e  $M_{\text{TOTW}}$  são idênticos.

2.1.3.2 — *Factor de correcção da concentração das partículas em função da humidade.* — Dado que a emissão de partículas pelos motores diesel depende das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor  $K_p$  dado pela seguinte fórmula:

$$k_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]}$$

em que:

$H_a$  = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times P_a}{P_B - P_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

$R_a$ : humidade relativa do ar de admissão (%)

$P_a$ : pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

$P_B$ : pressão barométrica total (kPa)

*Nota.* —  $H_a$  pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.1.3.3 — *Cálculo das emissões específicas.* — As emissões específicas (g/kWh) são calculadas do seguinte modo:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \times M_{\text{PT,cold}} + (9/10)K_{p,hot} \times M_{\text{PT,hot}}}{(1/10)W_{\text{act,cold}} + (9/10)W_{\text{act,hot}}}$$

em que:

$M_{\text{PT,cold}}$  = massa das partículas durante o ciclo de arranque a frio (g/ensaio)

$M_{\text{PT,hot}}$  = massa das partículas durante o ciclo de arranque a quente (g/ensaio)

$K_{p,cold}$  = factor de correcção da humidade para as partículas durante o ciclo de arranque a frio

$K_{p,hot}$  = factor de correcção da humidade para as partículas durante o ciclo de arranque a quente

$W_{\text{act,cold}}$  = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a frio em conformidade com o n.º 4.6.2 do anexo III (kWh)

$W_{\text{act,hot}}$  = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a quente em conformidade com o n.º 4.6.2 do anexo III (kWh).

2.2 — *Determinação dos componentes gasosos e das partículas com um sistema de diluição do escoamento total.* — Para o cálculo das emissões contidas nos gases de escape diluídos, é necessário conhecer o

caudal mássico dos gases de escape diluídos. Calcula-se o escoamento total dos gases de escape diluídos durante o ciclo  $M_{TOTW}$  (kg/ensaio) a partir dos valores de medição durante o ciclo e dos dados de calibração correspondentes e podem-se utilizar os dados de calibração correspondentes do dispositivo de medição de escoamentos ( $V_0$  para PDP,  $K_v$  para CFV,  $C_d$  para SSV) por qualquer um dos métodos descritos no n.º 2.2.1. Se as massas totais das amostras de partículas ( $M_{SAM}$ ) e de poluentes gasosos exceder em 0,5% do caudal total dado pelo CVS ( $M_{TOTW}$ ), o caudal dado pelo CVS deve ser corrigido pelo  $M_{SAM}$ , ou o caudal de amostras de partículas deve voltar ao CVS antes do dispositivo de medição de caudais.

2.2.1 — *Determinação do escoamento dos gases de escape diluídos.* — Sistema PDP — CVS.

O cálculo do escoamento mássico durante o ciclo faz-se do seguinte modo, se a temperatura dos gases de escape diluídos for mantida a  $\pm 6$  K durante o ciclo utilizando um permutador de calor

$$M_{TOTW} = 1,293 \times V_0 \times N_p \times (p_B - p_i) \times 273 / (101,3 \times T)$$

em que:

$M_{TOTW}$  = massa dos gases de escape diluídos em base húmida durante o ciclo

$V_0$  = volume de gás bombeado por rotação nas condições de ensaio,  $m^3/rev$

$N_p$  = rotações totais da bomba por ensaio

$p_B$  = pressão atmosférica na célula de ensaio (kPa)

$p_i$  = depressão à entrada da bomba (kPa)

$T$  = temperatura média dos gases de escape diluídos à entrada da bomba durante o ciclo (K)

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento, por exemplo sem permutador de calor, calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluídos é calculada do seguinte modo:

$$M_{TOTW_i} = 1,293 \times V_0 \times N_{p_i} \times (p_{B-PD}) \times 273 / (101,3 \times T)$$

em que:

$N_{p_i}$  = rotações totais da bomba por intervalo de tempo, s

*Sistema CFV — CVS.* — O cálculo do escoamento mássico durante o ciclo faz-se do seguinte modo, se a temperatura dos gases do escape diluídos for mantida a  $\pm 11$  K durante o ciclo utilizando um permutador de calor:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times t \times K_v \times p_A / T^{0,5}$$

em que:

$M_{TOTW}$  = massa dos gases de escape diluídos em base húmida durante o ciclo

$t$  = tempo do ciclo (s)

$K_v$  = função de calibração do tubo de Venturi

$P_A$  = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

$T$  = temperatura absoluta à entrada do tubo de Venturi (K)

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento, por exemplo sem permutador de calor, calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluídos é calculada do seguinte modo:

$$M_{TOTW_i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_v \times p_A / T^{0,5}$$

em que:

$\Delta t_i$  = intervalos de tempo (s)

*Sistema SSV — CVS.* — O cálculo do escoamento mássico durante o ciclo é feito do modo indicado a seguir, se a temperatura dos gases de escape diluídos for mantida com uma tolerância de  $\pm 11$  K durante o ciclo utilizando um permutador de calor:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV}$$

em que:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}$$

$A_0$  = conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= 0,006111 \text{ em unidades SI de } \left( \frac{m^3}{\text{min}} \right) \left( \frac{k^2}{\text{kPa}} \right) \left( \frac{1}{\text{mm}^2} \right)$$

$d$  = diâmetro da garganta do SSV (m)

$C_d$  = coeficiente de descarga do SSV

$P_A$  = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

$T$  = temperatura à entrada do tubo de Venturi (K)

$r$  = razão entre a pressão na garganta do SSV e a pressão absoluta à entrada =  $1 - (\Delta P/P_A)$

$\beta$  = razão entre o diâmetro da garganta do SSV,  $d$ , e o diâmetro interno do tubo de entrada =  $d/D$

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento, por exemplo sem permutador de calor, calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluídos é calculada do seguinte modo:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

em que:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}$$

$\Delta t_i$  = intervalos de tempo (s)

O cálculo em tempo real é inicializado quer com valor razoável para  $C_d$ , tal como 0,98, quer com valor razoável para  $Q_{SSV}$ . Se o cálculo for inicializado com o  $Q_{SSV}$ , o valor inicial de  $Q_{SSV}$  é utilizado para avaliar  $Re$ .

Durante todos os ensaios das emissões, o número de Reynolds da garganta do SSV deve estar na gama de grandeza do número de Reynolds utilizado para

obter a curva de calibração desenvolvida no n.º 3.2 do apêndice 2 do anexo III.

2.2.2 — *Correcção da humidade para o NO<sub>x</sub>*. — Dado que as emissões de NO<sub>x</sub> dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO<sub>x</sub> em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor K<sub>H</sub> dado pela fórmula a seguir:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

em que:

T<sub>a</sub> = temperatura do ar (K)

H<sub>a</sub> = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

com

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R<sub>a</sub> = humidade relativa do ar de admissão (%)

p<sub>a</sub> = pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p<sub>B</sub> = pressão barométrica total (kPa)

*Nota.* — H<sub>a</sub> pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.2.3 — Cálculo do escoamento mássico das emissões:

2.2.3.1 — *Sistemas com escoamento mássico constante.* — No que diz respeito aos sistemas com permutador de calor, determina-se a massa dos poluentes M<sub>GAS</sub> (g/ensaio) a partir da seguinte equação:

$$M_{GAS} = u \times \text{conc} \times M_{TOTW}$$

em que:

u = razão entre a densidade dos componentes dos gases de escape e a densidade dos gases de escape diluídos, conforme indicada no quadro do n.º 2.1.2.1

conc = concentrações médias corrigidas quanto às condições de fundo durante o ciclo resultantes da integração, sendo obrigatória para os NO<sub>x</sub> e HC, ou medição em saco (ppm)

M<sub>TOTW</sub> = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (kg), de acordo com o n.º 2.2.1

Dado que as emissões de NO<sub>x</sub> dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO<sub>x</sub> em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor k<sub>H</sub>, conforme descrito no n.º 2.2.2.

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida de acordo com o n.º 1.3.2.

2.2.3.1.1 — *Determinação das concentrações corrigidas quanto às condições de fundo.* — Subtrai-se a concentração média de fundo dos gases poluentes no ar de diluição das concentrações medidas para obter as concentrações líquidas dos poluentes. Os valores médios das concentrações de fundo podem ser determinados pelo método do saco de recolha de amostras

ou por medição contínua com integração. Utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{conc} = \text{conc}_c - \text{conc}_d \times (1 - (1 / DF))$$

em que:

conc = concentração do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos corrigida da concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm)

conc<sub>c</sub> = concentração do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos (ppm)

conc<sub>d</sub> = concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm)

DF = factor de diluição.

Calcula-se o factor de diluição do seguinte modo:

$$DF = \frac{13,4}{\text{conc}_{e,CO_2} + (\text{conc}_{e,HC} + \text{conc}_{e,CO}) \times 10^{-4}}$$

2.2.3.2 — *Sistemas com compensação do escoamento.* — No que diz respeito aos sistemas sem permutador de calor, determina-se a massa dos poluentes M<sub>GAS</sub> (g/ensaio) através do cálculo das emissões mássicas instantâneas e da integração dos valores instantâneos durante o ciclo. Do mesmo modo, aplica-se directamente a correcção quanto às condições de fundo ao valor da concentração instantânea. Aplica-se a seguinte fórmula:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times \text{conc}_{e,i} \times u) - [M_{TOTW} \times \text{conc}_d \times (1 - 1/DF) \times u]$$

em que:

conc<sub>e,i</sub> = concentração instantânea do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos (ppm)

conc<sub>d</sub> = concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm)

u = razão entre a densidade dos componentes dos gases de escape e a densidade dos gases de escape diluídos, conforme indicada no quadro do n.º 2.1.2.1

M<sub>TOTW,i</sub> = massa instantânea dos gases de escape diluídos, conforme n.º 2.2.1 (kg)

M<sub>TOTW</sub> = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo, conforme n.º 2.2.1 (kg)

DF = factor de diluição conforme determinado no n.º 2.2.3.1.1

Dado que as emissões de NO<sub>x</sub> dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO<sub>x</sub> em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor k<sub>H</sub>, conforme descrito no n.º 2.2.2.

2.2.4 — *Cálculo das emissões específicas.* — Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{Gás individual} = \frac{(1/10)M_{\text{gas,cold}} + (9/10)M_{\text{gas,hot}}}{(1/10)W_{\text{act,cold}} + (9/10)W_{\text{act,hot}}}$$

em que:

M<sub>gas,cold</sub> = massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo de arranque a frio (g)

$M_{\text{gas,hot}}$  = massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo de arranque a quente (g)

$W_{\text{act,cold}}$  = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a frio em conformidade com o n.º 4.6.2. do anexo III (kWh)

$W_{\text{act,hot}}$  = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a quente em conformidade com o n.º 4.6.2. do anexo III (kWh).

## 2.2.5 — Cálculo das emissões de partículas

2.2.5.1 — *Cálculo do caudal mássico.* — Calcula-se o caudal mássico das partículas  $M_{\text{PT,cold}}$  e  $M_{\text{PT,hot}}$  (g/ensaio) do seguinte modo:

$$M_{\text{PT}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \times \frac{M_{\text{TOTW}}}{1000}$$

em que:

$M_{\text{PT}} = M_{\text{PT,cold}}$  para o ciclo de arranque a frio

$M_{\text{PT}} = M_{\text{PT,hot}}$  para o ciclo de arranque a quente

$M_f$  = massa das partículas recolhidas durante o ensaio (mg)

$M_{\text{TOTW}}$  = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo em conformidade com o n.º 2.2.1 (kg)

$M_{\text{SAM}}$  = massa dos gases de escape diluídos retirados do túnel de diluição para a recolha de partículas (kg)

e,

$M_f = M_{f,p} + M_{f,b}$ , se pesados separadamente (mg)

$M_{f,p}$  = massa de partículas recolhida no filtro primário (mg)

$M_{f,b}$  = massa de partículas recolhida no filtro secundário (mg)

Se se utilizar um sistema de diluição dupla, a massa do ar de diluição secundária é subtraída da massa total dos gases de escape duplamente diluídos recolhida através dos filtros de partículas.

$$M_{\text{SAM}} = M_{\text{TOT}} - M_{\text{SEC}}$$

em que:

$M_{\text{TOT}}$  = massa dos gases de escape duplamente diluídos que atravessa o filtro de partículas (kg)

$M_{\text{SEC}}$  = massa do ar de diluição secundária (kg)

Se a concentração de fundo de partículas do ar de diluição for determinada de acordo com o n.º 4.5.4. do anexo III, a massa de partículas pode ser corrigida quanto às condições de fundo. Neste caso, calculam-se as massas de partículas  $M_{\text{PT,cold}}$  e  $M_{\text{PT,hot}}$  (g/ensaio) do seguinte modo:

$$M_{\text{PT}} = \left[ \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left( \frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] \times \frac{M_{\text{TOTW}}}{1000}$$

em que:

$M_{\text{PT}} = M_{\text{PT,cold}}$  para o ciclo de arranque a frio

$M_{\text{PT}} = M_{\text{PT,hot}}$  para o ciclo de arranque a quente

$M_f$ ,  $M_{\text{SAM}}$ ,  $M_{\text{TOTW}}$  = ver acima

$M_{\text{DIL}}$  = massa do ar de diluição primária recolhida pelo sistema de recolha de partículas de fundo (kg)

$M_d$  = massa de partículas de fundo recolhidas do ar de diluição primária (mg)

DF = factor de diluição conforme determinado no n.º 2.2.3.1.1

2.2.5.2 — *Factor de correcção das partículas quanto à humidade.* — Dado que a emissão de partículas pelos motores diesel depende das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração das partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor  $k_p$ , dado pela seguinte fórmula:

$$k_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]}$$

em que:

$H_a$  = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

$R_a$ : humidade relativa do ar de admissão (%)

$p_a$ : pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

$p_B$ : pressão barométrica total (kPa)

*Nota.* —  $H_a$  pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.2.5.3 — *Cálculo das emissões específicas.* — As emissões específicas (g/kWh) são calculadas do seguinte modo:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \times M_{\text{PT,cold}} + (9/10)K_{p,hot} \times M_{\text{PT,hot}}}{(1/10)W_{\text{act,cold}} + (9/10)W_{\text{act,hot}}}$$

em que:

$M_{\text{PT,cold}}$  = massa de partículas durante o ciclo de arranque a frio do ensaio NRTC (g/ensaio)

$M_{\text{PT,hot}}$  = massa de partículas durante o ciclo de arranque a quente do ensaio NRTC (g/ensaio)

$K_{p,cold}$  = factor de correcção da humidade para as partículas durante o ciclo de arranque a frio

$K_{p,hot}$  = factor de correcção da humidade para as partículas durante o ciclo de arranque a quente

$W_{\text{act,cold}}$  = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a frio em conformidade com o n.º 4.6.2 do anexo III (kWh)

$W_{\text{act,hot}}$  = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a quente em conformidade com o n.º 4.6.2 do anexo III (kWh)

(<sup>1</sup>) No caso dos  $\text{NO}_x$ , a sua concentração ( $\text{NO}_x \text{ conc}$  ou  $\text{NO}_x \text{ conc}_c$ ) tem de ser multiplicada por  $K_{\text{HNO}_x}$ , factor de correcção da humidade para os  $\text{NO}_x$ , indicados no n.º 1.3.3 do seguinte modo:

$$K_{\text{HNO}_x} \times \text{conc} \text{ ou } K_{\text{HNO}_x} \times \text{conc}_c.$$

## APÊNDICE 4

### Programa do dinamómetro do motor para o ensaio NRTC

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1	0	0
2	0	0

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
3	0	0	79	69	30
4	0	0	80	71	30
5	0	0	81	74	15
6	0	0	82	71	23
7	0	0	83	73	20
8	0	0	84	73	21
9	0	0	85	73	19
10	0	0	86	70	33
11	0	0	87	70	34
12	0	0	88	65	47
13	0	0	89	66	47
14	0	0	90	64	53
15	0	0	91	65	45
16	0	0	92	66	38
17	0	0	93	67	49
18	0	0	94	69	39
19	0	0	95	69	39
20	0	0	96	66	42
21	0	0	97	71	29
22	0	0	98	75	29
23	0	0	99	72	23
24	1	3	100	74	22
25	1	3	101	75	24
26	1	3	102	73	30
27	1	3	103	74	24
28	1	3	104	77	6
29	1	3	105	76	12
30	1	6	106	74	39
31	1	6	107	72	30
32	2	1	108	75	22
33	4	13	109	78	64
34	7	18	110	102	34
35	9	21	111	103	28
36	17	20	112	103	28
37	33	42	113	103	19
38	57	46	114	103	32
39	44	33	115	104	25
40	31	0	116	103	38
41	22	27	117	103	39
42	33	43	118	103	34
43	80	49	119	102	44
44	105	47	120	103	38
45	98	70	121	102	43
46	104	36	122	103	34
47	104	65	123	102	41
48	96	71	124	103	44
49	101	62	125	103	37
50	102	51	126	103	27
51	102	50	127	104	13
52	102	46	128	104	30
53	102	41	129	104	19
54	102	31	130	103	28
55	89	2	131	104	40
56	82	0	132	104	32
57	47	1	133	101	63
58	23	1	134	102	54
59	1	3	135	102	52
60	1	8	136	102	51
61	1	3	137	103	40
62	1	5	138	104	34
63	1	6	139	102	36
64	1	4	140	104	44
65	1	4	141	103	44
66	0	6	142	104	33
67	1	4	143	102	27
68	9	21	144	103	26
69	25	56	145	79	53
70	64	26	146	51	37
71	60	31	147	24	23
72	63	20	148	13	33
73	62	24	149	19	55
74	64	8	150	45	30
75	58	44	151	34	7
76	65	10	152	14	4
77	65	12	153	8	16
78	68	23	154	15	6

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
155	39	47	231	59	33
156	39	4	232	59	3
157	35	26	233	25	7
158	27	38	234	21	10
159	43	40	235	20	19
160	14	23	236	4	10
161	10	10	237	5	7
162	15	33	238	4	5
163	35	72	239	4	6
164	60	39	240	4	6
165	55	31	241	4	5
166	47	30	242	7	5
167	16	7	243	16	28
168	0	6	244	28	25
169	0	8	245	52	53
170	0	8	246	50	8
171	0	2	247	26	40
172	2	17	248	48	29
173	10	28	249	54	39
174	28	31	250	60	42
175	33	30	251	48	18
176	36	0	252	54	51
177	19	10	253	88	90
178	1	18	254	103	84
179	0	16	255	103	85
180	1	3	256	102	84
181	1	4	257	58	66
182	1	5	258	64	97
183	1	6	259	56	80
184	1	5	260	51	67
185	1	3	261	52	96
186	1	4	262	63	62
187	1	4	263	71	6
188	1	6	264	33	16
189	1	18	265	47	45
190	20	51	266	43	56
191	49	19	267	42	27
192	41	13	268	42	64
193	31	16	269	75	74
194	28	21	270	68	96
195	21	17	271	86	61
196	31	21	272	66	0
197	21	8	273	37	0
198	0	14	274	45	37
199	0	12	275	68	96
200	3	8	276	80	97
201	3	22	277	92	96
202	12	20	278	90	97
203	14	20	279	82	96
204	16	17	280	94	81
205	20	18	281	90	85
206	27	34	282	96	65
207	32	33	283	70	96
208	41	31	284	55	95
209	43	31	285	70	96
210	37	33	286	79	96
211	26	18	287	81	71
212	18	29	288	71	60
213	14	5	289	92	65
214	13	11	290	82	63
215	12	9	291	61	47
216	15	33	292	52	37
217	20	25	293	24	0
218	25	17	294	20	7
219	31	29	295	39	48
220	36	66	296	39	54
221	66	40	297	63	58
222	50	13	298	53	31
223	16	24	299	51	24
224	26	50	300	48	40
225	64	23	301	39	0
226	81	20	302	35	18
227	83	11	303	36	16
228	79	23	304	29	17
229	76	31	305	28	21
230	68	24	306	31	15

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
307	31	10	383	24	4
308	43	19	384	36	43
309	49	63	385	65	85
310	78	61	386	78	66
311	78	46	387	63	39
312	66	65	388	32	34
313	78	97	389	46	55
314	84	63	390	47	42
315	57	26	391	42	39
316	36	22	392	27	0
317	20	34	393	14	5
318	19	8	394	14	14
319	9	10	395	24	54
320	5	5	396	60	90
321	7	11	397	53	66
322	15	15	398	70	48
323	12	9	399	77	93
324	13	27	400	79	67
325	15	28	401	46	65
326	16	28	402	69	98
327	16	31	403	80	97
328	15	20	404	74	97
329	17	0	405	75	98
330	20	34	406	56	61
331	21	25	407	42	0
332	20	0	408	36	32
333	23	25	409	34	43
334	30	58	410	68	83
335	63	96	411	102	48
336	83	60	412	62	0
337	61	0	413	41	39
338	26	0	414	71	86
339	29	44	415	91	52
340	68	97	416	89	55
341	80	97	417	89	56
342	88	97	418	88	58
343	99	88	419	78	69
344	102	86	420	98	39
345	100	82	421	64	61
346	74	79	422	90	34
347	57	79	423	88	38
348	76	97	424	97	62
349	84	97	425	100	53
350	86	97	426	81	58
351	81	98	427	74	51
352	83	83	428	76	57
353	65	96	429	76	72
354	93	72	430	85	72
355	63	60	431	84	60
356	72	49	432	83	72
357	56	27	433	83	72
358	29	0	434	86	72
359	18	13	435	89	72
360	25	11	436	86	72
361	28	24	437	87	72
362	34	53	438	88	72
363	65	83	439	88	71
364	80	44	440	87	72
365	77	46	441	85	71
366	76	50	442	88	72
367	45	52	443	88	72
368	61	98	444	84	72
369	61	69	445	83	73
370	63	49	446	77	73
371	32	0	447	74	73
372	10	8	448	76	72
373	17	7	449	46	77
374	16	13	450	78	62
375	11	6	451	79	35
376	9	5	452	82	38
377	9	12	453	81	41
378	12	46	454	79	37
379	15	30	455	78	35
380	26	28	456	78	38
381	13	9	457	78	46
382	16	21	458	75	49

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
459	73	50	535	75	33
460	79	58	536	81	17
461	79	71	537	76	45
462	83	44	538	76	30
463	53	48	539	80	14
464	40	48	540	71	18
465	51	75	541	71	14
466	75	72	542	71	11
467	89	67	543	65	2
468	93	60	544	31	26
469	89	73	545	24	72
470	86	73	546	64	70
471	81	73	547	77	62
472	78	73	548	80	68
473	78	73	549	83	53
474	76	73	550	83	50
475	79	73	551	83	50
476	82	73	552	85	43
477	86	73	553	86	45
478	88	72	554	89	35
479	92	71	555	82	61
480	97	54	556	87	50
481	73	43	557	85	55
482	36	64	558	89	49
483	63	31	559	87	70
484	78	1	560	91	39
485	69	27	561	72	3
486	67	28	562	43	25
487	72	9	563	30	60
488	71	9	564	40	45
489	78	36	565	37	32
490	81	56	566	37	32
491	75	53	567	43	70
492	60	45	568	70	54
493	50	37	569	77	47
494	66	41	570	79	66
495	51	61	571	85	53
496	68	47	572	83	57
497	29	42	573	86	52
498	24	73	574	85	51
499	64	71	575	70	39
500	90	71	576	50	5
501	100	61	577	38	36
502	94	73	578	30	71
503	84	73	579	75	53
504	79	73	580	84	40
505	75	73	581	85	42
506	78	73	582	86	49
507	80	73	583	86	57
508	81	73	584	89	68
509	81	73	585	99	61
510	83	73	586	77	29
511	85	73	587	81	72
512	84	73	588	89	69
513	85	73	589	49	56
514	86	73	590	79	70
515	85	73	591	104	59
516	85	73	592	103	54
517	85	72	593	102	56
518	85	73	594	102	56
519	83	73	595	103	61
520	79	73	596	102	64
521	78	73	597	103	60
522	81	73	598	93	72
523	82	72	599	86	73
524	94	56	600	76	73
525	66	48	601	59	49
526	35	71	602	46	22
527	51	44	603	40	65
528	60	23	604	72	31
529	64	10	605	72	27
530	63	14	606	67	44
531	70	37	607	68	37
532	76	45	608	67	42
533	78	18	609	68	50
534	76	51	610	77	43

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
611	58	4	687	98	68
612	22	37	688	98	67
613	57	69	689	100	69
614	68	38	690	99	68
615	73	2	691	100	71
616	40	14	692	99	68
617	42	38	693	100	69
618	64	69	694	102	72
619	64	74	695	102	69
620	67	73	696	100	69
621	65	73	697	102	71
622	68	73	698	102	71
623	65	49	699	102	69
624	81	0	700	102	71
625	37	25	701	102	68
626	24	69	702	100	69
627	68	71	703	102	70
628	70	71	704	102	68
629	76	70	705	102	70
630	71	72	706	102	72
631	73	69	707	102	68
632	76	70	708	102	69
633	77	72	709	100	68
634	77	72	710	102	71
635	77	72	711	101	64
636	77	70	712	102	69
637	76	71	713	102	69
638	76	71	714	101	69
639	77	71	715	102	64
640	77	71	716	102	69
641	78	70	717	102	68
642	77	70	718	102	70
643	77	71	719	102	69
644	79	72	720	102	70
645	78	70	721	102	70
646	80	70	722	102	62
647	82	71	723	104	38
648	84	71	724	104	15
649	83	71	725	102	24
650	83	73	726	102	45
651	81	70	727	102	47
652	80	71	728	104	40
653	78	71	729	101	52
654	76	70	730	103	32
655	76	70	731	102	50
656	76	71	732	103	30
657	79	71	733	103	44
658	78	71	734	102	40
659	81	70	735	103	43
660	83	72	736	103	41
661	84	71	737	102	46
662	86	71	738	103	39
663	87	71	739	102	41
664	92	72	740	103	41
665	91	72	741	102	38
666	90	71	742	103	39
667	90	71	743	102	46
668	91	71	744	104	46
669	90	70	745	103	49
670	90	72	746	102	45
671	91	71	747	103	42
672	90	71	748	103	46
673	90	71	749	103	38
674	92	72	750	102	48
675	93	69	751	103	35
676	90	70	752	102	48
677	93	72	753	103	49
678	91	70	754	102	48
679	89	71	755	102	46
680	91	71	756	103	47
681	90	71	757	102	49
682	90	71	758	102	42
683	92	71	759	102	52
684	91	71	760	102	57
685	93	71	761	102	55
686	93	68	762	102	61

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
763	102	61	839	81	22
764	102	58	840	81	21
765	102	58	841	81	31
766	102	59	842	81	27
767	102	54	843	80	26
768	102	63	844	80	26
769	102	61	845	81	25
770	103	55	846	80	21
771	102	60	847	81	20
772	102	72	848	83	21
773	103	56	849	83	15
774	102	55	850	83	12
775	102	67	851	83	9
776	103	56	852	83	8
777	84	42	853	83	7
778	48	7	854	83	6
779	48	6	855	83	6
780	48	6	856	83	6
781	48	7	857	83	6
782	48	6	858	83	6
783	48	7	859	76	5
784	67	21	860	49	8
785	105	59	861	51	7
786	105	96	862	51	20
787	105	74	863	78	52
788	105	66	864	80	38
789	105	62	865	81	33
790	105	66	866	83	29
791	89	41	867	83	22
792	52	5	868	83	16
793	48	5	869	83	12
794	48	7	870	83	9
795	48	5	871	83	8
796	48	6	872	83	7
797	48	4	873	83	6
798	52	6	874	83	6
799	51	5	875	83	6
800	51	6	876	83	6
801	51	6	877	83	6
802	52	5	878	59	4
803	52	5	879	50	5
804	57	44	880	51	5
805	98	90	881	51	5
806	105	94	882	51	5
807	105	100	883	50	5
808	105	98	884	50	5
809	105	95	885	50	5
810	105	96	886	50	5
811	105	92	887	50	5
812	104	97	888	51	5
813	100	85	889	51	5
814	94	74	890	51	5
815	87	62	891	63	50
816	81	50	892	81	34
817	81	46	893	81	25
818	80	39	894	81	29
819	80	32	895	81	23
820	81	28	896	80	24
821	80	26	897	81	24
822	80	23	898	81	28
823	80	23	898	81	27
824	80	20	900	81	22
825	81	19	901	81	19
826	80	18	902	81	17
827	81	17	903	81	17
828	80	20	904	81	17
829	81	24	905	81	15
830	81	21	906	80	15
831	80	26	907	80	28
832	80	24	908	81	22
833	80	23	909	81	24
834	80	22	910	81	19
835	81	21	911	81	21
836	81	24	912	81	20
837	81	24	913	83	26
838	81	22	914	80	63

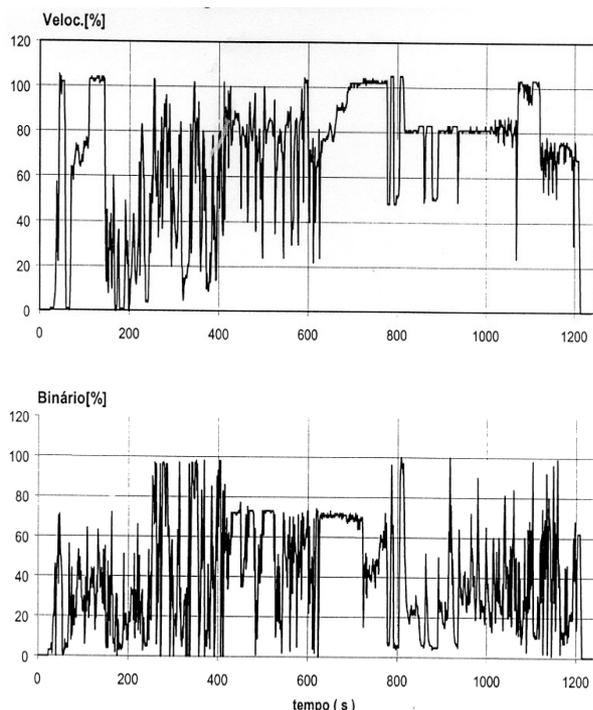
Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
915	80	59	991	81	23
916	83	100	992	81	25
917	81	73	993	81	26
918	83	53	994	81	22
919	80	76	995	81	20
920	81	61	996	81	17
921	80	50	997	81	23
922	81	37	998	83	65
923	82	49	999	81	54
924	83	37	1000	81	50
925	83	25	1001	81	41
926	83	17	1002	81	35
927	83	13	1003	81	37
928	83	10	1004	81	29
929	83	8	1005	81	28
930	83	7	1006	81	24
931	83	7	1007	81	19
932	83	6	1008	81	16
933	83	6	1009	80	16
934	83	6	1010	83	23
935	71	5	1011	83	17
936	49	24	1012	83	13
937	69	64	1013	83	27
938	81	50	1014	81	58
939	81	43	1015	81	60
940	81	42	1016	81	46
941	81	31	1017	80	41
942	81	30	1018	80	36
943	81	35	1019	81	26
944	81	28	1020	86	18
945	81	27	1021	82	35
946	80	27	1022	79	53
947	81	31	1023	82	30
948	81	41	1024	83	29
949	81	41	1025	83	32
950	81	37	1026	83	28
951	81	43	1027	76	60
952	81	34	1028	79	51
953	81	31	1029	86	26
954	81	26	1030	82	34
955	81	23	1031	84	25
956	81	27	1032	86	23
957	81	38	1033	85	22
958	81	40	1034	83	26
959	81	39	1035	83	25
960	81	27	1036	83	37
961	81	33	1037	84	14
962	80	28	1038	83	39
963	81	34	1039	76	70
964	83	72	1040	78	81
965	81	49	1041	75	71
966	81	51	1042	86	47
967	80	55	1043	83	35
968	81	48	1044	81	43
969	81	36	1045	81	41
970	81	39	1046	79	46
971	81	38	1047	80	44
972	80	41	1048	84	20
973	81	30	1049	79	31
974	81	23	1050	87	29
975	81	19	1051	82	49
976	81	25	1052	84	21
977	81	29	1053	82	56
978	83	47	1054	81	30
979	81	90	1055	85	21
980	81	75	1056	86	16
981	80	60	1057	79	52
982	81	48	1058	78	60
983	81	41	1059	74	55
984	81	30	1060	78	84
985	80	24	1061	80	54
986	81	20	1062	80	35
987	81	21	1063	82	24
988	81	29	1064	83	43
989	81	29	1065	79	49
990	81	27	1066	83	50

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1067	86	12	1143	60	57
1068	64	14	1144	74	29
1069	24	14	1145	69	31
1070	49	21	1146	76	1
1071	77	48	1147	74	22
1072	103	11	1148	72	52
1073	98	48	1149	62	96
1074	101	34	1150	54	72
1075	99	39	1151	72	28
1076	103	11	1152	72	35
1077	103	19	1153	64	68
1078	103	7	1154	74	27
1079	103	13	1155	76	14
1080	103	10	1156	69	38
1081	102	13	1157	66	59
1082	101	29	1158	64	99
1083	102	25	1159	51	86
1084	102	20	1160	70	53
1085	96	60	1161	72	36
1086	99	38	1162	71	47
1087	102	24	1163	70	42
1088	100	31	1164	67	34
1089	100	28	1165	74	2
1090	98	3	1166	75	21
1091	102	26	1167	74	15
1092	95	64	1168	75	13
1093	102	23	1169	76	10
1094	102	25	1170	75	13
1095	98	42	1171	75	10
1096	93	68	1172	75	7
1097	101	25	1173	75	13
1098	95	64	1174	76	8
1099	101	35	1175	76	7
1100	94	59	1176	67	45
1101	97	37	1177	75	13
1102	97	60	1178	75	12
1103	93	98	1179	73	21
1104	98	53	1180	68	46
1105	103	13	1181	74	8
1106	103	11	1182	76	11
1107	103	11	1183	76	14
1108	103	13	1184	74	11
1109	103	10	1185	74	18
1110	103	10	1186	73	22
1111	103	11	1187	74	20
1112	103	10	1188	74	19
1113	103	10	1189	70	22
1114	102	18	1190	71	23
1115	102	31	1191	73	19
1116	101	24	1192	73	19
1117	102	19	1193	72	20
1118	103	10	1194	64	60
1119	102	12	1195	70	39
1120	99	56	1196	66	56
1121	96	59	1197	68	64
1122	74	28	1198	30	68
1123	66	62	1199	70	38
1124	74	29	1200	66	47
1125	64	74	1201	76	14
1126	69	40	1202	74	18
1127	76	2	1203	69	46
1128	72	29	1204	68	62
1129	66	65	1205	68	62
1130	54	69	1206	68	62
1131	69	56	1207	68	62
1132	69	40	1208	68	62
1133	73	54	1209	68	62
1134	63	92	1210	54	50
1135	61	67	1211	41	37
1136	72	42	1212	27	25
1137	78	2	1213	14	12
1138	76	34	1214	0	0
1139	67	80	1215	0	0
1140	70	67	1216	0	0
1141	53	70	1217	0	0
1142	72	65	1218	0	0

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1219	0	0
1220	0	0
1221	0	0
1222	0	0
1223	0	0
1224	0	0
1225	0	0
1226	0	0
1227	0	0
1228	0	0
1229	0	0
1230	0	0
1231	0	0
1232	0	0
1232	0	0
1233	0	0
1234	0	0
1235	0	0
1236	0	0
1237	0	0
1238	0	0
1238	0	0

Indica-se a seguir uma visualização gráfica do programa do dinamómetro para o ensaio NRTC

#### Programa do dinamómetro NRTC



#### APÊNDICE 5

##### Requisitos de durabilidade

1 — *Período de durabilidade e factores de deterioração das emissões.* — O presente apêndice aplica-se apenas aos motores de ignição por compressão das fases III-A, III-B e IV.

1.1 — Os fabricantes devem determinar um valor para o factor de deterioração (DF) para cada poluente regulamentado relativamente a todas as famílias de motores das fases III-A e III-B. Esses DF serão utilizados

na homologação e nos ensaios com motores retirados da linha de produção.

1.1.1 — O ensaio para determinar os DF é realizado do seguinte modo:

1.1.1.1 — O fabricante efectua ensaios de durabilidade para acumular horas do funcionamento do motor de acordo com um programa de ensaios seleccionado com base na boa prática de engenharia como sendo representativo do funcionamento do motor em utilização em relação à caracterização da deterioração do comportamento funcional das emissões. O período de ensaio de durabilidade deve representar tipicamente o equivalente a pelo menos um quarto do período de durabilidade das emissões (EDP).

As horas de funcionamento em serviço podem ser acumuladas através do funcionamento dos motores num banco de ensaios dinamométrico ou do funcionamento da máquina em condições reais. Podem-se efectuar ensaios de durabilidade acelerados, que implicam que o programa de ensaio de acumulação de horas seja realizado a um factor de carga mais elevado do que o aplicado em serviço normal. O factor de aceleração que relaciona o número de horas de ensaio de durabilidade do motor ao número equivalente de horas de EDP é determinado pelo fabricante do motor com base na boa prática de engenharia.

Durante o período de ensaio de durabilidade, não se pode fazer a manutenção ou substituição de componentes sensíveis às emissões para além do programa de serviço de rotina recomendado pelo fabricante.

O motor, subsistemas ou componentes de ensaio a utilizar para determinar os meios DF das emissões de escape para uma família de motores, ou para famílias de motores que utilizam a mesma tecnologia do sistema de controlo das emissões, são seleccionados pelos fabricantes de motores com base na boa prática de engenharia. O critério é que o motor de ensaio deve representar a característica de deterioração das emissões das famílias de motores que aplicarão os valores resultantes de DF para a homologação. Podem ser considerados motores com cilindros de diferentes diâmetros e cursos, com diferentes configurações, diferentes sistemas de gestão do ar, diferentes sistemas de combustível como sendo equivalentes no que diz respeito às características de deterioração das emissões se houver uma base técnica razoável para tal determinação.

Podem ser aplicados valores de DF de outro fabricante se houver uma base razoável para considerar uma equivalência das tecnologias em relação à deterioração das emissões e evidência de que os ensaios foram efectuados de acordo com os requisitos especificados.

O ensaio das emissões é efectuado de acordo com os procedimentos definidos no presente diploma para o motor em ensaio após a rodagem inicial mas antes de qualquer acumulação de tempo de serviço e no final do ensaio de durabilidade. Os ensaios de emissões podem também ser realizados em intervalos durante o período de ensaio de acumulação do tempo de serviço e aplicado na determinação da tendência de deterioração.

1.1.1.2 — Os ensaios de acumulação de tempo de serviço ou os ensaios de emissões realizados para determinar a deterioração não devem ser acompanhados pela autoridade de homologação.

1.1.1.3 — *Determinação dos valores dos DF a partir dos ensaios de durabilidade.* — Um DF aditivo é

definido como o valor obtido por subtração do valor das emissões determinado no início do EDP, do valor das emissões determinado para representar o comportamento funcional em termos de emissões no final do EDP.

Um DF multiplicativo é definido como o número de emissões determinado no final do EDP dividido pelo valor das emissões registado no início do EDP.

Determinam-se valores separados de DF para cada um dos poluentes abrangidos pela legislação. No caso da determinação de um valor de DF relativo ao conjunto  $\text{NO}_x + \text{HC}$ , para um DF aditivo, parte-se da soma dos poluentes mesmo que uma deterioração negativa em relação a um poluente possa não desviar a deterioração de um outro. Para um DF multiplicativo para o  $\text{NO}_x + \text{HC}$ , determinam-se DF separados para o HC e os  $\text{NO}_x$  que são aplicados separadamente ao calcular os níveis de emissões deteriorados a partir do resultado do ensaio de emissões antes de combinar os valores deteriorados resultantes dos  $\text{NO}_x$  e dos HC para determinar o cumprimento da norma.

Nos casos em que o ensaio não é realizado durante o EDP completo determinam-se os valores de emissões no final do EDP por extrapolação da tendência da deterioração as emissões determinado para o período de ensaio, em relação ao EDP completo.

Se os resultados dos ensaios das emissões tiverem sido registados periodicamente durante o ensaio do tempo de acumulação de serviço, aplicam-se técnicas de processamento estatísticos standard baseados na boa prática para determinar os níveis de emissões no final do EDP. Podem-se aplicar ensaios de significância estatística para determinação dos valores finais das emissões.

Se o resultado dos cálculos for um valor inferior a 1,00 para um DF multiplicativo, ou inferior a 0,00 para um DF aditivo, o DF será respectivamente 1,00 ou 0,00.

1.1.1.4 — Um fabricante pode, com a autorização da autoridade de homologação, utilizar valores de DF determinados a partir de resultados de ensaios de durabilidade realizados para obter valores de DF para a homologação de motores de ignição por compressão para veículos rodoviários pesados. Tal é admitido se houver equivalência tecnológica entre o motor rodoviário e as famílias de motores não rodoviários que aplicam os valores DF para a homologação. Os valores de DF resultantes de um ensaio de durabilidade das emissões de um motor rodoviário devem ser calculados com base nos valores do EDP definidos no n.º 2.

1.1.1.5 — No caso de uma família de motores utilizar uma tecnologia estabelecida, pode-se utilizar uma análise base numa boa prática de engenharia em vez de um ensaio para determinar um factor de deterioração para essa família de motores desde que se obtenha a autorização da autoridade de homologação.

1.2 — Informação relativa aos DF nos pedidos de homologação:

1.2.1 — Os DF aditivos são especificados para cada poluente no pedido de homologação de uma família de motores no que diz respeito aos motores de ignição por compressão que não utilizam qualquer dispositivo de pós-tratamento.

1.2.2 — Os DF multiplicativos são especificados para cada poluente no pedido de homologação de uma família de motores no que diz respeito aos motores de ignição por compressão que utilizam qualquer dispositivo de pós-tratamento.

1.2.3 — O fabricante deve fornecer à autoridade de homologação, a pedido desta, informações que apoiem os valores de DF determinados. Tais informações devem incluir tipicamente os resultados dos ensaios de emissões, o programa de emissões de acumulação de tempo de serviço, procedimentos de manutenção e outras informações que apoiem as decisões de engenharia de equivalência tecnológica, se aplicável.

2 — Períodos de durabilidade das emissões para os motores das fases III-A, III-B e IV

2.1 — Os fabricantes devem utilizar os EDP do quadro 1.

QUADRO 1

**Categorias de EDP para motores de ignição por compressão das fases III-A, III-B e IV**

Categoria (gama de potências)	Vida útil (horas) EDP
$\leq 37$ kW (motores de velocidade constante)	3 000
$\leq 37$ kW (motores que não sejam de velocidade constante)	5 000
$> 37$ kW	8 000
Motores a utilizar em embarcações de navegação interior	10 000
Motores de automotoras	10 000

## ANEXO IV

**Características técnicas do combustível de referência prescrito para os ensaios de homologação e para verificar a conformidade da produção**

1 — Combustível de referência para as máquinas móveis não rodoviárias com motores de ignição por compressão homologados para satisfazer os valores — limite das fases I e II <sup>(1)</sup> e para os motores a utilizar em embarcações de navegação interior.

	Limites e unidades <sup>(2)</sup>	Método de ensaio
Índice de cetano <sup>(4)</sup> .....	Mínimo 45 <sup>(7)</sup> . Máximo 50.	ISO 5165
Densidade a 15.º C. ....	Mínimo 835 kg/m <sup>3</sup> . Máximo 845 kg/m <sup>3</sup> <sup>(10)</sup> .	ISO 3675, ASTM D 4052

	Limites e unidades <sup>(1)</sup>	Método de ensaio
Destilação <sup>(3)</sup> . . . . . Ponto de 95% vol.	Máximo 370° C.	ISO 3405
Viscosidade a 40°C. . . . .	Mínimo 2,5 mm <sup>2</sup> /s. Máximo 3,5 mm <sup>2</sup> /s.	ISO 3104
Teor de enxofre . . . . .	Mínimo 0,1 % em massa <sup>(9)</sup> . Máximo 0,2 % em massa <sup>(8)</sup> .	ISO 8754, EN 24260
Ponto de inflamação. . . . .	Mínimo 55° C.	ISO 2719
Ponto de colmatação do filtro frio . . . . .	Mínimo – Máximo + 5° C.	EN 116
Ensaio de corrosão em cobre . . . . .	Máximo 1.	ISO 2160
Resíduo Carbonoso Conradson no resíduo de destilação (10 %).	Máximo 0,3 % em massa.	ISO 10370
Teor de cinzas. . . . .	Máximo 0,01 % em massa.	ASTM D 482 <sup>(12)</sup>
Teor de água. . . . .	Máximo 0,05 % em massa.	ASTM D 95, D 1744
Índice de neutralização (ácido forte) . . . . .	Máximo 0,20 mg KOH/g.	
Estabilidade de oxidação <sup>(5)</sup> . . . . .	Máximo 2,5 mg/100 ml.	ASTM D 2274
Aditivos <sup>(6)</sup> . . . . .		

(1) Se for necessário calcular o rendimento térmico de um motor ou veículo, o poder calorífico do combustível pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Energia específica (valor calorífico); (líquido) em MJ/kg} = (46,423 - 8,792 \cdot d^2 + 3,17 \cdot d) \times [1 - (x + y + s)] + 9,42 \cdot s - 2,499 \cdot x$$

em que:

- d: densidade a 288 K (15 °C),
- x: proporção, em massa, de água (% dividida por 100),
- y: proporção, em massa, de cinzas (% dividida por 100),
- s: proporção, em massa, de enxofre (% dividida por 100).

(2) Os valores indicados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ASTM D 3244 «Defining a basis for petroleum products disputes» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2 R acima de zero; na fixação de um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4 R (R = reprodutibilidade).

Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas o fabricante de combustível deve, no entanto, tentar obter um valor zero quando o valor máximo estabelecido for 2 R e um valor médio no caso de serem indicados os limites máximo e mínimo. Se for necessário determinar se um combustível satisfaz ou não as condições da especificação, aplicam-se os termos constantes da Norma ASTM D 3244.

(3) Os valores indicados correspondem às quantidades totais evaporadas (percentagem recuperada + percentagem perdida).

(4) O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4 R. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ASTM D 3244, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, sendo preferível proceder a tais medições do que a uma determinação única.

(5) Embora a estabilidade de oxidação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade.

(6) Este combustível deve ser fabricado a partir de destilados directos ou por *cracking*; é permitida a dessulfurização. Não deve conter quaisquer aditivos metálicos nem melhoradores de índice de cetano.

(7) São permitidos valores inferiores, caso em que o índice de cetano do combustível de referência utilizado deve ser comunicado.

(8) São admitidos valores mais elevados, caso em que o teor de enxofre do combustível de referência utilizado deve ser comunicado.

(9) A manter em exame constante à luz das tendências dos mercados. Para efeitos da homologação inicial de um motor sem pós-tratamento dos gases de escape, é admissível, a pedido do fabricante, um teor nominal de 0,05 % de enxofre, em massa, mínimo 0,03 %, caso em que o nível de partículas medido deve ser corrigido por excesso para o valor médio nominal especificado para o teor de enxofre do combustível (0,15 % em massa), de acordo com a seguinte equação:

$$PT_{\text{adj}} = PT + [SFC \times 0,0917 \times (NSLF - FSF)]$$

em que:

$PT_{\text{adj}}$  = valor ajustado de PT (g/kWh)

PT = valor medido ponderado das emissões específicas para a emissão de partículas (g/kWh)

SFC = consumo específico ponderado de combustível (g/kWh) calculado de acordo com a fórmula apresentada abaixo

NSLF = média da especificação nominal da fracção em massa do teor do enxofre, isto é 0,15%/100

FSF = fracção em massa do teor do enxofre do combustível (%/100)

Equação para o cálculo do consumo específico ponderado do combustível:

$$SFC = \frac{\sum_{i=1}^n G_{\text{FUELI}} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

em que:

$$P_i = P_{mi} + P_{Aci}$$

Para efeito da avaliação da conformidade da produção de acordo com o n.º 4.3.2 do anexo I, os requisitos devem ser satisfeitos utilizando combustível de referência com um teor de enxofre que respeite o nível mínimo/máximo de 0,1%/0,2% em massa.

<sup>(10)</sup> São admitidos valores mais elevados até 855 kg/m<sup>3</sup>, caso em que a densidade do combustível de referência deve ser comunicada. Para efeito da avaliação da conformidade da produção de acordo com o n.º 4.3.2. do anexo I, os requisitos devem ser satisfeitos utilizando combustível de referência que respeite o nível mínimo/máximo de 835 kg/m<sup>3</sup>/845 kg/m<sup>3</sup>.

<sup>(11)</sup> Todas as características e valores-limite do combustível devem ser mantidos em análise à luz das tendências dos mercados.

<sup>(12)</sup> A substituir pela norma EN/ISO 6245 a partir da data de implementação.

## 2 — Combustível de referência para as máquinas móveis não rodoviárias com motores de ignição por compressão homologados para satisfazer os valores-limite da fase III-A.

Parâmetro	Unidade	Limites <sup>(1)</sup>		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Índice de cetano <sup>(2)</sup> .....		52	54,0	EN-ISO 5165
Densidade a 15°C .....	kg/m <sup>3</sup>	833	837	EN-ISO 3675
Destilação:				
Ponto de 50% .....	°C	245		EN-ISO 3405
Ponto de 95% .....	°C	345	350	EN-ISO 3405
Ponto de ebulição final .....	°C	-	370	EN-ISO 3405
Inflamabilidade .....	°C	55	—	EN 22719
CFPP .....	°C	-	-5	EN 116
Viscosidade a 40°C .....	mm <sup>2</sup> /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos .....	% em massa	3,0	6,0	IP 391
Teor de enxofre <sup>(3)</sup> .....	mg/kg	-	300	ASTM D 5453
Corrosão em cobre .....		-	classe 1	EN-ISO 2160
Resíduo carbonoso Conradson (10% no resíduo de destilação (DR)) .....	% em massa	-	0,2	EN-ISO 10370
Teor de cinzas .....	% em massa	-	0,01	EN-ISO 6245
Teor de água .....	% em massa	-	0,05	EN-ISO 12937
Número de neutralização (ácido forte) .....	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Estabilidade de oxidação <sup>(4)</sup> .....	mg/ml	-	0,025	EN-ISO 12205

<sup>(1)</sup> Os valores citados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ISO 4259, "Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test" e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2 R acima de zero; ao fixar um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4R (R = reprodutibilidade).

Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas, o fabricante de combustíveis deve, no entanto, tentar obter um valor nulo quando o valor máximo estipulado for 2 R e um valor médio no caso de serem indicados os limites máximo e mínimo. Se for necessário determinar se um combustível satisfaz ou não as condições das especificações, aplicam-se os termos constantes da norma ISO 4259.

<sup>(2)</sup> O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4R. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ISO 4259, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, sendo preferível proceder a tais medições do que a uma determinação única.

<sup>(3)</sup> Deve ser indicado o teor real de enxofre do combustível utilizado para o ensaio

<sup>(4)</sup> Embora a estabilidade da oxidação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado.

Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade.

## 3 — Combustível de referência para as máquinas móveis não rodoviárias com motores de ignição por compressão homologados para satisfazer os valores-limite das fases III-B e IV.

Parâmetro	Unidade	Limites <sup>(1)</sup>		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Índice de cetano <sup>(2)</sup> .....			54,0	EN-ISO 5165
Densidade a 15°C .....	kg/m <sup>3</sup>	833	865	EN-ISO 3675
Destilação:				
Ponto 50% .....	°C	245	-	EN-ISO 3405
Ponto de 95% .....	°C	345	350	EN-ISO 3405
Ponto de ebulição final .....	°C	-	370	EN-ISO 3405

Parâmetro	Unidade	Limites (1)		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Inflamabilidade .....	°C	55	-	EN 22719
CFPP .....	°C	-	-	EN 116
Viscosidade a 40°C .....	mm <sup>2</sup> /s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos .....	% em massa	3,0	6,0	IP 391
Teor de enxofre (2) .....	mg/kg	-	10	ASTM D 5453
Corrosão em cobre .....		-	Classe 1	EN-ISO 2160
Resíduo carbonoso Conradson (10% no resíduo de destilação (DR)) .....	% em massa	-	0,2	EN-ISO 10370
Teor de cinzas .....	% em massa	-	0,01	EN-ISO 6245
Teor de água .....	% em massa	-	0,02	EN-ISO 12937
Número de neutralização (ácido forte) .....	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Estabilidade de oxidação (4) .....	mg/ml	-	0,025	EN-ISO 12205
Poder lubrificante (diâmetro da marca de desgaste em HFRR a 60°C) .....	mm	-	400	CEC F-06-A-96
FAME .....	Proibido			

(1) Os valores citados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ISO 4259, “Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test” e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2 R acima do zero; ao fixar um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4R (R = reprodutibilidade).

Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas, o fabricante de combustíveis deve, no entanto, tentar obter um valor nulo quando o valor máximo estipulado for 2 R e um valor médio no caso de serem indicados os limites máximo e mínimo. Se for necessário determinar se um combustível satisfaz ou não as condições das especificações, aplicam-se os termos constantes da norma ISO 4259.

(2) O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4 R. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ISO 4259, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, sendo preferível proceder a tais medições do que a uma determinação única.

(3) Deve ser indicado o teor real de enxofre do combustível utilizado para o ensaio do tipo I.

(4) Embora a estabilidade da oxigenação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade.»

## ANEXO XII

### Disposições relativas aos motores colocados no mercado ao abrigo do regime flexível

A pedido de um fabricante de equipamentos, e desde que a autoridade de homologação o tenha autorizado, um fabricante de motores poderá, durante o período compreendido entre duas fases sucessivas de valores-limite, colocar um número limitado de motores no mercado que apenas satisfaçam a fase anterior de valores-limite de emissões de acordo com as disposições seguintes.

1 — Diligências a efectuar pelo fabricante de motores e pelo fabricante de equipamentos

1.1 — Um fabricante de equipamentos de origem que pretenda utilizar o regime flexível deve solicitar autorização a uma autoridade de homologação para adquirir aos seus fornecedores de motores, no período compreendido entre duas fases de emissões, as quantidades de motores referidas nos n.ºs 1.2 e 1.3. que não satisfaçam os valores-limite de emissões em vigor no momento, mas que tenham sido aprovados para a fase de limites de emissões imediatamente anterior.

1.2 — O número de motores colocados no mercado ao abrigo do regime flexível não deve exceder, em cada categoria de motor, 20% das vendas anuais de equipamentos com motores dessa categoria, calculada como a média dos últimos cinco anos de vendas no mercado da União Europeia. Se um construtor de equipamentos comercializa equipamentos na União Europeia há menos de cinco anos, a média é calculada com base no

período durante o qual o fabricante de equipamentos os comercializou.

1.3 — Como variante opcional ao n.º 1.2, o fabricante de equipamentos pode solicitar autorização para a colocação no mercado por parte dos seus fabricantes de motores de um número fixo de motores ao abrigo do regime flexível, de acordo com o quadro seguinte:

Categoria de motor	Número de motores
19-37 kW	200
37-75 kW	150
75-130 kW	100
130-560 kW	50

1.4 — O construtor de equipamentos deve incluir as seguintes informações no seu pedido à autoridade de homologação:

a) Uma amostra das etiquetas a apor em cada máquina móvel não rodoviária na qual será instalado um motor colocado no mercado ao abrigo do regime flexível. As etiquetas devem ostentar o seguinte texto: «MÁQUINA N.º ... (número sequencial das máquinas) de ... (número total de máquinas na respectiva gama de potências) COM MOTOR N.º ... COM HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (Directiva n.º 97/68/CE) N.º ...»; e

b) Uma amostra da etiqueta suplementar a ser aposta no motor, com o texto referido no n.º 2.2. deste anexo.

1.5 — O fabricante de equipamento deve fornecer à entidade homologadora todas as informações relativas à aplicação do regime flexível que esta considere necessárias para tomar uma decisão.

1.6 — O fabricante de equipamento deve fornecer a qualquer entidade homologadora dos Estados-membros que o solicite todas as informações de que essa entidade necessite para confirmar a pertinência de um rótulo ou de uma declaração relativos à colocação de um motor no mercado ao abrigo do regime flexível.

2 — Diligências a efectuar pelo fabricante de motores

2.1 — Um fabricante de motores pode colocar no mercado motores ao abrigo do regime flexível abrangidos por uma homologação de acordo com o n.º 1 do presente anexo.

2.2 — O fabricante de motores deve apor nesses motores uma etiqueta com o seguinte texto: “motor a colocar no mercado ao abrigo do regime flexível”.

3 — Diligências a efectuar pela autoridade de homologação

3.1 — A autoridade de homologação avalia o conteúdo do pedido de recurso ao regime flexível e os documentos que o acompanhem e, em seguida, informa o fabricante de equipamentos da sua decisão de autorizar ou não autorizar a utilização do regime flexível.»

## ANEXO II

(a que se refere o artigo 5.º)

### «ANEXO II

#### Ficha de Informações n.º

**Relativa à homologação no que diz respeito às medidas contra a emissão de poluentes gasosos e de partículas pelos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias.**

(Directiva n.º 97/68/CE, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 2010/26/UE)

Motor precursor/tipo de motor <sup>(1)</sup>: ...

0 — Generalidades:

0.1 — Marca (firma): ...

0.2 — Tipo e designação comercial do motor precursor e (se aplicável) da família de motores <sup>(1)</sup>: ...

0.3 — Código do tipo utilizado pelo fabricante, conforme marcado no(s) motor(es) <sup>(1)</sup>:

0.4 — Especificação das máquinas a propulsionar pelo motor <sup>(2)</sup>: ...

0.5 — Nome e endereço do fabricante: ...

Nome e endereço do eventual mandatário do fabricante: ...

0.6 — Localização, código e método de aposição do número de identificação do motor: ...

0.7 — Localização e método de aposição da marca de homologação CE: ...

0.8 — Endereço(s) da(s) linha(s) de montagem: ...

Anexos:

1.1 — Características essenciais do(s) motor(es) precursor(es) (v. apêndice n.º 1).

1.2 — Características essenciais da família de motores (v. apêndice n.º 2).

1.3 — Características essenciais do tipo de motor dentro da família (v. apêndice n.º 3).

2 — Características das partes da máquina móvel relacionadas com o motor (se aplicável).

3 — Fotografias do motor precursor.

4 — Lista de outros eventuais anexos (data, processo).

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

<sup>(2)</sup> Conforme definido no n.º 1 do anexo I.

#### APÊNDICE N.º 1

#### Características essenciais do motor (precursor) <sup>(1)</sup>

1 — Descrição do motor:

1.1 — Fabricante: ...

1.2 — Código do fabricante do motor: ...

1.3 — Ciclo: quatro tempos/dois tempos <sup>(2)</sup>.

1.4 — Diâmetro: ... mm.

1.5 — Curso: ... mm.

1.6 — Número e disposição dos cilindros: ...

1.7 — Cilindrada: ... cm<sup>3</sup>.

1.8 — Velocidade nominal: ...

1.9 — Velocidade de binário máximo: ...

1.10 — Taxa de compressão volumétrica <sup>(3)</sup>: ...

1.11 — Descrição do sistema de combustão: ...

1.12 — Desenho(s) da câmara de combustão e da cabeça do êmbolo: ...

1.13 — Área da secção transversal mínima das janelas de admissão e de escape: ...

1.14 — Sistema de arrefecimento:

1.14.1 — Líquido:

1.14.1.1 — Natureza do líquido: ...

1.14.1.2 — Bomba(s) de circulação: sim/não <sup>(2)</sup>.

1.14.1.3 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...

1.14.1.4 — Razão(ões) de transmissão (se aplicável): ...

1.14.2 — Ar:

1.14.2.1 — Ventoinha: sim/não <sup>(2)</sup>.

1.14.2.2 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...

1.14.2.3 — Razão(ões) de transmissão (se aplicável): ...

1.15 — Temperatura admitida pelo fabricante:

1.15.1 — Arrefecimento por líquido: temperatura máxima à saída: ... K.

1.15.2 — Arrefecimento por ar: ponto de referência: ...

Temperatura máxima no ponto de referência: ... K.

1.15.3 — Temperatura máxima do ar de sobrealimentação à saída do permutador de calor (se aplicável): ... K.

1.15.4 — Temperatura máxima de escape no ponto do(s) tubo(s) de escape adjacente(s) à(s) flange(s) exterior(es) do(s) colector(es) de escape: ... K.

1.15.5 — Temperatura do lubrificante:

Mínimo: ... K;

Máximo: ... K.

1.16 — Sobrealimentador: sim/não <sup>(2)</sup>.

1.16.1 — Marca: ...

1.16.2 — Tipo: ...

1.16.3 — Descrição do sistema (por exemplo, pressão máxima de sobrealimentação, válvula de descarga, se aplicável): ...

1.16.4 — Permutador de calor: sim/não <sup>(2)</sup>.

1.17 — Sistema de admissão: depressão máxima admissível na admissão à velocidade nominal do motor e a 100% da carga: ... kPa.

1.18 — Sistema de escape: contrapressão máxima admissível no escape à velocidade nominal do motor e a 100% da carga: ... kPa.

- 2 — Medidas adoptadas contra a poluição do ar
  - 2.1 — Dispositivo para reciclar os gases do cárter: sim/não <sup>(2)</sup>.
  - 2.2 — Dispositivos antipoluição adicionais (se existirem e não forem abrangidos por outra rubrica).
    - 2.2.1 — Catalisador: sim/não <sup>(2)</sup>.
      - 2.2.1.1 — Marca(s): ...
      - 2.2.1.2 — Tipo(s): ...
      - 2.2.1.3 — Número de catalisadores e elementos ...
      - 2.2.1.4 — Dimensões e volume do(s) catalisador(es): ...
      - 2.2.1.5 — Tipo de acção catalítica: ...
      - 2.2.1.6 — Carga total de metais preciosos: ...
      - 2.2.1.7 — Concentração relativa: ...
      - 2.2.1.8 — Substrato (estrutura e material): ...
      - 2.2.1.9 — Densidade das células: ...
      - 2.2.1.10 — Tipo de alojamento do(s) catalisador(es): ...
      - 2.2.1.11 — Localização do(s) catalisador(es) (lugar(es) e distância(s) máxima(s)/ mínima(s) do motor):
        - 2.2.1.12 — Intervalo de funcionamento normal (K): ...
        - 2.2.1.13 — Reagente consumível (se aplicável): ...
          - 2.2.1.13.1 — Tipo e concentração de reagente necessários à acção catalítica: ...
          - 2.2.1.13.2 — Intervalo de temperaturas de funcionamento normal do reagente: ...
          - 2.2.1.13.3 — Norma internacional (se aplicável): ...
        - 2.2.1.14 — Sensor de NO<sub>x</sub>: sim/não <sup>(2)</sup>.
      - 2.2.2 — Sensor de oxigénio: sim/não <sup>(2)</sup>.
        - 2.2.2.1 — Marca(s): ...
        - 2.2.2.2 — Tipo: ...
        - 2.2.2.3 — Localização: ...
    - 2.2.3 — Injecção de ar: sim/não <sup>(2)</sup>.
      - 2.2.3.1 — Tipo (ar pulsado, bomba de ar, etc.): ...
    - 2.2.4 — EGR: sim/não <sup>(2)</sup>.
      - 2.2.4.1 — Características (arrefecida/não arrefecida, alta pressão/baixa pressão, etc.):
      - 2.2.5 — Colector de partículas: sim/não <sup>(2)</sup>.
        - 2.2.5.1 — Dimensões e capacidade do colector de partículas: ...
        - 2.2.5.2 — Tipo e concepção do colector de partículas: ...
        - 2.2.5.3 — Localização (lugar(es) e distância(s) máxima(s)/mínima(s) do motor): ...
        - 2.2.5.4 — Método ou sistema de regeneração, descreção e ou desenho: ...
        - 2.2.5.5 — Intervalo de funcionamento normal (K) e intervalo de pressões (kPa):...
      - 2.2.6 — Outros sistemas: sim/não <sup>(2)</sup>.
        - 2.2.6.1 — Descrição e funcionamento: ...
- 3 — Sistema de combustível — motores a gasolina:
  - 3.1 — Carburador: ...
    - 3.1.1 — Marca(s): ...
    - 3.1.2 — Tipo(s): ...
  - 3.2 — Injecção no colector de admissão (injecção indirecta): ponto único ou multiponto: ...
    - 3.2.1 — Marca(s): ...
    - 3.2.2 — Tipo(s): ...
  - 3.3 — Injecção directa: ...
    - 3.3.1 — Marca(s): ...
    - 3.3.2 — Tipo(s): ...
  - 3.4 — Caudal de combustível (g/h) e razão ar/combustível à velocidade nominal e com o acelerador totalmente aberto: ...
- 4 — Regulação das válvulas:

- 4.1 — Elevação máxima e ângulos de abertura e fecho em relação aos pontos mortos superiores ou dados equivalentes: ...
  - 4.2 — Gamas de referência e ou de regulação <sup>(2)</sup>.
  - 4.3 — Sistema variável de regulação das válvulas (se aplicável e se à admissão e ou ao escape): ...
    - 4.3.1 — Tipo: contínuo ou ligado/desligado <sup>(2)</sup>.
    - 4.3.2 — Ângulo de fase da came: ...
- 5 — Configuração das janelas de admissão e de escape:
  - 5.1 — Posição, dimensão e número: ...
- 6 — Sistema de ignição:
  - 6.1 — Bobine de ignição:
    - 6.1.1 — Marca(s): ...
    - 6.1.2 — Tipo(s): ...
    - 6.1.3 — Número: ...
  - 6.2 — Velas de ignição:
    - 6.2.1 — Marca(s): ...
    - 6.2.2 — Tipo(s): ...
  - 6.3 — Magneto:
    - 6.3.1 — Marca(s): ...
    - 6.3.2 — Tipo(s): ...
  - 6.4 — Regulação da ignição:
    - 6.4.1 — Avanço estático em relação ao ponto morto superior (graus de ângulo da cambota): ...
    - 6.4.2 — Curva de avanço (se aplicável):...

<sup>(1)</sup> No caso de haver vários motores precusores, a apresentar para cada um deles.

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

<sup>(3)</sup> Especificar a tolerância.

APÊNDICE N.º 2

**Características essenciais da família de motores**

- 1 — Parâmetros comuns <sup>(1)</sup>:
  - 1.1 — Ciclo de combustão: ...
  - 1.2 — Fluido de arrefecimento: ...
  - 1.3 — Método de aspiração do ar: ...
  - 1.4 — Tipo/concepção da câmara de combustão: ...
  - 1.5 — Válvulas e janelas — configuração, dimensões e número: ...
  - 1.6 — Sistema de combustível: ...
  - 1.7 — Sistemas de gestão do motor:

Prova de identidade de acordo com o(s) número(s) do(s) desenho(s):

Sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação: ...

Recirculação dos gases de escape <sup>(2)</sup>: ...

Injecção/emulsão de água <sup>(2)</sup>: ...

Injecção de ar <sup>(2)</sup>:...

1.8 — Sistema de pós-tratamento dos gases de escape <sup>(2)</sup>: ...

Prova de razão idêntica (ou mais baixa para o motor precursor): capacidade do sistema/débito de combustível por curso de acordo com o(s) número(s) do(s) diagrama(s): ...

2 — Lista da família de motores:

2.1 — Designação da família de motores: ...

2.2 — Especificação dos motores dentro dessa família:

				Motor precursor <sup>(1)</sup>
Tipo de motor.....				
Número de cilindros.....				

				Motor precursor (1)
Velocidade nominal (rpm) . . . . .				
Caudal de combustível (g/h) . . . . .				
Potência útil nominal (kW) . . . . .				
Velocidade de binário máximo (rpm)				
Caudal de combustível (g/h) . . . . .				
Binário máximo (N·m) . . . . .				
Velocidade de marcha lenta sem carga (rpm) . . . . .				
Cilindrada unitária (em percentagem em relação ao motor precursor) . . .				100

(1) Para obter pormenores completos, ver apêndice n.º 1.

(1) A completar em conjunto com as especificações dadas nos n.ºs 6 e 7 do anexo I.

(2) Se não aplicável escrever «não aplicável».

#### APÊNDICE N.º 3

##### Características essenciais do tipo de motor dentro da família (1)

- 1 — Descrição do motor: ...
- 1.1 — Fabricante: ...
- 1.2 — Código do fabricante do motor: ...
- 1.3 — Ciclo: quatro tempos/dois tempos (2).
- 1.4 — Diâmetro: ...mm
- 1.5 — Curso: ...mm
- 1.6 — Número e disposição dos cilindros: ...
- 1.7 — Cilindrada: ...cm<sup>3</sup>
- 1.8 — Velocidade nominal: ...
- 1.9 — Velocidade de binário máximo: ...
- 1.10 — Taxa de compressão volumétrica (2): ...
- 1.11 — Descrição do sistema de combustão: ...
- 1.12 — Desenho(s) da câmara de combustão e da cabeça do êmbolo: ...
- 1.13 — Área da secção transversal mínima das janelas de admissão e de escape: ...
- 1.14 — Sistema de arrefecimento:
- 1.14.1 — Líquido:
- 1.14.1.1 — Natureza do líquido: ...
- 1.14.1.2 — Bomba(s) de circulação: sim/não (2).
- 1.14.1.3 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
- 1.14.1.4 — Razão(ões) de transmissão (se aplicável): ...
- 1.14.2 — Ar:
- 1.14.2.1 — Ventoinha: sim/não (2).
- 1.14.2.2 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
- 1.14.2.3 — Razão(ões) de transmissão (se aplicável): ...
- 1.15 — Temperatura admitida pelo fabricante:
- 1.15.1 — Arrefecimento por líquido: temperatura máxima à saída: ...K.
- 1.15.2 — Arrefecimento por ar:
- Ponto de referência: ...
- Temperatura máxima no ponto de referência: ...K.
- 1.15.3 — Temperatura máxima do ar de sobrealimentação à saída do permutador de calor (se aplicável): ...K.
- 1.15.4 — Temperatura máxima de escape no ponto do(s) tubo(s) de escape adjacente(s) à(s) flange(s) exterior(es) do(s) colector(es) de escape: ...K.
- 1.15.5 — Temperatura do lubrificante:
- Mínimo: ...K;
- Máximo: ...K.

1.16 — Sobrealimentador: sim/não (2).

1.16.1 — Marca: ...

1.16.2 — Tipo: ...

1.16.3 — Descrição do sistema (por exemplo, pressão máxima de sobrealimentação, válvula de descarga, se aplicável): ...

1.16.4 — Permutador de calor: sim/não (2).

1.17 — Sistema de admissão: depressão máxima admissível à admissão à velocidade nominal do motor e a 100% de carga: ...kPa.

1.18 — Sistema de escape: contrapressão máxima admissível no escape à velocidade nominal do motor e a 100% de carga: ...kPa.

2 — Medidas adoptadas contra a poluição do ar

2.1 — Dispositivo para reciclar os gases do cárter: sim/não (2):

2.2 — Dispositivos antipoluição adicionais (se existirem e não forem abrangidos por outra rubrica):

2.2.1 — Catalisador: sim/não (2):

2.2.1.1 — Marca(s): ...

2.2.1.2 — Tipo(s): ...

2.2.1.3 — Número de catalisadores e elementos: ...

2.2.1.4 — Dimensões e volume do(s) catalisador(es): ...

2.2.1.5 — Tipo de acção catalítica: ...

2.2.1.6 — Carga total de metais preciosos: ...

2.2.1.7 — Concentração relativa: ...

2.2.1.8 — Substrato (estrutura e material): ...

2.2.1.9 — Densidade das células: ...

2.2.1.10 — Tipo de alojamento do(s) catalisador(es): ...

2.2.1.11 — Localização do(s) catalisador(es) (lugar(es) e distância(s) máxima(s)/ mínima(s) do motor): ...

2.2.1.12 — Intervalo de funcionamento normal (K): ...

2.2.1.13 — Reagente consumível (se aplicável): ...

2.2.1.13.1 — Tipo e concentração de reagente necessários à acção catalítica: ...

2.2.1.13.2 — Intervalo de temperaturas de funcionamento normal do reagente: ...

2.2.1.13.3 — Norma internacional (se aplicável): ...

2.2.1.14 — Sensor de NO<sub>x</sub>: sim/não (2):

2.2.2 — Sensor de oxigénio: sim/não (2):

2.2.2.1 — Marca(s): ...

2.2.2.2 — Tipo: ...

2.2.2.3 — Localização: ...

2.2.3 — Injecção de ar: sim/não (2):

2.2.3.1 — Tipo (ar pulsado, bomba de ar, etc.): ...

2.2.4 — EGR: sim/não (2):

2.2.4.1 — Características (arrefecida/não arrefecida, alta pressão/baixa pressão, etc.):

2.2.5 — Colector de partículas: sim/não (2):

2.2.5.1 — Dimensões e capacidade do colector de partículas: ...

2.2.5.2 — Tipo e concepção do colector de partículas: ...

2.2.5.3 — Localização (lugar(es) e distância(s) máxima(s)/mínima(s) do motor): ...

2.2.5.4 — Método ou sistema de regeneração, descrição e ou desenho: ...

2.2.5.5 — Intervalo de funcionamento normal (K) e intervalo de pressões (kPa): ...

2.2.6 — Outros sistemas: sim/não (2):

2.2.6.1 — Descrição e funcionamento: ...

3 — Sistema de combustível — motores a gasolina:

3.1 — Carburador: ...

3.1.1 — Marca(s): ...

3.1.2 — Tipo(s): ...

3.2 — Injecção no colector de admissão (injecção indirecta): ponto único ou multiponto: ...

3.2.1 — Marca(s): ...

3.2.2 — Tipo(s): ...

3.3 — Injecção directa: ...

3.3.1 — Marca(s): ...

3.3.2 — Tipo(s): ...

3.4 — Caudal de combustível (g/h) e razão ar/combustível à velocidade nominal e com o acelerador totalmente aberto: ...

4 — Regulação das válvulas:

4.1 — Elevação máxima e ângulos de abertura e fecho em relação aos pontos mortos superiores ou dados equivalentes: ...

4.2 — Gammas de referência e ou de regulação <sup>(2)</sup>:

4.3 — Sistema variável de regulação das válvulas (se aplicável, e se à admissão e ou ao escape): ...

4.3.1 — Tipo: contínuo ou ligado/desligado <sup>(2)</sup>:

4.3.2 — Ângulo de fase da came: ...

5 — Configuração das janelas de admissão e de escape:

5.1 — Posição, dimensão e número: ...

6 — Sistema de ignição:

6.1 — Bobina de ignição:

6.1.1 — Marca(s): ...

6.1.2 — Tipo(s): ...

6.1.3 — Número: ...

6.2 — Vela(s) de ignição:

6.2.1 — Marca(s): ...

6.2.2 — Tipo(s): ...

6.3 — Magneto:

6.3.1 — Marca(s): ...

6.3.2 — Tipo(s): ...

6.4 — Regulação da ignição:

6.4.1 — Avanço estático em relação ao ponto morto superior (graus de ângulo da cambota):

6.4.2 — Curva de avanço (se aplicável): ...

<sup>(1)</sup> A apresentar para cada motor da família.

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

<sup>(3)</sup> Especificar a tolerância.»

## Portaria n.º 124/2011

de 30 de Março

O Estatuto das Entidades Instaladoras e Montadoras, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 263/89, de 17 de Agosto, remeteu expressamente, no n.º 2 do seu artigo 5.º, para regulamentação autónoma a matéria da fixação do valor mínimo anual de garantia do seguro de responsabilidade civil a celebrar obrigatoriamente pelas entidades instaladoras e montadoras.

Assim:

Manda o Governo, pelo Secretário de Estado da Energia e da Inovação, ao abrigo do disposto no n.º 2 do artigo 5.º do anexo I do Decreto-Lei n.º 263/89, de 17 de Agosto, o seguinte:

### Artigo único

O valor mínimo do seguro obrigatório de responsabilidade civil a celebrar pelas entidades instaladoras de redes de gás e pelas entidades montadoras de aparelhos de gás, a que se refere o artigo 5.º do seu Estatuto, constante do anexo I do Decreto-Lei n.º 263/89, de 17 de Agosto, mantém-se para o ano de 2011 em € 580 993,64.

O Secretário de Estado da Energia e da Inovação, *José Carlos das Dores Zorrinho*, em 23 de Março de 2011.