

DIRECTIVA 2002/88/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO

de 9 de Dezembro de 2002

que altera a Directiva 97/68/CE 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

O PARLAMENTO EUROPEU E O CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado que institui a Comunidade Europeia e, nomeadamente, o seu artigo 95.º,

Tendo em conta a proposta da Comissão ⁽¹⁾,

Tendo em conta o parecer do Comité Económico e Social ⁽²⁾,

Consultado o Comité das Regiões,

Deliberando nos termos do artigo 251.º do Tratado ⁽³⁾,

Considerando o seguinte:

- (1) O programa Auto-Oil II foi um programa criado para identificar estratégias económicas para satisfazer os objectivos da qualidade do ar da Comunidade. A comunicação da Comissão relativa à análise do programa Auto-Oil II concluiu que são necessárias novas medidas para tratar especialmente das questões do ozono e das emissões de partículas. Trabalhos recentes sobre o desenvolvimento de valores-limite nacionais de emissões revelaram a necessidade de mais medidas para satisfazer os objectivos da qualidade do ar fixados na legislação comunitária.
- (2) Foram gradualmente introduzidas normas estritas para as emissões provenientes dos veículos a motor, tendo já sido decidido que essas normas deverão ser reforçadas. A contribuição relativa dos poluentes provenientes das máquinas móveis não rodoviárias será portanto mais predominante no futuro.
- (3) A Directiva 97/68/CE ⁽⁴⁾ introduziu valores-limite para as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias.

(4) Embora a Directiva 97/68/CE se aplicasse inicialmente apenas a alguns motores de ignição por compressão, o seu considerando 5 prevê que, posteriormente, o seu âmbito se possa tornar extensivo, nomeadamente, a motores a gasolina.

(5) As emissões provenientes de pequenos motores de ignição comandada (motores a gasolina) instalados em diferentes tipos de máquinas contribuem de modo significativo para os problemas da qualidade do ar identificados, tanto actuais quanto futuros, especialmente a formação de ozono.

(6) As emissões dos pequenos motores de ignição comandada estão sujeitas a normas ambientais estritas nos EUA, o que mostra que é possível reduzir as emissões de modo significativo.

(7) A falta de legislação comunitária significa que é possível colocar no mercado motores com tecnologias desactualizadas do ponto de vista ambiental, pondo assim em risco os objectivos da qualidade do ar na Comunidade, ou implementar neste domínio, legislação nacional, susceptível de criar entraves ao comércio.

(8) A Directiva 97/68/CE está estreitamente alinhada com a legislação americana correspondente e a continuação dos alinhamentos será benéfica para a indústria e para o ambiente.

(9) É necessário um certo período de tempo para a que indústria europeia, e especialmente os fabricantes que ainda não estão a operar a nível mundial, esteja em condições de cumprir as normas de emissões.

(10) A Directiva 97/68/CE, para os motores de ignição por compressão, e a regulamentação americana, para os motores de ignição comandada, utilizaram uma abordagem em duas fases. Embora tivesse sido possível adoptar uma abordagem numa única fase na legislação comunitária, tal eventualidade teria deixado esse domínio não regulamentado durante mais quatro a cinco anos.

(11) Tendo em vista obter a necessária flexibilidade para um alinhamento a nível mundial, a efectuar ao abrigo do procedimento da comitologia, é incluída uma derrogação.

⁽¹⁾ JO C 180 E de 26.6.2001, p. 31.

⁽²⁾ JO C 260 de 17.9.2001, p. 1.

⁽³⁾ Parecer do Parlamento Europeu de 2 de Outubro de 2001 (JO C 87 E de 11.4.2002, p. 37), posição comum do Conselho de 25 de Março de 2002 (JO C 145 E de 18.6.2002, p. 17) e decisão do Parlamento Europeu de 2 de Julho de 2002.

⁽⁴⁾ JO L 59 de 27.2.1998, p. 1. Directiva alterada pela Directiva 2001/63/CE da Comissão (JO L 227 de 23.8.2001, p. 41).

(12) As medidas necessárias à execução da presente directiva serão aprovadas nos termos da Decisão 1999/468/CE do Conselho, de 28 de Junho de 1999, que fixa as regras de exercício das competências de execução atribuídas à Comissão ⁽¹⁾.

(13) A Directiva 97/68/CE deve ser alterada nesse sentido,

ADOPTARAM A PRESENTE DIRECTIVA:

Artigo 1.º

A Directiva 97/68/CE é alterada do seguinte modo:

1. O artigo 2.º é alterado do seguinte modo:

a) O oitavo travessão passa a ter a seguinte redacção:

«— “colocação no mercado” a acção de, pela primeira vez, tornar um motor disponível no mercado, mediante pagamento ou a título gratuito, com vista à sua distribuição e/ou utilização na Comunidade.»;

b) São aditados os seguintes travessões:

«— “motor de substituição” um motor recentemente fabricado que substitui o motor de uma máquina, e que é fornecido apenas para esse fim,

— “motor de mão” um motor que satisfaz pelo menos um dos seguintes requisitos:

a) o motor deve ser utilizado num equipamento que é transportado pelo operador durante a execução das suas funções previstas;

b) o motor deve ser utilizado num equipamento que deve funcionar em posições múltiplas, tais como em posição invertida ou de lado, para completar as suas funções previstas;

c) o motor deve ser utilizado num equipamento cuja massa total, incluindo o motor, seja inferior a 20 kg e em que esteja presente pelo menos um dos seguintes atributos:

i) o operador deve alternadamente fornecer apoio ou carregar o equipamento durante a execução das suas funções,

ii) o operador deve fornecer apoio ou controlo de atitude para o equipamento durante a execução das suas funções, e

iii) o motor deve ser utilizado num gerador ou numa bomba;

— “motor não de mão” um motor que não é abrangido pela definição de motor de mão,

— “motor de mão de posições múltiplas para uso profissional” um motor de mão que preenche ambos os requisitos referidos nas alíneas a) e b) da definição de motor de mão e em relação ao qual o respectivo fabricante declarou a uma autoridade de homologação que seria aplicável ao motor a categoria 3 do período de durabilidade das emissões (EDP) (nos termos do ponto 2.1 do apêndice 4 do anexo IV),

— “período de durabilidade das emissões” o número de horas indicado no apêndice o anexo IV, utilizado para determinar os factores de deterioração;

— “pequena família de motores” uma família de motores de ignição comandada com uma produção total anual inferior a 5 000 unidades;

— “pequeno fabricante de motores de ignição comandada” um fabricante com uma produção total anual inferior a 25 000 unidades.».

2. O artigo 4.º é alterado do seguinte modo:

a) O n.º 2 é alterado do seguinte modo:

i) No primeiro período, «anexo VI» é substituído por «anexo VII».

ii) No segundo período, «anexo VII» é substituído por «anexo VIII».

b) O n.º 4 é alterado do seguinte modo:

i) Na alínea a), «anexo VIII» é substituído por «anexo IX»;

ii) Na alínea b), «anexo IX» é substituído por «anexo X»;

c) No n.º 5, «anexo X» é substituído por «anexo XI».

3. No artigo 7.º, o n.º 2 passa a ter a seguinte redacção:

«2. Os Estados-Membros devem reconhecer que as homologações e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes referidas no anexo XII são conformes com a presente directiva.».

4. O artigo 9.º é alterado do seguinte modo:

a) O título «Calendário» é substituído pelo título «Calendário — Motores de ignição por compressão»;

⁽¹⁾ JO L 184 de 17.7.1999, p. 23 (rectificação: JO L 269 de 19.10.1999, p. 45).

- b) No n.º 1, «anexo VI» é substituído por «anexo VII»;
- c) O n.º 2 é alterado do seguinte modo:
- i) «anexo VI» é substituído por «anexo VII»;
- ii) «ponto 4.2.1 do anexo I» é substituído por «ponto 4.1.2.1 do anexo I»;
- d) O n.º 3 é alterado do seguinte modo:
- i) «anexo VI» é substituído por «anexo VII»;
- ii) «ponto 4.2.3 do anexo I» é substituído por «ponto 4.1.2.3 do anexo I»;
- e) No primeiro parágrafo do n.º 4, a frase «a colocação no mercado de novos motores» é substituída por «a colocação no mercado de motores».
5. É aditado o seguinte artigo:

«Artigo 9.ºA

Calendário — Motores de ignição comandada

1. DIVISÃO EM CLASSES

Para efeitos da presente directiva, os motores de ignição comandada são divididos nas seguintes classes:

Classe principal S: pequenos motores de potência útil ≤ 19 kW

A classe principal S é dividida em duas categorias:

H: Motores para máquinas de mão

N: Motores para máquinas não de mão

Classe/categoria	Cilindrada (cm ³)
Motores de mão Classe SH:1	< 20
Classe SH:2	≥ 20 < 50
Classe SH:3	≥ 50
Motores não de mão Classe SN:1	< 66
Classe SN:2	≥ 66 < 100
Classe SN:3	≥ 100 < 225
Classe SN:4	≥ 225

2. CONCESSÃO DAS HOMOLOGAÇÕES

Após de 11 de Agosto de 2004, os Estados-Membros não poderão recusar a homologação de qualquer tipo de motor ou família de motores de ignição comandada ou a emissão do certificado descrito no anexo VII, nem impor quaisquer outros requisitos em matéria de emissões poluentes para a atmosfera para efeitos da homologação de máquinas móveis não rodoviárias em que esteja instalado um motor, se este satisfizer os requisitos da presente directiva no que se refere às emissões de poluentes gasosos.

3. HOMOLOGAÇÕES — FASE I

Os Estados-Membros devem recusar a homologação de qualquer tipo de motor ou família de motores de ignição comandada e a emissão do certificado descrito no anexo VII, bem como a concessão de qualquer outra homologação para máquinas móveis não rodoviárias em que seja instalado um motor após de 11 de Agosto de 2004 se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.2.2.1 do anexo I.

4. HOMOLOGAÇÕES — FASE II

Os Estados-Membros devem recusar a homologação de qualquer tipo de motor ou família de motores de ignição comandada e a emissão do certificado descrito no anexo VII, bem como a concessão de qualquer outra homologação para máquinas móveis não rodoviárias em que esteja instalado um motor:

após 1 de Agosto de 2004, no que diz respeito às classes de motores SN:1 e SN:2,

após 1 de Agosto de 2006, no que diz respeito à classe de motores SN:4,

após 1 de Agosto de 2007, no que diz respeito às classes de motores SH:1, SH:2 e SN:3,

após 1 de Agosto de 2008, no que diz respeito à classe de motores SH:3,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.2.2.2 do anexo I.

5. COLOCAÇÃO NO MERCADO: DATAS DE PRODUÇÃO DOS MOTORES

Seis meses após as datas indicadas para a classe/categoria relevante do motor nos n.ºs 3 e 4, com excepção das máquinas e motores destinados à exportação para países terceiros, os Estados-Membros apenas devem autorizar a colocação no mercado de motores, já instalados ou não em máquinas, se esses motores satisfizerem os requisitos da presente directiva.

6. IDENTIFICAÇÃO EM CASO DE OBSERVÂNCIA ANTECIPADA DA FASE II

Para os tipos ou famílias de motores que, já antes das datas previstas no n.º 4 do presente artigo, respeitem os valores-limite previstos na tabela do ponto 4.2.2.2 do anexo I, os Estados-Membros autorizam um rótulo ou uma identificação especial que evidencie que o equipamento em questão respeita os valores-limite requeridos antes da data prevista.

7. ISENÇÕES

As máquinas adiante indicadas estão isentas do cumprimento das datas de execução dos valores-limite de emissão por um período de três anos a contar da data de entrada em vigor desses valores-limite definidos para a fase II. Nesse período de três anos, continuam a ser aplicáveis os valores-limite definidos para a fase I:

- moto-serras portáteis: equipamento portátil destinado a cortar madeira com uma serra de cadeia, que deve ser agarrado com duas mãos e dotado de um motor com uma capacidade superior a 45 cm³, de acordo com a norma EN ISO 11681-1,
- máquinas com uma pega na parte superior (por exemplo, perfuradoras portáteis e moto-serras florestais): máquina portátil com a pega na parte superior, destinada a fazer furos ou a cortar madeira com uma serra de cadeia (de acordo com a norma ISO 11681-2), e
- máquinas portáteis de cortar sebes dotadas de um motor de combustão interna: equipamento portátil com uma lâmina rotativa de metal ou de plástico destinada a cortar ervas daninhas, arbustos, pequenas árvores e vegetação similar. Essas máquinas devem ser concebidas de acordo com a norma EN ISO 11806 e destinadas a operar em múltiplas posições, horizontalmente ou verticalmente, e ter um motor com uma capacidade superior a 40 cm³,
- máquinas portáteis de cortar sebes: equipamento portátil destinado a aparar sebes e arbustos através de uma ou mais lâminas recíprocas, em conformidade com a norma EN 774,
- máquinas de corte portáteis dotadas de um motor de combustão interna: equipamento portátil destinado a cortar materiais duros, designadamente, pedra, asfalto, betão ou aço, com uma lâmina rotativa metálica e uma cilindrada superior a 50 cm³ de acordo com a norma EN 1454, e
- motores não portáteis da classe SN:3, dotados de veio horizontal: ou seja, exclusivamente motores não portáteis da classe SN:3 dotados de um veio horizontal, com uma potência igual ou superior a 2,5 kW e que são principalmente utilizados para fins industriais específicos, incluindo escafificadores, máquinas de cortar bobinas, arejadores de relva e geradores.

8. PRAZO SUPLEMENTAR

No entanto, para cada classe/categoria, os Estados-Membros poderão adiar as datas indicadas nos n.ºs 3, 4 e 5 por dois anos no que se refere aos motores com uma data de produção anterior a essas datas.».

6. O artigo 10.º é alterado do seguinte modo:

a) O n.º 1 passa a ter a seguinte redacção:

«1. Os requisitos dos n.ºs 1 e 2 do artigo 8.º, do n.º 4 do artigo 9.º e do n.º 5 do artigo 9.ºA não se aplicam a:

- motores para uso das forças armadas,
- motores isentos de acordo com os n.ºs 1a e 2.»;

b) É aditado o seguinte número:

«1a. Um motor de substituição deve satisfazer os valores-limite que o motor a substituir tinha de satisfazer quando colocado originalmente no mercado. A indicação “MOTOR DE SUBSTITUIÇÃO” deve ser aposta numa etiqueta ligada ao motor ou inserida uma declaração no manual do utilizador.»;

c) São aditados os seguintes números:

«3. Os requisitos dos n.ºs 4 e 5 do artigo 9.ºA devem ser adiados durante três anos no que diz respeito aos pequenos fabricantes de motores.

4. Os requisitos dos n.ºs 4 e 5 do artigo 9.ºA devem ser substituídos pelos requisitos correspondentes da fase I para pequenas famílias de motores até uma produção máxima de 25 000 unidades, desde que todas as diversas famílias de motores em causa tenham diferentes cilindradas.».

7. Os artigos 14.º e 15.º são substituídos pelos seguintes artigos:

«Artigo 14.º

Adaptação ao progresso técnico

As alterações necessárias para adaptar os anexos da presente directiva, com excepção dos requisitos dos pontos 1, 2.1 a 2.8 e 4 do anexo I, ao progresso técnico são adoptadas pela Comissão nos termos do n.º 2 do artigo 15.º

Artigo 14.ºA

Processo de derrogações

A Comissão estuda as eventuais dificuldades técnicas em cumprir os requisitos da fase II no que se refere a certas

<p>utilizações dos motores, em especial em máquinas móveis não rodoviárias em que se encontram instalados motores das classes SH:2 e SH:3. Caso os estudos da Comissão constatem que, por motivos técnicos, determinadas máquinas móveis não rodoviárias, em especial as equipadas com motores de mão de posições múltiplas para uso profissional, não podem observar os prazos aí previstos, a Comissão apresentará, até 31 de Dezembro de 2003, um relatório acompanhado de propostas de extensão das datas previstas no ponto 7 do artigo 9.ºA e ou outras isenções adequadas, não superiores a cinco anos, excepto em circunstâncias excepcionais, nos termos do n.º 2 do artigo 15.º</p>	ANEXO III	Método de ensaio — Motores C.I.
	Apêndice 1	Métodos de medição e de recolha de amostras
	Apêndice 2	Calibragem dos instrumentos de análise
	Apêndice 3	Avaliação dos dados e cálculos
	ANEXO IV	Método de ensaio — Motores de ignição comandada
	Apêndice 1	Métodos de medição e de recolha de amostras
Artigo 15.º	Apêndice 2	Calibragem dos instrumentos de análise
Comité	Apêndice 3	Avaliação dos dados e cálculos
<p>1. A Comissão é assistida pelo Comité de Adaptação ao Progresso Técnico das directivas que visam a eliminação dos entraves técnicos ao comércio no sector dos veículos a motor, adiante designado “comité”.</p>	Apêndice 4	Factores de deterioração
<p>2. Sempre que se faça referência ao presente número, são aplicáveis os artigos 5.º e 7.º da Decisão 1999/468/CE do Conselho (*), tendo-se em conta o disposto no seu artigo 8.º.</p>	ANEXO V	Características técnicas do combustível de referência prescrito para os ensaios de homologação e para verificar a conformidade da produção — Combustível de referência para as máquinas móveis não rodoviárias com motores de ignição por compressão
<p>O prazo previsto no n.º 6 do artigo 5.º da Decisão 1999/468/CE é de três meses.</p>	ANEXO VI	Sistema de análise e de recolha de amostras
<p>3. O comité aprovará o seu regulamento interno.</p>	ANEXO VII	Certificado de homologação
<p>(*) JO L 184 de 17.7.1999, p. 23 (rectificação: JO L 269 de 19.10.1999, p. 45).».</p>	Apêndice 1	Resultados dos ensaios para os motores de ignição por compressão
<p>8 No início dos anexos é aditada a seguinte lista:</p>	Apêndice 2	Resultados dos ensaios para os motores de ignição comandada
«Lista de anexos	Apêndice 3	Equipamentos e dispositivos auxiliares a incluir para o ensaio com vista à determinação da potência útil do motor
<p>ANEXO I Âmbito de aplicação, 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</p>	ANEXO VIII	Sistema de numeração dos certificados de homologação
ANEXO II Ficha de informações	ANEXO IX	Lista das homologações emitidas para motores/famílias de motores
Apêndice 1 Características essenciais do motor (precursor)	ANEXO X	Lista dos motores produzidos
Apêndice 2 Características essenciais da família de motores	ANEXO XI	Folha de dados relativos aos motores homologados
Apêndice 3 Características essenciais do tipo de motor na família	ANEXO XII	Reconhecimento de homologações alternativas».
	9 Os anexos são alterados de acordo com o anexo da presente directiva.	

Artigo 2.º

1. Os Estados-Membros devem adoptar as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à presente directiva o mais tardar em de 11 de Agosto de 2004 e informar imediatamente a Comissão desse facto.

Quando os Estados-Membros adoptarem essas disposições, estas devem incluir uma referência à presente directiva ou ser acompanhadas dessa referência aquando da sua publicação oficial. As modalidades dessa referência serão adoptadas pelos Estados-Membros.

2. Os Estados-Membros devem comunicar à Comissão o texto das principais disposições de direito interno que adoptarem nas matérias reguladas pela presente directiva.

Artigo 3.º

O mais tardar em de 11 de Agosto de 2004, a Comissão apresentará ao Parlamento Europeu e ao Conselho um relatório e, eventualmente, uma proposta relativa aos potenciais custos e benefícios e, ainda, à exequibilidade de:

- a) Reduzir as emissões de partículas provenientes de pequenos motores de ignição comandada, sendo votada particular atenção aos motores a dois tempos. O relatório terá em conta o seguinte:
 - i) Estimativas da contribuição de tais motores para a emissão de partículas, bem como o modo como as medidas propostas visando a redução das emissões poderão contribuir para a melhoria da qualidade do ar e para a redução dos efeitos sobre a saúde,
 - ii) Ensaios de equipamento e processos de medição que poderão ser usados para avaliar as emissões de partículas provenientes de pequenos motores de ignição comandada no contexto da homologação,

- iii) Trabalho e conclusão no âmbito do programa de medição de partículas,
 - iv) A evolução registada nos procedimentos de ensaio, na tecnologia dos motores, na purificação dos gases de escape, bem como a melhoria das normas aplicáveis aos combustíveis e ao óleo para motores, e
 - v) Custos de redução das emissões de partículas provenientes dos pequenos motores de ignição comandada e a relação de custo-eficácia de quaisquer medidas propostas;
- b) Reduzir as emissões provenientes de veículos recreativos, incluindo motos de neve e *go-carts* actualmente não abrangidos;
 - c) Reduzir os gases de escape e as emissões de partículas provenientes de motores de ignição por compressão de potência abaixo dos 18 kW;
 - d) Reduzir os gases de escape e as emissões de partículas provenientes de motores de ignição por compressão das locomotivas. Deverá ser concebido um ciclo de ensaios para permitir medir essas emissões.

Artigo 4.º

A presente directiva entra em vigor na data da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia*.

Artigo 5.º

Os Estados-Membros são os destinatários da presente directiva.

Feito em Bruxelas, em 9 de Dezembro de 2002.

Pelo Parlamento Europeu

O Presidente

P. COX

Pelo Conselho

O Presidente

H. C. SCHMIDT

ANEXO

1. O anexo I é alterado do seguinte modo:

a) A primeira frase do ponto 1 «Âmbito de aplicação» passa a ter a seguinte redacção:

«A presente directiva aplica-se a todos os motores a instalar em máquinas móveis não rodoviárias e a motores secundários instalados em veículos destinados ao transporte rodoviário de passageiros ou mercadorias.»;

b) Os pontos A, B, C, D e E do ponto 1 passam a ter a seguinte redacção:

«A. Serem destinadas e adequadas para se movimentarem ou serem movimentadas no solo, com ou sem estrada, e para serem equipadas com:

i) Motores de ignição por compressão de potência útil, conforme definida no ponto 2.4, superior a 18 kW mas não superior a 560 kW, e que funcionem em regime intermitente e não a uma dada velocidade constante.

As máquinas cujos motores

(resto sem alterações até

“— gruas automóveis”);

ou

ii) Motores de ignição por compressão de potência útil, conforme definida no ponto 2.4, superior a 18 kW mas não superior a 560 kW, e que funcionem em regime constante. Os valores-limite são aplicáveis apenas a partir de 31 de Dezembro de 2006;

As máquinas cujos motores são abrangidos pela presente definição incluem, de forma não exaustiva:

— compressores de gás,

— geradores com carga intermitente incluindo refrigeradores e máquinas de soldar,

— bombas de água, e

— equipamentos mecânicos para relevados, destroçadores, equipamentos de remoção de neve, varredouras;

ou

iii) Motores de ignição comandada, a gasolina, de potência útil, conforme definida no ponto 2.4, não superior a 19 kW.

As máquinas cujos motores são abrangidos pela presente definição incluem, de forma não exaustiva:

— máquinas de cortar relva,

— moto-serras,

— geradores,

— bombas de água,

— máquinas de cortar sebes.

A presente directiva não se aplica a:

B. Navios.

C. Locomotivas de caminho-de-ferro.

D. Aeronaves.

E. Veículos recreativos, como por exemplo

— motos de neve,

— motociclos de competição não rodoviários,

— veículos todo o terreno;»;

- c) O ponto 2 é alterado do seguinte modo:
- no final da nota de pé-de-página 2 do ponto 2.4 é aditado o seguinte:
«excepto no que diz respeito às ventoinhas de arrefecimento de motores arrefecidos por ar instaladas directamente na cambota (ver apêndice 3 do anexo VII).»,
 - no ponto 2.8 é aditado o seguinte travessão:
«— para os motores a ensaiar com o ciclo G1, a velocidade intermédia deve ser 85 % da velocidade nominal máxima (ver ponto 3.5.1.2. do anexo IV).»,
 - são aditados os seguintes pontos:
 - «2.9. “Parâmetro ajustável”, qualquer dispositivo, sistema ou elemento de projecto fisicamente ajustável que pode afectar as emissões ou o comportamento funcional do motor durante os ensaios de emissões ou o funcionamento normal.
 - 2.10. “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.
 - 2.11. “Motor de ignição comandada”, um motor que trabalha segundo o princípio da ignição comandada (por faísca).
 - 2.12. “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.
 - 2.13. “Sistema de controlo das emissões”, qualquer dispositivo, sistema ou elemento de projecto que controla ou reduz as emissões.
 - 2.14. “Sistema de combustível”, todos os componentes envolvidos na medição e mistura do combustível.
 - 2.15. “Motor secundário”, um motor instalado num veículo a motor, mas que não fornece potência motriz ao veículo.
 - 2.16. “Duração do modo”, o tempo que decorre entre o abandono da velocidade e/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 e/ou binário e a estabilização no início de cada modo.»
 - o ponto 2.9 passa a ponto 2.17 e os actuais pontos 2.9.1 a 2.9.3 passam, respectivamente, a pontos 2.17.1 a 2.17.3;
- d) O ponto 3 é alterado do seguinte modo:
- o ponto 3.1 passa a ter a seguinte redacção:
«3.1. Os motores de ignição por compressão homologados de acordo com a presente directiva devem ostentar:»,
 - o ponto 3.1.3 é alterado do seguinte modo:
«anexo VII» é substituído por «anexo VIII»,
 - é aditado um novo ponto 3.2 com a seguinte redacção:
«3.2. Os motores de ignição comandada homologados de acordo com a presente directiva devem ostentar:
 - 3.2.1. A marca ou firma do fabricante do motor.
 - 3.2.2. O número de homologação CE, conforme definido no anexo VIII;»,
 - os actuais pontos 3.2 a 3.6 passam a pontos 3.3 a 3.7,
 - o ponto 3.7 é alterado do seguinte modo: «anexo VI» é substituído por «anexo VII»;

e) O ponto 4 é alterado do seguinte modo:

- é aditada a rubrica: «4.1. Motores de ignição por compressão»,
- o ponto 4.1 passa a ponto 4.1.1 e a referência aos pontos 4.2.1 e 4.2.3 é substituída por uma referência aos pontos 4.1.2.1 e 4.1.2.3,
- o ponto 4.2 passa a ponto 4.1.2 e é alterado do seguinte modo: «anexo V» é substituído por «anexo VI»,
- o ponto 4.2.1 passa a ponto 4.1.2.1; o ponto 4.2.2 passa a ponto 4.1.2.2 e a referência ao ponto 4.2.1 é substituída por uma referência ao ponto 4.1.2.1; os pontos 4.2.3 e 4.2.4 passam a pontos 4.1.2.3 e 4.1.2.4;

f) É aditado o seguinte ponto:

«4.2 Motores de ignição comandada

4.2.1. 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 da presente directiva.

As medidas técnicas tomadas pelo fabricante devem ser de modo a assegurar que as emissões acima mencionadas sejam efectivamente limitadas, nos termos da presente directiva, durante a vida normal do motor e em condições normais de utilização de acordo com o apêndice 4 do anexo IV.

4.2.2. Especificações relativas às emissões de poluentes

Os componentes gasosos emitidos pelo motor submetido a ensaio devem ser medidos através dos métodos descritos no anexo VI (e devem incluir qualquer dispositivo de pós-tratamento).

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

- no que diz respeito às emissões gasosas medidas nos gases de escape brutos, o sistema indicado na figura 2 do anexo VI.
- 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 VI.

4.2.2.1. Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos e de óxidos de azoto e a soma dos valores das emissões de hidrocarbonetos e óxidos de azoto obtidos para a fase I não devem exceder os valores indicados no quadro a seguir:

Fase I

Classe	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO _x) (g/kWh)	Soma das emissões de hidrocarbonetos e de óxidos de azoto (g/kWh)
				HC + NO _x
SH:1	805	295	5,36	
SH:2	805	241	5,36	
SH:3	603	161	5,36	
SN:1	519			50
SN:2	519			40
SN:3	519			16,1
SN:4	519			13,4

- 4.2.2.2. Os valores das emissões de monóxido de carbono e a soma das emissões de hidrocarbonetos e óxidos de azoto obtidos não devem exceder, para a fase II, os valores indicados no quadro a seguir:

Fase II (*)

Classe	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Soma das emissões de hidrocarbonetos e de óxidos de azoto (g/kWh)
		HC + NO _x
SH:1	805	50
SH:2	805	50
SH:3	603	72
SN:1	610	50,0
SN:2	610	40,0
SN:3	610	16,1
SN:4	610	12,1

Os valores das emissões de NO_x para todas as classes de motores não devem exceder 10 g/kWh.

- 4.2.2.3. Não obstante a definição de “motor de mão” dada no artigo 2.º da presente directiva, os motores a dois tempos utilizados nos lança-neve apenas têm de satisfazer as normas das classes SH:1, SH:2 ou SH:3.

(*) Ver anexo 4, apêndice 4: incluem-se os factores de deterioração.»;

- g) Os pontos 6.3 a 6.9 são substituídos pelos pontos seguintes:

«6.3. Cilindrada unitária, compreendida entre 85 % e 100 % da maior cilindrada dentro da família de motores.

6.4. Método de aspiração do ar.

6.5. Tipo de combustível:

- combustível para motores diesel,
- gasolina.

6.6. Tipo/concepção da câmara de combustão.

6.7. Válvulas e janelas — configuração, dimensões e número.

6.8. Sistema de combustível:

para o combustível para motores diesel

- bomba-tubagem-injector,
- bomba em linha,
- bomba distribuidora,
- elemento único,
- injector unitário.

para a gasolina

- carburador,
- injeção indirecta (no colector de admissão),
- injeção directa.

6.9. Características várias:

- recirculação dos gases de escape,
- injeção/emulsão de água,
- injeção de ar,
- sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação,
- tipo de ignição [por compressão, por faísca (comandada)].

6.10. Pós-tratamento dos gases de escape

- catalizador de oxidação
- catalizador de redução
- catalizador de três vias
- reactor térmico
- colector de partículas;

2. O anexo II é alterado do seguinte modo:

a) O quadro do apêndice 2 é alterado do seguinte modo:

A expressão «Débito de combustível por curso (mm³)» nas linhas 3 e 6 é substituída pela expressão: «Débito de combustível por curso (mm³) para os motores diesel, caudal de combustível (g/h) para os motores a gasolina»;

b) O apêndice 3 é alterado do seguinte modo:

— o título do ponto 3 passa a ser «ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL PARA OS MOTORES DIESEL»,

— é aditado um ponto 4 com a seguinte redacção:

«4. SISTEMA DE COMBUSTÍVEL PARA OS MOTORES A GASOLINA

4.1. Carburador

4.1.1. Marca(s):

4.1.2. Tipo(s):

4.2. Injeção no colector de admissão (injeção indirecta): ponto único ou multiponto

4.2.1. Marca(s):

4.2.2. Tipo(s):

4.3. Injeção directa

4.3.1. Marca(s):

4.3.2. Tipo(s):

4.4. Caudal de combustível [g/h] e razão ar/combustível à velocidade nominal e com o acelerador totalmente aberto»,

— o actual ponto 4 passa a ponto 5 e é alterado do seguinte modo:

«5.3. Sistema variável de regulação das válvulas (se aplicável, e se à admissão e/ou ao escape)

5.3.1. Tipo: contínuo ou ligado/desligado

5.3.2. Ângulo de fase da came»,

— é aditado um ponto 6 com a seguinte redacção:

«6. CONFIGURAÇÃO DAS JANELAS DE ADMISSÃO E DE ESCAPE

6.1. Posição, dimensão e número»,

— é aditado um ponto 7 com a seguinte redacção:

- «7. SISTEMA DE IGNIÇÃO
- 7.1. Bobina de ignição
- 7.1.1. Marca(s):
- 7.1.2. Tipo(s):
- 7.1.3. Número:
- 7.2. Vela(s) de ignição:
- 7.2.1. Marca(s):
- 7.2.2. Tipo(s):
- 7.3. Magneto:
- 7.3.1. Marca(s):
- 7.3.2. Tipo(s):
- 7.4. Regulação da ignição:
- 7.4.1. Avanço estático em relação ao ponto morto superior (gnaus de âgulo da cambota)
- 7.4.2. Curva de avanço, se aplicável: ».

3. O anexo III é alterado do seguinte modo:

a) O título passa a ter a seguinte redacção:

«MÉTODO DE ENSAIO — MOTORES C.I.»;

b) O ponto 2.7 é alterado do seguinte modo:

«anexo VI» é substituído por «anexo VII» e «anexo IV» é substituído por «anexo V»;

c) O ponto 3.6 é alterado do seguinte modo:

— os pontos 3.6.1 e 3.6.1.1 passam a ter a seguinte redacção:

«3.6.1. Especificações do equipamento em conformidade com o ponto 1A do anexo I:

3.6.1.1. Especificação A: para os motores incluídos na subalínea i) do ponto 1A do anexo I, deve ser utilizado o seguinte ciclo de oito modos (*) no funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar: (quadro sem alterações).

(*) Idêntico ao ciclo C1 do projecto de norma ISO 8178-4.».

— é aditado o seguinte ponto:

«3.6.1.2. Especificação B. Relativamente aos motores incluídos na subalínea ii) do ponto 1A, deve ser utilizado o seguinte ciclo de cinco modos ⁽¹⁾ no funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar:

Número do modo	Velocidade do motor	Percentagem de carga	Factor de ponderação
1	Nominal	100	0,05
2	Nominal	75	0,25
3	Nominal	50	0,3
4	Nominal	25	0,3
5	Nominal	10	0,1

Os valores da 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 intervalos de manutenção indicados e nas condições ambientais declaradas, sendo a manutenção efectuada de acordo com o prescrito pelo fabricante ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Idêntico ao ciclo D2 da norma ISO 8178-4: 1996 (E).

⁽²⁾ Para uma melhor ilustração da definição de potência primária, ver a figura 2 da norma ISO 8528-1: 1993 (E).»,

— o ponto 3.6.3 passa a ter a seguinte redacção:

«3.6.3. Sequência do ensaio

Dá-se início à sequência do ensaio. O ensaio deve ser executado pela ordem crescente dos números dos modos conforme indicado acima nos ciclos de ensaio.

Durante cada modo do dado ciclo de ensaio após ... (resto sem alterações).»;

d) O apêndice 1 é alterado do seguinte modo:

Nos pontos 1 e 1.4.3, «anexo V» é substituído por «anexo VI».

4. É aditado o seguinte anexo:

«ANEXO IV

MÉTODO DE ENSAIO PARA OS MOTORES DE IGNIÇÃO COMANDADA

1. INTRODUÇÃO

1.1. O presente anexo descreve o método de determinação das emissões de poluentes gasosos pelos motores a ensaiar.

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

2. CONDIÇÕES DE ENSAIO

2.1. **Condições de ensaio do motor**

Medem-se a temperatura absoluta (T_a) do ar do motor na entrada 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 a seguinte disposição:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1,2} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,6}$$

2.1.1. *Validade do ensaio*

Para que um ensaio seja reconhecido como válido, o parâmetro f_a deve satisfazer a seguinte razão:

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07$$

2.1.2. *Motores com arrefecimento do ar de sobrealimentação*

Registam-se a temperatura do fluido de arrefecimento e a temperatura do ar de sobrealimentação.

2.2. **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 menos de 10 % do limite superior especificado pelo fabricante para um filtro de ar novo às condições de funcionamento do motor especificadas pelo fabricante de modo a obter-se um caudal máximo de ar na respectiva utilização do motor.

Relativamente a pequenos motores de ignição comandada (cilindrada < 1 000 cm³), utiliza-se um sistema representativo do motor instalado.

2.3. Sistema de escape do motor

O motor a ensaiar deve ser equipado com um sistema de escape que apresente uma contrapressão no escape não superior a menos de 10 % do limite superior especificado pelo fabricante para as condições normais de funcionamento, de modo a obter-se a potência máxima declarada na respectiva utilização do motor.

Relativamente a pequenos motores de ignição comandada (cilindrada < 1 000 cm³), utiliza-se um sistema representativo do motor instalado.

2.4. Sistema de arrefecimento

Deve ser utilizado um sistema de arrefecimento do motor com capacidade suficiente para manter o motor às temperaturas normais de funcionamento prescritas pelo fabricante. Esta disposição é aplicável a unidades que é necessário separar a fim de se proceder à medição da potência, como é o caso dos ventiladores em que a ventoinha (de arrefecimento) do ventilador tem de ser desmontada para se ter acesso à cambota.

2.5. Lubrificante

Deve ser utilizado um óleo lubrificante que satisfaça as especificações do fabricante para um determinado motor e utilização pretendida. Os fabricantes devem usar lubrificantes de motor representativos dos disponíveis no comércio.

As especificações do lubrificante utilizado no ensaio devem ser registadas no ponto 1.2 do apêndice 2 do anexo VII relativamente aos motores de ignição comandada e apresentadas juntamente com os resultados do ensaio.

2.6. Carburadores ajustáveis

Em motores com carburadores ajustáveis numa gama limitada, o ensaio deve ser efectuado em ambos os extremos do ajustamento.

2.7. Combustível de ensaio

O combustível deve ser o combustível de referência especificado no anexo V.

O índice de octanas e a densidade do combustível de referência utilizado no ensaio devem ser registados no ponto 1.1.1 do apêndice 2 do anexo VII relativamente aos motores de ignição comandada.

Relativamente a motores a dois tempos, a razão da mistura de combustível/óleo deve ser a recomendada pelo fabricante. A percentagem de óleo na mistura de combustível/óleo que alimenta os motores a dois tempos e a densidade resultante do combustível devem ser registadas no ponto 1.1.4 do apêndice 2 do anexo VII relativamente aos motores de ignição comandada.

2.8. Determinação das regulações do dinamómetro

As medições das emissões basear-se-ão na potência não corrigida do freio. 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. Nos casos em que os dispositivos auxiliares não tenham sido retirados, será determinada 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 (por exemplo, ventoinhas de arrefecimento em motores arrefecidos a ar).

As regulações da restrição à admissão e da contrapressão no tubo de escape devem ser ajustadas, em motores nos quais é possível efectuar esse ajustamento, de acordo com os limites superiores especificados pelo fabricante, em conformidade com o indicado nos pontos 2.2 e 2.3. Os valores do binário máximo às velocidades de ensaio especificadas devem ser determinados 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:

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

em que:

S regulação do dinamómetro [kW]

P_M potência máxima observada ou declarada à velocidade de ensaio nas condições de ensaio (ver apêndice 2 do anexo VII) [kW]

P_{AE} potência total declarada absorvida por eventuais auxiliares instalados para o ensaio [kW] e não exigidos pelo apêndice 3 do anexo VII.

L percentagem do binário especificada para o modo de ensaio.

Se a relação

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

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

3. ENSAIO

3.1. 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 caudal para a diluição dos gases de escape, o tubo de escape deve ser ligado ao sistema.

3.2. 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 à velocidade nominal (ponto 3.5.2).

3.3. Ajustamento da razão de diluição

A razão total de diluição não deve ser inferior a quatro.

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 medidas das concentrações de fundo de CO_2 ou NO_x do ar de diluição antes e após o ensaio não devem exceder, respectivamente, um intervalo de 100 ppm ou 5 ppm entre si.

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.

3.4. Verificação dos analisadores

Os analisadores das emissões devem ser colocados em zero e calibrados.

3.5. Ciclo do ensaio

3.5.1. Especificação das máquinas de acordo com a subalínea iii) do ponto 1.A do anexo I.

No tocante ao funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar, devem ser utilizados os seguintes ciclos de ensaio, consoante o tipo de máquinas:

Ciclo D ⁽¹⁾: motores com velocidade constante e carga intermitente, tais como geradores;

Ciclo G1: aplicações à velocidade intermédia das máquinas não de mão;

Ciclo G2: aplicações à velocidade nominal das máquinas não de mão;

Ciclo G3: aplicações das máquinas de mão.

⁽¹⁾ Idêntico ao ciclo D2 da norma ISO 8168-4: 1996(E).

3.5.1.1. Modos de ensaio e factores de ponderação

Ciclo D											
Número do modo	1	2	3	4	5						
Velocidade do motor	Velocidade nominal					Intermédia					Marcha lenta sem carga
Carga ⁽¹⁾ %	100	75	50	25	10						
Factor de ponderação	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1						

Ciclo G1											
Número do modo						1	2	3	4	5	6
Velocidade do motor	Velocidade nominal					Velocidade intermédia					Marcha lenta sem carga
Carga %						100	75	50	25	10	0
Factor de ponderação						0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05

Ciclo G2											
Número do modo	1	2	3	4	5						6
Velocidade do motor	Velocidade nominal					Velocidade intermédia					Marcha lenta sem carga
Carga %	100	75	50	25	10						0
Factor de ponderação	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07						0,05

Ciclo G3											
Número do modo	1										2
Velocidade do motor	Velocidade nominal					Velocidade intermédia					Marcha lenta sem carga
Carga %	100										0
Factor de ponderação	0,85 (*)										0,15 (*)

(¹) Os valores da 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 intervalos de manutenção indicados e nas condições ambientais declaradas, sendo a manutenção efectuada de acordo com o prescrito pelo fabricante. Para uma melhor ilustração da definição de potência primária, ver a figura 2 da norma ISO 8528-1: 1993(E).

(*) Na fase I pode-se utilizar 0,90 e 0,10 em vez de 0,85 e 0,15, respectivamente.

3.5.1.2. Selecção de um ciclo de ensaio adequado

Caso seja conhecida a utilização final principal de um tipo de motor, então o ciclo de ensaio pode ser seleccionado com base nos exemplos apresentados no ponto 3.5.1.3. Caso a utilização final principal de um tipo de motor seja incerta, então o ciclo de ensaio adequado deve ser seleccionado com base nas especificações do motor.

3.5.1.3. Exemplos (lista não exaustiva)

Exemplos típicos são:

Ciclo D:

Geradores com carga intermitente, incluindo geradores a bordo de navios e comboios (não para fins de propulsão), unidades de refrigeração, máquinas de soldar;

Compressores de gás.

Ciclo G1:

Motores à frente ou atrás de máquinas de cortar relva;

Carros de *golf*;

Varredouras de relvados;

Máquinas de cortar relva rotativas ou de cilindro controladas por condutor apeado;

Equipamentos de remoção de neve;

Máquinas de eliminação de resíduos.

Ciclo G2:

Geradores portáteis, bombas, máquinas de soldar e compressores de ar;

Pode também incluir equipamentos para jardins e relvados que funcionam à velocidade nominal do motor.

Ciclo G3:

Sopradoras;

Moto-serras;

Máquinas de cortar sebes;

Serras portáteis;

Escarificadores rotativos;

Pulverizadores;

Máquinas de aparar relva;

Equipamento sob vácuo.

3.5.2. *Condicionamento do motor*

O aquecimento do motor e do sistema deve ser efectuado 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.

3.5.3. *Sequência do ensaio*

Os ciclos de ensaio G1, G2 ou G3 devem ser executados pela ordem crescente dos números dos modos do ciclo em questão. O período mínimo de recolha de amostras de cada modo será de 180 segundos. Os valores das concentrações das emissões pelo escape devem ser medidos e registados durante os últimos 120 segundos do respectivo período de recolha de amostras. Para cada ponto de medida, o modo terá uma duração suficiente para o motor atingir a estabilidade térmica antes do início da recolha de amostras. A duração do modo deve ser registada e incluída num relatório.

- a) Para motores sujeitos a ensaio com a configuração de ensaio de controlo da velocidade do dinamómetro: durante cada modo do ciclo de ensaio 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 medidas estiverem a ser efectuadas não divirja mais de $\pm 2\%$ do binário máximo à velocidade de ensaio.
- b) Para motores sujeitos a ensaio com a configuração de ensaio de controlo da carga do dinamómetro: durante cada modo do ciclo de ensaio após o período inicial de transição, mantém-se a velocidade especificada a $\pm 2\%$ da velocidade nominal ou $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, conforme o que for maior, mas será de qualquer forma mantida a $\pm 5\%$, excepto para a marcha lenta sem carga, que deve estar dentro das tolerâncias declaradas pelo fabricante.

Durante cada modo do ciclo de ensaio em que o binário prescrito é igual ou superior a 50 % do binário máximo à velocidade de ensaio, o binário médio especificado durante o período de aquisição de dados será mantido a $\pm 5\%$ do binário prescrito. Durante os modos do ciclo de ensaio em que o binário prescrito é inferior a 50 % do binário máximo à velocidade de ensaio, o binário médio especificado durante o período de aquisição de dados será mantido a $\pm 10\%$ do binário prescrito ou a $\pm 0,5 \text{ Nm}$, consoante o valor que for maior.

3.5.4. *Resposta do analisador*

Os resultados fornecidos pelos analisadores devem ser registados por um registador de agulhas ou medidos com um sistema equivalente de aquisição de dados, devendo os gases de escape passar através dos analisadores pelo menos durante os últimos 180 segundos de cada modo. Se for aplicada a recolha de amostras em sacos para a medição do CO e do CO₂ diluídos (ver ponto 1.4.4 do apêndice 1), deve ser recolhida uma amostra num saco durante os últimos 180 segundos de cada modo, sendo a amostra analisada e os respectivos resultados registados.

3.5.5. *Parâmetros do motor*

A velocidade e a carga, a temperatura do ar de admissão e o caudal de combustível do motor devem ser medidos para cada modo logo que o motor se tenha estabilizado. Quaisquer outros dados necessários para os cálculos devem ser registados (ver pontos 1.1 e 1.2 do apêndice 3).

3.6. **Reverificação dos analisadores**

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

Apêndice 1

1. MÉTODOS DE MEDIÇÃO E DE RECOLHA DE AMOSTRAS

Os componentes gasosos emitidos pelo motor submetido a ensaio devem ser medidos através dos métodos descritos no anexo VI. Os métodos do anexo VI descrevem os sistemas analíticos recomendados para as emissões gasosas (ponto 1.1).

1.1. **Especificação do dinamómetro**

Deve utilizar-se um dinamómetro para motores com características adequadas para a realização dos ciclos de ensaio descritos no ponto 3.5.1 do anexo IV. A instrumentação para a medição do binário e da velocidade deve permitir a medição da potência no veio dentro dos limites estabelecidos. 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 estabelecidas no ponto 1.3.

1.2. Caudal de combustível e caudal total diluído

Devem ser usados caudalímetros de combustível com a precisão definida no ponto 1.3 para medir o caudal de combustível que será utilizado para calcular as emissões (apêndice 3). Ao utilizar um sistema de diluição do caudal total, deve-se medir o caudal total dos gases de escape diluídos (G_{TOTW}) com um PDP ou CFV — ponto 1.2.1.2 do anexo VI. A precisão deve estar em conformidade com as disposições do ponto 2.2 do apêndice 2 do anexo III.

1.3. Precisão

A calibragem de todos os instrumentos de medida deve ser feita com base em normas nacionais (internacionais) e satisfazer os requisitos estabelecidos nos quadros 2 e 3.

Quadro 2 — Desvios admissíveis de instrumentos para parâmetros relacionados com os motores

N.º	Elemento	Desvios admissíveis
1	Velocidade de rotação	$\pm 2\%$ da leitura ou $\pm 1\%$ do valor máximo do motor, conforme o que for maior
2	Binário	$\pm 2\%$ da leitura ou $\pm 1\%$ do valor máximo do motor, conforme o que for maior
3	Consumo de combustível ^(a)	$\pm 2\%$ do valor máximo do motor
4	Consumo de ar ^(a)	$\pm 2\%$ da leitura ou $\pm 1\%$ do valor máximo do motor, conforme o que for maior

^(a) Os cálculos das emissões de escape descritos na presente directiva baseiam-se, em alguns casos, em diferentes métodos de medida e/ou cálculo. Devido às tolerâncias totais limitadas para o cálculo das emissões do escape, os valores admissíveis para alguns elementos, utilizados nas equações adequadas, devem ser inferiores às tolerâncias admissíveis estabelecidas na norma ISO 3046-3.

Quadro 3 — Desvios admissíveis de instrumentos para outros parâmetros essenciais

N.º	Elemento	Desvios admissíveis
1	Temperaturas ≤ 600 K	± 2 K absolutos
2	Temperaturas ≥ 600 K	$\pm 1\%$ da leitura
3	Pressão dos gases de escape	$\pm 0,2$ kPa absolutos
4	Depressão no interior do colector de admissão	$\pm 0,05$ kPa absolutos
5	Pressão atmosférica	$\pm 0,1$ kPa absolutos
6	Outras pressões	$\pm 0,1$ kPa absolutos
7	Humidade relativa	$\pm 3\%$ absolutos
8	Humidade absoluta	$\pm 5\%$ da leitura
9	Caudal do ar de diluição	$\pm 2\%$ da leitura
10	Caudal dos gases de escape diluídos	$\pm 2\%$ 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 (ponto 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 (computadores, 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 calibragem — ponto 1.5.5.2 do apêndice 2 do presente anexo.

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

1.4.1.1. Precisão

O desvio do analisador relativamente ao ponto de calibragem nominal não pode ser superior a $\pm 2\%$ da leitura em toda a gama de medição com excepção do zero, e a $\pm 0,3\%$ da escala completa no zero. A precisão será determinada de acordo com os requisitos de calibragem estabelecidos no ponto 1.3.

1.4.1.2. Repetibilidade

A repetibilidade, definida como 2,5 vezes o desvio-padrão de dez respostas consecutivas a um determinado gás de calibragem, não deve ser superior a $\pm 1\%$ da concentração máxima para cada gama utilizada acima de 100 ppm (ou ppm) ou a $\pm 2\%$ de cada gama utilizada abaixo de 100 ppm (ou ppm C).

1.4.1.3. Ruído

A resposta pico a pico do analisador a gases de colocação no zero e de calibragem 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

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. O desvio do zero durante um período de uma hora deve ser inferior a 2 % da escala completa na gama mais baixa utilizada.

1.4.1.5. Desvio de calibragem

A resposta à calibragem é definida como a resposta média, incluindo o ruído, a um gás de calibragem durante um intervalo de tempo de 30 segundos. O desvio da resposta de calibragem durante um período de uma hora deve ser inferior a 2 % da escala completa na gama mais baixa utilizada.

1.4.2. Secagem do gás

Os gases de escape podem ser medidos secos ou húmidos. O dispositivo de secagem do gás, caso seja utilizado, 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 pontos 1.4.3.1 a 1.4.3.5 do presente apêndice descrevem os princípios de medição a utilizar. O anexo VI 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 não dispersivo de absorção no infravermelho (NDIR).

1.4.3.2. Análise do dióxido de carbono (CO₂)

O analisador de dióxido de carbono deve ser do tipo não dispersivo de absorção no infravermelho (NDIR).

1.4.3.3. Análise do oxigénio (O₂)

Os analisadores de oxigénio devem ser do tipo detector paramagnético (PMD), de dióxido de zircónio (ZRDO) ou sensor electroquímico (ECS).

Nota: Os sensores de dióxido de zircónio não são recomendados quando as concentrações de HC e CO são elevadas, como acontece nos motores de ignição comandada de mistura pobre. Os sensores electroquímicos devem ser compensados quanto a interferências de CO₂ e NO_x.

1.4.3.4. Análise dos hidrocarbonetos (HC)

Para recolha directa de amostras de gás, o analisador de hidrocarbonetos deve ser do tipo aquecido de ionização por chama (HFID) com detector, válvulas, tubagens, etc., aquecidos de modo a manter a temperatura do gás a 463 K ± 10 K (190 ± 10 °C).

Para recolha de amostras de gás diluído, o analisador de hidrocarbonetos deve ser do tipo detector aquecido de ionização por chama (HFID) ou do tipo detector de ionização por chama (FID).

1.4.3.5. Análise dos óxidos de azoto (NO_x)

O analisador de óxidos de azoto deve ser do tipo de quimioluminiscência (CLD) ou do tipo de quimioluminiscência aquecido (HCLD) com conversor NO₂/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 (ponto 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. Recolha de amostras das emissões gasosas

Caso a composição do gás de escape seja afectada por um sistema de pós-tratamento do escape, a amostra dos gases de escape deverá ser recolhida a jusante desse dispositivo.

A sonda de recolha de amostras de gases de escape deve ser colocada num lado de pressão elevada do silencioso, mas tão longe quanto possível do colector de escape. Para assegurar a mistura completa dos gases de escape do motor antes da extracção da amostra, pode opcionalmente ser inserida uma câmara de mistura entre a saída do silencioso e a sonda de recolha. O volume interno da câmara de mistura não deve ser superior a 10 vezes a cilindrada do motor em ensaio e deve apresentar dimensões aproximadamente iguais em altura, largura e profundidade, ou seja, deve ser semelhante a um cubo. A dimensão da câmara de mistura deve ser tão pequena quanto possível e deve estar acoplada tão perto quanto possível do motor. A linha de escape que sai da câmara de mistura ou do silenciador deve prolongar-se até uma distância mínima de 610 mm do local da sonda de recolha e ter uma dimensão suficiente para minimizar a contrapressão. A temperatura da superfície interna da câmara de mistura deve ser mantida a uma temperatura superior ao ponto de condensação dos gases de escape, recomendando-se uma temperatura mínima de 338 K (65 °C).

Todos os componentes podem ser facultativamente medidos directamente no túnel de diluição ou através da recolha de amostras para um saco e subsequente medição da concentração no saco de recolha de amostras.

Apêndice 2

1. CALIBRAGEM 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 calibragem a utilizar para os analisadores indicados no ponto 1.4.3 do apêndice 1 está descrito no presente ponto.

1.2. Gases de calibragem

O prazo de conservação de todos os gases de calibragem deve ser respeitado.

A data de termo 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:

- azoto purificado (contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
- oxigénio purificado (pureza $> 99,5$ % vol O₂)
- mistura hidrogénio-hélio (40 % \pm 2 % de hidrogénio, restante hélio); contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO₂
- ar de síntese purificado (contaminação ≤ 1 ppmC, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO (teor de oxigénio entre 18 e 21 % vol).

1.2.2. *Gases de calibragem*

Devem estar disponíveis misturas de gases com as seguintes composições químicas:

- C₃H₈ e ar de síntese purificado (ver ponto 1.2.1),
- CO e azoto purificado,
- NO_x e azoto purificado (a quantidade de NO₂ contida neste gás de calibragem não deve exceder 5 % do teor de NO),
- CO₂ e azoto purificado,
- CH₄ e ar de síntese purificado,
- C₂H₆ 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 calibragem deve ser o valor nominal com uma tolerância de ± 2 %. Todas as concentrações dos gases de calibragem devem ser indicadas em volume (percentagem ou ppm em volume).

Os gases utilizados para a calibragem podem também ser obtidos através de dispositivos de mistura de gases de grande precisão (misturadores-doseadores de gases), por diluição de N₂ purificado ou de ar de síntese purificado. A precisão do dispositivo misturador deve ser tal que a concentração dos gases de calibragem diluídos possa ser determinada com uma aproximação de $\pm 1,5$ %. Esta precisão implica que os gases primários utilizados para a mistura devem ser conhecidos com uma precisão mínima de ± 1 %, com base em normas nacionais ou internacionais sobre gases. A verificação será efectuada entre 15 e 50 % da escala completa relativamente a cada calibragem que inclua um dispositivo de mistura.

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 calibragem do instrumento deve ser ajustado com o gás de calibragem directamente ligado ao instrumento. O dispositivo de mistura deve ser verificado com as regulações utilizadas e o valor nominal será comparado com a concentração medida pelo instrumento. Esta diferença deve, em cada ponto, situar-se a $\pm 0,5$ % do valor nominal.

1.2.3. *Gases de verificação da interferência do oxigénio*

Os gases de verificação da interferência do oxigénio devem conter propano com uma concentração de C de 350 ppm \pm 75 ppm. O valor da concentração deve ser determinado com as tolerâncias para os gases de calibragem através de análise cromatográfica dos hidrocarbonetos totais acrescidos de impurezas ou através de mistura dinâmica. O azoto deve ser o solvente predominante, sendo o restante oxigénio. A mistura exigida para o ensaio de motores a gasolina é a seguinte:

Concentração de interferência do O ₂	Balanço
10 (9 a 11)	Azoto
5 (4 a 6)	Azoto
0 (0 a 1)	Azoto

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 pontos 1.4 a 1.9. Relativamente a instrumentos de laboratório como os de cromatografia em fase gasosa (GC) e de cromatografia líquida de alta resolução (HPLC), apenas é aplicável o ponto 1.5.4.

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 debitómetros 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.

Em alternativa, o sistema pode ser evacuado até uma pressão mínima de 20 kPa de vácuo (80 kPa absolutos). Após um período inicial de estabilização, o aumento de pressão δp (kPa/min) no sistema não deve exceder:

$$\delta p = p/V_{\text{syst}} \times 0,005 \times fr$$

em que:

V_{syst} = volume do sistema [l]

fr = caudal do sistema [l/min]

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

1.5. **Processo de calibragem**

1.5.1. *Conjunto do instrumento*

O conjunto do instrumento deve ser calibrado, sendo as curvas de calibragem 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 ser conforme 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 do analisador HFID otimizada (ponto 1.9.1).

1.5.4. *GC e HPLC*

Ambos os instrumentos devem ser calibrados de acordo com as boas práticas laboratoriais e as recomendações do fabricante.

1.5.5. *Estabelecimento das curvas de calibragem*

1.5.5.1. *Orientações gerais*

- a) Calibra-se cada uma das gamas de funcionamento normalmente utilizadas.
- b) Utilizando ar de síntese purificado (ou azoto), põe-se em zero os analisadores de CO, CO₂, NO_x e HC.

- c) Introduzem-se os gases de calibragem adequados nos analisadores, sendo os valores registados e as curvas de calibragem estabelecidas.
- d) Para todas as gamas do instrumento, com excepção da mais baixa, a curva de calibragem será estabelecida no mínimo em 10 pontos de calibragem (excluindo o zero) a intervalos iguais. Relativamente à gama mais baixa do instrumento, a curva de calibragem será estabelecida no mínimo em 10 pontos de calibragem (excluindo o zero) a intervalos que permitam que metade dos pontos de calibragem se situem abaixo de 15 % da escala completa do analisador e os restantes se situem 15 % acima da escala completa. Para todas as gamas, a concentração nominal mais elevada deve ser igual ou superior a 90 % da escala completa;
- e) A curva de calibragem será calculada pelo método dos quadrados mínimos. Pode-se utilizar uma equação de correlação linear ou não linear;
- f) Os pontos de calibragem não devem diferir da linha de correlação dos quadrados mínimos em mais de $\pm 2\%$ da leitura ou em $\pm 0,3\%$ da escala completa, conforme o valor que for maior;
- g) Verifica-se novamente a regulação do zero e repete-se, se necessário, o processo de calibragem.

1.5.5.2. Métodos alternativos

Podem ser utilizadas outras técnicas (por exemplo, computadores, comutadores de gama controlados electronicamente, etc.) se se puder provar que fornecem uma exactidão equivalente.

1.6. Verificação da calibragem

Cada gama de funcionamento normalmente utilizada deve ser verificada antes de cada análise de acordo com o processo a seguir indicado.

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

Se, para dois pontos dados, o valor encontrado não diferir do valor de referência declarado em mais de $\pm 4\%$ da escala completa, os parâmetros de ajustamento podem ser modificados. Se não for esse o caso, o gás de calibragem deve ser verificado ou deve ser estabelecida uma nova curva de calibragem de acordo com o ponto 1.5.5.1.

1.7. Calibragem do analisador do gás marcador para medições do caudal dos gases de escape

O analisador para medição da concentração de gás marcador devem ser calibrados utilizando o gás padrão.

A curva de calibragem será estabelecida no mínimo em 10 pontos de calibragem (excluindo o zero) a intervalos que permitam que metade dos pontos de calibragem 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 calibragem será calculada pelo método dos quadrados mínimos.

A curva de calibragem não deve afastar-se mais de $\pm 1\%$ da escala completa relativamente ao valor nominal de cada ponto de calibragem, na gama de 20 % a 100 % da escala completa. A curva de calibragem 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 calibragem cujo valor nominal seja superior a 80 % da escala completa do analisador.

1.8. Ensaio de eficiência do conversor de NO_x

A eficiência do conversor utilizado para a conversão de NO_2 em NO é ensaiada conforme indicado nos pontos 1.8.1 a 1.8.8 (figura 1 do apêndice 2 do anexo III).

1.8.1. Instalação de ensaio

Usando a instalação de ensaio indicada na figura 1 do anexo III e o método abaixo indicado, a eficiência dos conversores pode ser ensaiada através de um ozonizador.

1.8.2. *Calibragem*

O CLD e o HCLD devem ser calibrados na gama de funcionamento mais comum seguindo as especificações do fabricante e utilizando um gás de colocação no zero e um gás de calibragem (cujo teor de NO deve ser igual a cerca de 80 % da gama de funcionamento, devendo a concentração de NO₂ da mistura de gases ser inferior a 5 % da concentração de NO). O analisador de NO_x deve estar no modo NO para que o gás de calibragem não passe através do conversor. A concentração indicada deve ser registada.

1.8.3. *Cálculo*

A eficiência do conversor de NO_x é calculada do seguinte modo:

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

em que:

a = Concentração de NO_x de acordo com o ponto 1.8.6

b = Concentração de NO_x de acordo com o ponto 1.8.7

c = Concentração de NO de acordo com o ponto 1.8.4

d = Concentração de NO de acordo com o ponto 1.8.5

1.8.4. *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 calibragem indicada no ponto 1.8.2. (O analisador está no modo NO.)

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

1.8.5. *Activação do ozonizador*

Activa-se então o ozonizador para fornecer ozono suficiente para fazer baixar a concentração de NO a cerca de 20 % (mínimo 10 %) da concentração de calibragem indicada no ponto 1.8.2. Regista-se a concentração indicada na alínea d). (O analisador está no modo NO.)

1.8.6. *Modo NO_x*

Comuta-se então o analisador de NO para o modo NO_x para que a mistura de gases (constituída de NO, NO₂, O₂ e N₂) passe agora através do conversor. Regista-se a concentração indicada na alínea a). (O analisador está no modo NO_x.)

1.8.7. *Desactivação do ozonizador*

Desactiva-se então o ozonizador. A mistura de gases descrita no ponto 1.8.6 passa através do conversor para o detector. Regista-se a concentração indicada na alínea b). (O analisador está no modo NO_x.)

1.8.8. *Modo NO*

Comutado para o modo NO com o ozonizador desactivado, o fluxo de oxigénio ou de ar de síntese fica também desligado. A leitura de NO_x do analisador não deve desviar-se mais de ± 5 % do valor medido de acordo com o ponto 1.8.2. (O analisador está no modo NO.)

1.8.9. *Intervalo dos ensaios*

A eficiência do conversor deve ser verificada mensalmente.

1.8.10. *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 ponto 1.8.5, deve-se utilizar então a gama mais alta que permita esta redução.

1.9. **Ajustamento do FID**

1.9.1. *Optimização da resposta do detector*

O HFID deve ser ajustado conforme especificado pelo fabricante do instrumento. Deve-se utilizar um gás de calibragem contendo propano no 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 calibragem com uma concentração de C de 350 ppm \pm 75 ppm. A resposta com um dado fluxo de combustível deve ser determinada a partir da diferença entre a resposta com um gás de calibragem e a resposta com um gás de colocação no zero. O fluxo de combustível deve ser aumentado e reduzido progressivamente em relação à especificação do fabricante. Registam-se as respostas, com o gás de calibragem e o gás de colocação no zero, a esses fluxos de combustível. Desenha-se a curva da diferença entre as duas respostas e ajusta-se o fluxo de combustível em função da parte mais rica da curva. Esta é a regulação inicial do caudal, que poderá necessitar de uma maior optimização consoante os resultados do factor de resposta aos hidrocarbonetos e da verificação da interferência do oxigénio de acordo com os pontos 1.9.2 e 1.9.3.

Se os factores de interferência do oxigénio ou de resposta dos hidrocarbonetos não satisfizerem as especificações a seguir indicadas, o fluxo de ar será progressivamente aumentado e reduzido relativamente às especificações do fabricante e os pontos 1.9.2 e 1.9.3 devem ser repetidos para cada caudal.

1.9.2. *Factores de resposta para hidrocarbonetos*

O analisador deve ser calibrado utilizando propano em ar e ar de síntese purificado, de acordo com o ponto 1.5.

Os factores de resposta devem ser determinados ao colocar um analisador em serviço e após longos períodos de utilização. O factor de resposta (R_f) 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 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 \pm 2 % em relação a um padrão gravimétrico expresso em volume. Além disso, o cilindro de gás deve ser pré-condicionado durante 24 horas a uma temperatura de 298 K (25 °C) \pm 5 K.

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

- metano e ar de síntese purificado: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$
- propileno e ar de síntese purificado: $0,90 \leq R_f \leq 1,1$
- tolueno e ar de síntese purificado: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Estes valores são relativos ao factor de resposta (R_f) de 1,00 para o propano e o ar de síntese purificado.

1.9.3. *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. Será escolhida uma gama em que os gases de verificação da interferência do oxigénio se situam nos 50 % superiores. O ensaio será realizado com a temperatura do forno regulada conforme estabelecido. Os gases de interferência do oxigénio são especificados no ponto 1.2.3.

- a) Coloca-se o analisador no zero;
- b) Calibra-se o analisador com a mistura de oxigénio a 0 % para motores a gasolina;

- c) Verifica-se novamente a resposta no zero. Se tiver mudado de mais de 0,5 % da escala completa, repetem-se as operações descritas nas alíneas a) e b) do presente ponto;
- 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 de mais de ± 1 % da escala completa, o ensaio deve ser repetido;
- f) Calcula-se a interferência do oxigénio (% I do O₂) para cada mistura descrita na alínea d) conforme a seguir indicado:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100 \quad \text{ppm C} = \frac{A}{D}$$

em que:

A = concentração de hidrocarbonetos (ppm C) do gás de calibragem 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

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

- g) A percentagem de interferência de oxigénio (% I do O₂) deve ser inferior a ± 3 % 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 %, o fluxo acima e abaixo das especificações do fabricante será progressivamente ajustado, repetindo-se o estabelecido no ponto 1.9.1 para cada fluxo;
- i) Caso a interferência do oxigénio seja superior a ± 3 %, depois de se ajustar o fluxo de ar, o fluxo de combustível e subsequentemente o fluxo da amostra será sujeito a variações, repetindo-se as operações estabelecidas no ponto 1.9.1 para cada fluxo;
- j) Caso a interferência do oxigénio continue a ser superior a ± 3 %, o analisador, o combustível do FID ou o ar do queimador serão reparados ou substituídos antes do ensaio. Este ponto será então repetido com o equipamento ou gases substituídos.

1.10. Efeitos de interferência com os analisadores de CO, CO₂, NO_x e O₂

Os gases que não são o gás objecto de análise podem interferir na leitura de vários modos. Verifica-se uma interferência positiva nos instrumentos NDIR e PMD quando o gás que interfere tem o mesmo efeito que o gás que está a ser medido, mas em menor grau. Verifica-se uma 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 da interferência indicadas nos pontos 1.10.1 e 1.10.2 devem ser efectuadas antes da utilização inicial do analisador e após longos períodos de serviço, mas no mínimo uma vez por ano.

1.10.1. Verificação da interferência no analisador de CO

A água e o CO₂ podem interferir com o comportamento do analisador de CO. Deixa-se, portanto, borbulhar na água à temperatura ambiente um gás de calibragem que contenha CO₂ 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.

1.10.2. Verificações da atenuação do analisador de NO_x

Os dois gases a considerar para os analisadores CLD (e HCLD) são o CO₂ 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.

1.10.2.1. Verificação do efeito de atenuação do CO₂

Faz-se passar um gás de calibragem contendo CO₂ com uma concentração de 80 % a 100 % da escala completa da gama máxima de funcionamento através do analisador NDIR, registando-se o valor de CO₂ como A. A seguir dilui-se cerca de 50 % com um gás de calibragem do NO e passa-se através do NDIR e (H)CLD, registando-se os valores de CO₂ e NO como B e C respectivamente. Fecha-se a entrada de CO₂ e deixa-se passar apenas o gás de calibragem do NO através do (H)CLD, registando-se o valor de NO como D.

A atenuação, que não deve ser superior a 3 % da escala completa, será calculada da seguinte forma:

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

em que:

A: concentração do CO₂ não diluído medida com o NDIR (%)

B: concentração do CO₂ 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)

Podem ser utilizados métodos alternativos de diluição e quantificação dos valores dos gases de calibragem do CO₂ e NO, como a mistura/combinção dinâmicas.

1.10.2.2. 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 tomar em consideração a diluição do gás de calibragem 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 calibragem 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 de NO como D. Deixa-se borbulhar o gás de calibragem do NO através de água à temperatura ambiente, fazendo-se passar esse gás através do (H)CLD e regista-se o valor de NO como C. Determina-se a temperatura da água e regista-se como valor F. 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 calculada do seguinte modo:

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

e registada como H. A concentração prevista do gás de calibragem do NO diluído (em vapor de água) é calculada do seguinte modo:

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

e registada como D_e.

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

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

em que:

D_e: concentração esperada do NO diluído (ppm)

C: concentração do NO diluído (ppm)

H_m: concentração máxima do vapor de água

H: concentração real do vapor de água (%)

Nota: É importante que o gás de calibragem do NO contenha uma concentração mínima de NO₂ para esta verificação, dado que a absorção do NO₂ pela água não foi tida em consideração nos cálculos do efeito de atenuação.

1.10.3. Interferência do analisador de O₂

A resposta de um analisador PMD a gases que não sejam o oxigénio é comparativamente reduzida. Os equivalentes a oxigénio dos componentes comuns dos gases de escape são apresentados no quadro 1.

Quadro 1 — Equivalentes a oxigénio

Gás	Equivalente a O ₂ %
Dióxido de carbono (CO ₂)	- 0,623
Monóxido de carbono (CO)	- 0,354
Óxido de azoto (NO)	+ 44,4
Dióxido de azoto (NO ₂)	+ 28,7
Água (H ₂ O)	- 0,381

A concentração de oxigénio observada deve ser corrigida pela fórmula a seguir indicada a fim de se efectuarem medições de alta precisão:

$$\text{Interferência} = \frac{(\% \text{ equivalente O}_2 \times \text{Conc. obs.})}{100}$$

1.11. Intervalos de calibragem

Os analisadores devem ser calibrados de acordo com o ponto 1.5 pelo menos de três em três meses ou sempre que haja uma reparação ou mudança do sistema que possa influenciar a calibragem.

Apêndice 3

1. AVALIAÇÃO DOS DADOS E CÁLCULOS

1.1. Avaliação das emissões gasosas

Para a avaliação das emissões gasosas, toma-se a média das leituras dos registadores de agulhas dos últimos 120 segundos, no mínimo, de cada modo e determinam-se para cada modo as concentrações médias (conc) de HC, CO, NO_x and CO₂ durante cada modo, a partir das leituras médias e dos dados de calibragem correspondentes. Pode ser utilizado um tipo diferente de registo desde que assegure uma aquisição de dados equivalente.

As concentrações médias de fundo (conc_d) 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 calibragem correspondentes.

1.2. Cálculo das emissões gasosas

Os resultados finais dos ensaios a indicar devem ser calculados conforme a seguir indicado.

1.2.1. Correção para a passagem de base seca a base húmida

A concentração medida, se já não medida numa base seca, deve ser convertida para uma base seca (*wet* = húmido, *dry* = seco)

$$\text{conc (wet)} = k_w \times \text{conc (dry)}$$

Para os gases de escape brutos:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [dry]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]}) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 \text{ [dry]} + k_{w2}}$$

em que α representa a razão hidrogénio/carbono no combustível.

Calcula-se a concentração de H_2 nos gases de escape:

$$\text{H}_2 \text{ [dry]} = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [dry]} \times (\% \text{ CO [dry]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]})}{\% \text{ CO [dry]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]})}$$

Calcula-se o factor k_{w2} :

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\ 000 + (1,608 \times H_a)}$$

com H_a , a humidade absoluta do ar de admissão, dada em g de água por kg de ar seco.

Para os gases de escape diluídos:

Para a medição de CO_2 húmido:

$$k_w = k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \% \text{ CO}_2 \text{ [wet]}}{200} \right) - k_{w1}$$

Ou, para a medição de CO_2 seco:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]}}{200}} \right)$$

em que α representa a razão hidrogénio/carbono no combustível.

Calcula-se o factor k_{w1} através das seguintes equações:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\ 000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

em que:

H_d Humidade absoluta do ar de diluição, g de água por kg de ar seco

H_a Humidade absoluta do ar de admissão, g de água por kg de ar seco

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Para o ar de diluição:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Calcula-se o factor k_{w1} através das seguintes equações:

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

em que:

H_d Humidade absoluta do ar de diluição, g de água por kg de ar seco

H_a Humidade absoluta do ar de admissão, g de água por kg de ar seco

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Para o ar de admissão (se for diferente do ar de diluição):

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

Calcula-se o factor k_{w2} através das seguintes equações:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

com H_a , a humidade absoluta do ar de admissão, dada em g de água por kg de ar seco.

1.2.2. Correção da humidade para o NO_x

Dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, a concentração de NO_x deve ser multiplicada pelo factor K_H tomando em consideração a humidade:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \text{ para motores a quatro tempos}$$

$$K_H = 1 \text{ para motores a dois tempos}$$

com H_a , a humidade absoluta do ar de admissão, dada em g de água por kg de ar seco.

1.2.3. Cálculo dos caudais mássicos das emissões

Calculam-se os caudais mássicos das emissões Gas_{mass} [g/h] para cada modo como se indica a seguir:

a) Para os gases de escape brutos ⁽¹⁾:

$$\text{Gas}_{\text{mass}} = \frac{\text{MW}_{\text{Gas}}}{\text{MW}_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 [\text{wet}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO} [\text{wet}] + \% \text{ HC} [\text{wet}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

em que:

G_{FUEL} [kg/h] representa o caudal mássico do combustível;

MW_{Gas} [kg/kmole] representa o peso molecular de cada um dos gases indicado no quadro 1;

Quadro 1 — Pesos moleculares

Gás	MW_{Gas} [kg/kmole]
NO_x	46,01
CO	28,01
HC	$\text{MW}_{\text{HC}} = \text{MW}_{\text{FUEL}}$
CO_2	44,01

⁽¹⁾ No caso do NO_x , a concentração deve ser multiplicada pelo factor de correcção da humidade K_H (factor de correcção da humidade para NO_x).

- $MW_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 + \beta \times 15,9994$ [kg/kmole] representa o peso molecular do combustível, sendo α a razão hidrogénio/carbono e β a razão oxigénio/carbono do combustível ⁽¹⁾;
- $CO_{2\text{AIR}}$ representa a concentração de CO_2 no ar de admissão (que se presume ser igual a 0,04 % caso não seja medido).

b) Para os gases de escape diluídos ⁽²⁾:

$$Gas_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

em que:

- G_{TOTW} [kg/h] representa o caudal mássico dos gases de escape diluídos em base húmida que, ao utilizar um sistema de diluição total do fluxo, deve ser determinado de acordo com o ponto 1.2.4 do apêndice 1 do anexo III;

- conc_c representa a concentração de fundo corrigida:

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{com} \quad DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{CO_2} + (\text{ppm conc}_{CO} + \text{ppm conc}_{HC}) \times 10^{-4}}$$

O coeficiente u é apresentado no quadro 2.

Quadro 2 — Valores do coeficiente u

Gás	u	conc
NO_x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO_2	15,19	%

Os valores do coeficiente u baseiam-se no peso molecular dos gases de escape diluídos igual a 29 [kg/kmole]; o valor de u para HC baseia-se numa razão média de carbono/hidrogénio de 1:1,85.

1.2.4. Cálculo das emissões específicas

Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{Gás individual} = \frac{\sum_{i=1}^n (Gas_{\text{mass}_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

em que $P_i = P_{M,i} + P_{AE,i}$

Quando são instalados dispositivos auxiliares para o ensaio, como ventiladores e ventoinhas de arrefecimento, a potência absorvida deve ser adicionada aos resultados, excepto no caso de motores em que esses dispositivos auxiliares fazem parte integrante do motor. A potência do ventilador ou ventoinha deve ser determinada às velocidades utilizadas nos ensaios, quer por cálculo a partir de características normalizadas, quer através de ensaios (apêndice 3 do anexo VII).

⁽¹⁾ Na norma ISO 8178-1 é citada uma fórmula mais completa do peso molecular do combustível [fórmula 50 do ponto 13.5.1 (b)]. A fórmula tem em conta não apenas a razão hidrogénio/carbono e a razão oxigénio/carbono, mas também outros componentes possíveis do combustível, como o enxofre e o azoto. No entanto, dado que os motores de ignição comandada da directiva são ensaiados com uma gasolina (citada como um combustível de referência no anexo V) que contém geralmente apenas carbono e hidrogénio, é considerada a fórmula simplificada.

⁽²⁾ No caso do NO_x , a concentração deve ser multiplicada pelo factor de correcção da humidade K_H (factor de correcção da humidade para NO_x).

Os factores de ponderação e o número de modos n utilizados no cálculo acima são os indicados no ponto 3.5.1.1 do anexo IV.

2. EXEMPLOS

2.1. Dados de gases de escape brutos de um motor de ignição comandada a quatro tempos

Com referência aos dados experimentais (quadro 3), os cálculos são efectuados em primeiro lugar para o modo 1 e depois alargados a outros modos de ensaio utilizando o mesmo processo.

Quadro 3 — Dados experimentais de um motor de ignição comandada a quatro tempos

Modo		1	2	3	4	5	6
Velocidade do motor	min ⁻¹	2 550	2 550	2 550	2 550	2 550	1 480
Potência	kW	9,96	7,5	4,88	2,36	0,94	0
Percentagem de carga	%	100	75	50	25	10	0
Factores de ponderação	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Pressão barométrica	kPa	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Temperatura do ar	°C	20,5	21,3	22,4	22,4	20,7	21,7
Humidade relativa do ar	%	38,0	38,0	38,0	37,0	37,0	38,0
Humidade absoluta do ar	g _{H2O} /kg _{air}	5,696	5,986	6,406	6,236	5,614	6,136
CO seco	ppm	60 995	40 725	34 646	41 976	68 207	37 439
NO _x húmidos	ppm	726	1 541	1 328	377	127	85
HC húmido	ppm C1	1 461	1 308	1 401	2 073	3 024	9 390
CO ₂ seco	% vol	11,4098	12,691	13,058	12,566	10,822	9,516
Caudal mássico do combustível	kg/h	2,985	2,047	1,654	1,183	1,056	0,429
Razão H/C do combustível, α	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Razão O/C do combustível, β		0	0	0	0	0	0

2.1.1. Factor k_w de correcção para a passagem de base seca a base húmida

Calcula-se o factor k_w de correcção para a passagem de base seca a base húmida para conversão das medições de CO e CO₂ secos numa base húmida:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [dry]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]}) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 \text{ [dry]} + k_{w,2}}$$

em que:

$$\text{H}_2 \text{ [dry]} = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [dry]} \times (\% \text{ CO [dry]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]})}{\% \text{ CO [dry]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]})}$$

e

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$H_2 \text{ [dry]} = \frac{0,5 \times 1,85 \times 6,0995 \times (6,0995 + 11,4098)}{6,0995 + (3 \times 11,4098)} = 2,450 \%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 5,696}{1\,000 + (1,608 \times 5,696)} = 0,009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (6,0995 + 11,4098) - 0,01 \times 2,450 + 0,009} = 0,872$$

$$\text{CO [wet]} = \text{CO [dry]} \times k_w = 60\,995 \times 0,872 = 53\,198 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [wet]} = \text{CO}_2 \text{ [dry]} \times k_w = 11,410 \times 0,872 = 9,951 \%$$

Quadro 4 — Valores de CO e CO₂ húmidos de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo		1	2	3	4	5	6
H ₂ seco	%	2,450	1,499	1,242	1,554	2,834	1,422
k _{w2}	—	0,009	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010
k _w	—	0,872	0,870	0,869	0,870	0,874	0,894
CO húmido	ppm	53 198	35 424	30 111	36 518	59 631	33 481
CO ₂ húmido	%	9,951	11,039	11,348	10,932	9,461	8,510

2.1.2. Emissões de C

$$HC_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{HC}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 \text{ [wet]} - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO [wet]} + \% \text{ HC [wet]}\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

em que:

$$MW_{\text{HC}} = MW_{\text{FUEL}}$$

$$MW_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,1461 \times 2,985 \times 1\,000 = 28,361 \text{ g/h}$$

Quadro 5 — Missões de HC [g/h] de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578

2.1.3. Emissões de NO_xEm primeiro lugar calcula-se o factor K_H de correcção da humidade das emissões de NO_x:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 5,696 - 0,862 \times 10^{-3} \times (5,696)^2 = 0,850$$

Quadro 6 — Factor K_H de correcção da humidade das emissões de NO_x de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
K_H	0,850	0,860	0,874	0,868	0,847	0,865

Calcula-se depois o NO_{xmass} [g/h]:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 \text{ [wet]} - \% CO_{2AIR}) + \% CO \text{ [wet]} + \% HC \text{ [wet]}\}} \times \% \text{ conc} \times K_H \times G_{FUEL} \times 1\ 000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,073 \times 0,85 \times 2,985 \times 1\ 000 = 39,717 \text{ g/h}$$

Quadro 7 — Emissões de NO_x [g/h] de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
NO_{xmass}	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820

2.1.4 Emissões de CO

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 \text{ [wet]} - \% CO_{2AIR}) + \% CO \text{ [wet]} + \% HC \text{ [wet]}\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1\ 000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 9,951 \times 2,985 \times 1\ 000 = 6\ 126,806 \text{ g/h}$$

Quadro 8 — Emissões de CO [g/h] de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
CO_{mass}	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285

2.1.5 Emissões de CO_2

$$CO_{2mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 \text{ [wet]} - \% CO_{2AIR}) + \% CO \text{ [wet]} + \% HC \text{ [wet]}\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1\ 000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 9,951 \times 2,985 \times 1\ 000 = 6\ 126,806 \text{ g/h}$$

Quadro 9 — Emissões de CO_2 [g/h] de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
CO_{2mass}	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648

2.1.6 Emissões específicas

Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{Gás individual} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

Quadro 10 — Emissões [g/h] e factores de ponderação de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo		1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	g/h	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578
NO _{xmass}	g/h	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820
CO _{mass}	g/h	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285
CO _{2mass}	g/h	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648
Potência P _i	kW	9,96	7,50	4,88	2,36	0,94	0
Factores de ponderação WF _i	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{28,361 \times 0,090 + 18,248 \times 0,200 + 16,026 \times 0,290 + 16,625 \times 0,300 + 20,357 \times 0,070 + 31,578 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,11 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{39,717 \times 0,090 + 61,291 \times 0,200 + 44,013 \times 0,290 + 8,703 \times 0,300 + 2,401 \times 0,070 + 0,820 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 6,85 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2\,084,59 \times 0,090 + 997,64 \times 0,200 + 695,28 \times 0,290 + 591,18 \times 0,300 + 810,33 \times 0,070 + 227,92 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 181,93 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{6\,126,81 \times 0,090 + 4\,884,74 \times 0,200 + 4\,117,20 \times 0,290 + 2\,780,66 \times 0,300 + 2\,020,06 \times 0,070 + 907,65 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 816,36 \text{ g/kWh}$$

2.2. Dados de gases de escape brutos de um motor de ignição comandada a dois tempos

Com referência aos dados experimentais (quadro 11), os cálculos são efectuados em primeiro lugar para o modo 1 e depois alargados a outros modos de ensaio utilizando o mesmo processo.

Quadro 11 — Dados experimentais de um motor de ignição comandada a dois tempos

Modo		1	2
Velocidade do motor	min ⁻¹	9 500	2 800
Potência	kW	2,31	0
Percentagem de carga	%	100	0
Factores de ponderação	—	0,9	0,1
Pressão barométrica	kPa	100,3	100,3
Temperatura do ar	°C	25,4	25
Humidade relativa do ar	%	38,0	38,0
Humidade absoluta do ar	g _{H2O} /kg _{air}	7,742	7,558
CO seco	ppm	37 086	16 150
NO _x húmidos	ppm	183	15
HC húmido	ppm C1	14 220	13 179
CO ₂ seco	% vol	11,986	11,446
Caudal mássico do combustível	kg/h	1,195	0,089
Razão H/C do combustível, α	—	1,85	1,85
Razão O/C do combustível, β		0	0

2.2.1. Factor k_w de correcção para a passagem de base seca a base húmida

Calcula-se o factor k_w de correcção para a passagem de base seca a base húmida para conversão das medições de CO e CO₂ seco numa base húmida:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [dry]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]}) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 \text{ [dry]} + k_{w2}}$$

em que:

$$\text{H}_2 \text{ [dry]} = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [dry]} \times (\% \text{ CO [dry]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]})}{\% \text{ CO [dry]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 \text{ [dry]})}$$

$$\text{H}_2 \text{ [dry]} = \frac{0,5 \times 1,85 \times 3,7086 \times (3,7086 + 11,986)}{3,7086 + (3 \times 11,986)} = 1,357 \%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 7,742}{1\,000 + (1,608 \times 7,742)} = 0,012$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (3,7086 + 11,986) - 0,01 \times 1,357 + 0,012} = 0,874$$

$$\text{CO [wet]} = \text{CO [dry]} \times k_w = 37\,086 \times 0,874 = 32\,420 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [wet]} = \text{CO}_2 \text{ [dry]} \times k_w = 11,986 \times 0,874 = 10,478 \text{ \% vol}$$

Quadro 12 — Valores de CO e CO₂ húmidos de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo		1	2
H ₂ seco	%	1,357	0,543
k _{w2}	—	0,012	0,012
k _w	—	0,874	0,887
CO húmido	ppm	32 420	14 325
CO ₂ húmido	%	10,478	10,153

2.2.2. Emissões de HC

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{\text{MW}_{\text{HC}}}{\text{MW}_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 \text{ [wet]} - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO [wet]} + \% \text{ HC [wet]}\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1\,000$$

em que:

$$\text{MW}_{\text{HC}} = \text{MW}_{\text{FUEL}}$$

$$\text{MW}_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 1,422 \times 1,195 \times 1\,000 = 112,520 \text{ g/h}$$

Quadro 13 — Emissões de HC [g/h] de acordo com os modos de ensaio

Modo	1	2
HC _{mass}	112,520	9,119

2.2.3. Emissões de NO_x

O factor K_H de correcção das emissões de NO_x é igual a 1 no que diz respeito a motores a dois tempos:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 \text{ [wet]} - \% CO_{2AIR}) + \% CO \text{ [wet]} + \% HC \text{ [wet]}\}} \times \% \text{ conc} \times K_H \times G_{FUEL} \times 1\ 000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 0,0183 \times 1 \times 1,195 \times 1\ 000 = 4,800 \text{ g/h}$$

Quadro 14 — Emissões de NO_x [g/h] de acordo com os modos de ensaio

Modo	1	2
NO _{xmass}	4,800	0,034

2.2.4. Emissões de CO

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 \text{ [wet]} - \% CO_{2AIR}) + \% CO \text{ [wet]} + \% HC \text{ [wet]}\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1\ 000$$

$$CO_{mass} = \frac{28,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 3,2420 \times 1,195 \times 1\ 000 = 517,851 \text{ g/h}$$

Quadro 15 — Emissões de CO [g/h] de acordo com os modos de ensaio

Modo	1	2
CO _{mass}	517,851	20,007

2.2.5. Emissões de CO₂

$$CO_{2mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2 \text{ [wet]} - \% CO_{2AIR}) + \% CO \text{ [wet]} + \% HC \text{ [wet]}\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1\ 000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 10,478 \times 1,195 \times 1\ 000 = 2\ 629,658 \text{ g/h}$$

Quadro 16 — Emissões de CO₂ [g/h] de acordo com os modos de ensaio

Modo	1	2
CO _{2mass}	2 629,658	222,799

2.2.6. Emissões específicas

Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{Gás individual} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

Quadro 17 — Emissões [g/h] e factores de ponderação em dois modos de ensaio

Modo		1	2
HC _{mass}	g/h	112,520	9,119
NO _x _{mass}	g/h	4,800	0,034
CO _{mass}	g/h	517,851	20,007
CO ₂ _{mass}	g/h	2 629,658	222,799
Potência P _{II}	kW	2,31	0
Factores de ponderação WF _i	—	0,85	0,15

$$HC = \frac{112,52 \times 0,85 + 9,119 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 49,4 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{4,800 \times 0,85 + 0,034 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 2,08 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{517,851 \times 0,85 + 20,007 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 225,71 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{2\,629,658 \times 0,85 + 222,799 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 1\,155,4 \text{ g/kWh}$$

2.3. Dados de gases de escape diluídos de um motor de ignição comandada a quatro tempos

Com referência aos dados experimentais (quadro 18), os cálculos são efectuados em primeiro lugar para o modo 1 e depois alargados a outros modos de ensaio que utilizem o mesmo processo.

Quadro 18 — Dados experimentais de um motor de ignição comandada a quatro tempos

Modo		1	2	3	4	5	6
Velocidade do motor	min ⁻¹	3 060	3 060	3 060	3 060	3 060	2 100
Potência	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Percentagem de carga	%	100	75	50	25	10	0
Factores de ponderação	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Pressão barométrica	kPa	980	980	980	980	980	980
Temperatura do ar de admissão (1)	°C	25,3	25,1	24,5	23,7	23,5	22,6
Humidade relativa do ar de admissão (1)	%	19,8	19,8	20,6	21,5	21,9	23,2
Humidade absoluta do ar de admissão (1)	g _{H2O} /kg _{air}	4,08	4,03	4,05	4,03	4,05	4,06
CO seco	ppm	3 681	3 465	2 541	2 365	3 086	1 817
NO _x húmidos	ppm	85,4	49,2	24,3	5,8	2,9	1,2
HC húmido	ppm C1	91	92	77	78	119	186
CO ₂ seco	% vol	1,038	0,814	0,649	0,457	0,330	0,208

Modo		1	2	3	4	5	6
CO seco (de fundo)	ppm	3	3	3	2	2	3
NO _x húmidos (de fundo)	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
HC húmido (de fundo)	ppm C1	6	6	5	6	6	4
CO ₂ seco (de fundo)	% vol	0,042	0,041	0,041	0,040	0,040	0,040
Caudal mássico dos gases de escape diluídos G _{TOTW}	kg/h	625,722	627,171	623,549	630,792	627,895	561,267
Razão H/C do combustível α	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Razão O/C do combustível β		0	0	0	0	0	0

(¹) As condições do ar de diluição são iguais às do ar de admissão.

2.3.1. Factor k_w de correcção para a passagem de base seca a base húmida

Calcula-se o factor k_w de correcção para a passagem de base seca a base húmida para conversão das medições de CO e CO₂ secos numa base húmida.

Para os gases de escape diluídos:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2 [\text{dry}]}{200}} \right)$$

em que:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\ 000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13,4}{1,038 + (3\ 681 + 91) \times 10^{-4}} = 9,465$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]}{1\ 000 + 1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]} = 0,007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - 0,007)}{1 + \frac{1,85 \times 1,038}{200}} \right) = 0,984$$

$$\text{CO [wet]} = \text{CO [dry]} \times k_w = 3\ 681 \times 0,984 = 3\ 623 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 [\text{wet}] = \text{CO}_2 [\text{dry}] \times k_w = 1,038 \times 0,984 = 1,0219 \%$$

Quadro 19 — Valores de CO e CO₂ húmidos para os gases de escape diluídos de acordo com os modos de ensaio

Modo		1	2	3	4	5	6
DF	—	9,465	11,454	14,707	19,100	20,612	32,788
k _{w1}	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k _w	—	0,984	0,986	0,988	0,989	0,991	0,992
CO húmido	ppm	3 623	3 417	2 510	2 340	3 057	1 802
CO ₂ húmido	%	1,0219	0,8028	0,6412	0,4524	0,3264	0,2066

Para o ar de diluição:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

em que o factor k_{w1} é idêntico ao já calculado para os gases de escape diluídos.

$$k_{w,d} = 1 - 0,007 = 0,993$$

$$\text{CO [wet]} = \text{CO [dry]} \times k_w = 3 \times 0,993 = 3 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [wet]} = \text{CO}_2 \text{ [dry]} \times k_w = 0,042 \times 0,993 = 0,0421 \text{ \% vol}$$

Quadro 20 — Valores de CO e CO₂ húmidos para o ar de diluição de acordo com os modos de ensaio

Modo		1	2	3	4	5	6
K _{w1}	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
K _w	—	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
CO húmido	ppm	3	3	3	2	2	3
CO ₂ húmido	%	0,0421	0,0405	0,0403	0,0398	0,0394	0,0401

2.3.2. Emissões de HC

$$\text{HC}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

em que:

$$u = 0,000478 \text{ do quadro 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1-1/DF)$$

$$\text{conc}_c = 91 - 6 \times (1-1/9,465) = 86 \text{ ppm}$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = 0,000478 \times 86 \times 625,722 = 25,666 \text{ g/h}$$

Quadro 21 — Emissões de HC [g/h] de acordo com os modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963

2.3.3. Emissões de NO_x

Calcula-se o factor K_H de correcção das emissões de NO_x do seguinte modo:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 4,08 - 0,862 \times 10^{-3} \times (4,08)^2 = 0,79$$

Quadro 22 — Factor K_H de correcção de humidade das emissões de NO_x de acordo com os modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
K _H	0,793	0,791	0,791	0,790	0,791	0,792

$$NO_{x\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times K_H \times G_{\text{TOTW}}$$

em que:

$$u = 0,001587 \text{ do quadro 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1-1/DF)$$

$$\text{conc}_c = 85 - 0 \times (1-1/9,465) = 85 \text{ ppm}$$

$$NO_{x\text{mass}} = 0,001587 \times 85 \times 0,79 \times 625,722 = 67,168 \text{ g/h}$$

Quadro 23 — Emissões de NO_x [g/h] de acordo com os modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
NO _{xmass}	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811

2.3.4. Emissões de CO

$$CO_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

em que:

$$u = 0,000966 \text{ do quadro 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1-1/DF)$$

$$\text{conc}_c = 3\,622 - 3 \times (1-1/9,465) = 3\,620 \text{ ppm}$$

$$CO_{\text{mass}} = 0,000966 \times 3\,620 \times 625,722 = 2\,188,001 \text{ g/h}$$

Quadro 24 — Emissões de CO [g/h] de acordo com os modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
CO _{mass}	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435

2.3.5. Emissões de CO₂

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

em que:

$$u = 15,19 \text{ do quadro 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1-1/\text{DF})$$

$$\text{conc}_c = 1,0219 - 0,0421 \times (1-1/9,465) = 0,9842 \% \text{ Vol}$$

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = 15,19 \times 0,9842 \times 625,722 = 9\,354,488 \text{ g/h}$$

Quadro 25 — Emissões de CO₂ [g/h] de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo	1	2	3	4	5	6
CO _{2mass}	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229

2.3.6. Emissões específicas

Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{Gás individual} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

Quadro 26 — Emissões [g/h] e factores de ponderação de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo		1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	g/h	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963
NO _{xmass}	g/h	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811
CO _{mass}	g/h	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435
CO _{2mass}	g/h	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229
Potência P _i	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Factores de ponderação WF _i	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$\text{HC} = \frac{25,666 \times 0,090 + 25,993 \times 0,200 + 21,607 \times 0,290 + 21,850 \times 0,300 + 34,074 \times 0,070 + 48,963 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,12 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{67,168 \times 0,090 + 38,721 \times 0,200 + 19,012 \times 0,290 + 4,621 \times 0,300 + 2,319 \times 0,070 + 0,811 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 3,42 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{2\,188,001 \times 0,090 + 2\,068,760 \times 0,200 + 1\,510,187 \times 0,290 + 1\,424,792 \times 0,300 + 1\,853,109 \times 0,070 + 975,435 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 271,15 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{9\,354,488 \times 0,090 + 7\,295,794 \times 0,200 + 5\,717,531 \times 0,290 + 3\,973,503 \times 0,300 + 2\,756,113 \times 0,070 + 1\,430,229 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 887,53 \text{ g/kWh}$$

Apêndice 4

1. CUMPRIMENTO DAS NORMAS DE EMISSÕES

O presente apêndice é aplicável apenas a motores de ignição comandada da fase II.

1.1. As normas de emissões de escape para os motores da fase II indicadas no ponto 4.2 do anexo I são aplicáveis às emissões dos motores durante o seu período de durabilidade das emissões (EDP) determinado em conformidade com o presente apêndice.

1.2. Relativamente a todos os motores da fase II, se, quando adequadamente sujeitos a ensaio de acordo com os métodos estabelecidos na presente directiva, todos os motores de ensaio que representem uma família de motores apresentarem emissões, ajustadas através da multiplicação pelo factor de deterioração (DF) determinados no presente apêndice, iguais ou inferiores a cada norma de emissões da fase II (limite de emissões da família, FEL, quando aplicável) de uma determinada classe de motores, essa família será considerada como satisfazendo as normas de emissões para essa classe de motores. Se qualquer motor de ensaio que represente uma família de motores apresentar emissões, ajustadas através da multiplicação pelo factor de deterioração determinado no presente apêndice, superiores a qualquer norma de emissões (FEL, quando aplicável) de uma determinada classe de motores, essa família será considerada como não satisfazendo as normas de emissões para essa classe de motores.

1.3. Os pequenos fabricantes de motores têm como opção escolher factores de deterioração para as emissões de HC + NO_x e de CO dos quadros 1 e 2 do presente ponto, ou podem calcular factores de deterioração para essas emissões de acordo com o processo descrito no ponto 1.3.1. Quanto às tecnologias não incluídas nos quadros 1 e 2, o fabricante deve utilizar o processo descrito no ponto 1.4 a seguir.

Quadro 1: Factores de deterioração atribuídos às emissões de HC + NO_x e de CO de motores de mão aplicáveis a pequenos fabricantes

Classe do motor	Motores a dois tempos		Motores a quatro tempos		Motores com pós-tratamento
	HC + NO _x	CO	HC + NO _x	CO	
SH:1	1,1	1,1	1,5	1,1	Os DF devem ser calculados utilizando a fórmula apresentada no ponto 1.3.1
SH:2	1,1	1,1	1,5	1,1	
SH:3	1,1	1,1	1,5	1,1	

Quadro 2: Factores de deterioração atribuídos às emissões de HC + NO_x e de CO de motores não de mão aplicáveis a pequenos fabricantes

Classe do motor	Motores de válvulas laterais		Motores de válvulas à cabeça		Motores com pós-tratamento
	HC + NO _x	CO	HC + NO _x	CO	
SN:1	2,1	1,1	1,5	1,1	Os DF devem ser calculados utilizando a fórmula apresentada no ponto 1.3.1
SN:2	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:3	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:4	1,6	1,1	1,4	1,1	

1.3.1. *Fórmula para o cálculo dos factores de deterioração de motores com pós-tratamento:*

$$DF = [(NE * EDF) - (CC * F)] / (NE - CC)$$

em que:

DF = factor de deterioração

NE = níveis de emissões de motores novos antes do catalisador (g/kWh)

EDF = factor de deterioração de motores sem catalisador conforme indicado no quadro 1

CC = quantidade convertida a 0 horas em g/kWh

F = 0,8 para as emissões de HC e 0,0 para as emissões de NO_x para todas as classes de motores

F = 0,8 para as emissões de CO relativamente aos motores de todas as classes

1.4. Os fabricantes devem obter um DF atribuído ou calcular um DF, conforme adequado, para cada poluente regulamentado relativamente a todas as famílias de motores da fase II. Esses DF serão utilizados na homologação e nos ensaios com motores retirados da linha de produção.

1.4.1. Relativamente aos motores que não utilizem os DF atribuídos constantes dos quadros 1 e 2, os DF serão determinados do seguinte modo:

1.4.1.1. Em pelo menos um motor de ensaio que represente a configuração escolhida como a que tem mais probabilidades de exceder as normas de emissões dos HC + NO_x (FEL quando aplicável) e fabricado de modo a ser representativo dos motores de produção, efectuar o ensaio (completo) de emissões descrito na presente directiva após o número de horas que representa as emissões estabilizadas.

1.4.1.2. Caso sejam sujeitos a ensaios vários motores, calcular a média dos resultados e arredondar ao mesmo número de casas decimais constante da norma aplicável, expressa com um algarismo significativo adicional.

1.4.1.3. Efectuar novamente esse ensaio de emissões após envelhecimento do motor. O processo de envelhecimento deve destinar-se a permitir ao fabricante prever adequadamente a deterioração das emissões em utilização esperada ao longo do período de durabilidade do motor, tomando em conta o tipo de desgaste e outros mecanismos de deterioração esperados em condições normais de utilização pelo consumidor que possam afectar o comportamento funcional em termos de emissões. Caso sejam sujeitos a ensaios vários motores, calcular a média dos resultados e arredondar ao mesmo número de casas decimais constante da norma aplicável, expressa com um algarismo significativo adicional.

1.4.1.4. Para cada poluente regulamentado, dividir as emissões no fim do período de durabilidade (emissões médias, se aplicável) pelas emissões estabilizadas (emissões médias, se aplicável) e arredondar para dois algarismos significativos. O número resultante constituirá o DF, a menos que seja inferior a 1,00, sendo nesse caso o DF de 1,0.

1.4.1.5. Fica ao critério do fabricante a determinação de pontos adicionais de ensaio de emissões entre o ponto de ensaio de emissões estabilizadas e o período de durabilidade das emissões. Caso sejam programados ensaios intermédios, os pontos de ensaio devem ter intervalos regulares ao longo do EDP (mais ou menos duas horas) e um desses pontos de ensaio deve situar-se a metade do EDP completo (mais ou menos duas horas).

Para cada um dos poluentes HC + NO_x e CO, traça-se a linha recta de correlação dos pontos referentes a dados respeitantes ao ensaio inicial como ocorrendo na hora zero, utilizando o método dos quadrados mínimos. O factor de deterioração é o quociente entre as emissões calculadas no fim do período de durabilidade e as emissões calculadas na hora zero.

1.4.1.6. Os factores de deterioração calculados podem abranger famílias, para além daquele em que foram gerados, caso o fabricante apresente, antes da homologação, uma justificação aceitável às autoridades nacionais de homologação de que é razoável esperar que as famílias de motores em causa apresentem características de deterioração de emissões semelhantes, com base na concepção e tecnologia utilizadas.

Apresenta-se a seguir uma lista não exaustiva de grupos de concepções e tecnologias:

- Motores a dois tempos convencionais sem sistema de pós-tratamento
- Motores a dois tempos convencionais com catalisador cerâmico do mesmo material activo e carga e com o mesmo número de células por cm²
- Motores a dois tempos convencionais com catalisador metálico do mesmo material activo e carga, com o mesmo substrato e número de células por cm²
- Motores a dois tempos equipados com um sistema de eliminação dos gases de escape estratificados
- Motores a quatro tempos com catalisador (conforme definido acima) com a mesma tecnologia de válvulas e um sistema de lubrificação idêntico
- Motores a 4 tempos sem catalisador com a mesma tecnologia de válvulas e um sistema de lubrificação idêntico

2. PERÍODOS DE DURABILIDADE DAS EMISSÕES PARA MOTORES DA FASE I

2.1. Os fabricantes devem declarar a categoria de EDP aplicável a cada família de motores no momento da homologação. A categoria será aquela que mais se aproxima do tempo de vida útil esperado do equipamento no qual se prevê que os motores sejam instalados, conforme determinado pelo fabricante do motor. Os fabricantes devem conservar dados adequados que justifiquem a sua escolha de categoria de EDP para cada família de motores. Esses dados serão apresentados às autoridades de homologação mediante pedido.

2.1.1. Para motores de mão: Os fabricantes devem seleccionar uma categoria de EDP constante do quadro 1.

Quadro 1: Categorias de EDP para motores de mão (horas)

Categoria	1	2	3
Classe SH:1	50	125	300
Classe SH:2	50	125	300
Classe SH:3	50	125	300

2.1.2. Para motores não de mão: Os fabricantes devem seleccionar uma categoria de EDP constante do quadro 2.

Quadro 2: Categorias de EDP para motores não de mão (horas)

Categoria	1	2	3
Classe SN:1	50	125	300
Classe SN:2	125	250	500
Classe SN:3	125	250	500
Classe SN:4	250	500	1 000

2.1.3. Os fabricantes devem convencer a autoridade de homologação quanto à adequação da vida útil declarada. Os dados de justificação da escolha do fabricante relativamente à categoria de EDP, para uma determinada família de motores, pode incluir nomeadamente:

- levantamentos dos períodos de vida do equipamento no qual os motores em causa são instalados,
- avaliações técnicas de motores envelhecidos no terreno, a fim de determinar o momento de deterioração do comportamento funcional do motor a ponto de condicionar a sua utilidade e/ou fiabilidade a um nível tal que implique uma reparação ou substituição,

- certificados de garantia e períodos de garantia,
- materiais de *marketing* relativos à vida do motor,
- relatórios de avarias de clientes dos motores, e
- avaliações técnicas da durabilidade, em horas, de tecnologias, materiais ou concepções de motores específicos.».

5. O anexo IV passa a anexo V e é alterado do seguinte modo:

Os títulos passam a ter a seguinte redacção:

«CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO COMBUSTÍVEL DE REFERÊNCIA PRESCRITO PARA OS ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO E PARA VERIFICAR A CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

COMBUSTÍVEL DE REFERÊNCIA PARA AS MÁQUINAS MÓVEIS NÃO RODOVIÁRIAS COM MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO ⁽¹⁾»

No quadro, na linha 13 «Índice de neutralização», o termo «Mínimo» na coluna 2 é substituído pelo termo «Máximo» São aditados os seguintes quadro e notas de pé-de-página:

«COMBUSTÍVEL DE REFERÊNCIA PARA AS MÁQUINAS MÓVEIS NÃO RODOVIÁRIAS COM MOTORES DE IGNIÇÃO COMANDADA

Nota: O combustível para os motores a dois tempos é uma mistura de óleo com gasolina, especificada a seguir. A razão da mistura combustível/óleo deve ser a recomendada pelo fabricante, conforme indicado no ponto 2.7 do anexo IV.

Parâmetro	Unidade	Limites ⁽¹⁾		Método de ensaio	Publicação
		Mínimo	Máximo		
Índice de octanas teórico, RON		95,0	—	EN 25164	1993
Índice de octanas motor, MON		85,0	—	EN 25163	1993
Densidade a 15 °C	kg/m ³	748	762	ISO 3675	1995
Pressão de vapor (método Reid)	kPa	56,0	60,0	EN 12	1993
Destilação			—		
Ponto de ebulição inicial	°C	24	40	EN-ISO 3405	1988
— Evaporação a 100 °C	% v/v	49,0	57,0	EN-ISO 3405	1988
— Evaporação a 150 °C	% v/v	81,0	87,0	EN-ISO 3405	1988
— Ponto de ebulição final	°C	190	215	EN-ISO 3405	1988
Resíduo	%	—	2	EN-ISO 3405	1988
Análise de hidrocarbonetos	—				—
— Olefinas	% v/v	—	10	ASTM D 1319	1995
— Compostos aromáticos	% v/v	28,0	40,0	ASTM D 1319	1995
— Benzeno	% v/v	—	1,0	EN 12177	1998
— Saturados	% v/v	—	balanço	ASTM D 1319	1995
Razão carbono/hidrogénio		relatório	relatório		
Estabilidade de oxidação ⁽²⁾	mín	480	—	EN-ISO 7536	1996
Teor de oxigénio	% m/m	—	2,3	EN 1601	1997

Parâmetro	Unidade	Limites (1)		Método de ensaio	Publicação
		Mínimo	Máximo		
Goma existente	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246	1997
Teor de enxofre	mg/kg	—	100	EN-ISO 14596	1998
Corrosão em cobre a 50 °C		—	1	EN-ISO 2160	1995
Teor de chumbo	g/ml	—	0,005	EN 237	1996
Teor de fósforo	g/ml	—	0,0013	ASTM D 3231	1994

Nota 1: Os valores indicados 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 2R 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 2R 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.

Nota 2: O combustível pode conter inibidores de oxidação e desactivadores de metais normalmente utilizados para a estabilização das correntes de gasolina em refinarias, mas não devem ser adicionados aditivos detergentes/dispersivos nem óleos solventes.».

6. O anexo V passa a anexo VI.
7. O anexo VI passa a anexo VII e é alterado do seguinte modo:
- a) O apêndice 1 é alterado do seguinte modo:

- o título passa a ter a seguinte redacção:

«Apêndice 1

RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO»

- o ponto 1.3.2 passa a ter a seguinte redacção:

«1.3.2. Potência absorvida às velocidades do motor indicadas (conforme especificadas pelo fabricante):

Equipamento	Potência P_{AE} (kW) absorvida a várias velocidades do motor (*), tomando em consideração o apêndice 3 do presente anexo	
	Intermédia (se aplicável)	Nominal
Total		

(*). Não deve ser superior a 10 % da potência medida durante o ensaio.»

— o ponto 1.4.2 passa a ter a seguinte redacção:

«1.4.2. **Potência do motor** (*)

Condição	Potência (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia (se aplicável)	Nominal
Potência máxima medida no ensaio (P_M) (kW) (a)		
Potência total absorvida pelos equipamentos movidos pelo motor de acordo com o ponto 1.3.2 do presente apêndice, ou com o ponto 2.8 do anexo III (P_{AE}) (kW) (b)		
Potência útil do motor conforme especificada no ponto 2.4 do anexo I (kW) (c)		
$c = a + b$		

(*) Potência não corrigida medida de acordo com as disposições do ponto 2.4 do anexo I.»

— o ponto 1.5 passa a ter a seguinte redacção:

«1.5. **Níveis de emissões**

1.5.1. *Regulação do dinamómetro (kW)*

Porcentagem de carga	Regulação do dinamómetro (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia (se aplicável)	Nominal
10 (se aplicável)		
25 (se aplicável)		
50		
75		
100		

1.5.2. Resultados das emissões no ciclo de ensaio:»;

b) É aditado o seguinte apêndice:

«Apêndice 2

RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA MOTORES DE IGNIÇÃO COMANDADA

1. INFORMAÇÕES RELATIVAS À CONDUÇÃO DO(S) ENSAIO(S) (*):

1.1. **Combustível de referência utilizado no ensaio**

1.1.1. Índice de octanas

1.1.2. Indicar a percentagem de óleo na mistura se o lubrificante e a gasolina forem misturados, como acontece no caso dos motores a dois tempos

1.1.3. Densidade da gasolina para os motores a quatro tempos e da mistura gasolina/óleo para os motores a dois tempos

(*) No caso de haver vários motores precursores, a apresentar para cada um deles.

1.2. **Lubrificante**

1.2.1. Marca(s)

1.2.2. Tipo(s)

1.3. **Equipamentos movidos pelo motor (se aplicável)**

1.3.1. Enumeração e pormenores identificadores

1.3.2. Potência absorvida à velocidade do motor indicada (conforme especificada pelo fabricante)

Equipamento	Potência P_{AE} (kW) absorvida a várias velocidades do motor (*), tomando em consideração o apêndice 3 do presente anexo	
	Intermédia (se aplicável)	Nominal
Total		

(*) Não deve ser superior a 10 % da potência medida durante o ensaio.

1.4. **Comportamento funcional do motor**

1.4.1. Velocidades do motor:

Marcha lenta sem carga: min^{-1} Intermédia: min^{-1} Nominal: min^{-1}

1.4.2. Potência do motor (*)

Condição	Potência (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia (se aplicável)	Nominal
Potência máxima medida no ensaio (P_M) (kW) (a)		
Potência total absorvida pelos equipamentos movidos pelo motor de acordo com o ponto 1.3.2 do presente apêndice, ou com o ponto 2.8 do anexo III (P_{AE}) (kW) (b)		
Potência útil do motor conforme especificada no ponto 2.4 do anexo I (kW) (c)		
$c = a + b$		

(*) Potência não corrigida medida de acordo com as disposições do ponto 2.4 do anexo I.

1.5. Níveis de emissão

1.5.1. Regulação do dinamómetro (kW)

Porcentagem de carga	Regulação do dinamómetro (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia (se aplicável)	Nominal (se aplicável)
10 (se aplicável)		
25 (se aplicável)		
50		
75		
100		

1.5.2. Resultados das emissões no ciclo de ensaio:

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWh*;

c) É aditado o seguinte apêndice:

«Apêndice 3

EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS AUXILIARES A INCLUIR PARA O ENSAIO COM VISTA À DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA DO MOTOR

Número	Equipamentos e dispositivos auxiliares	Instalados para o ensaio de emissões
1	Sistema de admissão Colector de admissão Sistema de controlo das emissões do cárter Dispositivos de controlo para o sistema de indução dupla do colector de admissão Caudalímetro de ar Conduta de admissão de ar Filtro de ar Silencioso da admissão Dispositivo de limitação da velocidade	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim (a) Sim (a) Sim (a) Sim (a)
2	Dispositivo de aquecimento da indução do colector de admissão	Sim, equipamento de série. Se possível, a instalar nas condições mais favoráveis
3	Sistema de escape Purificador do escape Colector do escape Tubos de ligação Silenciador Tubo de saída Travão accionado pelo escape Dispositivo de sobrealimentação	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim (b) Sim (b) Sim (b) Não (c) Sim, equipamento de série

Número	Equipamentos e dispositivos auxiliares	Instalados para o ensaio de emissões
4	Bomba de alimentação de combustível	Sim, equipamento de série ^(d)
5	Equipamento de carburação Carburador Sistema de controlo electrónico, caudalímetro de ar, etc. Equipamentos para motores a gás Redutor de pressão Evaporador Misturador	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série
6	Equipamento de injeção de combustível (gasolina e combustível para motores diesel) Pré-filtro Filtro Bomba Tubo de alta pressão Injetor Válvula de admissão de ar Sistema de controlo electrónico, caudalímetro de ar, etc. Regulador/sistema de controlo Batente automático de plena carga da cremalheira de controlo dependendo das condições atmosféricas	Sim, equipamento de série ou de banco de ensaio Sim, equipamento de série ou de banco de ensaio Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série ^(e) Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série
7	Equipamento de arrefecimento por líquido Radiador Ventoinha Carenagem da ventoinha Bomba de água Termostato	Não Não Não Sim, equipamento de série ^(f) Sim, equipamento de série ^(g)
8	Arrefecimento por ar Carenagem Ventoinha ou insuflador Dispositivo de regulação da temperatura	Não ^(h) Não ^(h) Não
9	Equipamento eléctrico Gerador Sistema de distribuição das faíscas Bobina ou bobinas Cablagem Velas de ignição Sistema electrónico de controlo incluindo sensor de detonação/sistema de retardamento da ignição	Sim, equipamento de série ⁽ⁱ⁾ Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série

Número	Equipamentos e dispositivos auxiliares	Instalados para o ensaio de emissões
10	Equipamento de sobrealimentação Compressor accionado directamente pelo motor e/ou pelos gases de escape Sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação Bomba ou ventoinha de refrigeração (accionada pelo motor) Dispositivo de controlo do caudal de líquido de refrigeração	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série ou de banco de ensaio ^(j) ^(k) Não ^(h) Sim, equipamento de série
11	Ventoinha auxiliar de banco de ensaio	Sim, se necessário
12	Dispositivo antipoluição	Sim, equipamento de série ^(l)
13	Equipamento de arranque	Equipamento de banco de ensaio
14	Bomba de óleo lubrificante	Sim, equipamento de série

^(a) O sistema completo de admissão deve ser instalado conforme estabelecido para a utilização prevista: quando há risco de um efeito apreciável na potência do motor;

no caso de motores de ignição comandada normalmente aspirados; quando solicitado pelo fabricante.

Nos outros casos, pode ser utilizado um sistema equivalente e deve ser efectuada uma verificação de que a pressão da admissão não difere em mais de 100 Pa do limite superior especificado pelo fabricante para um filtro de ar limpo.

^(b) O sistema completo de escape deve ser instalado conforme estabelecido para a utilização prevista:

quando há risco de um efeito apreciável na potência do motor; no caso de motores de ignição comandada normalmente aspirados; quando solicitado pelo fabricante.

Nos outros casos, pode ser instalado um sistema equivalente desde que a pressão medida não se afaste em mais de 1 000 Pa do limite superior especificado pelo fabricante.

^(c) Caso seja incorporado no motor um travão accionado pelo escape, a válvula do acelerador deve ser fixada na posição de totalmente aberta.

^(d) A pressão da alimentação de combustível pode ser ajustada, se necessário, a fim de reproduzir a pressão existente na utilização específica do motor (especialmente quando é usado um sistema de "retorno do combustível").

^(e) A válvula de admissão de ar é a válvula de controlo do regulador pneumático da bomba de injeção. O regulador ou o equipamento de injeção de combustível pode conter outros dispositivos que poderão afectar a quantidade de combustível injectado.

^(f) A circulação do líquido de arrefecimento deve ser efectuada apenas através da bomba de água do motor. O arrefecimento do líquido pode ser produzido através de um circuito externo de tal modo que a perda de pressão desse circuito e a pressão à entrada da bomba se mantenham substancialmente iguais às do sistema de arrefecimento do motor.

^(g) O termostato pode ser fixado na posição de totalmente aberto.

^(h) Quando é instalado um ventilador ou insuflador de arrefecimento para o ensaio, a potência absorvida deve ser adicionada aos resultados, excepto no caso das ventoinhas de arrefecimento de motores arrefecidos por ar directamente instaladas na cambota. A potência do ventilador ou insuflador deve ser determinada às velocidades utilizadas no ensaio, quer por cálculo a partir de características normalizadas, quer através de ensaios práticos.

⁽ⁱ⁾ Potência mínima do gerador: a potência eléctrica do gerador deve ser limitada à necessária para a operação dos acessórios indispensáveis ao funcionamento do motor. Se for necessária a ligação de uma bateria, deve ser utilizada uma bateria em boas condições e com carga completa.

^(j) Os motores com arrefecimento do ar de sobrealimentação serão sujeitos a ensaio com o sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação, quer seja por líquido ou ar, mas, se o fabricante preferir, um sistema de banco de ensaio pode substituir este. Em qualquer caso, a medição da potência a cada uma das velocidades deve ser efectuada com a queda máxima de pressão e a queda mínima de temperatura do ar do motor através do arrefecedor do ar de sobrealimentação do sistema do banco de ensaio, conforme especificado pelo fabricante.

^(k) Tal poderá incluir, por exemplo, o sistema de recirculação dos gases de escape (EGR), catalisador, reactor térmico, sistema secundário de abastecimento de ar e sistema de protecção da evaporação de combustível.

^(l) A potência para os sistemas eléctricos ou outros de arranque será fornecida pelo banco de ensaio.»

8. Os anexos VII a X passam a anexos VIII a XI.
9. É editado o seguinte anexo:

«ANEXO XII

RECONHECIMENTO DE HOMOLOGAÇÕES ALTERNATIVAS

1. As homologações que se seguem e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes, são reconhecidas como equivalentes a uma homologação nos termos da presente directiva relativamente aos motores das categorias A, B e C, tal como são definidos no n.º 2 do artigo 9.º:
 - 1.1. Os certificados de homologação em conformidade com a Directiva 2000/25/CE.
 - 1.2. Os certificados de homologação em conformidade com a Directiva 88/77/CEE, de acordo com os requisitos da fase A ou B, previstos no artigo 2.º e no ponto 6.2.1 do anexo I da Directiva 88/77/CEE, alterada pela Directiva 91/542/CEE, ou do Regulamento n.º 49.02 da CEE-ONU (série de alterações, corrigenda 1/2).
 - 1.3. Certificados de homologação em conformidade com o Regulamento n.º 96 da CEE-ONU.
 2. No que se refere aos motores das categorias D, E, F e G (fase II), definidos no n.º 3 do artigo 9.º, as homologações que se seguem e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes são reconhecidas como equivalentes a uma homologação nos termos da presente directiva:
 - 2.1. Os certificados de homologação em conformidade com a Directiva 2000/25/CE, fase II.
 - 2.2. Os certificados de homologação em conformidade com a Directiva 88/77/CEE, alterada pela Directiva 99/96/CE, que observem os requisitos das fases A, B1, B2 ou C previstos no artigo 2.º e no ponto 6.2.1 do anexo I da Directiva 88/77/CEE.
 - 2.3. Série de alterações constantes do Regulamento CEE-ONU 49.03.
 - 2.4. Regulamento CEE-ONU n.º 96, fase B, homologações, nos termos do ponto 5.2.1 da série de alterações 01 do Regulamento n.º 96.».
-