Este texto constitui um instrumento de documentação e não tem qualquer efeito jurídico. As Instituições da União não assumem qualquer responsabilidade pelo respetivo conteúdo. As versões dos atos relevantes que fazem fé, incluindo os respetivos preâmbulos, são as publicadas no Jornal Oficial da União Europeia e encontram-se disponíveis no EUR-Lex. É possível aceder diretamente a esses textos oficiais através das ligações incluídas no presente documento

►B

DIRECTIVA 97/68/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO

de 16 de Dezembro de 1997

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

(JO L 59 de 27.2.1998, p. 1)

Alterada por:

		Jornal Oficial		
		n.°	página	data
►M1	Directiva 2001/63/CE da Comissão de 17 de Agosto de 2001	L 227	41	23.8.2001
►M2	Directiva 2002/88/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de Dezembro de 2002	L 35	28	11.2.2003
►M3	Directiva 2004/26/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de Abril de 2004	L 146	1	30.4.2004
►M4	Directiva 2006/105/CE do Conselho de 20 de Novembro de 2006	L 363	368	20.12.2006
►M5	Regulamento (CE) n.º 596/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Junho de 2009	L 188	14	18.7.2009
►M6	Directiva 2010/26/UE da Comissão de 31 de Março de 2010	L 86	29	1.4.2010
►M7	Directiva 2011/88/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Novembro de 2011	L 305	1	23.11.2011
►M8	Diretiva 2012/46/UE da Comissão de 6 de dezembro de 2012	L 353	80	21.12.2012
►M9	Regulamento (UE) 2016/1628 do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de setembro de 2016	L 252	53	16.9.2016

Alterada por:

►A1	Acto relativo às condições de adesão da República Checa, da República da Estónia, da República de Chipre, da República da Letónia, da República da Lituânia, da República da Hungria, da República de Malta, da República da Polónia, da República da Eslovénia e da República Eslovaca e às adaptações dos Tratados em que se funda a União Europeia	L 236	33	23.9.2003

Retificada por:

►C1	Retificação, JO L 225 de 25.6.2004, p. 3 (2004/26/CE)			

▼B

DIRECTIVA 97/68/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO

de 16 de Dezembro de 1997

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

Artigo 1.º

Objectivos

A presente directiva tem por objectivo aproximar as legislações dos Estados-membros respeitantes aos padrões de emissão e aos processos de homologação dos motores a instalar em máquinas móveis não rodoviárias, contribuindo para o correcto funcionamento do mercado interno e protegendo simultaneamente a saúde humana e o ambiente.

Artigo 2.º

Definições

Para efeitos da presente directiva, entende-se por:

— *máquina móvel não rodoviária*, qualquer máquina móvel, equipamento industrial transportável ou veículo com ou sem corroçaria, não destinado a ser utilizado para o transporte rodoviário de passageiros ou de mercadorias, em que esteja instalado um motor de combustão interna, tal como referido no ponto 1 do anexo I,

— *homologação*, o processo através do qual um Estado-membro certifica que um tipo de motor de combustão interna ou uma família de motores, no que se refere ao nível de emissão de poluentes gasosos e de partículas por esse motor ou motores, satisfaz os requisitos técnicos relevantes da presente directiva,

— *tipo de motor*, uma categoria de motores que não diferem no tocante às características essenciais dos motores referidas no apêndice 1 do anexo II,

— *família de motores*, um conjunto de motores, agrupados por um fabricante, que, pela sua concepção, são susceptíveis de apresentar características semelhantes em termos de emissões de escape e que satisfazem os requisitos da presente directiva,

— *motor precursor*, um motor seleccionado de uma família de motores de modo tal que satisfaça os requisitos dos pontos 6 e 7 do anexo I,

— *potência do motor*, a potência útil, tal como especificada no ponto 2.4 do anexo I,

— *data de produção do motor*, a data em que o motor foi submetido ao controlo final após ter saído da linha de produção. Nesta fase, o motor está pronto para ser entregue ou colocado em *stock*,

▼M2

— *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

— *fabricante*, a pessoa ou entidade responsável perante as autoridades de homologação por todos os aspectos do processo de homologação e por assegurar a conformidade da produção. Não é essencial que essa pessoa ou entidade esteja directamente envolvida em todas as fases do fabrico do motor,

— *autoridades de homologação*, a autoridade ou autoridades competentes responsáveis por todos os aspectos da homologação de um motor ou de uma família de motores, pela emissão e revogação dos certificados de homologação, pela ligação com as autoridades de homologação dos outros Estados-membros e pela verificação das disposições tomadas pelo fabricante para assegurar a conformidade da produção,

— *serviço técnico*, a organização ou organizações ou organismo ou organismos designados como laboratórios de ensaios para efectuar os ensaios ou inspecções em nome das autoridades de homologação de um Estado-membro. Esta função pode também ser desempenhada pelas próprias autoridades de homologação,

— *ficha de informações*, a ficha constante do anexo II, que prescreve as informações a fornecer pelo requerente,

— *processo de fabrico*, o conjunto completo dos dados, desenhos, fotografias, etc., fornecidos pelo requerente ao serviço técnico ou às autoridades de homologação de acordo com as indicações da ficha de informações,

— *processo de homologação*, o processo de fabrico acompanhado dos relatórios de ensaios ou de outros documentos que lhe tenham sido apensos pelo serviço técnico ou pelas autoridades de homologação no desempenho das respectivas funções,

— *índice do processo de homologação*, o documento no qual se apresenta a conteúdo do processo de homologação, devidamente numerado ou marcado de forma a permitir identificar claramente todas as páginas,

▼M2

— *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:

▼M2

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,

▼M3
▼C1

— *embarcação de navegação interior*, uma embarcação destinada a uso em vias de navegação interior de comprimento igual ou superior a 20 metros, um volume igual ou superior a 100 m^3, de acordo com a fórmula dada no ponto 2.8 a do anexo I, ou rebocadores e empurradores que tenham sido construídos para rebocar, empurrar ou conduzir a par as embarcações de comprimento igual ou superior a 20 metros.

A presente definição não inclui:

— embarcações destinadas ao transporte de passageiros e que transportem um máximo de 12 pessoas para além da tripulação,

— as embarcações de recreio de comprimento inferior a 24 metros [definidas no n.º 2 do artigo 1.º da Directiva 94/25/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Junho de 1994, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-Membros respeitantes às embarcações de recreio ([1])],

— as embarcações de serviço das autoridades de inspecção,

— as embarcações de serviço de incêndios,

— as embarcações militares,

— as embarcações de pesca inscritas no registo comunitário de embarcações de pesca,

([1]) JO L 164 de 30.6.1994, p. 15. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pelo Regulamento (CE) n.º 1882/2003 (JO L 284 de 31.10.2003, p. 1).

▼C1

— os navios de mar, incluindo rebocadores e empurradores marítimos que operem ou tenham a sua base em águas flúvio-marítimas ou, temporariamente, em vias navegáveis interiores, na condição de possuírem um certificado de navegação ou segurança válido, definido no ponto 2.8 b da secção 2 do anexo I,

— *fabricante de equipamentos de origem (OEM)*, um fabricante de um tipo de máquina móvel não rodoviária,

— *regime de flexibilidade*, o procedimento que permite a um fabricante de motores, durante um período compreendido entre duas fases sucessivas de valores–limite, comercializar um número limitado de motores, destinados a serem instalados em máquinas móveis não rodoviárias, que apenas satisfazem a fase anterior dos valores–limite.

▼B

Artigo 3.º

Pedido de homologação

1. O pedido de homologação de um motor ou de uma família de motores deve ser apresentado pelo fabricante às autoridades de homologação de um Estado-membro. O pedido deve ser acompanhado de um processo de fabrico, cujo conteúdo é dado na ficha de informações do anexo II. Deve ser apresentado ao serviço técnico responsável pela execução dos ensaios de homologação um motor conforme com as características do tipo de motor descritas no apêndice 1 do anexo II.

2. No caso dos pedidos de homologação de uma família de motores, se as autoridades de homologação determinarem que, no que diz respeito ao motor precursor seleccionado, o pedido apresentado não representa totalmente a família de motores descrita no apêndice 2 do anexo II devem ser fornecidos para a homologação, nos termos do n.º 1, um motor precursor alternativo e, se necessário, um outro motor precursor determinado pelas autoridades de homologação.

3. Nenhum pedido relativo a um tipo de motor ou a uma família de motores pode ser apresentado a mais de que um Estado-membro. Deve ser apresentado um pedido separado para cada tipo de motor ou família de motores a homologar.

Artigo 4.º

Procedimento de homologação

1. O Estado-membro que recebe o pedido deve conceder a homologação a quaisquer tipos de motor ou famílias de motores que estejam em conformidade com as informações contidas no processo de fabrico e que satisfaçam os requisitos da presente directiva.

2. O referido Estado-membro deve preencher todas as rubricas pertinentes do certificado de homologação, cujo modelo consta do ►M2 anexo VII ◄, em relação a cada tipo de motor ou família de motores que homologar e deve compilar ou verificar o conteúdo do índice do processo de homologação. Os certificados de homologação devem ser numerados de acordo com o método descrito no ►M2 anexo VIII ◄. O certificado de homologação preenchido e os

▼B

respectivos anexos devem ser entregues ao requerente. ►M5 A Comissão altera o anexo VIII. Estas medidas, que têm por objecto alterar elementos não essenciais da presente directiva, são aprovadas pelo procedimento de regulamentação com controlo a que se refere o n.º 2 do artigo 15.º. ◄

3. Se o motor a homologar cumprir a sua função ou apresentar determinada característica específica apenas em conjugação com outras partes da máquina móvel não rodoviária e se, por essa razão, o cumprimento de um ou mais requisitos só puder ser verificado quando o motor a homologar funcionar em conjunto com outras partes da máquina, sejam elas reais ou simuladas, o âmbito da homologação do motor ou motores deve ser restringido em conformidade. Neste caso, o certificado de homologação do tipo de motor ou da família de motores deve mencionar todas as restrições relativas à respectiva utilização e indicar as respectivas condições de montagem.

4. As autoridades de homologação de cada Estado-membro devem:

a) Enviar mensalmente às autoridades de homologação dos outros Estados-membros uma lista (Contendo os elementos indicados no ►M2 anexo IX ◄) das homologações de motores e famílias de motores que tiverem concedido, recusado conceder ou revogado durante esse mês;

b) Ao receber um pedido das autoridades de hololog̃ação de outro Estado-membro, enviar sem demora:

— um exemplar do certificado de homologação do motor ou família de motores acompanhado ou não de um processo de homologação para cada tipo de motor ou família de motores que tiverem homologado ou recusado homologar ou cuja homologação tiverem revogado, e/ou

— a lista dos motores produzidos de acordo com as homologações concedidas, conforme descrita no n.º 3 do artigo 6.º, contendo os elementos indicados no ►M2 anexo X ◄, e/ou

— uma cópia da declaração prevista no n.º 4 do artigo 6.º

5. As autoridades de homologação de cada Estado-membro devem enviar à Comissão anualmente, ou ainda ao receberem um pedido nesse sentido, uma cópia da folha de dados que consta do ►M2 anexo XI ◄ em relação aos motores homologados desde que foi efectuada a última notificação.

▼M7

6. Os motores de ignição por compressão destinados a uma utilização diferente da propulsão de automotoras e embarcações de navegação interior podem ser colocados no mercado ao abrigo de um «regime flexível», de acordo com o procedimento a que se refere o anexo XIII, além dos n.ºs 1 a 5.

▼B

Artigo 5.º

Alteração das homologações

1. O Estado-membro que tiver concedido uma homologação deve tomar as medidas necessárias para ser informado de qualquer alteração dos elementos constantes do processo de homologação.

▼B

2. O pedido de alteração ou extensão de uma homologação deve ser apresentado exclusivamente às autoridades de homologação do Estado-membro que concedeu a homologação inicial.

3. Se os elementos constantes do processo de homologação tiverem sido alterados, as autoridades de homologação do Estado-membro em questão devem:

— emitir, se necessário, as páginas revistas do processo de homologação, assinalando claramente em cada uma delas a natureza das alterações e a data da nova emissão. Sempre que for efectuada uma revisão, o índice do processo de homologação (anexo ao certificado de homologação) deve também ser alterado de modo a indicar as datas das últimas páginas revistas, e

— emitir um certificado de homologação revisto (identificado por um número de extensão) se qualquer informação nele contida (excluindo os anexos) tiver sido alterada ou se os requisitos da directiva tiverem sido alterados desde a data que consta no certificado de homologação. O certificado revisto deve indicar claramente os fundamentos da revisão e a data da nova emissão.

Se as autoridades de homologação do Estado-membro em questão considerarem que a alteração de um processo de homologação exige novos ensaios ou verificações, devem desse facto informar o fabricante e emitir os documentos acima mencionados apenas após a realização, com êxito, dos novos ensaios ou verificações.

Artigo 6.º

Conformidade

1. O fabricante deve apor em cada unidade fabricada, em conformidade com o tipo homologado, as marcações definidas no ponto 3 do anexo I, incluindo o número de homologação.

2. Se o certificado de homologação, de acordo com o n.º 3 do artigo 4.º, estabelecer restrições de utilização, o fabricante deve fornecer com cada unidade fabricada informações pormenorizadas sobre essas restrições e indicar as condições de montagem. Se for fornecida uma série de tipos de motores a um único fabricante de máquinas, é suficiente que este receba apenas uma ficha de informações — o mais tardar na data de entrega do primeiro motor — ficha essa que deverá indicar além disso os números de identificação de motor respectivos.

3. O fabricante deve enviar às autoridades de homologação, a pedido destas, no prazo de 45 dias após o fim de cada ano civil, sem demora após a data de cada pedido, quando os requisitos da presente directiva forem alterados, e imediatamente na sequência de qualquer data adicional que a autoridade possa estipular, uma lista com a gama de números de identificação para cada tipo de motor produzido de acordo com os requisitos da presente directiva desde o último envio equivalente ou desde que os requisitos da presente directiva começaram a ser aplicáveis. Se o sistema de codificação dos motores não permitir clarificar as correlações entre os números de identificação e os tipos de motor ou as famílias de motores correspondentes, por um lado, e os números de homologação, por outro, a referida lista deve especificá-las. Além disso,

▼B

essa lista deve conter informações especiais se o fabricante deixar de produzir um tipo ou uma família de motores homologados. Se a lista não tiver de ser enviada com regularidade às autoridades de homologação, o fabricante deve manter esses elementos durante um período mínimo de 20 anos.

4. O fabricante deve enviar às autoridades de homologação, no prazo de 45 dias após o fim de cada ano civil e em cada data de aplicação referida no artigo 9.º, uma declaração que especifique os tipos de motor e as famílias de motores, juntamente com os respectivos códigos de identificação de motor, para os motores que pretenda produzir a partir dessa data.

▼M3
▼C1

5. Os motores de ignição por compressão colocados no mercado ao abrigo de um «regime flexível» devem ser etiquetados de acordo com o anexo XIII.

▼B

Artigo 7.º

Aceitação de homologações equivalentes

1. O Parlamento Europeu e o Conselho, deliberando sob proposta da Comissão, podem reconhecer a equivalência entre as condições e disposições relativas à homologação de motores estabelecidas na presente directiva e os procedimentos estabelecidos por regulamentos internacionais ou de países terceiros, no quadro de acordos multilaterais ou bilaterais entre a Comunidade e países terceiros.

▼M2

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.

▼M3
▼C1

Artigo 7.ºA

Embarcações de navegação interior

1. As disposições que se seguem aplicam-se aos motores destinados a serem instalados em embarcações de navegação interior. Os n.os 2 e 3 não serão aplicados enquanto a equivalência entre os requisitos previstos na presente directiva e os previstos no quadro da Convenção de Manheim para a Navegação no Reno não for reconhecida pela Comissão Central da Navegação no Reno (a seguir designada por CCNR) e enquanto a Comissão não for informada a esse respeito.

2. Os Estados–Membros não podem recusar, até 30 de Junho de 2007, a colocação no mercado de motores que satisfaçam os requisitos previstos pela fase I da CCNR, cujos valores-limite de emissões são fixados no anexo XIV da presente directiva.

3. A partir de 1 de Julho de 2007 e até à entrada em vigor de um novo conjunto de valores–limite que resultem de futuras alterações à presente directiva, os Estados-Membros não podem recusar a colocação no mercado de motores que satisfaçam os requisitos previstos pela fase II da CCNR, cujos valores-limite de emissões são fixados no anexo XV.

▼M5

4. A Comissão adapta o anexo VII a fim de integrar as informações suplementares e específicas que possam ser requeridas relativamente ao certificado de homologação respeitante aos motores destinados a serem instalados em embarcações de navegação interior. Estas medidas, que têm por objecto alterar elementos não essenciais da presente directiva, são aprovadas pelo procedimento de regulamentação com controlo a que se refere o n.º 2 do artigo 15.º.

▼M3
▼C1

5. Para efeitos da presente directiva e no que diz respeito às embarcações de navegação interior, qualquer motor auxiliar com uma potência superior a 560 kW fica sujeito aos mesmos requisitos que os motores de propulsão.

▼B

Artigo 8.º

▼M3
▼C1

Colocação no mercado

1. Os Estados–Membros não podem recusar a colocação no mercado de motores, já instalado em máquinas ou não, que preencham os requisitos da presente directiva.

▼B

2. Os Estados-membros apenas devem permitir o registo, quando aplicável, ou a colocação no mercado de novos motores, já instalados ou não em máquinas, que satisfaçam os requisitos da presente directiva.

▼M3
▼C1

2A. Os Estados–Membros não podem conferir o certificado comunitário de navegação interior previsto pela Directiva 82/714/CEE do Conselho, de 4 de Outubro de 1982, que estabelece os requisitos técnicos aplicáveis às embarcações de navegação interior ([1]), a embarcações cujos motores não cumpram os requisitos da presente directiva.

▼B

3. As autoridades de homologação de um Estado-membro que concedem uma homologação devem tomar as medidas necessárias em relação a essa homologação para registar e controlar, se necessário em cooperação com as autoridades de homologação dos outros Estados-membros, os números de identificação dos motores produzidos em conformidade com os requisitos da presente directiva.

4. Poderá ser realizado um controlo suplementar dos números de identificação juntamente com o controlo da conformidade da produção descrito no artigo 11.º

5. Em relação ao controlo dos números de identificação, o fabricante ou os seus agentes estabelecidos na Comunidade devem dar sem demora às autoridades de homologação, a pedido destas, todas as informações necessárias relacionadas com os seus clientes, juntamente com os números de identificação dos motores produzidos de acordo com o n.º 3 do artigo 6.º Se os motores forem vendidos a um fabricante de máquinas, não são necessárias outras informações.

([1]) JO L 301 de 28.10.1982, p. 1. Directiva alterada pelo Acto de Adesão de 2003.

▼B

6. Se, após ter recebido um pedido das autoridades de homologação, o fabricante não for capaz de verificar os requisitos do artigo 6.º, especialmente em conjugação com o n.º 5 do presente artigo, a homologação concedida ao tipo ou família de motores correspondente nos termos da presente directiva pode ser revogada. O processo de informação deve ser efectuado conforme descrito no n.º 4 do artigo 12.º

Artigo 9.º

▼M2

Calendário — Motores de ignição por compressão

▼B

1. CONCESSÃO DAS HOMOLOGAÇÕES

Após 30 de Junho de 1998, os Estados-membros não poderão recusar a homologação de qualquer tipo de motor ou família de motores ou a emissão da ficha descrita no ►M2 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 e de partículas.

2. HOMOLOGAÇÕES — FASE I

(CATEGORIAS DE MOTORES: A, B e C)

Os Estados-membros devem recusar a homologação de qualquer tipo de motor ou família de motores e a emissão da ficha descrita no ►M2 anexo VII ◄, bem como a concessão de qualquer outra homologação, para máquinas móveis não rodoviárias em que esteja instalado um motor:

após 30 de Junho de 1998, no caso dos motores de potência de:

— A: 130 kw ≤ P ≤ 560 kW,

— B: 75 kW ≤ P < 130 kW,

— C: 37 kW ≤ P < 75 kW,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ►M2 ponto 4.1.2.1 do anexo I ◄.

3. HOMOLOGAÇÕES — FASE II

(CATEGORIAS DE MOTORES: D, E, F e G)

▼M3
▼C1

Os Estados-Membros devem recusar a homologação de qualquer tipo de motor ou família de motores e a emissão da ficha descrita no anexo VII, bem como a concessão de qualquer outra homologação, para máquinas móveis não rodoviárias em que esteja instalado um motor ainda não colocado no mercado:

▼B

— D: após 31 de Dezembro de 1999, no caso dos motores de potência de 18 kW ≤ P ≤ 37 kW,

— E: após 31 de Dezembro de 2000, no caso dos motores de potência de 130 kW ≤ P ≤ 560 kW,

— F: após 31 de Dezembro de 2001, no caso dos motores de potênica de 75 kW ≤ P < 130 kW,

— G: após 31 de Dezembro de 2002, no caso dos motores de potênica de 37 kW ≤ P < 75 kW,

▼B

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ►M2 ponto 4.1.2.3 do
anexo I ◄.

▼M3
▼C1

3A. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DA FASE III–A (CATEGORIAS DE MOTORES: H, I, J e K)

Os Estados–Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII, bem como a concessão de qualquer outra homologação, para máquinas móveis não rodoviárias em que esteja instalado um motor ainda não colocado no mercado:

— H: após 30 de Junho de 2005 para os motores, que não sejam motores de velocidade constante, de potência: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW,

— I: após 31 de Dezembro de 2005 para os motores, que não sejam motores de velocidade constante, de potência: 75 kW ≤ P < 130 kW,

— J: após 31 de Dezembro de 2006 para os motores, que não sejam motores de velocidade constante, de potência: 37 kW ≤ P < 75 kW,

— K: após 31 de Dezembro de 2005 para os motores, que não sejam motores de velocidade constante, de potência: 19 kW ≤ P < 37 kW,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.4 do anexo I.

3B. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DE VELOCIDADE CONSTANTEDA FASE III-A (CATEGORIAS DE MOTORES: H, I, J e K)

Os Estados–Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII, bem como a concessão de qualquer outra homologação, para máquinas móveis não rodoviárias em que esteja instalado um motor ainda não colocado no mercado:

— motores de velocidade constante H: após 31 de Dezembro de 2009 para os motores de potência: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW,

— motores de velocidade constante I: após 31 de Dezembro de 2009 para os motores de potência: 75 kW ≤ P ≤ 130 kW,

— motores de velocidade constante J: após 31 de Dezembro de 2010 para os motores de potência: 37 kW ≤ P < 75 kW,

— motores de velocidade constante K: após 31 de Dezembro de 2009 para os motores de potência: 19 kW ≤ P < 37 kW,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores–limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.4 do anexo I.

▼C1

3C. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DA FASE III-B (CATEGORIAS DE MOTORES L, M, N e P)

Os Estados-Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII, bem como toda e qualquer homologação de máquinas móveis não rodoviárias nas quais se encontre instalado um motor ainda não comercializado:

— L: após 31 de Dezembro de 2009 para os motores, que não os de velocidade constante, de potência: 130 kW ≤ P ≤ 560KW,

— M: após 31 de Dezembro de 2010 para os motores, que não os de velocidade constante, de potência: 75 kW ≤ P ≤ 130 kW,

— N: após 31 de Dezembro de 2010 para os motores, que não os de velocidade constante, de potência: 56 kW ≤ P < 75 kW,

— P: após 31 de Dezembro de 2011 para os motores, que não os de velocidade constante, de potência: 37 kW ≤ P < 56 kW,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.5 do anexo I.

3D. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DA FASE IV (CATEGORIAS DE MOTORES Q E R)

Os Estados-Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII, bem como qualquer outra homologação de máquinas móveis não rodoviárias nas quais se encontre instalado um motor ainda não comercializado:

— Q: após 31 de Dezembro de 2012 para os motores, que não os de velocidade constante, de potência: 130 kW ≤ P ≤ 560KW,

— R: após 30 de Setembro de 2013 para os motores, que não os de velocidade constante, de potência: 56 kW ≤ P ≤ 130 kW,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.6 do anexo I.

3E. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DE PROPULSÃO DA FASE IIIA UTILIZADOS EM EMBARCAÇÕES DE NAVEGAÇÃO INTERIOR (CATEGORIA DE MOTORES V)

Os Estados–Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII:

▼C1

— V1:1: após 31 de Dezembro de 2005 para os motores de potência igual ou superior a 37kW e cilindrada inferior a 0,9 litros por cilindro,

— V1:2: após 30 de Junho de 2005 para os motores de cilindrada igual ou superior a 0,9 mas inferior a 1,2 litros por cilindro,

— V1:3: após 30 de Junho de 2005 para os motores de cilindrada igual ou superior a 1,2 mas inferior a 2,5 litros por cilindro e potência: 37 kW $\leq$ P < 75 kW,

— V1:4: após 31 de Dezembro de 2006 para os motores de cilindrada igual ou superior a 2,5 mas inferior a 5 litros por cilindro,

— V2: após 31 de Dezembro de 2007 para os motores de cilindrada superior a 5 litros por cilindro,

e o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.4 do anexo I.

3F. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DE PROPULSÃO DA FASE III–A UTILIZADOS EM AUTOMOTORAS

Os Estados-Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII:

— RC A: após 30 de Junho de 2005 para os motores de potência superior a 130 kW,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.4 do anexo I.

3G. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DE PROPULSÃO DA FASE III-B UTILIZADOS EM AUTOMOTORAS

Os Estados–Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII:

— RC B: após 31 de Dezembro de 2010 para os motores de potência superior a 130kW,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.5 do anexo I.

▼C1

3H. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DA FASE III-A UTILIZADOS EM LOCOMOTIVAS

Os Estados-Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII:

— RL A: após 31 de Dezembro de 2005 para os motores de potência: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW,

— RH A: após 31 de Dezembro de 2007 para os motores de potência: 560 kW < P,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores–limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.4 do anexo I. As disposições do presente número não são aplicáveis aos tipos e famílias de motores referidos se tiver sido celebrado um contrato de aquisição do motor antes de 20 de Maio de 2004, desde que o motor seja colocado no mercado dois anos, no máximo, após a data aplicável à categoria de locomotiva em causa.

3I. HOMOLOGAÇÃO DE MOTORES DE PROPULSÃO DA FASE III-A UTILIZADOS EM LOCOMOTIVAS

Os Estados-Membros devem recusar a homologação dos tipos ou famílias de motores a seguir indicados e a emissão da ficha descrita no anexo VII:

— R B: após 31 de Dezembro de 2010 para motores de potência superior a 130 KW,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.1.2.5. do anexo I. As disposições do presente número não são aplicáveis aos tipos e famílias de motores referidos se tiver sido celebrado um contrato de aquisição do motor antes de 20 de Maio de 2004, desde que o motor seja colocado no mercado dois anos, no máximo, após a data aplicável à categoria de locomotiva em causa.

▼B

4. ►M3 ►C1 COLOCAÇÃO NO MERCADO: DATAS DE PRODUÇÃO DOS MOTORES ◄ ◄

Após os prazos seguidamente indicados, e com excepção das máquinas e motores destinados à exportação para países terceiros, os Estados-membros apenas devem autorizar o registo, quando aplicável, e ►M2 a colocação no mercado de motores ◄, já instalados ou não em máquinas, se esses motores satisfizerem os requisitos da presente directiva e se tiverem sido homologados de acordo com das categorias definidas nos n.os 2 e 3.

Fase I

— categoria A: 31 de Dezembro de 1998,

— categoria B: 31 de Dezembro de 1998,

— categoria C: 31 de Março de 1999.

Fase II

— catégorie D: 31 décembre 2000

— categoria E: 31 de Dezembro de 2001,

— categoria F: 31 de Dezembro de 2002,

— categoria G: 31 de Dezembro de 2003.

▼B

No entanto, para cada categoria, os Estados-membros poderão adiar por dois anos a data do requisito acima referido no que se refere aos motores com uma data de produção anterior às datas referidas no presente número.

A autorização concedida para os motores incluídos na fase I caducará quando se tornar obrigatória a aplicação da fase II.

▼M3
▼C1

4A. Sem prejuízo dos artigos 7.ºA e 9.º, n.º 3, alíneas g) e h), os Estados-Membros devem autorizar, após as datas a seguir mencionadas, e com excepção das máquinas e motores destinados à exportação para países terceiros, a colocação no mercado de motores, já instalados ou não em máquinas, desde que cumpram os requisitos da presente directiva e o motor em causa seja aprovado de acordo com uma das categorias referidas nos n.os 2 e 3.

Fase III-A outros motores que não os de velocidade constante

— categoria H: 31 de Dezembro de 2005,

— categoria I: 31 de Dezembro de 2006,

— categoria J: 31 de Dezembro de 2007,

— categoria K: 31 de Dezembro de 2006,

Fase III-A motores de embarcações de navegação interior

— categoria V1:1: 31 de Dezembro de 2006,

— categoria V1:2: 31 de Dezembro de 2006,

— categoria V1:3: 31 de Dezembro de 2006,

— categoria V1:4: 31 de Dezembro de 2008,

— categorias V2: 31 de Dezembro de 2008.

Fase III-A motores de velocidade constante

— categoria H: 31 de Dezembro de 2010,

— categoria I: 31 de Dezembro de 2010,

— categoria J: 31 de Dezembro de 2011,

— categoria K: 31 de Dezembro de 2010.

Fase III-A motores de automotoras

— categoria RC A: 31 de Dezembro de 2005.

Fase III-A motores de locomotivas

— categoria RL A: 31 de Dezembro de 2006,

— categoria RH A: 31 de Dezembro de 2008,

Fase III-B outros motores que não os de velocidade constante

— categoria L: 31 de Dezembro de 2010,

— categoria M: 31 de Dezembro de 2011,

▼C1

— categoria N: 31 de Dezembro de 2011,

— categoria P: 31 de Dezembro de 2012.

Fase III-B motores de automotoras

— categoria RCB: 31 de Dezembro de 2011.

Fase III-B motores de locomotivas

— categoria RB: 31 de Dezembro de 2011.

Fase IV outros motores que não os de velocidade constante

— categoria Q: 31 de Dezembro de 2013,

— categoria R: 30 de Setembro de 2014.

Para cada categoria, as datas são adiadas por dois anos em relação aos motores com uma data de produção anterior à referida data.

A autorização concedida para uma fase I de valores–limite das emissões terminará a partir da data de aplicação obrigatória da fase seguinte de valores–limite.

▼M9

Em derrogação ao disposto no primeiro parágrafo, os Estados-Membros podem autorizar, a pedido de um OEM, a colocação no mercado de motores que cumpram os valores-limite de emissão da fase III-A, desde que esses motores se destinem a ser instalados em máquinas móveis não rodoviárias para utilização em atmosferas potencialmente explosivas, como definido no artigo 2.º, ponto 5, da Diretiva 2014/34/UE do Parlamento Europeu e do Conselho ([1]).

Os fabricantes facultam à entidade homologadora as devidas provas de que os motores são exclusivamente instalados em máquinas móveis não rodoviárias certificadas como satisfazendo esses requisitos. Em todos esses motores é aposta, a seguir à marcação regulamentar do motor prevista no ponto 3 do anexo I, uma etiqueta com o texto «Motor a utilizar unicamente em máquinas fabricadas por», seguido do nome do OEM e da referência única associada à derrogação.

Em derrogação ao disposto no primeiro parágrafo, os Estados-Membros podem conceder a homologação UE e autorizar a colocação no mercado de motores da categoria RLL com uma potência útil máxima superior a 2 000kW que não respeitem os limites de emissão estabelecidos no anexo II, destinados a serem instalados em locomotivas que circulam apenas em redes ferroviárias tecnicamente isoladas com bitola de 1 520 mm. Esses motores cumprem, pelo menos, os limites de emissão que os motores tinham de cumprir para serem colocados no mercado em 31 de dezembro de 2011.

▼M3
▼C1

4B. ROTULAGEM EM CASO DE CUMPRIMENTO ANTECIPADO DOS REQUISITOS DAS FASES III-A, III-B E IV

([1]) Diretiva 2014/34/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de fevereiro de 2014, relativa à harmonização da legislação dos Estados-Membros relativa a aparelhos e sistemas de proteção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas (JO L 96 de 29.3.2014, p. 309).

▼C1

Para os tipos ou famílias de motores que respeitem os valores-limite do quadro dos pontos 4.1.2.4, 4.1.2.5 e 4.1.2.6 do anexo I, antes dos prazos indicados no n.º 4 do presente artigo, os Estados-Membros devem autorizar uma identificação especial que evidencie o respeito dos valores-limite requeridos antes da data prevista.

▼M2

*Artigo 9.º*A

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.

▼M2

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 cm^3, 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

▼M2

— 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 destinar-se a operar em múltiplas posições, horizontalmente ou verticalmente, e ter um motor com uma capacidade superior a 40 cm^3,

— 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 cm^3 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 escarificadores, máquinas de cortar bobinas, arejadores de relva e geradores.

▼M6

Sem prejuízo do primeiro parágrafo, é concedida uma prorrogação do período de isenção até 31 de Julho de 2013, na categoria de máquinas com uma pega na parte superior, para as máquinas portáteis de cortar sebes e as motosserras para a manutenção de árvores com uma pega na parte superior, para uso profissional e funcionando em posições múltiplas, equipadas de motores das classes SH:2 e SH:3.

▼M2

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.

▼B

Artigo 10.º

Isenções e processos alternativos

▼M3
▼C1

1. Os requisitos previstos nos n.os 1 e 2 do artigo 8.º, no n.º 4 do artigo 9.º e no 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 1–A e 2,

— motores destinados máquinas essencialmente destinadas ao lançamento e à recuperação de embarcações de salvamento,

— motores utilizados nas máquinas destinadas essencialmente ao lançamento e à recuperação de embarcações lançadas a partir da margem.

▼C1

1A. Sem prejuízo do artigo 7.ºA e das alíneas g) e h) do n.º 3 do artigo 9.º, os motores de substituição, com excepção dos motores destinados à propulsão de automotoras, locomotivas e embarcações da navegação interior, devem ser conformes aos valores–limite que o motor substituído devia respeitar aquando da sua colocação no mercado.

▼M7

_____

1-B. Não obstante o disposto no artigo 9.º, n.os 3G, 3I e 4A, os Estados-Membros podem autorizar a colocação no mercado dos seguintes motores para automotoras e locomotivas:

a) Motores de substituição que cumpram os limites da Fase III A, caso se destinem a substituir motores de automotoras e locomotivas que:

   i) não cumpram as normas da Fase III A, ou

   ii) cumpram as normas da Fase III A mas não as da Fase III B;

b) Motores de substituição que não cumpram os limites da Fase III A, caso se destinem a substituir motores de automotoras sem controlo de condução e sem capacidade de movimento autónomo, sempre que esses motores de substituição cumpram uma norma não inferior à cumprida por motores instalados em automotoras existentes do mesmo tipo.

Só podem ser concedidas autorizações ao abrigo do presente número, quando a autoridade de homologação do Estado-Membro considerar que a utilização de um motor de substituição que cumpra os requisitos da última fase de emissões aplicável à automotora ou locomotiva em questão coloca dificuldades técnicas de monta.

1-C. Nos motores abrangidos pelos n.os 1-A ou 1-B deve ser aposta uma etiqueta contendo os termos «MOTOR DE SUBSTITUIÇÃO» e o número de referência único da derrogação associada.

1-D. A Comissão deve avaliar o impacto ambiental do n.º 1-B e as eventuais dificuldades técnicas relativas ao seu cumprimento. À luz dessa avaliação, a Comissão apresenta ao Parlamento Europeu e ao Conselho, até 31 de Dezembro de 2016, um relatório de revisão do n.º 1-B acompanhado, se necessário, de uma proposta legislativa que inclua uma data limite para a aplicação do referido número.

▼B

2. Cada Estado-membro pode, a pedido do fabricante, isentar motores de fim de série ainda em *stock*, ou *stocks* de máquinas móveis não rodoviárias no que diz respeito aos respectivos motores, do prazo ou prazos de colocação no mercado indicados no n.º 4 do artigo 9.º, de acordo com as seguintes condições:

— o fabricante deve apresentar um pedido às autoridades de homologação desse Estado-membro que homologaram o tipo ou tipos de motor ou a família ou famílias de motores correspondentes antes da entrada em vigor do prazo ou prazos,

▼B

— o pedido do fabricante deve incluir uma lista, conforme definida no n.º 3 do artigo 6.º, dos novos motores que não foram colocados no mercado dentro do prazo ou prazos; no caso dos motores que pela primeira vez sejam abrangidos pela presente directiva, o fabricante deve apresentar o pedido às autoridades de homologação do Estado-membro onde os motores se encontrem armazenados,

— o pedido deve especificar as razões técnicas e/ou económicas em que se baseia,

— os motores devem estar em conformidade com um tipo ou uma família para os quais a homologação já não seja válida, ou que não necessitassem de homologação anteriormente, mas que tenham sido produzidos de acordo com o prazo ou prazos,

— os motores devem ter sido fisicamente armazenados na Comunidade dentro do prazo ou prazos,

— o número máximo de novos motores de um ou mais tipos colocados no mercado em cada Estado-membro pela aplicação desta isenção não deve exceder 10 % dos novos motores de todos os tipos em questão colocados no mercado nesse Estado-membro durante o ano anterior,

— se o pedido for aceite pelo Estado-membro, este deve enviar, no prazo de um mês, às autoridades de homologação dos outros Estados-membros pormenores das isenções concedidas ao fabricante e os respectivos fundamentos,

— o Estado-membro que conceder isenções de acordo com o presente artigo tem a responsabilidade de assegurar que o fabricante satisfaz todas as obrigações correspondentes,

— as autoridades de homologação devem emitir, para cada motor em questão, um certificado de conformidade em que seja feita uma anotação especial. Se aplicável, pode ser utilizado um documento consolidado que contenha todos os números de identificação dos motores em questão,

— os Estados-membros devem enviar anualmente à Comissão uma lista das isenções concedidas, especificando os seus fundamentos.

Esta opção será limitada a um período de 12 meses a contar da data em que os motores foram pela primeira vez sujeitos ao prazo ou prazos de colocação no mercado.

▼M2

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.

▼M3
▼C1

5. Os motores podem ser colocados no mercado ao abrigo de um «regime flexível» nos termos do anexo XIII,

6. O n.º 2 não é aplicável aos motores de propulsão das embarcações de navegação interior.

▼M7

7. Os Estados–Membros devem autorizar a colocação no mercado de motores que correspondam às definições do anexo I, secção 1, pontos Ai), Aii) e Av), no âmbito do regime flexível, nos termos do anexo XIII.

▼M9

8. Os Estados-Membros podem decidir não aplicar a presente diretiva aos motores instalados nas máquinas de colheita do algodão.

▼B

Artigo 11.º

Disposições relativas à conformidade da produção

1. O Estado-membro que concede uma homologação deve tomar as medidas necessárias para verificar, em relação às especificações contidas no ponto 5 do anexo I, e se necessário em cooperação com as autoridades de homologação dos outros Estados-membros, se foram tomadas as disposições adequadas para assegurar o controlo efectivo da conformidade da produção antes de conceder a homologação.

2. O Estado-membro que tenha concedido uma homologação deve tomar as medidas necessárias para verificar, em relação às especificações indicadas no ponto 5 do anexo I, e se necessário em cooperação com as autoridades de homologação dos outros Estados-membros, se as disposições referidas no n.º 1 continuam a ser adequadas e se cada motor produzido que ostenta um número de homologação nos termos da presente directiva continua a estar em conformidade com a descrição dada no certificado de homologação e seus anexos para o tipo de motor ou a família de motores homologados.

Artigo 12.º

Não conformidade com o tipo ou a família homologados

1. Considera-se que não há conformidade com o tipo ou a família homologados se forem encontradas discrepâncias em relação ao indicado no certificado de homologação e/ou ao processo de homologação e se essas discrepâncias não tiverem sido autorizadas, ao abrigo do n.º 3 do artigo 5.º, pelo Estado-membro que concedeu a homologação.

2. Se um Estado-membro que tiver concedido uma homologação determinar que motores acompanhados de um certificado de conformidade ou que ostentam uma marca de homologação não estão em conformidade com o tipo ou a família que homologou, deve tomar as medidas necessárias para assegurar que os motores em curso de produção voltem a ficar em conformidade com o tipo ou a família homologados. As autoridades de homologação desse Estado-membro devem notificar as dos outros Estados-membros das medidas tomadas, que podem, se necessário, ir até à revogação da homologação.

3. Se um Estado-membro demonstrar que motores que ostentam um número de homologação não estão em conformidade com o tipo ou a família homologados, pode solicitar ao Estado-membro que concedeu a homologação que verifique se os motores em curso de produção estão em conformidade com o tipo ou a família homologados. Essa verificação deve ser efectuada no prazo de 6 meses a contar da data do pedido.

4. As autoridades de homologação dos Estados-membros informar-se-ão mutuamente, no prazo de um mês, da revogação de qualquer homologação e dos fundamentos de tal medida.

5. Se o Estado-membro que concedeu a homologação contestar a não conformidade que lhe foi notificada, os Estados-membros interessados esforçar-se-ão por resolver o diferendo. A Comissão deve ser mantida informada e, se necessário, proceder às necessárias consultas com a finalidade de chegar a uma solução.

▼B

Artigo 13.º

Requisitos em matéria de protecção dos trabalhadores

As disposições da presente directiva não prejudicam o direito dos Estados-membros de adoptarem, de acordo com o Tratado, as normas que considerarem necessárias para garantir a protecção dos trabalhadores quando estes utilizarem as máquinas referidas na presente directiva, desde que tal não afecte a colocação no mercado dos motores em causa.

▼M5

Artigo 14.º

As alterações necessárias para adaptar os anexos da presente directiva ao progresso técnico, com excepção dos requisitos especificados nos pontos 1, 2.1 a 2.8 e 4 do anexo I, são aprovadas pela Comissão.

Estas medidas, que têm por objecto alterar elementos não essenciais da presente directiva, são aprovadas pelo procedimento de regulamentação com controlo a que se refere o n.º 2 do artigo 15.º.

Artigo 14.º-A

A Comissão estuda as eventuais dificuldades técnicas em cumprir os requisitos da Fase II no que se refere a certas 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 esses requisitos nos prazos 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.º-A e/ou outras isenções adequadas, não superiores a cinco anos, excepto em circunstâncias excepcionais. Estas medidas, que têm por objecto alterar elementos não essenciais da presente directiva, completando-a, são aprovadas pelo procedimento de regulamentação com controlo a que se refere o n.º 2 do artigo 15.º.

▼M2

Artigo 15.º

Comité

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».

▼M5

2. Sempre que se faça referência ao presente número, são aplicáveis os n.os 1 a 4 do artigo 5.º-A e o artigo 7.º da Decisão 1999/468/CE, tendo-se em conta o disposto no artigo 8.º.

▼B

Artigo 16.º

Autoridades de homologação e serviços técnicos

Os Estados-membros devem notificar a Comissão e os outros Estados-membros dos nomes e endereços das autoridades de homologação e dos serviços técnicos responsáveis para os efeitos da presente directiva. Os serviços notificados devem satisfazer os requisitos estabelecidos no artigo 14.º da Directiva 92/53/CEE.

Artigo 17.º

Transposição para o direito nacional

1. Os Estados-membros adoptarão as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à presente directiva até 30 de Junho de 1998. Do facto informarão imediatamente a Comissão.

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

2. Os Estados-membros comunicarão à Comissão o texto das disposições de direito interno que adoptarem no domínio regido pela presente directiva.

Artigo 18.º

Entrada em vigor

A presente directiva em vigor no vigésimo dia seguinte ao da sua publicação no *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*.

Artigo 19.º

Reduções adicionais dos valores-limite das emissões

O Parlamento Europeu e o Conselho decidirão até ao final do ano 2000, sob proposta a apresentar pela Comissão antes do fim de 1999, quanto a uma nova redução dos valores-limite das emissões, tendo em conta a disponibilidade global de técnicas de controlo das emissões poluentes da atmosfera provenientes dos motores de ignição por compressão e a situação em termos de qualidade do ar.

Artigo 20.º

Destinatários

Os Estados-membros são os destinatários da presente directiva.

▼M2

Lista de anexos

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
Apêndice 1	Requisitos para garantir o funcionamento correto das medidas de controlo dos NO_x
Apêndice 2	Requisitos da zona de controlo para os motores da fase IV
ANEXO II	Ficha de informações
Apêndice 1	Características essenciais do motor (precursor)
Apêndice 2	Características essenciais da família de motores
Apêndice 3	Características essenciais do tipo de motor na família
ANEXO III	Método de ensaio — Motores C.I.

▼M3

▼C1

Apêndice 1	Métodos de medição e de recolha de amostras
Apêndice 2	Método de calibração [NRSC, NRTC([1])]

▼M2

Apêndice 3	►M3 ►C1 Avaliação de dados e cálculos ◄ ◄

▼M3

▼C1

Apêndice 4	Programa do dinamómetro do motor para o ensaio NRTC
Apêndice 5	Requisitos de durabilidade

▼M2

Apêndice 6	Determinação das emissões de CO_2 para os motores das fases I, II, III-A, III-B e IV
Apêndice 7	Determinação alternativa das emissões de CO_2
ANEXO IV	Método de ensaio — Motores de ignição comandada
Apêndice 1	Métodos de medição e de recolha de amostras
Apêndice 2	Calibragem dos instrumentos de análise
Apêndice 3	Avaliação dos dados e cálculos
Apêndice 4	Factores de deterioração
ANEXO V	►M3 ►C1 Características técnicas do combustível de referência prescrito para os ensaios de homologação e para verificar a conformidade da produção ◄ ◄

▼M3

▼C1

ANEXO VI	Sistema de análise e de recolha de amostras

▼M2

ANEXO VII	Certificado de homologação
Apêndice 1	Relatório de ensaio para os motores de ignição por compressão resultados dos ensaios
Apêndice 2	Resultados dos ensaios para os motores de ignição comandada
Apêndice 3	Equipamentos e dispositivos auxiliares a incluir para o ensaio com vista à determinação da potência útil do motor

▼**M2**

ANEXO VIII	Sistema de numeração dos certificados de homologação
ANEXO IX	Lista das homologações emitidas para motores/famílias de motores
ANEXO X	Lista dos motores produzidos
ANEXO XI	Folha de dados relativos aos motores homologados
ANEXO XII	Reconhecimento de homologações alternativas

▼**M3**

▼**C1**

ANEXO XIII	Disposições relativas aos motores colocados no mercado ao abrigo de um «regime flexível»
ANEXO XIV	
ANEXO XV	

▼B

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

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

▼M2

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

A presente directiva não se aplica a motores para propulsão de:

— veículos definidos pela Directiva 70/156/CEE [1], e pela Directiva 92/61/CEE [2],

— tractores agrícolas definidos pela Directiva 74/150/CEE [3].

Além disso, para poderem ser abrangidos pela presente directiva, os motores têm de estar instalados em máquinas que satisfaçam os seguintes requisitos específicos:

▼M3
▼C1

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

i) serem equipadas com motores de ignição por compressão de potência útil, definida no ponto 2.4, igual ou superior a 19 kW mas não superior a 560 kW e que funcionem em regime intermitente e não a uma dada velocidade constante, ou

ii) serem equipadas com motores de ignição por compressão de potência útil, definida no ponto 2.4, igual ou superior 19 kW mas não superior a 560 kW e que funcionem a uma velocidade constante. Os limites só são aplicáveis a partir de 31 de Dezembro de 2006, ou

iii) serem equipadas com motores a gasolina de ignição comandada de potência útil, definida no ponto 2.4, não superior a 19 kW, ou

iv) serem equipadas com motores destinados à propulsão de automotoras, ou seja, veículos ferroviários autopropulsionados, especialmente concebidos para o transporte de mercadorias e/ou passageiros, ou

[1] JO L 42 de 23.2.1970, p. 1. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 93/81/CEE (JO L 264 de 23.10.1993, p. 49).
[2] JO L 225 de 10.8.1992, p. 72.
[3] JO L 84 de 28.3.1974, p. 10. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 88/297/CEE (JO L 126 de 20.5.1988, p. 52).

▼C1

v) serem equipadas com motores concebidos para a propulsão de locomotivas, ou seja, elementos autopropulsionados de equipamento ferroviário, concebidos para movimentar ou propulsionar carruagens concebidas para transportar mercadorias, passageiros e outros equipamentos, mas que não foram em si concebidos ou destinados a transportar mercadorias, passageiros (outros que não os maquinistas da locomotiva) ou outros equipamentos. Qualquer motor auxiliar ou motor destinado a alimentar os equipamentos de manutenção ou construção nas vias-férreas não são abrangidos pela presente alínea mas pelo ponto Ai).

▼M2

A presente directiva não se aplica a:

▼M3
▼C1

B. Navios, excepto os destinados à navegação interior.

———————

▼M2

D. Aeronaves.

E. Veículos recreativos, como por exemplo

— motos de neve,

— motociclos de competição não rodoviários,

— veículos todo o terreno.

▼B

2. DEFINIÇÕES SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Para efeitos da presente directiva, entende-se por:

2.1. *Motor de ignição por compressão*, um motor que funciona segundo o princípio da ignição por compressão (p. ex., motor diesel).

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

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

2.4. *Potência útil*, a potência em «kW CEE» obtida no banco de ensaios na extremidade da cambota ou seu equivalente, medida de acordo com o método CEE de medição da potência dos motores de combustão interna destinados aos veículos rodoviários estabelecido na Directiva 80/1269/CEE ([1]), sendo no entanto excluída neste caso a potência da ventoinha de arrefecimento ([2]) e utilizando-se as condições de ensaio e o combustível de referência especificados na presente directiva.

([1]) JO L 375 de 31.12.1980, p. 46. Directiva a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 89/491/CEE (JO L 238 de 15.8.1989, p. 43).

([2]) Isto significa que, ao contrário do previsto no ponto 5.1.1.1 do anexo I da Directiva 80/1269/CEE, a ventoinha de arrefecimento do motor não pode estar instalada durante o ensaio de verificação da potência útil do motor; se o fabricante realizar o ensaio com a ventoinha montada no motor, a potência absorvida pela ventoinha deve ser adicionada à potência medida ►M2 excepto no que diz respeito às ventoinhas de arrefecimento de motores arrefecidos por ar instaladas directamente na cambota (ver apêndice 3 do anexo VII) ◄.

▼B

2.5. *Velocidade nominal*, a velocidade máxima a plena carga admitida pelo regulador, conforme especificada pelo fabricante.

2.6. *Carga parcial*, a fracção do binário máximo disponível a uma dada velocidade do motor.

2.7. *Velocidade de binário máximo*, a velocidade do motor em que se obtém o binário máximo, conforme especificada pelo fabricante.

2.8. *Velocidade intermédia*, a velocidade do motor que satisfaz um dos seguintes requisitos:

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

— se a velocidade binário máximo declarada for inferior a 60 % da velocidade nominal, a velocidade intermédia é 60 % da velocidade nominal,

— se a velocidade binário máximo declarada for superior a 75 % da velocidade nominal, a velocidade intermédia é 75 % da velocidade nominal,

▼M2

— 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).

▼M3
▼C1

2.8a. *Volume igual ou superior a 100 m^3* em relação a uma embarcação de navegação anterior, o seu volume calculado com base na fórmula LxBxT, em que «L» é o comprimento máximo do casco em metros, não incluindo leme nem gurupés, «D» é a largura máxima do casco em metros, medida no exterior do forro (excluindo rodas de pás, cintas de defensa, etc. e «T»é a distância, na vertical, entre o ponto mais baixo do casco for a das balizas ou quilha e o plano de calado máximo da embarcação.

2.8b. *Certificados de navegação ou segurança válidos*:

a) Um certificado de conformidade com a Convenção internacional para a salvaguarda da vida humana no mar (SOLAS) de 1974, tal como alterada, ou um certificado equivalente; ou

b) Um certificado de conformidade com a Convenção Internacional de 1966, tal como alterada, e um certificado IOPP de conformidade com a Convenção Internacional de 1973 (MARPOL), tal como alterada.

▼C1

2.8c. *Dispositivo manipulador*, um dispositivo que serve para medir, detectar ou reagir a variáveis de funcionamento para activar, modular, atrasar ou desactivar a função de um dado componente do sistema de controlo das emissões, a fim de reduzir a eficácia desse sistema de controlo das emissões em condições de funcionamento normais de máquinas móveis não rodoviárias, a menos que a utilização desse dispositivo esteja substancialmente incluída no método de certificação do ensaio de emissões aplicado.

2.8d. *Estratégia irracional de controlo*, uma estratégia ou medida através da qual a eficácia de um sistema de controlo de emissões, em condições de funcionamento normais de uma máquina móvel não rodoviária, é reduzida a um nível inferior ao exigido no método de ensaios de emissões aplicado.

▼M2

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.

▼M3
▼C1

2.17. *Ciclo de ensaios*, uma sequência de pontos de ensaio, cada um com uma velocidade e um binário definidos, que devem ser seguidos pelo motor em condições de funcionamento em estado estacionário (ensaio NRSC) ou transientes (ensaio NRTC).

▼M3
▼C1

2.18. **Símbolos e abreviaturas**

2.18.1. *Símbolos dos parâmetros de ensaio*

Símbolo	Unidade	Descrição
A/F^{ST}	—	Relação estequiométrica ar/combustível
A^P	m^2	Área da secção transversal da sonda isocinética de recolha de amostras
AT	m^2	Área da secção transversal do tubo de escape
Aver		Valores médios ponderados do:
	m^3/h	— caudal volumétrico,
	kg/h	— caudal mássico
C1	—	Hidrocarbonetos C1 equivalentes
C_d	—	Coeficiente de descarga do SSV
Conc	Ppm % vol	Concentração (com sufixo do componente)
$Conc_c$	Ppm % vol	Concentração de fundo corrigida
$Conc_d$	ppm % vol	Concentração do poluente medida no ar de diluição
$Conc_e$	ppm Vol %	Concentração do poluente medida no ar de diluição medida nos gases de escape diluídos ppm
d	m	Diámetro
DF	—	Factor de diluição
fa	—	Factor atmosférico do laboratório
G_{AIRD}	kg/h	Caudal mássico do ar de admissão em base seca
G_{AIRW}	kg/h	Caudal mássico do ar de diluição em base húmida
G_{DILW}	kg/h	Caudal mássico do ar de diluição em base húmida
G_{EDFW}	kg/h	Caudal mássico equivalente dos gases de escape diluídos em base húmida
G_{EXHW}	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape em base húmida
G_{FUEL}	kg/h	Caudal mássico de combustível
G_{SE}	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape recolhidos como amostra
GT	cm^3/min	Caudal do gás marcador
G_{TOTW}	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape diluídos em base húmida
H_a	g/kg	Humidade relativa do ar de admissão, %
H_d	g/kg	Humidade relativa do ar de diluição, %

▼C1

Símbolo	Unidade	Descrição
H_{REF}	g/kg	Valor de referência da humidade absoluta 10,71 g/kg para o cálculo dos factores de correcção em relação à humidade do NO_x e das partículas
i	—	Índice que denota um dado modo (para o ensaio NRSC) ou um valor instantâneo (para o ensaio NRTC)
K_H	—	Factor de correcção em relação à humidade para o NO_x
K_p	—	Factor de correcção em relação à humidade para as partículas
K_V	—	Função de calibração do SFV
$K_{W,a}$	—	Factor de correcção seco-húmido para o ar de admissão
$K_{W,d}$	—	Factor de correcção seco-húmido para o ar de diluição
$K_{W,e}$	—	Factor de correcção seco-húmido para os gases de escape diluídos
$K_{W,r}$	—	Factor de correcção seco-húmido para os gases de escape brutos
L	%	Percentagem do binário relacionada com o binário máximo para a velocidade de ensaio
M_d	Mg	Massa da amostra de partículas do ar de diluição recolhido
M_{DIL}	kg	Massa da amostra de ar de diluição que passou através dos filtros de recolha de amostras de partículas
M_{EDFW}	kg	Massa dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo
M_{EXHW}	kg	Fluxo máximo total dos gases de escape durante o ciclo
M_f	Mg	Massa de amostra de partículas recolhida
$M_{f,p}$	Mg	Massa de amostra de partículas recolhida no filtro primário
$M_{f,b}$	Mg	Massa de amostra de partículas recolhida no filtro secundário
M_{gas}	g	Massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo
M_{PT}	g	Massa total das partículas ao longo do ciclo
M_{SAM}	kg	Massa da amostra de gases de escape diluídos que passou pelos dos filtros de recolha de amostras de partículas
M_{SE}	kg	Sampled exhaust mass over the cycle
M_{SEC}	kg	Massa do ar de diluição secundária
M_{TOT}	kg	Massa total dos gases de escape diluídos duplamente ao longo do ciclo

▼C1

Símbolo	Unidade	Descrição
M_{TOTW}	kg	Massa total dos gases de escape diluídos que passa através do túnel de diluição durante o ciclo em base húmida
$M_{TOTW,I}$	kg	Massa instantânea dos gases de escape diluídos que passam no túnel de diluição em base húmida
mass	h)	Índice que denota o cauda mássico das emissões
N_P	—	Rotações totais da PDP ao longo do ciclo
n_{ref}	min_{-1}	Velocidade de referência do motor para o ensaio NRTC
n^{sp}	$_{-2s}$	Derivada da velocidade do motor
P	(kW)	Potência, não corrigida do efeito do freio
p_1	kPa	Depressão à entrada da bomba da PDP
P_A	kPa	Pressão do vapor de saturação do ar de admissão do motor (norma ISO 3046: Psy = PSY ambiente de ensaio)
P_a	kPa	pd: pressão do vapor de saturação do ar de diluição, kPa Método de ensaio: norma ISO 3046 (COD)
P_{AE}	(kW)	Potência total declarada absorvida pelos equipamentos auxiliares montados para o ensaio não exigidos pelo disposto no ponto 2.4 do presente anexo
P_b	kPa	Pressão barométrica total (norma ISO 3046: Px = Px pressão total ambiente do local Py = Py pressão total ambiente de ensaio)
p_d	kPa	Pressão do vapor de saturação do ar de diluição
P	(kW)	Potência, não corrigida do efeito do freio
P_M	(kW)	Potência máxima medida à velocidade de ensaio em condições de ensaio (ver apêndice 1 do anexo VI).
P_S	kPa	Pressão atmosférica em seco
q	—	Razão de diluição
Q_s	parceiro(s),	Caudal volúmico do CVS
r	—	Razão do SSV
r		Razão entre as áreas das secções transversais da sonda isocinética e do tubo de escape
R_a	%	Humidade relativa do ar de admissão
R_d	%	Humidade relativa do ar de diluição
R_e	—	Número de Reynolds
R_f	—	Factor de resposta do FID
t	K	Temperatura absoluta

▼C1

Símbolo	Unidade	Descrição
T	S	Tempo de medição
T_a	K	Temperatura absoluta do ar de admissão
T_D	K	Temperatura absoluta do ponto de orvalho
T_{ref}	K	Ta = temperatura do ar, K
T_{sp}	N·m	Binário exigido para o ciclo em condições transientes
t_{10}	s	Intervalo de tempo entre a entrada de dados e a obtenção de 10 % da leitura final
t_{50}	s	Intervalo de tempo entre a entrada de dados e a obtenção de 50 % da leitura final
t_{90}	s	Intervalo de tempo entre a entrada de dados e a obtenção de 90 % da leitura final
Δ_{tI}	s	Intervalo de tempo entre a recolha de sucessivos dados relativos aos fumos (= 1/por razão de recolha de amostras)
V_0	m^3, m^2	Caudal volúmico da PDP nas condições reais
W_{act}	kWh	Trabalho real do ciclo do ensaio NRTC
W_F	—	Factor de segurança
W_{FE}	—	Factor de ponderação efectivo
X_0	m^3, m^2	Função de calibração do caudal volúmico da PDP
Θ_D	$kg \cdot m^2$	Inércia de rotação do dinamómetro decorrentes de foucault
β	—	Razão do SSV
λ	—	Relação ar/combustível
ρ_{EXH}	kg/m^3	Densidade dos gases de escape

2.18.2. *Símbolos dos componentes químicos*

CH_4	Metano
C_3H_8	Propano
C_2H6	Etano
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
DOP	Ftalato de dioctilo
H_2O	Água
HC	Hidrocarbonetos
NO_x	Óxidos de Azoto
NO	Óxidos de azoto
NO_2	Dióxido de azoto
O_2	Oxigénio
PT	Partículas
PTFE	Politetrafluoroetileno

▼C1

2.18.3. *Abreviaturas*

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

▼B

3. MARCAÇÕES DOS MOTORES

▼M2

3.1. Os motores de ignição por compressão homologados de acordo com a presente directiva devem ostentar:

▼B

3.1.1. A marca ou nome do fabricante do motor;

3.1.2. O tipo do motor, família (se aplicável) e um único número de identificação;

3.1.3. O número de homologação CE, conforme descrito no ►M2 anexo VIII ◄;

▼M3
▼C1

3.1.4. Etiquetas de acordo com o anexo XIII, se o motor for colocado no mercado ao abrigo das disposições de um regime flexível.

▼M2

3.2. Os motores de ignição comandada homolo

gados 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;

▼M8

3.2.3. O número da fase de emissões entre parênteses, em numeração romana, o qual deve ser claramente visível e estar localizado na proximidade do número de homologação;

3.2.4. As letras SV entre parênteses, designando um pequeno fabricante de motores, as quais devem ser claramente visíveis e estar localizadas na proximidade do número de homologação de cada motor colocado no mercado ao abrigo da isenção prevista no artigo 10.º, n.º 4, para a produção em pequenos volumes.

▼B

►M2 3.3. ◄ Essas marcas devem durar a vida útil do motor e ser claramente legíveis e indeléveis. Se forem utilizadas etiquetas ou chapas, devem ser apostas de modo tal que, além disso, a fixação dure a vida útil do motor e as etiquetas/chapas não possam ser removidas sem as destruir ou apagar.

►M2 3.4. ◄ A marcação deve ser fixada a uma parte do motor necessária para o funcionamento normal deste e que não tenha normalmente de ser substituída durante a vida do motor.

▼B

►M2 3.4.1. ◄ A marcação deve ser colocada num local facilmente visível para uma pessoa de estatura média quando o motor estiver montado com todos os auxiliares necessários para o seu funcionamento.

►M2 3.4.2. ◄ Cada motor deve ser acompanhado de uma chapa amovível suplementar de um material duradouro, com todos os dados referidos no ponto 3.1, que deverá ser posicionada, se necessário, por forma a que a marcação referida no ponto 3.1 fique prontamente visível para uma pessoa de estatura média e facilmente acessível quando o motor estiver montado na máquina.

►M2 3.5. ◄ O código dos motores em conjugação com os números de identificação deve ser tal que permita, sem quaisquer dúvidas, a sequência de produção.

►M2 3.6. ◄ Antes de sair da linha de produção, os motores devem ostentar todas as marcações.

►M2 3.7. ◄ A localização exacta das marcações do motor deve ser indicada na parte 1 do modelo que consta do ►M2 anexo VII ◄.

4. ESPECIFICAÇÕES E ENSAIOS

▼M2

4.1. **Motores de ignição por compressão**

▼B

►M2 4.1.1. ◄ *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. Presume-se que essas disposições são satisfeitas se forem satisfeitas as disposições dos pontos ►M2 4.1.2.1 ◄, ►M2 4.1.2.3 ◄ e 5.3.2.1.

Se forem utilizados um catalisador e/ou um filtro de partículas, o fabricante deve provar, através de testes de durabilidade, que ele próprio pode efectuar de acordo com a boa prática de engenharia, e através dos registos correspondentes, que se pode esperar que esses dispositivos pós-tratamento funcionem correctamente durante a vida do motor. Os registos devem ser apresentados de acordo com os requisitos do ponto 5.2 e, nomeadamente, do ponto 5.2.3. Deve ser fornecida ao cliente uma garantia correspondente. É admissível a substituição sistemática do dispositivo após um determinado tempo de funcionamento do motor. Quaisquer ajustamentos, reparações, desmontagens, limpezas ou substituições de componentes ou sistemas do motor, efectuados numa base periódica para evitar o mau funcionamento do motor em ligação com odispositivo pós-tratamento, apenas podem ser efectuados na medida do tecnologicamente necessário para assegurar o correcto funcionamento do sistema de controlo de emissões. Os requisitos relativos à manutenção programada devem ser incluídos no manual do cliente e abrangidos pelas disposições de garantia acima mencionadas, devendo ser aprovados antes de ser concedida a homologação. As partes do manual relativas à manutenção/substituição do(s) dispositivos(s) de pós-tratamento e às condições de garantia devem ser incluídas na ficha de informações cujo modelo consta do anexo II.

▼M3
▼C1

Todos os motores que expelem gases de escape misturados com água serão equipados com uma conexão no sistema de escape do motor localizada a jusante do motor e antes de qualquer ponto em que o os gases de escape entrem em contacto com a água (ou qualquer outro meio de arrefecimento/lavagem) para a fixação temporária de equipamento de recolha de emissões gasosas ou de partículas. É importante que a localização desta conexão permita uma amostra de mistura bem representativa dos gases de escape. Esta conexão será efectuada internamente através de um tubo roscado com roscas normalizadas de dimensão não superior a meia polegada e será fechada por meio de um obturador quando não estiver a ser utilizada (são autorizadas conexões equivalentes).

▼B

►M2 4.1.2. ◄ *Especificações relativas às emissões de poluentes*

Os componentes gasosos e as partículas emitidos pelo motor submetido a ensaio devem ser medidos através dos métodos descritos no ►M2 anexo VI ◄.

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 ►M2 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 ►M2 anexo VI ◄,

— para as emissões de partículas, o sistema de diluição do escoamento total a funcionar quer com um filtro separado para cada modo quer pelo método do filtro único, indicado na figura 13 do ►M2 anexo VI ◄.

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

Haverá equivalência se as médias dos valores ponderados das emissões em cada ciclo, obtidos com cada um dos sistemas, não variem mais de ± 5 %. O ciclo a utilizar deve ser o indicado no ponto 3.6.1 do anexo III.

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

►M2 4.1.2.1. ◄ Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos, de óxidos de azoto e de partículas obtidos não devem exceder, para e fase I, os valores indicados no quadro a seguir:

Potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO_x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
$130 \leq P \leq 560$	5,0	1,3	9,2	0,54
$75 \leq P < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$37 \leq P < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85

▼B

►M2 4.1.2.2. ◄ Os valores-limite das emissões dados no ponto ►M2 4.1.2.1 ◄ referem-se à saída do motor e devem ser conseguidos antes de qualquer dispositivo de pós-tratamento do escape.

►M2 4.1.2.3. ◄ Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos, de óxidos de azoto e de partículas obtidos não devem exceder, para a fase II, os valores indicados no quadro a seguir:

Potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO_x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
$130 \leq P \leq 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$75 \leq P < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$37 \leq P < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$18 \leq P < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8

▼M3
▼C1

4.1.2.4. As emissões de monóxido de carbono, do conjunto hidrocarbonetos e óxidos de azoto e de partículas não devem exceder para a fase IIIA as quantidades indicadas no quadro seguinte:

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

Categoria: potência útil: (P) (kW)	Monóxido de carbono CO (g/kWh)	Soma de hidrocarbonetos e óxidos de azoto ($HC + NO_x$) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
H: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0	0,2
I: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	4,0	0,3
J: 37 kW ≤ P < 75 kW	5,0	4,7	0,4
K: 19 kW ≤ P <37 kW	5,5	7,5	0,6

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

Categoria: cilindrada/potência útil: (P) (litros por cilindro/kW)	Monóxido de carbono CO (g/kWh)	Soma de hidrocarbonetos e óxidos de azoto ($HC + NO_x$) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
V1:1 SV < 0,9 e P ≥ 37 kW	5,0	7,5	0,40
V1:20,9 < SV ≤ 1,2	5,0	7,2	0,30
V1:31,2 < SV ≤ 2,5	5,0	7,2	0,20
V1:42,5 < SV ≤ 5	5,0	7,2	0,20
V2:15 < SV ≤ 15	5,0	7,8	0,27

▼C1

Categoria: cilindrada/potência útil: (P) (litros por cilindro/kW)	Monóxido de carbono CO (g/kWh)	Soma de hidrocarbonetos e óxidos de azoto ($HC + NO_x$) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
V2:2 15 < SV ≤ 20 e P < 3 300 kW	5,0	8,7	0,50
V2:3 15 < SV ≤ 20 E P > 3 300 kW	5,0	9,8	0,50
V2:4 20 < SV < 25	5,0	9,8	0,50
V2:525 < SV < 30	5,0	11,0	0,50

Motores para a propulsão de locomotivas

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Conjunto dos hidrocarbonetos e óxidos de azoto ($HC + NO_x$) (g/kWh)		Partículas (PT) (g/kWh)
RL A: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0		0,2
	Monóxido (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO_x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
RH A: P > 560 kW	3,5	0,5	6,0	0,2
RH A Motores P >2 000 kW e SV > 5 l/cilindrada	3,5	0,4	7,4	0,2

Motores para a propulsão de automotoras

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Conjunto dos hidrocarbonetos e dos óxidos de azoto ($HC + NO_x$) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
RC A: 130 kW < P	3,5	4,0	0,20

4.1.2.5. (ou o seu conjunto, quando pertinente) e de partículas não devem exceder para a fase III-B as quantidades indicadas no quadro a seguir:

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

Categoria: potência útil: (P) (kW)	Monóxido de carbono CO (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO_x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
L: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	2,0	0,025

▼C1

Categoria: potência útil: (P) (kW)	Monóxido de carbono CO (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO_x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
M: 75 kW ≤ P < 30 kW	5,0	0,19	3,3	0,025
N: 56 kW ≤ P < 75 kW	5,0	0,19	3,3	0,025
		Conjunto dos hidrocarbonetos e óxidos de azoto ($HC + NO_x$) (g/kWh)		
P: 37 kW ≤ P < 56 kW	5,0	4,7		0,025

Motores para a propulsão de automotoras:

Categoria: potência útil power (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxido de nitrogénio (NO_x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
RC B: 130 kW < P	3,5	0,19	2,0	0,025

Motores para a propulsão de locomotivas:

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Soma de hidrocarbonetos e óxidos de azoto ($HC + NO_x$) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
R B: 130 kW < P	3,5	4,0	0,025

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

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

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO_x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
Q: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	0,4	0,025
R: 56 kW ≤ P < 130 kW	5,0	0,19	0,4	0,025

4.1.2.7. Os valores-limite dos pontos 4.1.2.4, 4.1.2.5. e 4.1.2.6. devem incluir os factores de deterioração calculados de acordo com o apêndice 5 do anexo III.

▼C1

No caso dos valores-limites dos pontos 4.1.2.5. e 4.1.2.6, no conjunto das condições de carga escolhidas ao acaso, pertencendo a uma área de controlo definida e com excepção das condições de funcionamento do motor não sujeitas a uma tal disposição, as emissões recolhidas durante um período não inferior a 30 segundos não devem ultrapassar 100 % dos valores-limite indicados nos quadros *supra*. ►M5 A área de controlo à qual se aplica a percentagem que não deve ser ultrapassada e as condições de funcionamento do motor excluídas são definidas pela Comissão. Estas medidas, que têm por objecto alterar elementos não essenciais da presente directiva, são aprovadas pelo procedimento de regulamentação com controlo a que se refere o n.º 2 do artigo 15.º. ◄

▼B

►M3 ►C1 4.1.2.8. ◄ ◄ Se, conforme definido no ponto 6 juntamente com o apêndice 2 do anexo II, uma família de motores abranger mais do que uma banda de potências, os valores das emissões do motor precursor (homologação) e de todos os tipos de motores dentro da mesma família (conformidade da produção) devem satisfazer os requisitos mais estritos da banda de potências mais elevada. O requerente é livre de restringir a definição das famílias de motores a bandas de potências únicas e de pedir a certificação de acordo com esse facto.

▼M2

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.

▼M2

— 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

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

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.

▼B

4.3. **Instalação na máquina móvel**

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

4.3.1. A depressão na admissão não deve exceder a especificada para o motor homologação de acordo com o apêndice 1 ou 3 do anexo II;

4.3.2. A contrapressão de escape não deve exceder a especificada para o motor recepcionado de acordo com os apêndice 1 ou 3 do anexo II.

5. ESPECIFICAÇÃO DAS AVALIAÇÕES DA CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

5.1. Em relação à verificação da existência de disposições e processos satisfatórios para assegurar o controlo efectivo da conformidade da produção antes da concessão da homologação, as autoridades de homologação devem também aceitar como satisfazendo os requisitor o cumprimento pelo fabricante da norma harmonizada EN 29002 (cujo âmbito abrange os motores em questão) ou de uma norma equivalente. O fabricante deve fornecer pormenores sobre o cumprimento da norma e informar as autoridades de homologação de quaisquer revisões da sua validade ou âmbito. Para verificar se os requisitos do ponto 4.2 são sempre satisfeitos, devem ser efectuados controlos adequados de produção.

5.2. O titular da homologação deve, em especial:

5.2.1. Assegurar a existência de processos para o controlo efectivo da qualidade do produto;

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

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

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

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

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

▼B

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

5.3.2. Quando o nível da qualidade parecer insatisfatório ou quando parecer ser necessário verificar a validade dos dados apresentados em aplicação do disposto no ponto 4.2, será adoptado o seguinte procedimento:

5.3.2.1. Retira-se um motor da série e submete-se esse motor ao ensaio descrito no anexo III. Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos, de óxidos de azoto e de partículas obtidos não devem exceder os valores indicados no quadro do ponto 4.2.1, sujeitos aos requisitos do ponto 4.2.2, ou os indicados no quadro do ponto 4.2.3.

5.3.2.2. Se o motor retirado da série não satisfizer os requisitos do ponto 5.3.2.1, o fabricante pode solicitar que se efectuem medições numa amostra de motores com a mesma especificação retirada da série e que inclua o motor inicialmente retirado. O fabricante estabelece a dimensão *n* da amostra, de acordo com o serviço técnico. Todos os motores, com excepção do inicialmente retirado, são sujeitos a um ensaio.

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

$$\overline{x} + k \cdot S_t \leq L\ (^1)$$

em que:

L: é o valor-limite estabelecido no ponto 4.2.1/4.2.3 para cada poluente considerado,

k: é um factor estatístico dependente de *n* e dado no quadro a seguir:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	0,973	0,613	0,489	0,421	0,376	0,342	0,317	0,296	0,279

n	11	12	13	14	15	16	17	18	19
k	0,265	0,253	0,242	0,233	0,224	0,216	0,210	0,203	0,198

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

5.3.3. As autoridades de homologação ou o serviço técnico responsável pela verificação da conformidade da produção devem efectuar ensaios com motores parcial ou totalmente rodados, de acordo com as especificações do fabricante.

5.3.4. A frequência normal de inspecções autorizada pela autoridade competente é de uma por ano. Se os requisitos do ponto 5.3.2 não forem satisfeitos, a autoridade competente deve assegurar que sejam tomadas todas as medidas necessárias para restabelecer a conformidade da produção tão rapidamente quanto possível.

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

▼B

6. PARÂMETROS DE DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE MOTORES

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

Para que os motores possam ser considerados como pertencentes à mesma família, devem apresentar uma série de características básicas comuns, designadamente:

6.1. Ciclo de combustão:

— 2 ciclos,

— 4 ciclos.

6.2. Meio de arrefecimento:

— ar,

— água,

— óleo.

▼M2

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,

— injecção indirecta (no colector de admissão),

— injecção directa.

6.9. Características várias:

— recirculação dos gases de escape,

— injecção/emulsão de água,

▼M2

— injecção 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

▼B

7. ESCOLHA DO MOTOR PRECURSOR

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

7.2. Se os motores de uma família possuírem outras características variáveis que possam ser consideradas como afectando as emissões de escape, essas características devem também ser identificadas e tidas em conta na selecção do motor precursor.

▼M6

8. PRESCRIÇÕES RELATIVAS À HOMOLOGAÇÃO PARA AS FASES III-B E IV

8.1. O presente ponto é aplicável à homologação dos motores controlados electronicamente em que se recorre ao controlo electrónico para determinar a quantidade e o momento da injecção de combustível (a seguir «motor»). É aplicável independentemente da tecnologia aplicada a tais motores para cumprir os valores-limite de emissões previstos nos pontos 4.1.2.5 e 4.1.2.6 do presente anexo.

8.2. **Definições**

Para efeitos do presente ponto, entende-se por:

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

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

▼M6

8.3. **Prescrições gerais**

8.3.1. *Prescrições relativas à estratégia de base de controlo das emissões*

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

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

8.3.2. *Prescrições relativas a estratégias auxiliares de controlo das emissões*

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

a) quando a estratégia auxiliar de controlo das emissões é activada durante o ensaio de homologação, não são aplicáveis os pontos 8.3.2.2 e 8.3.2.3;

b) quando a estratégia auxiliar de controlo das emissões não é activada durante o ensaio de homologação, deve demonstrar-se que a estratégia auxiliar de controlo das emissões se mantém activa apenas enquanto for necessário para os fins identificados no ponto 8.3.2.3.

▼M8

8.3.2.2. As condições de controlo aplicáveis às fases III-B e IV são as seguintes:

a) condições de controlo para os motores da fase III-B:

i) altitude não superior a 1 000 metros (ou pressão atmosférica equivalente a 90 kPa),

ii) temperatura ambiente compreendida entre 275 K e 303 K (2 °C a 30 °C),

iii) temperatura do líquido de arrefecimento do motor superior a 343 K (70 °C).

Se a estratégia auxiliar de controlo das emissões for ativada quando o motor se encontrar a funcionar nas condições de controlo enumeradas nas subalíneas i), ii) e iii), a estratégia só deve ser ativada excecionalmente;

b) condições de controlo para os motores da fase IV:

i) pressão atmosférica superior ou igual a 82,5 kPa,

ii) temperatura ambiente no seguinte intervalo:

— igual ou superior a 266 K (- 7 °C),

▼M8

— inferior ou igual à temperatura determinada pela equação seguinte à pressão atmosférica especificada: $T_c = -0,4514 \cdot (101,3 - p_b) + 311$, em que: T_c é a temperatura calculada do ar ambiente, em K, e P_b é a pressão atmosférica, em kPa,

iii) temperatura do líquido de arrefecimento do motor superior a 343 K (70 °C).

Se a estratégia auxiliar de controlo das emissões for ativada quando o motor se encontrar a funcionar nas condições de controlo enumeradas nas subalíneas i), ii) e iii), a estratégia só deve ser ativada se for demonstrado que é necessária para os fins identificados no ponto 8.3.2.3 e for aprovada pela entidade homologadora;

c) funcionamento a baixas temperaturas

Por derrogação dos requisitos da alínea b), pode ser utilizada uma estratégia auxiliar de controlo das emissões num motor da fase IV equipado com recirculação dos gases de escape (EGR) quando a temperatura ambiente for inferior a 275 K (2 °C) e se estiver preenchido um dos seguintes critérios:

i) a temperatura do coletor de admissão é inferior ou igual à temperatura definida pela seguinte equação: $IMT_c = P_{IM}/15,75 + 304,4$, em que: IMT_c é o valor calculado da temperatura do coletor de admissão, em K, e P_{IM} é a pressão absoluta, em kPa, no coletor de admissão,

ii) a temperatura do líquido de arrefecimento é inferior ou igual à temperatura definida pela seguinte equação: $ECT_c = P_{IM}/14,004 + 325,8$, em que: ECT_c é o valor calculado da temperatura do líquido de arrefecimento do motor, em K, e P_{IM} é a pressão absoluta, em kPa, no coletor de admissão.

▼M6

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

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

▼M8

b) por razões de segurança operacional;

▼M6

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

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

8.3.2.4. O fabricante deve demonstrar ao serviço técnico aquando do ensaio de homologação que o funcionamento de qualquer estratégia auxiliar de controlo das emissões cumpre o disposto no ponto 8.3.2. A demonstração consiste numa avaliação da documentação referida no ponto 8.3.3.

▼M6

8.3.2.5. É proibido fazer funcionar qualquer estratégia auxiliar de controlo das emissões de modo não conforme com o ponto 8.3.2.

8.3.3. *Prescrições em matéria de documentação*

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

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

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

   i) uma descrição da lógica de controlo e das estratégias de regulação e dos pontos de comutação, durante todos os modos de funcionamento para o sistema de alimentação e outros sistemas essenciais, resultando no controlo eficaz das emissões (sistema de recirculação dos gases de escape (EGR) ou dosagem do reagente, por exemplo),

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

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

   iv) a tolerância utilizada para cumprir os requisitos do ponto 8.4.7.2, independentemente dos meios utilizados.

8.3.3.2. Os elementos adicionais referidos na alínea b) do ponto 8.3.3.1 são tratados como estritamente confidenciais. Devem ser disponibilizados à entidade homologadora a pedido desta. A entidade homologadora deve tratar estes elementos como confidenciais.

8.4. **►M8 Prescrições para as medidas de controlo das emissões de NO_x para os motores da fase III-B ◄**

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

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

▼M6

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

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

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

8.4.6. *Prescrições para utilização e manutenção*

8.4.6.1. Em conformidade com o artigo 4.º, n.º 3, a homologação está subordinada ao fornecimento a cada operador das máquinas móveis não rodoviárias instruções escritas compreendendo a seguinte informação:

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

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

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

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

i) o motor funciona, é utilizado e mantido de acordo com as instruções fornecidas,

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

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

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

▼M6

8.4.7. *Controlo do reagente (se aplicável)*

8.4.7.1. Em conformidade com o artigo 4.º, n.º 3, a homologação está subordinada ao fornecimento de indicadores ou outros meios adequados, de acordo com a configuração das máquinas móveis não rodoviárias, para informar o operador do seguinte:

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

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

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

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

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

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

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

c) quaisquer outros meios, desde que a sua eficácia seja pelo menos igual à que resulta da utilização dos meios indicados em a) ou b) e os requisitos principais do presente ponto sejam respeitados.

▼M8

8.5. **Prescrições em matéria de medidas de controlo das emissões de NO_x para os motores da fase IV**

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

8.5.2. A estratégia de controlo das emissões do motor deve estar operacional em todas as condições ambientais que se encontram normalmente no território da União, nomeadamente a baixas temperaturas ambientes. Este requisito não está limitado às condições em que uma estratégia de base de controlo das emissões deve ser utilizada, tal como indicado no ponto 8.3.2.2.

8.5.3. Se for utilizado um reagente, o fabricante deve demonstrar que as emissões de amoníaco durante o ciclo NRTC ou NRSC a quente do procedimento de homologação não excedem um valor médio de 10 ppm.

▼M8

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

8.5.5. A homologação deve ser subordinada, em conformidade com o artigo 4.º, n.º 3, ao seguinte:

a) Fornecimento a cada operador das máquinas móveis não rodoviárias de instruções de manutenção escritas;

b) Fornecimento ao fabricante de equipamento de origem (OEM) de documentação de instalação do motor, incluindo do sistema de controlo das emissões que faz parte do tipo de motor homologado;

c) Fornecimento ao OEM de instruções sobre um sistema de aviso do operador, um sistema de persuasão e (se for caso disso) proteção contra o congelamento do reagente;

d) Aplicação das disposições em matéria de instruções para os operadores, documentação de instalação, sistema de aviso do operador, sistema de persuasão e proteção contra o congelamento previstas no apêndice 1 do presente anexo.

8.6. **Zona de controlo para a fase IV**

Em conformidade com o ponto 4.1.2.7 do presente anexo, para os motores da fase IV as emissões recolhidas por amostragem dentro da zona de controlo definida no anexo I, apêndice 2, não devem ultrapassar em mais de 100 % os valores-limite das emissões no quadro 4.1.2.6 do presente anexo.

8.6.1. *Prescrições em matéria de demonstração*

O serviço técnico deve selecionar até três pontos aleatórios de carga e de velocidade dentro da zona de controlo para o ensaio. O serviço técnico deve igualmente determinar, aleatoriamente uma sequência dos pontos de ensaio. O ensaio deve ser realizado em conformidade com as principais prescrições do NRSC, mas cada ponto do ensaio deve ser avaliado separadamente. Cada ponto de ensaio deve cumprir os valores-limite definidos no ponto 8.6.

8.6.2. *Prescrições de ensaio*

O ensaio deve ser efetuado logo após os ciclos de ensaio em modo discreto descritos no anexo III.

No entanto, se o fabricante, em conformidade com o ponto 1.2.1 do anexo III, optar por utilizar o procedimento do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, o ensaio deve ser efetuado do seguinte modo:

a) O ensaio deve ser efetuado logo após os ciclos de ensaio em modo discreto, tal como se descreve nas alíneas a) a e) do ponto 7.8.1.2 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, mas antes dos procedimentos pós-ensaio da alínea f) ou após o ensaio RMC (ciclos com rampas de transição) descrito nas alíneas a) a d) do ponto 7.8.2.2 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, mas antes dos procedimentos pós-ensaio da alínea e), conforme o caso;

▼M8

b) Os ensaios devem ser efetuados, tal como previsto nas alíneas b) a e) do ponto 7.8.1.2. do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, utilizando o método dos filtros múltiplos (um filtro para cada ponto de ensaio) para cada um dos três pontos de ensaio escolhidos;

c) Deve ser calculado um valor de emissões específico (em g/kWh) para cada ponto de ensaio;

d) Os valores das emissões podem ser calculados em base molar, em conformidade com o apêndice A.7, ou em termos de massa, em conformidade com o apêndice A.8, mas devem ser coerentes com o método utilizado para o ensaio em modo discreto ou RMC;

e) Para o cálculo de valores acumulados de gases, N_{mode} deve ser 1 e deve ser utilizado um fator de ponderação de 1;

f) Para os cálculos de partículas, deve utilizar-se o método dos filtros múltiplos e para os cálculos de valores acumulados N_{mode} deve ser 1 e deve ser utilizado um fator de ponderação de 1.

8.7. **Controlo das emissões de gases do cárter dos motores da fase IV**

8.7.1. As emissões do cárter não devem ser descarregadas diretamente para a atmosfera ambiente, com a exceção mencionada no ponto 8.7.3.

8.7.2. Os motores podem descarregar as emissões de gases do cárter no escape a montante de qualquer dispositivo de pós-tratamento durante todo o funcionamento.

8.7.3. Os motores equipados com turbocompressores, bombas, ventoinhas, ou compressores de sobrealimentação para admissão de ar podem descarregar as emissões de gases do cárter para a atmosfera ambiente. Nesse caso, as emissões do cárter devem ser adicionadas às emissões de escape (física ou matematicamente) durante todos os ensaios de emissões, em conformidade com o ponto 8.7.3.1 seguinte.

8.7.3.1. Emissões do cárter

As emissões do cárter não devem ser descarregadas diretamente para a atmosfera ambiente, com a seguinte exceção: os motores equipados com turbocompressores, bombas, ventoinhas ou compressores de sobrealimentação para admissão de ar podem descarregar as emissões do cárter para a atmosfera ambiente se essas emissões forem acrescentadas às emissões de gases de escape (física ou matematicamente) durante todos os ensaios de emissões. Os fabricantes que façam uso desta exceção devem instalar os motores por forma a que todas as emissões do cárter possam ser encaminhadas para o sistema de recolha de amostras das emissões. Para efeitos do presente ponto, as emissões do cárter que são encaminhadas para o dispositivo de escape a montante do sistema de pós-tratamento das emissões de escape durante todo o funcionamento não são consideradas como sendo descarregadas diretamente para a atmosfera ambiente.

As emissões do cárter devem ser encaminhadas para o sistema de escape para medição das emissões do seguinte modo:

a) As paredes da tubagem devem ser lisas, feitas de materiais condutores de eletricidade que não reajam com as emissões do cárter. Os tubos devem ser o mais curtos possível;

b) Os tubos utilizados no laboratório para recolher as emissões do cárter devem apresentar o mínimo de curvas possível e, quando estas forem inevitáveis, o raio de qualquer curvatura deve ser tão grande quanto possível;

▼**M8**

c) Os tubos utilizados no laboratório para recolher as emissões do cárter devem cumprir as especificações do fabricante do motor para a contrapressão do cárter;

d) A tubagem de escape do cárter deve estar ligada ao dispositivo de evacuação dos gases de escape brutos a jusante de qualquer sistema de pós-tratamento, a jusante de qualquer restrição de gases de escape instalada e suficientemente a montante de quaisquer sondas de recolha de amostras para assegurar a mistura completa com os gases de escape do motor antes da recolha de amostras. O tubo de escape do cárter deve penetrar na corrente livre de gases de escape, para evitar efeitos de camada-limite e facilitar a mistura. A saída do tubo de escape do cárter pode estar orientada em qualquer direção relativamente ao fluxo dos gases de escape brutos.

9. SELEÇÃO DA CATEGORIA DE POTÊNCIA DO MOTOR

9.1. Para efeitos do estabelecimento da conformidade dos motores de velocidade variável definidos no ponto 1.A, subalíneas i) e iv), do presente anexo com os limites de emissão indicados no ponto 4 do presente anexo, os referidos motores devem ser afetados a gamas de potência com base no valor mais elevado da potência útil, medida em conformidade com o ponto 2.4 do anexo I.

9.2. Para outros tipos de motor, deve ser utilizada a potência útil nominal.

▼M8

Apêndice 1

Requisitos para garantir o funcionamento correto das medidas de controlo dos NO_x

1. **Introdução**

O presente anexo define os requisitos para garantir o funcionamento correto das medidas de controlo dos NO_x. Inclui requisitos para os motores que utilizam um reagente para reduzir as emissões.

1.1. *Definições e abreviaturas*

«Sistema de diagnóstico do controlo dos NO_x (NCD)» designa um sistema a bordo do motor que tem capacidade para:

a) detetar uma anomalia no controlo dos NO_x;

b) identificar a causa provável das anomalias no controlo dos NO_x recorrendo à informação armazenada na memória de um computador e/ou comunicar essa informação ao exterior.

«Anomalia no controlo dos NO_x (NCM)» designa uma tentativa de manipulação do sistema de controlo dos NO_x de um motor ou uma anomalia que afete o referido sistema passível de dever-se a intervenção abusiva cuja deteção exige a ativação de um sistema de aviso ou de persuasão em conformidade com a presente diretiva.

«Código de diagnóstico de anomalia (DTC)» designa um identificador numérico ou alfanumérico que identifica ou designa uma anomalia no controlo dos NO_x.

«Código de diagnóstico de anomalia (DTC) confirmado e ativado» designa um DTC que é armazenado durante o período em que o sistema NCD chega à conclusão de que se verifica uma anomalia.

«Analisador» designa um equipamento de ensaio externo utilizado para a comunicação exterior com o sistema NCD.

«Família de motores NCD» designa o agrupamento, definido pelo fabricante, de sistemas motores dotados de métodos comuns de monitorização/diagnóstico de NCM.

2. **Prescrições gerais**

O sistema motor deve ser equipado com um sistema de diagnóstico do controlo dos NO_x (NCD) capaz de identificar as anomalias no controlo dos NO_x (NCM) consideradas no presente anexo. Qualquer sistema motor abrangido pelo âmbito de aplicação do presente ponto deve ser concebido, construído e instalado para lhe poder dar cumprimento durante a vida útil do motor em condições normais de utilização. Na consecução deste objetivo é aceitável que os motores que tenham ultrapassado o período de vida útil, conforme especificado no ponto 3.1 do apêndice 5 do anexo III da presente diretiva, apresentem uma deterioração no desempenho e na sensibilidade do sistema de diagnóstico do controlo dos NO_x (NCD), pelo que os limiares indicados no presente anexo podem ser ultrapassados antes de o sistema de aviso e/ou persuasão serem ativados.

2.1. *Informações exigidas*

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

▼**M8**

2.1.2. Aquando da homologação devem ser comunicadas à entidade homologadora informações pormenorizadas por escrito sobre as características de funcionamento do sistema de aviso do operador no ponto 4 e sobre o sistema de persuasão do operador no ponto 5.

2.1.3. O fabricante deve facultar documentação sobre a instalação que, quando utilizada pelos OEM, assegure que o motor, incluindo o sistema de controlo das emissões que faz parte do tipo de motor homologado, quando instalado na máquina, funcione, em conjugação com as necessárias partes da máquina, por forma a cumprir os requisitos do presente anexo. Esta documentação deve incluir as prescrições técnicas pormenorizadas e as disposições do sistema motor (*software*, *hardware* e comunicação), necessárias para a correta instalação do sistema motor na máquina.

2.2. *Condições de funcionamento*

2.2.1. O sistema de diagnóstico do controlo dos NO_x deve estar operacional nas seguintes condições:

a) a todas as temperaturas ambientes entre 266 K e 308 K (– 7 °C e 35 °C);

b) a qualquer altitude abaixo de 1 600 m;

c) a temperaturas do líquido de arrefecimento do motor superiores a 343 K (70 °C).

O presente ponto não é aplicável no caso de monitorização do nível de reagente no reservatório de armazenamento se a monitorização for efetuada em todas as condições nas quais as medições sejam tecnicamente exequíveis (por exemplo, em todas as condições em que um líquido reagente não esteja congelado).

2.3. *Proteção contra o congelamento do reagente*

2.3.1. É admissível utilizar um reservatório e um sistema de dosagem do reagente aquecidos ou não aquecidos. Um sistema aquecido deve cumprir os requisitos do ponto 2.3.2. Um sistema não aquecido deve cumprir os requisitos do ponto 2.3.3.

2.3.1.1. O uso de um reservatório e de um sistema de dosagem do reagente não aquecidos deve ser indicado nas instruções escritas fornecidas ao proprietário da máquina.

2.3.2. Reservatório de reagente e sistema de dosagem

2.3.2.1. Se o reagente tiver congelado, o reagente deve ficar disponível para uso num período máximo de 70 minutos após o arranque do motor à temperatura ambiente de 266 K (- 7 °C).

2.3.2.2. Critérios de conceção para um sistema aquecido

Um sistema aquecido deve ser concebido de modo a cumprir os requisitos de desempenho estabelecidos no presente ponto quando ensaiado de acordo com o procedimento definido.

2.3.2.2.1. O sistema de reservatório e de dosagem do reagente deve ser estabilizado a 255 K (– 18 °C) durante 72 horas ou até o reagente passar ao estado sólido, consoante o que ocorra primeiro.

2.3.2.2.2. Após o período de estabilização previsto no ponto 2.3.2.2.1, a máquina/o motor é posta(o) a funcionar a uma temperatura ambiente igual ou inferior a 266 K (– 7 °C) de acordo com o seguinte ciclo:

a) 10 a 20 minutos em marcha lenta sem carga,

b) seguidos de um período máximo de 50 minutos com uma carga não superior a 40 % da carga nominal.

▼M8

2.3.2.2.3. Após a conclusão do procedimento de ensaio previsto no ponto 2.3.2.2.2, o sistema de dosagem do reagente deve estar plenamente funcional.

2.3.2.3. A avaliação dos critérios de conceção pode ser realizada numa célula fria da câmara de ensaio utilizando uma máquina completa ou componentes representativos dos que serão instalados numa máquina ou com base em ensaios no terreno.

2.3.3. Ativação do sistema de aviso e de persuasão do operador num sistema não aquecido

2.3.3.1. O sistema de aviso do operador descrito no ponto 4 deve ser ativado se não se verificar uma dosagem de reagente a uma temperatura ambiente ≤ 266 K (– 7 °C).

2.3.3.2. O sistema de persuasão de alta intensidade descrito no ponto 5.4 deve ser ativado se não se verificar uma dosagem de reagente num período máximo de 70 minutos após o arranque do motor a uma temperatura ambiente de ≤ 266 K (– 7 °C).

2.4. *Prescrições aplicáveis ao diagnóstico*

2.4.1. O sistema de diagnóstico do controlo dos NO_x (NCD) deve poder identificar as anomalias no controlo dos NO_x (NCM) abrangidas pelo presente anexo através de códigos de diagnóstico de anomalias (DTC) armazenados na memória do computador e comunicar essa informação ao exterior, mediante pedido.

2.4.2. Prescrições aplicáveis ao registo dos códigos de diagnóstico de anomalias (DTC)

2.4.2.1. O sistema NCD deve registar um DTC por cada anomalia distinta no controlo dos NO_x (NCM).

2.4.2.2. O sistema NCD deve concluir no prazo de 60 minutos de funcionamento do motor se existe alguma anomalia detetável. Nesse momento, deve ser registado um DTC «confirmado e ativo» e o sistema de aviso ativado em conformidade com o ponto 4.

2.4.2.3. Nos casos em que é necessário um tempo de funcionamento superior a 60 minutos para os dispositivos de monitorização detetarem e confirmarem com exatidão uma NCM (por exemplo, dispositivos de monitorização que utilizam modelos estatísticos ou relativos ao consumo de fluido da máquina), a entidade homologadora pode autorizar um período mais longo de monitorização, desde que o fabricante justifique a necessidade desse período mais longo (por exemplo, razões técnicas, resultados experimentais, experiência da empresa, etc.).

2.4.3. Prescrições aplicáveis ao apagamento dos códigos de diagnóstico de anomalias (DTC)

a) Os DTC não devem ser apagados pelo próprio sistema NCD da memória do computador enquanto a anomalia relacionada com esse DTC não tiver sido reparada.

b) O sistema NCD pode apagar todos os DTC mediante pedido de um analisador ou de uma ferramenta de manutenção proprietários facultados pelo fabricante do motor a pedido, ou através de um código de acesso fornecido pelo fabricante do motor.

2.4.4. Um sistema NCD não deve ser programado nem de outra forma concebido para ser desativado parcial ou totalmente em função da idade da máquina durante o período de vida útil do motor, não devendo o sistema conter qualquer algoritmo ou estratégia concebida para reduzir a eficácia do sistema NCD ao longo do tempo.

▼**M8**

2.4.5. Os eventuais códigos ou parâmetros de funcionamento reprogramáveis do sistema NCD devem ser resistentes a qualquer intervenção abusiva.

2.4.6. Família de motores NCD

Compete ao fabricante determinar a composição de uma família NCD. O agrupamento de sistemas motores numa família de motores NCD deve assentar nas boas práticas de engenharia e está sujeito a homologação pela entidade homologadora.

Motores que não pertencem à mesma família de motores podem, todavia, pertencer à mesma família de motores NCD.

2.4.6.1. Parâmetros que definem uma família de motores NCD

Uma família de motores NCD caracteriza-se por parâmetros técnicos de base comuns aos sistemas motores pertencentes à família.

Para pertencerem à mesma família de motores NCD, os sistemas motores devem ter em comum os parâmetros de base indicados em seguida:

a) sistemas de controlo das emissões;

b) métodos de monitorização NCD;

c) critérios de monitorização NCD;

d) parâmetros de monitorização (p. ex., frequência).

Estas semelhanças devem ser comprovadas pelo fabricante por meio de dados técnicos pertinentes ou outros procedimentos apropriados, sujeitos a aprovação pela entidade homologadora.

O fabricante pode requerer a autorização da entidade homologadora relativamente a diferenças menores nos métodos de monitorização/ /diagnóstico do sistema NCD devido à variação da configuração do sistema motor, quando estes métodos forem considerados semelhantes pelo fabricante e apenas divergirem para corresponder a características específicas dos componentes em causa (por exemplo, tamanho, caudal de escape, etc.); as semelhanças devem assentar nas boas práticas de engenharia.

3. **Prescrições de manutenção**

3.1. O fabricante deve fornecer ou providenciar para que sejam fornecidas, a todos os proprietários de novos motores ou máquinas, instruções escritas sobre o sistema de controlo das emissões e o seu correto funcionamento.

Estas instruções devem indicar que, se o sistema de controlo das emissões não funcionar corretamente, o operador será informado da existência de um problema pelo sistema de aviso do operador e que a ativação do sistema de persuasão do operador como consequência do facto de ignorar esse aviso levará a que a máquina não possa desempenhar a sua missão.

3.2. As instruções devem indicar os requisitos para a utilização e a manutenção corretas dos motores, a fim de manter o respetivo desempenho em matéria de emissões, incluindo, quando for caso disso, a utilização correta de reagentes de consumo.

▼M8

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

3.4. As instruções devem indicar se devem ser os operadores a reabastecer os reagentes de consumo durante os intervalos normais de manutenção, a especificação da qualidade exigida do reagente e ainda o modo como o operador deve reabastecer o reservatório de reagente. A informação deve indicar ainda um valor provável de consumo de reagente para o tipo de motor e a frequência com que deve ser efetuado o reabastecimento.

3.5. As instruções devem mencionar que a utilização e o reabastecimento do reagente exigido com as especificações corretas são essenciais para que o motor esteja conforme às exigências para a emissão da homologação para o tipo de motor em causa.

3.6. As instruções devem explicar o modo como os sistemas de aviso e de persuasão do operador funcionam. Além disso, devem ser explicadas quais as consequências, em termos de desempenho e de registo de anomalias, de se ignorar o sistema de aviso e não reabastecer de reagente ou corrigir o problema.

4. **Sistema de aviso do operador**

4.1. A máquina deve dispor de um sistema de aviso do operador, utilizando indicadores óticos, que informe o operador quando houver deteção de nível de reagente baixo, qualidade de reagente incorreta, interrupção da dosagem ou anomalia do tipo especificado no ponto 9 conducente à ativação do sistema de persuasão do operador se o problema não for atempadamente corrigido. O sistema de aviso deve permanecer ativo quando o sistema de persuasão do operador descrito no ponto 5 for ativado.

4.2. O aviso não deve ser o mesmo utilizado para sinalização de avaria ou outro tipo de manutenção do motor, mas pode utilizar o mesmo sistema de aviso.

4.3. O sistema de aviso do operador pode consistir em uma ou mais luzes ou mostrar mensagens curtas, que podem incluir, por exemplo, mensagens que indiquem claramente:

— o tempo que resta até à ativação dos sistemas de persuasão de baixa e/ou alta intensidade,

— a quantificação da persuasão de baixa e/ou alta intensidade, por exemplo a quantidade de redução do binário,

— as condições em que o bloqueio da máquina pode ser anulado.

Caso sejam mostradas mensagens, o sistema utilizado para as mostrar pode ser o mesmo utilizado para outros fins de manutenção.

4.4. Por opção do fabricante, o sistema de aviso pode incluir uma componente sonora para alertar o operador. É permitida a supressão de avisos sonoros pelo operador.

4.5. O sistema de aviso do operador deve ser ativado como especificado nos pontos 2.3.3.1, 6.2, 7.2, 8.4 e 9.3, respetivamente.

4.6. O sistema de aviso do operador deve ser desativado logo que as condições para a sua ativação tenham deixado de existir. O sistema de aviso do operador não deve ser automaticamente desativado sem que a causa da sua ativação tenha sido corrigida.

▼M8

4.7. O sistema de aviso pode ser temporariamente interrompido por outros sinais de aviso que transmitam mensagens de segurança importantes.

4.8. Os procedimentos de ativação e desativação do sistema de aviso do operador são descritos em pormenor no ponto 11.

4.9. No âmbito do pedido de homologação nos termos da presente diretiva, o fabricante deve demonstrar o funcionamento do sistema de aviso do operador, tal como especificado no ponto 11.

5. **Sistema de persuasão do operador**

5.1. A máquina deve dispor de um sistema de persuasão do operador baseado num dos seguintes princípios:

5.1.1. Um sistema de persuasão de duas fases, começando com uma persuasão de baixa intensidade (restrição do desempenho) seguida de uma persuasão de alta intensidade (bloqueio efetivo do funcionamento da máquina);

5.1.2. Um sistema de persuasão de alta intensidade de uma só fase (bloqueio efetivo do funcionamento da máquina) ativado nas condições previstas para um sistema de persuasão de baixa intensidade, tal como especificado nos pontos 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 e 9.4.1.

5.2. Mediante aprovação prévia da entidade homologadora, o motor pode ser equipado com um meio para desligar o sistema de persuasão do operador durante uma emergência declarada por um governo nacional ou regional, os seus serviços de emergência ou as suas forças armadas.

5.3. *Sistema de persuasão de baixa intensidade*

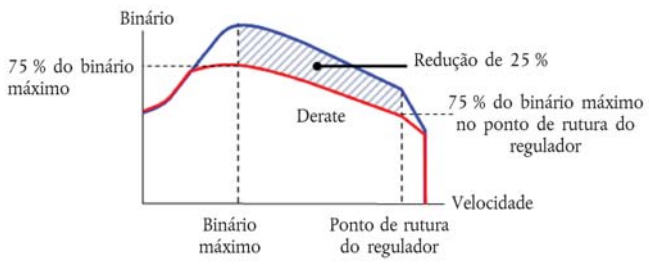
5.3.1. O sistema de persuasão de baixa intensidade deve ser ativado após a ocorrência de qualquer uma das condições especificadas nos pontos 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 e 9.4.1.

5.3.2. O sistema de persuasão de baixa intensidade deve reduzir gradualmente o binário máximo disponível do motor em, pelo menos, 25 % em toda a gama de velocidades do motor entre a velocidade a que se obtém o binário máximo e o ponto de rutura do regulador, tal como mostrado na figura 1. A taxa de redução do binário deve ser, no mínimo, de 1 % por minuto.

5.3.3. Podem ser utilizadas outras medidas de persuasão se se demonstrar à entidade homologadora que têm um nível de intensidade igual ou superior.

Figura 1

Esquema de limitação do binário na persuasão de baixa intensidade



▼M8

5.4. *Sistema de persuasão de alta intensidade*

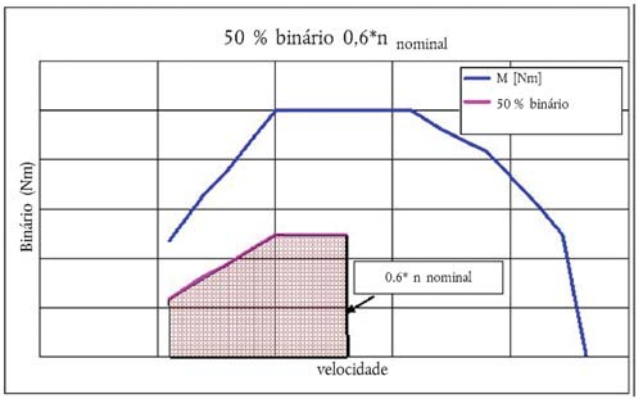
5.4.1. O sistema de persuasão de alta intensidade deve ser ativado após a ocorrência de qualquer uma das condições especificadas nos pontos 2.3.3.2, 6.3.2, 7.3.2, 8.4.2 e 9.4.2.

5.4.2. O sistema de persuasão de alta intensidade deve reduzir a utilidade da máquina a um nível que seja suficientemente dispendioso para obrigar o operador a resolver quaisquer problemas relacionados com as secções 6 a 9. São aceitáveis as seguintes estratégias:

5.4.2.1. O binário do motor entre o binário máximo e o ponto de rutura do regulador deve ser gradualmente reduzido a partir do binário de persuasão de baixa intensidade indicado na figura 1, à razão mínima de 1 % por minuto, para 50 % do binário máximo ou menos e a velocidade do motor deve ser gradualmente reduzida para 60 % da velocidade nominal ou menos durante o mesmo intervalo de tempo em que é aplicada a redução do binário, como indicado na figura 2.

Figura 2

Esquema de redução do binário na persuasão de alta intensidade



5.4.2.2. Podem ser utilizadas outras medidas de persuasão se se demonstrar à entidade homologadora que têm um nível de intensidade igual ou superior.

5.5. A fim de ter em conta aspetos de segurança e permitir diagnósticos de autorreparação, é permitida a utilização de uma função de neutralização das medidas de persuasão para libertar a plena potência do motor, desde que:

— esteja ativa por um período não superior a 30 minutos e

— seja limitada a 3 ativações durante cada período em que o sistema de persuasão do operador estiver ativo.

5.6. O sistema de persuasão do operador deve ser desativado logo que as condições para a sua ativação tenham deixado de existir. O sistema de persuasão do operador não deve ser automaticamente desativado sem que a causa da sua ativação tenha sido corrigida.

5.7. Os procedimentos de ativação e desativação do sistema de persuasão do operador são descritos em pormenor no ponto 11.

5.8. No âmbito do pedido de homologação nos termos da presente diretiva, o fabricante deve demonstrar o funcionamento do sistema de persuasão do operador, tal como especificado no ponto 11.

▼M8

6. **Disponibilidade do reagente**

6.1. *Indicador do nível de reagente*

A máquina deve possuir um indicador que informe claramente o operador do nível de reagente no reservatório de armazenamento. O nível mínimo de desempenho aceitável para o indicador do reagente é que deve indicar em contínuo o nível de reagente enquanto o sistema de aviso do operador referido no ponto 4 estiver ativado. O indicador do reagente pode assumir a forma de um mostrador analógico ou digital e pode indicar o nível em proporção da capacidade total do reservatório, a quantidade de reagente restante ou a estimativa das horas de funcionamento restantes.

6.2. *Ativação do sistema de aviso do operador*

6.2.1. O sistema de aviso do operador especificado no ponto 4 deve ser ativado se o nível de reagente descer abaixo de 10 % da capacidade do respetivo reservatório ou atingir uma percentagem mais elevada ao critério do fabricante.

6.2.2. O aviso emitido deve ser suficientemente claro, em conjugação com o indicador do nível de reagente, para que o operador compreenda que o nível de reagente está baixo. Quando o sistema de aviso incluir um sistema de visor de mensagens, o aviso ótico deve mostrar uma mensagem que indique que o nível de reagente está baixo (por exemplo, «nível de ureia baixo», «nível de AdBlue baixo», ou «reagente baixo»).

6.2.3. Inicialmente, o sistema de aviso não necessita de estar constantemente ativado (por exemplo, não é necessário mostrar a mensagem ininterruptamente), mas a sua intensidade deve aumentar de modo a que se torne contínuo à medida que o nível do reagente se aproxime do ponto em que o sistema de persuasão do operador é ativado (por exemplo, a frequência a que uma lâmpada se acende e apaga). Deve culminar numa advertência ao operador de um nível de intensidade ao critério do fabricante, mas que deve ser suficientemente mais percetível no ponto em que o sistema de persuasão do operador descrito no ponto 6.3 é ativado do que aquando da ativação inicial.

6.2.4. O aviso contínuo não deve poder ser facilmente desativado nem ignorado. Se o sistema de aviso incluir um sistema de visor de mensagens, deverá ser mostrada uma mensagem explícita (por exemplo, «abastecer de ureia», «abastecer de AdBlue» ou «abastecer de reagente»). O aviso contínuo pode ser temporariamente interrompido por outros sinais de aviso que transmitam mensagens de segurança importantes.

6.2.5. Não deve ser possível desligar o sistema de aviso do operador enquanto o reagente não for reabastecido até um nível que não requeira a sua ativação.

6.3. *Ativação do sistema de persuasão do operador*

6.3.1. O sistema de persuasão de baixa intensidade descrito no ponto 5.3 deve ser ativado se o nível do reservatório de reagente descer abaixo de 2,5 % da sua capacidade total nominal ou atingir uma percentagem mais elevada ao critério do fabricante.

6.3.2. O sistema de persuasão de alta intensidade descrito no ponto 5.4 deve ser ativado se o reservatório de reagente ficar vazio (isto é, quando o sistema de dosagem não consegue aspirar mais reagente do reservatório) ou a um nível inferior a 2,5 % da sua capacidade total nominal ao critério do fabricante.

6.3.3. Exceto na medida em o ponto 5.5 o permita, não deve ser possível desligar o sistema de persuasão de baixa ou alta intensidade enquanto o reagente não for reabastecido até um nível que não requeira a sua ativação.

▼M8

7. **Controlo da qualidade do reagente**

7.1. O motor ou a máquina deve dispor de um meio de determinar a presença de um reagente incorreto a bordo da máquina.

7.1.1. O fabricante deve especificar uma concentração mínima aceitável do reagente, CD_{min}, da qual resultem emissões de NO_x de escape não superiores a um limiar de 0,9 g/kWh.

7.1.1.1. O valor correto de CD_{min} deve ser demonstrado durante a homologação pelo processo definido no ponto 12 e registado no dossiê alargado, tal como previsto no ponto 8 do anexo I.

7.1.2. Toda e qualquer concentração de reagente inferior a CD_{min} deve ser detetada e considerada, para efeitos do ponto 7.1, como um reagente incorreto.

7.1.3. Deve ser atribuído à qualidade do reagente um contador específico («contador da qualidade do reagente»). O contador da qualidade do reagente conta o número de horas de funcionamento do motor com um reagente incorreto.

7.1.3.1. O fabricante pode optar por agrupar a anomalia da qualidade do reagente com uma ou mais das anomalias enumeradas nas secções 8 e 9 num único contador.

7.1.4. Os critérios e mecanismos de ativação e de desativação do contador da qualidade do reagente são descritos em pormenor no ponto 11.

7.2. *Ativação do sistema de aviso do operador*

Quando o sistema de monitorização confirmar que a qualidade do reagente é incorreta, o sistema de aviso do operador descrito no ponto 4 deve ser ativado. Se o sistema de aviso incluir um sistema de visor de mensagens, deve mostrar uma mensagem que indique o motivo para o aviso (por exemplo, «detetada ureia incorreta», «detetado AdBlue incorreto» ou «detetado reagente incorreto»).

7.3. *Ativação do sistema de persuasão do operador*

7.3.1. O sistema de persuasão de baixa intensidade descrito no ponto 5.3 deve ser ativado se a qualidade do reagente não for corrigida no prazo máximo de 10 horas de funcionamento do motor após a ativação do sistema de aviso do operador descrita no ponto 7.2.

7.3.2. O sistema de persuasão de alta intensidade descrito no ponto 5.4 deve ser ativado se a qualidade do reagente não for corrigida no prazo máximo de 20 horas de funcionamento do motor após a ativação do sistema de aviso do operador descrita no ponto 7.2.

7.3.3. O número de horas que antecede a ativação dos sistemas de persuasão deve ser reduzido em caso de ocorrência repetitiva da anomalia, segundo o mecanismo descrito no ponto 11.

8. **Atividade de dosagem do reagente**

8.1. O motor deve incluir um meio de determinação da interrupção da dosagem.

▼M8

8.2. *Contador da atividade de dosagem do reagente*

8.2.1. Deve ser atribuído um contador específico à atividade de dosagem (o «contador da atividade de dosagem»). O contador deve contar o número de horas de funcionamento do motor que ocorrem com uma interrupção da atividade de dosagem de reagente. Esta ação não é necessária se essa interrupção for exigida pela UCE do motor por as condições de funcionamento da máquina serem tais que o seu desempenho em matéria de emissões não requer dosagem de reagente.

8.2.1.1. O fabricante pode optar por agrupar a anomalia da dosagem do reagente com uma ou mais das anomalias enumeradas nas secções 7 e 9 num único contador.

8.2.2. Os critérios e mecanismos de ativação e de desativação do contador da atividade de dosagem do reagente são descritos em pormenor no ponto 11.

8.3. *Ativação do sistema de aviso do operador*

O sistema de aviso do operador descrito no ponto 4 deve ser ativado no caso de interrupção da dosagem que acione o contador da atividade de dosagem em conformidade com o ponto 8.2.1. Se o sistema de aviso incluir um sistema de visor de mensagens, deve mostrar uma mensagem que indique o motivo para o aviso (por exemplo, «anomalia de dosagem da ureia», «anomalia de dosagem de AdBlue» ou «anomalia de dosagem do reagente»).

8.4. *Ativação do sistema de persuasão do operador*

8.4.1. O sistema de persuasão de baixa intensidade descrito no ponto 5.3 deve ser ativado se uma interrupção da dosagem do reagente não for corrigida no prazo máximo de 10 horas de funcionamento do motor após a ativação do sistema de aviso do operador descrita no ponto 8.3.

8.4.2. O sistema de persuasão de alta intensidade descrito no ponto 5.4 deve ser ativado se uma interrupção da dosagem do reagente não for corrigida no prazo máximo de 20 horas de funcionamento do motor após a ativação do sistema de aviso do operador descrita no ponto 8.3.

8.4.3. O número de horas que antecede a ativação dos sistemas de persuasão deve ser reduzido em caso de ocorrência repetitiva da anomalia, segundo o mecanismo descrito no ponto 11.

9. **Monitorização de anomalias eventualmente imputáveis a intervenção abusiva**

9.1. Para além do nível de reagente no reservatório de reagente, da qualidade do reagente e da interrupção da dosagem, devem ser monitorizadas as seguintes anomalias, pois podem ser atribuídas a intervenção abusiva:

i) válvula EGR bloqueada,

ii) anomalias do sistema de diagnóstico do controlo dos NO_x (NCD), como descrito no ponto 9.2.1.

9.2. *Requisitos de monitorização*

9.2.1. O sistema de diagnóstico do controlo dos NO_x (NCD) deve ser monitorizado para detetar anomalias elétricas e para remoção ou desativação de qualquer sensor que impeça o diagnóstico de quaisquer outras anomalias mencionadas nas secções 6 a 8 (monitorização dos componentes).

▼**M8**

Numa relação não exaustiva dos sensores que afetam a capacidade de diagnóstico, contam-se os que medem diretamente a concentração dos NO_x, a qualidade da ureia, os sensores das condições ambientes e os utilizados para monitorizar a atividade de dosagem do reagente, o nível de reagente e o consumo do reagente.

9.2.2. Contador da válvula EGR

9.2.2.1. Deve ser atribuído um contador específico a uma válvula EGR bloqueada. O contador da válvula EGR conta o número de horas de funcionamento do motor durante as quais se confirma que está ativo o DTC associado a uma válvula EGR bloqueada.

9.2.2.1.1. O fabricante pode optar por agrupar a anomalia do bloqueio da válvula EGR com uma ou mais das anomalias enumeradas nos pontos 7, 8 e 9.2.3 num único contador.

9.2.2.2. Os critérios e mecanismos de ativação e de desativação do contador da válvula EGR são descritos em pormenor no ponto 11.

9.2.3. Contador(es) do sistema NCD

9.2.3.1. Deve ser atribuído um contador específico a cada uma das anomalias de monitorização consideradas no ponto 9.1, subalínea ii). Os contadores do sistema NCD contam o número de horas de funcionamento do motor durante as quais se confirma que está ativo o DTC associado a uma anomalia do sistema NCD. É permitido o agrupamento de várias anomalias num único contador.

9.2.3.1.1. O fabricante pode optar por agrupar a anomalia do sistema NCD com uma ou mais das anomalias enumeradas nos pontos 7, 8 e 9.2.2 num único contador.

9.2.3.2. Os critérios e mecanismos de ativação e de desativação do(s) contador(es) do sistema NCD são descritos em pormenor no ponto 11.

9.3. *Ativação do sistema de aviso do operador*

O sistema de aviso do operador descrito no ponto 4 é ativado em caso de ocorrência de alguma das anomalias especificadas no ponto 9.1 e deve indicar que é necessária uma reparação urgente. Se o sistema de aviso incluir um sistema de visor de mensagens, deve mostrar uma mensagem que indique o motivo para o aviso (por exemplo, «válvula de dosagem do reagente desligada», ou «anomalia grave nas emissões»).

9.4. *Ativação do sistema de persuasão do operador*

9.4.1. O sistema de persuasão de baixa intensidade descrito no ponto 5.3 é ativado se uma anomalia das especificadas no ponto 9.1 não for corrigida no prazo máximo de 36 horas de funcionamento do motor após a ativação do sistema de aviso do operador descrita no ponto 9.3.

9.4.2. O sistema de persuasão de alta intensidade descrito no ponto 5.4 é ativado se uma anomalia das especificadas no ponto 9.1 não for corrigida no prazo máximo de 100 horas de funcionamento do motor após a ativação do sistema de aviso do operador descrita no ponto 9.3.

9.4.3. O número de horas que antecede a ativação dos sistemas de persuasão deve ser reduzido em caso de ocorrência repetitiva da anomalia, segundo o mecanismo descrito no ponto 11.

9.5. Em alternativa aos requisitos do ponto 9.2, o fabricante pode utilizar um sensor de NO_x localizado nos gases de escape. Neste caso:

— o valor de NO_x não deve exceder o limiar de 0,9 g/kWh,

▼M8

— pode ser utilizada uma única avaria «NO_x elevados – causa desconhecida»,

— o ponto 9.4.1 é alterado para «no prazo de 10 horas de funcionamento do motor»,

— o ponto 9.4.2 é alterado para «no prazo de 20 horas de funcionamento do motor».

10. **Prescrições em matéria de demonstração**

10.1. *Generalidades*

A conformidade com os requisitos do presente anexo deve ser demonstrada durante a homologação através da execução, tal como ilustrado no quadro 1 e especificado no presente ponto, de:

a) uma demonstração da ativação do sistema de aviso do condutor;

b) uma demonstração da ativação do sistema de persuasão de baixa intensidade, se aplicável;

c) uma demonstração da ativação do sistema de persuasão de alta intensidade.

Quadro 1

Ilustração do teor do processo de demonstração em conformidade com o disposto nos pontos 10.3 e 10.4 do presente apêndice

Mecanismo	Elementos de demonstração
Ativação do sistema de aviso especificado no ponto 10.3 do presente apêndice	— 2 ensaios de ativação (incl. com falta de reagente) — Elementos de demonstração suplementares, se aplicável
Ativação da persuasão de baixa intensidade especificada no ponto 10.4 do presente apêndice	— 2 ensaios de ativação (incl. com falta de reagente) — Elementos de demonstração suplementares, se aplicável — 1 ensaio de redução do binário
Ativação da persuasão de alta intensidade especificada no ponto 10.4.6 do presente apêndice	— 2 ensaios de ativação (incl. com falta de reagente) — Elementos de demonstração suplementares, se aplicável

10.2. *Famílias de motores e famílias de motores NCD*

A conformidade de uma família de motores ou de uma família de motores NCD com os requisitos do presente ponto 10 pode ser demonstrada submetendo a ensaio um dos elementos da família em questão, desde que o fabricante demonstre à entidade homologadora que os sistemas de monitorização necessários para o cumprimento dos requisitos do presente anexo são semelhantes no seio dessa família.

10.2.1. A demonstração de que os sistemas de monitorização de outros membros da família NCD são semelhantes pode consistir na apresentação às entidades homologadoras de elementos como algoritmos, análises funcionais, etc.

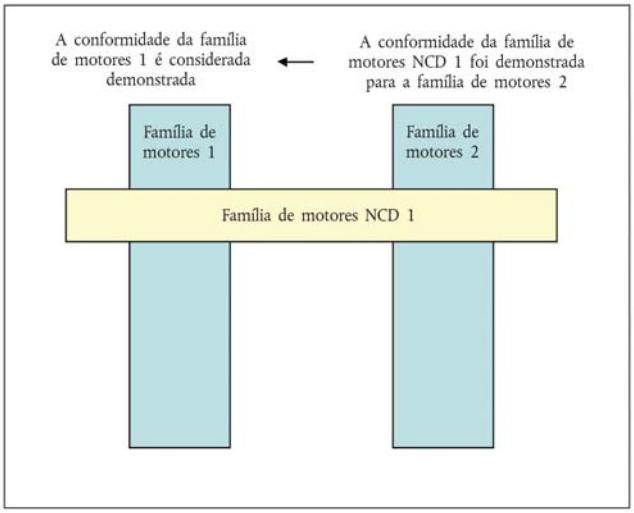
10.2.2. O motor de ensaio é selecionado pelo fabricante mediante acordo da entidade homologadora. Pode tratar-se ou não do motor precursor da família em questão.

▼M8

10.2.3. No caso de os motores ou de uma família de motores pertencentes a uma família de motores NCD que já tenha sido homologada nos termos do ponto 10.2.1 (figura 3), a conformidade dessa família de motores é considerada demonstrada, sem necessidade de mais ensaios, se o fabricante demonstrar à entidade homologadora que os sistemas de monitorização necessários para o cumprimento dos requisitos do presente anexo são semelhantes no seio das famílias de motores e de motores NCD em causa.

Figura 3

Conformidade previamente demonstrada de uma família de motores NCD



10.3. *Demonstração da ativação do sistema de aviso*

10.3.1. A conformidade da ativação do sistema de aviso deve ser demonstrada através da realização de dois ensaios: falta de reagente e uma categoria de anomalias considerada nos pontos 7 a 9 do presente anexo.

10.3.2. Seleção das anomalias a ensaiar

10.3.2.1. Para demonstrar a ativação do sistema de aviso no caso de qualidade do reagente incorreta, deve ser selecionado um reagente com uma diluição do ingrediente ativo pelo menos tão elevada como a comunicada pelo fabricante em conformidade com os requisitos do ponto 7 do presente anexo

10.3.2.2. Para demonstrar a ativação do sistema de aviso em caso de anomalias que podem ser imputáveis a intervenção abusiva, tal como definido no ponto 9 do presente anexo, a seleção deve ser feita em conformidade com os seguintes requisitos:

10.3.2.2.1. O fabricante deve fornecer à entidade homologadora uma lista dessas anomalias potenciais.

10.3.2.2.2. A anomalia a examinar no ensaio é escolhida pela entidade homologadora a partir da lista referida no ponto 10.3.2.2.1.

▼**M8**

10.3.3. Demonstração

10.3.3.1. Para esta demonstração, deve ser efetuado um ensaio separado para cada uma das anomalias consideradas no ponto 10.3.1.

10.3.3.2. Durante o ensaio, nenhuma outra anomalia deve estar presente para além da que é objeto de ensaio.

10.3.3.3. Antes de dar início ao ensaio, todos os DTC devem ter sido apagados.

10.3.3.4. A pedido do fabricante, e com o acordo prévio da entidade homologadora, as anomalias objeto de ensaio podem ser simuladas.

10.3.3.5. Deteção de outras anomalias além da falta de reagente

Para as outras anomalias que não a falta de reagente, uma vez a anomalia induzida ou simulada, a deteção dessa anomalia deve ser efetuada do seguinte modo:

10.3.3.5.1. O sistema NCD deve reagir à introdução de uma anomalia adequadamente selecionada pela entidade homologadora em conformidade com as disposições do presente apêndice. A demonstração é considerada satisfatória se a ativação ocorrer em dois ciclos de ensaio NCD consecutivos em conformidade com o ponto 10.3.3.7 do presente apêndice.

Se, com o acordo da entidade homologadora, tiver sido especificado na descrição da monitorização que um dado dispositivo de monitorização precisa de mais de dois ciclos de ensaio NCD para concluir a sua monitorização, o número de ciclos de ensaio NCD pode ser aumentado para 3 ciclos de ensaio NCD.

Cada ciclo de ensaio NCD do ensaio de demonstração pode ser separado por uma paragem do motor. O tempo que medeia até ao arranque seguinte deve ter em consideração qualquer monitorização que possa ocorrer após a paragem do motor e quaisquer condições necessárias para efetuar a monitorização a partir do arranque seguinte.

10.3.3.5.2. Considera-se cumprida a demonstração da ativação do sistema de aviso se, no termo de cada ensaio de demonstração realizado em conformidade com o ponto 10.3.2.1, o sistema de aviso for ativado corretamente e o DTC para a anomalia selecionada passar ao estado de «confirmado e ativo».

10.3.3.6. Deteção em caso de falta de reagente

Para demonstrar a ativação do sistema de aviso em caso de falta de reagente, o sistema motor deve ser posto a funcionar durante um ou mais ciclos de ensaio NCD ao critério do fabricante.

10.3.3.6.1. A demonstração deve iniciar-se com um nível de reagente no reservatório a decidir entre o fabricante e a entidade homologadora, mas que represente não menos de 10 % da capacidade nominal do reservatório.

10.3.3.6.2. Considera-se que o sistema de aviso funcionou de maneira correta se estiverem reunidas, em simultâneo, as seguintes condições:

a) o sistema de aviso foi ativado com uma disponibilidade de reagente superior ou igual a 10 % da capacidade do reservatório de reagente; e

b) o sistema de aviso «contínuo» foi ativado com uma disponibilidade de reagente superior ou igual ao valor declarado pelo fabricante, em conformidade com o disposto no ponto 6 do presente anexo.

▼**M8**

10.3.3.7. Ciclo de ensaio NCD

10.3.3.7.1. O ciclo de ensaio NCD considerado no presente ponto 10 para demonstrar o desempenho correto do sistema NCD é o ciclo NRTC a quente.

10.3.3.7.2. A pedido do fabricante e após o acordo da entidade homologadora, pode ser utilizado um ciclo de ensaio NCD alternativo (por exemplo, o NRSC) para um determinado dispositivo de monitorização. O pedido deve ser acompanhado de elementos (dados técnicos, simulações, resultados de ensaios, etc.) que demonstrem o seguinte:

a) os resultados do ciclo de ensaio realizados num dispositivo de monitorização utilizado em condições reais de condução; e

b) o ciclo de ensaio NCD aplicável especificado no ponto 10.3.3.7.1 revelou ser menos adequado para a monitorização em causa.

10.3.4. Considera-se cumprida a demonstração da ativação do sistema de aviso se, no termo de cada ensaio de demonstração realizado em conformidade com o ponto 10.3.3, o sistema de aviso for ativado corretamente.

10.4. *Demonstração da ativação do sistema de persuasão*

10.4.1. A demonstração da ativação do sistema de persuasão é feita por meio de ensaios realizados num banco de ensaios de motores.

10.4.1.1. Eventuais componentes ou subsistemas não fisicamente montados no sistema motor, tais como, mas não exclusivamente, sensores da temperatura ambiente, sensores de nível e sistemas de aviso e informação do operador, que são necessários para efetuar as demonstrações, devem ser ligados ao sistema motor para esse fim ou devem ser simulados a contento da entidade homologadora.

10.4.1.2. Se o fabricante assim o entender, e com o acordo da entidade homologadora, os ensaios de demonstração podem ser realizados numa máquina completa, quer montando a máquina num banco de ensaios apropriado, quer fazendo-a circular numa pista de ensaio em condições controladas.

10.4.2. A sequência do ensaio deve demonstrar a ativação do sistema de persuasão em caso de falta de reagente e em caso de uma das anomalias definidas nos pontos 7, 8 ou 9 do presente anexo.

10.4.3. Para efeitos dessa demonstração:

a) a entidade homologadora escolhe, para além da falta de reagente, uma das anomalias definidas nos pontos 7, 8, ou 9 do presente anexo que já tenha sido previamente utilizada na demonstração da ativação do sistema de aviso;

b) o fabricante pode, com o acordo da entidade homologadora, ser autorizado a acelerar o ensaio mediante simulação de um certo número de horas de funcionamento;

c) a consecução da redução do binário requerida para a persuasão de baixa intensidade pode ser demonstrada ao mesmo tempo que o processo geral de homologação do desempenho geral do motor realizado nos termos da presente diretiva. Neste caso, não é exigida uma medição separada do binário durante a demonstração do sistema de persuasão;

d) a persuasão de alta intensidade deve ser demonstrada em conformidade com os requisitos do ponto 10.4.6 do presente apêndice.

▼**M8**

10.4.4. O fabricante pode, além disso, demonstrar o funcionamento do sistema de persuasão sob as condições de anomalia definidas nos pontos 7, 8 ou 9 do presente anexo que não tenham sido escolhidas para ser usadas nos ensaios de demonstração descritos nos pontos 10.4.1 a 10.4.3.

Essas demonstrações adicionais podem ser feitas apresentando à entidade homologadora um relatório técnico de que constem elementos como algoritmos, análises funcionais e resultados de ensaios anteriores.

10.4.4.1. Essas demonstrações adicionais devem, em especial, demonstrar, a contento da entidade homologadora, a integração do mecanismo limitador de binário correto na unidade de controlo eletrónico (UCE) do motor.

10.4.5. Ensaio de demonstração do sistema de persuasão de baixa intensidade

10.4.5.1. Esta demonstração começa assim que o sistema de aviso ou, se aplicável, o sistema de aviso «contínuo» adequado é ativado em consequência da deteção de uma anomalia selecionada pela entidade homologadora.

10.4.5.2. Quando o sistema está a ser verificado em relação à sua reação em caso de falta de reagente no reservatório, o sistema motor deve funcionar até a disponibilidade de reagente atingir o valor de 2,5 % da capacidade nominal máxima do reservatório ou o valor declarado pelo fabricante, em conformidade com o ponto 6.3.1 do presente anexo, a que o sistema de persuasão de baixa intensidade deve atuar.

10.4.5.2.1. Com o acordo da entidade homologadora, o fabricante pode simular os resultados do funcionamento contínuo extraindo o reagente do reservatório, quer com o motor em funcionamento, quer com o motor parado.

10.4.5.3. Quando o sistema é verificado em relação à sua reação em caso de outra anomalia que não a falta de reagente no reservatório, o sistema motor deve ser posto a funcionar durante o número de horas indicado no quadro 3 do presente apêndice ou, ao critério do fabricante, até o contador pertinente ter atingido o valor a que o sistema de persuasão de baixa intensidade é ativado.

10.4.5.4. Considera-se cumprida a demonstração da ativação do sistema de persuasão de baixa intensidade se, no termo de cada ensaio de demonstração realizado em conformidade com os pontos 10.4.5.2 e 10.4.5.3, o fabricante tiver demonstrado à entidade homologadora que a unidade de controlo eletrónico (UCE) do motor ativou o mecanismo limitador do binário.

10.4.6. Ensaio de demonstração do sistema de persuasão de alta intensidade

10.4.6.1. Esta demonstração tem como ponto de partida uma situação em que o sistema de persuasão de baixa intensidade foi previamente ativado e pode ser realizada na sequência dos ensaios efetuados para demonstração do sistema de persuasão de baixa intensidade.

10.4.6.2. Quando o sistema é verificado em relação à sua reação em caso de falta de reagente no reservatório, o sistema motor deve ser posto a funcionar até o reservatório ficar vazio ou até ter atingido um nível inferior a 2,5 % da sua capacidade nominal máxima, declarado pelo fabricante como o nível a que o sistema de persuasão de alta intensidade deve ser ativado.

10.4.6.2.1. Com o acordo da entidade homologadora, o fabricante pode simular os resultados do funcionamento contínuo extraindo o reagente do reservatório, quer com o motor em funcionamento, quer com o motor parado.

▼M8

10.4.6.3. Quando o sistema é verificado em relação à sua reação em caso de outra anomalia que não a falta de reagente no reservatório, o sistema motor deve ser posto a funcionar durante o número de horas pertinente indicado no quadro 3 do presente apêndice ou, ao critério do fabricante, até o contador que lhe corresponde ter atingido o valor a que o sistema de persuasão de alta intensidade é ativado.

10.4.6.4. Considera-se cumprida a demonstração do sistema de persuasão de alta intensidade se, no termo de cada ensaio de demonstração realizado em conformidade com os pontos 10.4.6.2 e 10.4.6.3, o fabricante tiver demonstrado à entidade homologadora que o mecanismo de persuasão de alta intensidade considerado no presente anexo foi ativado.

10.4.7. Em alternativa, se o fabricante assim o entender, e, com o acordo da entidade homologadora, a demonstração dos mecanismos de persuasão pode ser realizada numa máquina completa em conformidade com os requisitos do ponto 5.4, quer montando a máquina num banco de ensaios apropriado, quer fazendo-a circular numa pista de ensaio em condições controladas.

10.4.7.1. A máquina é posta a funcionar até o contador correspondente à anomalia selecionada atingir o número adequado de horas de funcionamento indicado no quadro 3 do presente apêndice ou, consoante o caso, até o reservatório de reagente ficar vazio ou ter descido para um nível inferior a 2,5 % da sua capacidade nominal máxima, declarado pelo fabricante como nível a que o sistema de persuasão de alta intensidade deve ser ativado.

11. **Descrição dos mecanismos de ativação e desativação dos sistemas de aviso e persuasão do operador**

11.1. A fim de completar os requisitos especificados no presente anexo relativos aos mecanismos de ativação e desativação dos sistemas de aviso e de persuasão do condutor, o presente ponto 11 especifica os requisitos técnicos para a aplicação desses mecanismos de ativação e de desativação.

11.2. *Mecanismos de ativação e de desativação do sistema de aviso*

11.2.1. O sistema de aviso do operador é ativado quando o código de diagnóstico de anomalia (DTC) associado a uma NCM que justifique a sua ativação tiver o estatuto definido no quadro 2 do presente apêndice.

Quadro 2

Ativação do sistema de aviso do operador

Tipo de anomalia	Estado do DTC para a ativação do sistema de aviso
Baixa qualidade do reagente	confirmado e ativo
Interrupção da dosagem	confirmado e ativo
Válvula EGR bloqueada	confirmado e ativo
Anomalia do sistema de monitorização	confirmado e ativo
Limiar dos NO_x, se aplicável	confirmado e ativo

▼M8

11.2.2. O sistema de aviso do operador deve ser desativado quando o sistema de diagnóstico concluir que a anomalia correspondente a esse aviso já não está presente ou quando a informação, incluindo os DTC relativos às anomalias, que justifica a sua ativação tiver sido apagada por meio de um analisador.

11.2.2.1. Requisitos para o apagamento das «informações de controlo dos NO_x»

11.2.2.1.1. Apagamento/reinicialização das «informações de controlo dos NO_x» com um analisador

A pedido do analisador, os dados seguintes podem ser apagados ou reinicializados a partir do valor registado na memória do computador e especificado no presente apêndice (ver quadro 3).

Quadro 3

Apagamento/reinicialização das «informações de controlo dos NO_x» com um analisador

Informações de controlo dos NO_x	Apagáveis	Reinicializáveis
Todos os DTC	X	
Valor do contador com o número mais elevado de horas de funcionamento do motor		X
Número de horas de funcionamento do motor indicado pelo(s) contador(es) NCD		X

11.2.2.1.2. As informações de controlo dos NO_x não devem poder ser apagadas em razão da desconexão da(s) bateria(s) da máquina.

11.2.2.1.3. O apagamento das «informações de controlo dos NO_x» só deve ser possível com o motor desligado («engine-off»).

11.2.2.1.4. Quando as «informações de controlo dos NO_x» que incluam DTC são apagadas, nenhuma leitura de um contador associada a estas anomalias e que esteja especificada no presente anexo pode ser apagada, devendo, antes, ser reinicializada com o valor especificado no ponto pertinente do presente anexo.

11.3. *Mecanismo de ativação e de desativação do sistema de persuasão do operador*

11.3.1. O sistema de persuasão do operador é ativado quando o sistema de aviso estiver ativo e o contador correspondente ao tipo de NCM que justifica a sua ativação tiver atingido o valor especificado no quadro 4 do presente apêndice.

11.3.2. O sistema de persuasão do operador deve ser desativado quando o sistema deixar de detetar uma anomalia que justifique a sua ativação, ou se a informação que inclui os DTC relativos às anomalias que justificam a sua ativação tiver sido apagada com um analisador ou uma ferramenta de manutenção.

11.3.3. Os sistemas de aviso e de persuasão do operador devem ser imediatamente ativados ou desativados, conforme o caso, em conformidade com o disposto no ponto 6 do presente anexo após avaliação da quantidade de reagente no respetivo reservatório. Nesse caso, os mecanismos de ativação ou desativação não devem depender do estado de qualquer DTC associado.

▼**M8**

11.4. *Mecanismo de contagem*

11.4.1. Generalidades

11.4.1.1. Para cumprir os requisitos do presente anexo, o sistema deve incluir, pelo menos, 4 contadores para registar o número de horas durante as quais o motor esteve em funcionamento enquanto o sistema detetou o seguinte:

a) uma qualidade de reagente incorreta;

b) uma interrupção da atividade de dosagem do reagente;

c) uma válvula EGR bloqueada;

d) uma anomalia do sistema NCD em conformidade com o ponto 9.1, subalínea ii), do presente anexo.

11.4.1.1.1. Se o fabricante assim o entender, pode utilizar um ou mais contadores para agrupar as anomalias indicadas no ponto 11.4.1.1.

11.4.1.2. Cada contador deve contar até ao valor máximo previsto num contador de 2 *bytes* e resolução de 1 hora e guardar esse valor, a menos que estejam preenchidas as condições necessárias para que o contador seja reposto a zero.

11.4.1.3. Um fabricante pode utilizar um único contador ou múltiplos contadores para o sistema NCD. Um contador único pode acumular o número de horas de 2 ou mais anomalias diferentes e pertinentes para esse tipo de contador sem que nenhuma delas tenha atingido o tempo indicado pelo contador único.

11.4.1.3.1. Se o fabricante decidir usar contadores múltiplos para o sistema NCD, o sistema dever ser capaz de atribuir um contador específico do sistema de monitorização a cada anomalia pertinente, em conformidade com o presente anexo, para esse tipo de contador.

11.4.2. Princípio dos mecanismos de contagem

11.4.2.1. Cada contador deve funcionar de seguinte modo:

11.4.2.1.1. Se começar do zero, o contador deve começar a contar assim que for detetada uma anomalia pertinente para esse contador e o código de diagnóstico de anomalia (DTC) correspondente estiver no estado definido no quadro 2.

11.4.2.1.2. Em caso de anomalias repetidas, é aplicável uma das seguintes disposições ao critério do fabricante:

i) Se ocorrer um único evento de monitorização e a anomalia que originalmente ativou o contador deixar de ser detetada ou se a anomalia tiver sido apagada com um analisador ou uma ferramenta de manutenção, o contador deve parar e guardar o valor atual. Se o contador parar de contar quando o sistema de persuasão de alta intensidade estiver ativo, o contador deve ser mantido fixo no valor definido no quadro 4 do presente apêndice ou num valor superior ou igual ao valor do contador para a persuasão de alta intensidade menos 30 minutos.

▼M8

ii) O contador deve ser mantido fixo no valor definido no quadro 4 do presente apêndice ou num valor superior ou igual ao valor do contador para a persuasão de alta intensidade menos 30 minutos.

11.4.2.1.3. No caso de um contador único para o sistema de monitorização, esse contador deve continuar a contar se uma NCM pertinente para esse contador tiver sido detetada e o código de diagnóstico de anomalia (DTC) correspondente estiver no estado «confirmado e ativo». Deve ficar parado e guardar o valor especificado no ponto 11.4.2.1.2 se não for detetada qualquer anomalia que justifique a ativação do contador ou se todas as anomalias pertinentes para esse contador tiverem sido apagadas com um analisador ou uma ferramenta de manutenção.

Quadro 4

Contadores e persuasão

	Estado do DTC para a primeira ativação do contador	Valor do contador para persuasão de baixa intensidade	Valor do contador para persuasão de alta intensidade	Valor fixo guardado pelo contador
Contador da qualidade do reagente	confirmado e ativo	≤ 10 horas	≤ 20 horas	≥ 90 % do valor do contador para persuasão de alta intensidade
Contador da dosagem	confirmado e ativo	≤ 10 horas	≤ 20 horas	≥ 90 % do valor do contador para persuasão de alta intensidade
Contador da válvula EGR	confirmado e ativo	≤ 36 horas	≤ 100 horas	≥ 95 % do valor do contador para persuasão de alta intensidade
Contador do sistema de monitorização	confirmado e ativo	≤ 36 horas	≤ 100 horas	≥ 95 % do valor do contador para persuasão de alta intensidade
Limiar dos NO_x, se aplicável	confirmado e ativo	≤ 10 horas	≤ 20 horas	≥ 90 % do valor do contador para persuasão de alta intensidade

11.4.2.1.4. Uma vez fixo, o contador é reposto a zero logo que os dispositivos de monitorização pertinentes para esse contador tenham completado, pelo menos, uma vez o respetivo ciclo de monitorização sem terem detetado qualquer anomalia e sem que qualquer anomalia pertinente para esse contador tenha sido detetada durante 40 horas de funcionamento do motor desde que o contador foi parado pela última vez (ver figura 4).

11.4.2.1.5. O contador deve continuar a contagem desde o ponto em que tinha sido parado no caso de ser detetada uma anomalia pertinente para esse contador durante um período em que o contador esteja fixo (ver figura 4).

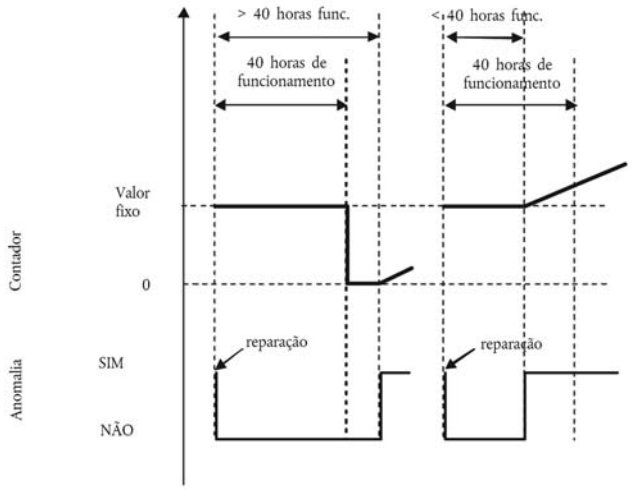
11.5. *Ilustração dos mecanismos de ativação e desativação e de contagem*

11.5.1. Este ponto ilustra os mecanismos de ativação e desativação e de contagem para determinados casos típicos. Os valores e as descrições que constam dos pontos 11.5.2, 11.5.3 e 11.5.4 são dados apenas para fins de ilustração no presente anexo, pelo que não devem ser considerados como exemplos quer dos requisitos da presente diretiva, quer de descrições definitivas dos processos envolvidos. A contagem de horas nas figuras 6 e 7 refere-se aos valores máximos de persuasão de alta intensidade do quadro 4. Por uma questão de simplificação, por exemplo, o facto de o sistema de aviso também estar ativo quando o sistema de persuasão está ativo não foi indicado nas ilustrações dadas.

▼M8

Figura 4

Reativação e reposição a zero de um contador após um período em que o valor por ele indicado foi mantido fixo



11.5.2. A figura 5 ilustra o funcionamento dos mecanismos de ativação e de desativação ao monitorizar a disponibilidade do reagente em cinco casos:

— caso de utilização 1: o operador continua a operar a máquina, apesar do aviso, até o funcionamento da máquina ser bloqueado,

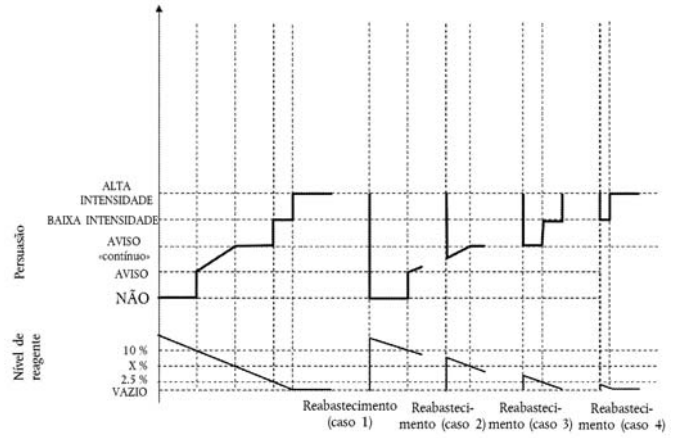
— caso de reabastecimento 1 (reabastecimento «adequado»): o operador reabastece o reservatório de reagente por forma a deixá-lo acima do limiar dos 10 %. Os sistemas de aviso e de persuasão são desativados,

— casos de reabastecimento 2 e 3 (reabastecimento «inadequado»): o sistema de aviso é ativado. O nível de aviso depende da quantidade de reagente disponível,

— caso de reabastecimento 4 (reabastecimento «muito inadequado»): o sistema de persuasão de baixa intensidade é ativado imediatamente.

Figura 5

Disponibilidade do reagente



▼M8

11.5.3. A figura 6 ilustra três casos de qualidade incorreta do reagente:

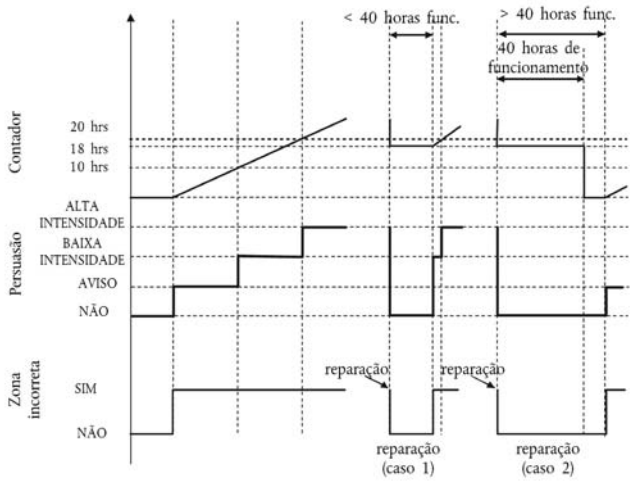
— caso de utilização 1: o operador continua a operar a máquina, apesar do aviso, até o funcionamento da máquina ser bloqueado,

— caso de reparação 1 (reparação «má» ou «desonesta»): após bloqueio do funcionamento da máquina, o condutor muda a qualidade do reagente, mas, pouco depois, muda de novo para um reagente de má qualidade. O sistema de persuasão é imediatamente reativado e o funcionamento da máquina é bloqueado após duas horas de funcionamento do motor,

— caso de reparação 2 («boa» reparação): após o bloqueio do funcionamento da máquina, o condutor retifica a qualidade do reagente. Porém, algum tempo depois, reabastece de novo com reagente de má qualidade. Os processos de aviso, de persuasão e de contagem recomeçam a partir de zero.

Figura 6

Abastecimento com reagente de má qualidade



11.5.4. A figura 7 ilustra três casos de anomalia do sistema de dosagem de ureia. E também ilustra o processo que se aplica no caso das anomalias de monitorização descritas no ponto 9 do presente anexo.

— Caso de utilização 1: o operador continua a operar a máquina, apesar do aviso, até o funcionamento da máquina ser bloqueado,

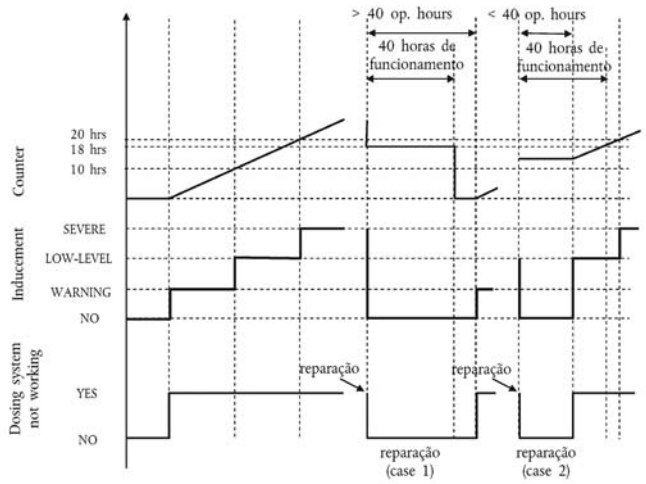
— Caso de reparação 1 («boa» reparação): após o bloqueio do funcionamento da máquina, o operador repara o sistema de dosagem. Porém, algum tempo depois, o sistema de dosagem falha de novo. Os processos de aviso, de persuasão e de contagem recomeçam a partir de zero,

— Caso de reparação 2 («má» reparação): durante o período de persuasão de baixa intensidade (limitação do binário), o operador repara o sistema de dosagem. Porém, algum tempo depois, o sistema de dosagem falha de novo. O sistema de persuasão de baixa intensidade é imediatamente reativado e o contador recomeça a partir do valor que tinha no momento da reparação.

▼M8

Figura 7

Anomalia do sistema de dosagem de reagente



12. **Demonstração da concentração mínima aceitável do reagente (CD_{min})**

12.1. O fabricante deve demonstrar o valor correto de CD_{min} durante a homologação realizando a parte a quente do ciclo NRTC recorrendo a um reagente com a concentração CD_{min}.

12.2. O ensaio deve seguir-se ao(s) ciclo(s) NCD apropriado(s) ou ao ciclo de pré-condicionamento definido pelo fabricante, permitindo a um sistema de controlo de emissões dos NO_x em circuito fechado proceder à adaptação à qualidade do reagente com a concentração CD_{min}.

12.3. As emissões de poluentes resultantes deste ensaio devem ser mais baixas do que o limiar para os NO_x especificado no ponto 7.1.1 do presente anexo.

▼M8

Apêndice 2

Requisitos da zona de controlo para os motores da fase IV

1. **Zona de controlo do motor**

   A zona de controlo (ver figura 1) é definida do seguinte modo:

   Gama de velocidades: velocidade A a velocidade elevada;

   em que:

   Velocidade A = velocidade baixa + 15 % (velocidade elevada - velocidade baixa);

   Velocidade elevada e velocidade baixa, tal como definidas no anexo III ou, se o fabricante, com base na opção indicada no ponto 1.2.1 do anexo III, optar por utilizar o procedimento do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, deve ser usada a definição dos n.os 2.1.33 e 2.1.37 do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

   Se a velocidade do motor A medida se situar a ± 3 % da velocidade do motor declarada pelo fabricante, utilizam-se as velocidades declaradas para o motor. Se a tolerância for excedida em relação a qualquer uma das velocidades de ensaio, utilizam-se as velocidades do motor medidas.

2. São excluídas do ensaio as seguintes condições de funcionamento do motor:

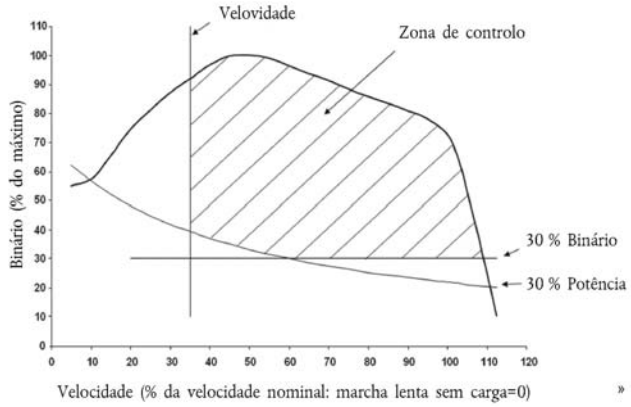
   a) pontos abaixo de 30 % do binário máximo;

   b) pontos abaixo de 30 % da potência máxima.

   O fabricante pode solicitar que o serviço técnico exclua certos pontos de funcionamento da zona de controlo definida nos pontos 1 e 2 do presente apêndice durante a certificação/homologação. Mediante parecer positivo da entidade homologadora, o serviço técnico pode aceitar esta exclusão se o fabricante demonstrar que o motor nunca poderá funcionar em tais pontos seja qual for a combinação de máquinas com que é utilizado.

Figura 1

Zona de controlo



»

▼B

ANEXO II

FICHA DE INFORMAÇÕES N.º ...

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

(Directiva 97/68/CE, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva ../.../CE)

Motor precursor/tipo de motor [1]: .....

0. **Generalidades**

0.1. Marca (firma): .....

0.2. Tipo e designação comercial do motor precursor e (se aplicável) da família de motores [1]: .....

.....

0.3. Código do tipo utilizado pelo fabricante, conforme marcado no(s) motor(es) [1]: .....

.....

0.4. Especificação das máquinas a propulsionar pelo motor [2]: .....

.....

0.5. Nome e endereço do fabricante: .....

Nome e endereço do eventual mandatário do fabricante: .....

.....

0.6. Localização, código e método de aposição do número de identificação do motor: .....

.....

0.7. Localização de método de aposição da marca de homologação CE: .....

.....

0.8. Endereço(s) da(s) linha(s) de montagem: .....

.....

Anexos

1.1. Características essenciais do(s) motor(es) precursor(es) (ver apêndice 1)

1.2. Características essenciais da família de motores (ver apêndice 2)

1.3. Características essenciais dos tipo de motor dentro da família (ver apêndice 3)

2. Características das partes da máquina móvel relacionadas com o motor (se aplicável)

3. Fotografias do motor precursor

4. Lista de outros eventuais anexos

Data, processo

[1] Riscar o que não interessa.
[2] Conforme definido no ponto 1 do anexo I (por exemplo: «A»).

▼B

Apêndice 1

CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DO MOTOR (PRECURSOR) [1]

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

[1] No caso de haver vários motores precursores, a apresentar para cada um deles.
[2] Riscar o que não interessa.
[3] Especificar a tolerância.

▼B

1.16. Sobrealimentador: sim/não (1)

1.16.1. Marca: .....

1.16.2. Tipo: .....

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

1.16.4. Permutador de calor: sim/não (1)

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

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

▼M6

2. MEDIDAS ADOPTADAS CONTRA A POLUIÇÃO DO AR

2.1. Dispositivo para reciclar os gases do cárter: sim/não (1) .....

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

2.2.1.2. Tipo(s): .....

2.2.1.3. Número de catalisadores e elementos .....

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

2.2.1.5. Tipo de acção catalítica: .....

2.2.1.6. Carga total de metais preciosos: .....

2.2.1.7. Concentração relativa: .....

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

2.2.1.9. Densidade das células: .....

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

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

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

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

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

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

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

2.2.1.14. Sensor de NO_x: sim/não (1)

2.2.2. Sensor de oxigénio: sim/não (1)

2.2.2.1. Marca(s): .....

2.2.2.2. Tipo: .....

2.2.2.3. Localização: .....

2.2.3. Injecção de ar: sim/não (1)

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

2.2.4. EGR: sim/não (1)

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

2.2.5. Colector de partículas: sim/não (1)

(1) Riscar o que não interessa.

▼M6

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

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

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

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

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

2.2.6. Outros sistemas: sim/não (1)

2.2.6.1. Descrição e funcionamento: .....

▼B

3. ▶(1) ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL PARA OS MOTORES DIESEL ◀

3.1. **Bomba de alimentação**

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

3.2. **Sistema de injecção**

3.2.1. *Bomba*

3.2.1.1. Marca(s): .....

3.2.1.2. Tipo(s): .....

3.2.1.3. Débito: ... e ... mm^3 (2) por curso ou ciclo a injecção plena à velocidade da bomba de: ... rpm (nominal) e ... rpm (binário máx.) respectivamente, ou diagrama característico.

Mencionar o método utilizado: no motor/no banco de bombas (1)

3.2.1.4. Avanço da injecção

3.2.1.4.1. Curva de avanço da injecção (2): .....

3.2.1.4.2. Regulação da injecção (2): .....

3.2.2. *Tubagem de injecção*

3.2.2.1. Comprimento: ..... mm

3.2.2.2. Diâmetro interno: ..... mm

3.2.3. *Injector(es)*

3.2.3.1. Marca(s): .....

3.2.3.2. Tipo(s): .....

3.2.3.3. Pressão de abertura (2) ou diagrama característico: ..... kPa

3.2.4. *Regulador*

3.2.4.1. Marca(s): .....

3.2.4.2. Tipo(s): .....

3.2.4.3. Velocidade a que o corte tem início em plena carga (2): ..... rpm

3.2.4.4. Velocidade máxima sem carga (2): ..... rpm

3.2.4.5. Velocidade de marcha lenta sem carga (2): ..... rpm

3.3. **Sistema de arranque a frio**

3.3.1. Marca(s): .....

3.3.2. Tipo(s): .....

3.3.3. Descrição: .....

(1) Riscar o que não interessa.
(2) Especificar a tolerância.

▶(1) M8

▼B

►(1) 4. ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL PARA OS MOTORES A GASOLINA ([1])

4.1. Carburador: .....

4.1.1. Marca(s): .....

4.1.2. Tipo(s): .....

4.2. Injeção no coletor de admissão: monoponto ou multiponto: .....

4.2.1. Marca(s): .....

4.2.2. Tipo(s): .....

4.3. Injeção direta: .....

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: ◄

►(1) **M8**

▼M8

5. REGULAÇÃO DAS VÁLVULAS

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

5.2. **Gamas de referência e/ou de regulação** ([1])

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 ([1])

5.3.2. Ângulo de fase da came: .....

6. CONFIGURAÇÃO DOS ORIFÍCIOS

6.1. Posição, dimensão e número:

7. SISTEMA DE IGNIÇÃO

7.1. **Bobina da 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 [graus de ângulo da cambota]:

7.4.2. Curva de avanço, se aplicável: .....

([1]) Riscar o que não interessa.

▼B

Apêndice 2

CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DA FAMÍLIA DE MOTORES

1. PARÂMETROS COMUNS (1):

1.1. Ciclo de combustão: .....

1.2. Fluido de arrefecimento: .....

1.3. Método de aspiração do ar: .....

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

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

1.6. Sistema de combustível: .....

1.7. Sistemas de gestão do motor:

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

— sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação: .....

— recirculação dos gases de escape (2): .....

— injecção/emulsão de água (2): .....

— injecção de ar (2): .....

▶(1) 1.8. Sistema de pós-tratamento dos gases de escape (2): .....◀

2. LISTA DA FAMÍLIA DE MOTORES

2.1. Designação da família de motores: .....

2.2. Especificação dos motores dentro dessa família:

▶(3)	Motor precursor (1)	Motores no seio da família (2)			
Tipo de motor					
N.º de cilindros					
Velocidade nominal (min^{-1})					
Débito de combustível por curso (mm^3) para os motores diesel, caudal de combustível (g/h) para os motores a gasolina, à potência útil nominal					
Potência útil nominal (kW)					
Velocidade a que se obtém a potência máxima (min^{-1})					
Potência útil máxima (kW)					
Velocidade a que se obtém o binário máximo (min^{-1})					
Débito de combustível por curso (mm^3) para os motores diesel, caudal de combustível (g/h) para os motores a gasolina, ao binário máximo					
Binário máximo (Nm)					
Velocidade de marcha lenta (min^{-1}) sem carga					
Cilindrada unitária (em % em relação ao motor precursor)	100				

(1) Para mais pormenores, ver apêndice 1.
(2) Para mais pormenores, ver apêndice 3. ◀

(1) A completar em conjunto com as especificações dadas nos pontos 6 e 7 do anexo I.
▶(2) (2) Se não for aplicável, escrever n.a. ◀

▶(1) (2) (3) M8

▼B

Apêndice 3

CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DO TIPO DE MOTOR DENTRO DA FAMÍLIA (1)

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

(1) A apresentar para cada motor da família.
(2) Riscar o que não interessa.
(3) Especificar a tolerância.

▼B

1.15.5. Temperatura do lubrificante: min: ..... K

máx: ..... K

1.16. Sobrealimentador: sim/não (1)

1.16.1. Marca: .....

1.16.2. Tipo: .....

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

1.16.4. Permutador de calor: sim/não (1)

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

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

▼M6

2. MEDIDAS ADOPTADAS CONTRA A POLUIÇÃO DO AR

2.1. Dispositivo para reciclar os gases do cárter: sim/não (1) .....

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

2.2.1. Catalisador: sim/não (1)

2.2.1.1. Marca(s): .....

2.2.1.2. Tipo(s): .....

2.2.1.3. Número de catalisadores e elementos .....

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

2.2.1.5. Tipo de acção catalítica: .....

2.2.1.6. Carga total de metais preciosos: .....

2.2.1.7. Concentração relativa: .....

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

2.2.1.9. Densidade das células: .....

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

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

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

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

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

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

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

2.2.1.14. Sensor de NO_x: sim/não (1)

2.2.2. Sensor de oxigénio: sim/não (1)

2.2.2.1. Marca(s): .....

2.2.2.2. Tipo: .....

2.2.2.3. Localização: .....

2.2.3. Injecção de ar: sim/não (1)

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

2.2.4. EGR: sim/não (1)

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

(1) Riscar o que não interessa.

▼M6

2.2.5. Colector de partículas: sim/não (1)

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

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

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

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

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

2.2.6. Outros sistemas: sim/não (1)

2.2.6.1. Descrição e funcionamento: .....

▼B

3. ►(1)ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL PARA OS MOTORES DIESEL◄

3.1. **Bomba de alimentação**

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

3.2. **Sistema de injecção**

3.2.1. *Bomba*

3.2.1.1. Marca(s): .....

3.2.1.2. Tipo(s): .....

3.2.1.3. Débito: ... e ... mm^3 (2) por curso ou ciclo a injecção plena à velocidade da bomba de: ... rpm (nominal) e ... rpm (binário máx.) respectivamente, ou diagrama característico.

Mencionar o método utilizado: no motor/no banco de bombas (1)

3.2.1.4. Avanço da injecção

3.2.1.4.1. Curva de avanço da injecção (2): .....

3.2.1.4.2. Regulação da injecção (2): .....

3.2.2. *Tubagem de injecção*

3.2.2.1. Comprimento: ..... mm

3.2.2.2. Diâmetro interno: ..... mm

3.2.3. *Injector(es)*

3.2.3.1. Marca(s): .....

3.2.3.2. Tipo(s): .....

3.2.3.3. Pressão de abertura (2) ou diagrama característico: ..... kPa

3.2.4. *Regulador*

3.2.4.1. Marca(s): .....

3.2.4.2. Tipo(s): .....

3.2.4.3. Velocidade a que o corte tem início a plena carga (2): ..... rpm

3.2.4.4. Velocidade máxima sem carga (2): ..... rpm

3.2.4.5. Velocidade de marcha lenta sem carga (2): ..... rpm

(1) Riscar o que não interessa.
(2) Especificar a tolerância.

►(1) M2

▼B

3.3.	**Sistema de arranque a frio**
3.3.1.	Marca(s): .....
3.3.2.	Tipo(s): .....
3.3.3.	Descrição: .....
▶(1) 4.	SISTEMA DE COMBUSTÍVEL PARA OS MOTORES A GASOLINA
4.1.	Carburador .....
4.1.1.	Marca(s): .....
4.1.2.	Tipo(s): .....
4.2.	Injecção no colector de admissão (injecção indirecta): ponto único ou multiponto .....
4.2.1.	Marca(s): .....
4.2.2.	Tipo(s): .....
4.3.	Injecção 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 ◀
▶(2) 5.◀	REGULAÇÃO DAS VÁLVULAS
▶(3) 5.1.◀	Elevação máxima e ângulos de abertura e fecho em relação aos pontos mortos superiores ou dados equivalentes: .....
▶(4) 5.2.◀	Gamas de referência e/ou de regulação (1): .....
▶(5) 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 ◀
▶(6) 6.	CONFIGURAÇÃO DAS JANELAS DE ADMISSÃO E DE ESCAPE
6.1.	Posição, dimensão e número ◀
▶(7) 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 ângulo da cambota)
7.4.2.	Curva de avanço, se aplicável: .....◀

(1) Riscar o que não interessa.

▶(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) **M2**

▼B

ANEXO III

▼M2

MÉTODO DE ENSAIO — MOTORES C.I.

▼B

1. INTRODUÇÃO

▼M6

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

Aplicam-se os seguintes ciclos de ensaio:

— o ciclo NRSC (ciclo em condições estacionárias não rodoviário) é adequado para a especificação do equipamento utilizado para a medição das emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de azoto e partículas para as fases I, II, III-A, III-B e IV dos motores descritos nas alíneas i) e ii) do ponto 1, letra A, do anexo I, e

— o ciclo NRTC (ciclo em condições transientes não rodoviário) é utilizado para a medição das emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de azoto e partículas para as fases III-B e IV dos motores descritos na alínea i) do ponto 1, letra A, do anexo I,

— no que diz respeito aos motores destinados a utilização em embarcações de navegação interior, utiliza-se o método de ensaio especificado na Norma ISO 8178-4:2002 e no anexo VI (código NO_x) da Convenção Marpol ([1]) 73/78 da OMI ([2]);

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

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

▼M8

1.2. **Seleção de procedimento de ensaio**

O ensaio é efetuado com o motor montado num banco de ensaio e ligado a um dinamómetro.

1.2.1. *Procedimento de ensaio para as fases I, II, III-A, III-B e IV*

O ensaio é efetuado em conformidade com o procedimento previsto no presente anexo ou, ao critério do fabricante, é aplicado o procedimento de ensaio especificado no Anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

Além disso, são aplicáveis os seguintes requisitos:

i) requisitos de durabilidade tal como definidos no apêndice 5 do presente anexo;

ii) disposições relativas à zona de controlo do motor estabelecidas no ponto 8.6 do anexo I (apenas motores da fase IV);

([1]) MARPOL: Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios.
([2]) OMI: Organização Marítima Internacional.

▼M8

iii) requisitos em matéria de declaração das emissões de CO_2, tal como estabelecido no apêndice 6 do presente anexo para os motores ensaiados de acordo com o procedimento do presente anexo. No caso de motores ensaiados de acordo com o procedimento do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, é aplicável o apêndice 7 do presente anexo;

iv) o combustível de referência previsto no anexo V da presente diretiva deve ser utilizado para os motores ensaiados em conformidade com os requisitos do presente anexo. O combustível de referência previsto no anexo V da presente diretiva deve ser utilizado no caso de motores ensaiados em conformidade com os requisitos do Anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

1.2.1.1. No caso de o fabricante optar por, em conformidade com o anexo I, ponto 8.6.2, utilizar o procedimento especificado no Anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, para o ensaio de motores das fases I, II, III-A ou III-B, devem ser utilizados os ciclos de ensaio especificados no ponto 3.7.1.

▼M3
▼C1

1.3. **Princípio da medição**

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

1.3.1. *Ensaio NRSC*

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

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

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

▼M6

1.3.2. *Ensaio NRTC:*

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

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

▼M6

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

Durante esta sequência de ensaio, analisam-se os poluentes acima indicados. A sequência de ensaio consiste num ensaio com arranque a frio, após o arrefecimento natural ou forçado do motor, num período de estabilização a quente e num ensaio com arranque a quente, e resulta no cálculo das emissões compostas. Utilizando os sinais do binário e da velocidade do motor dados pelo dinamómetro para motores, calcula-se o integral da potência para o intervalo de tempo do ciclo, o que resulta no trabalho fornecido pelo motor durante o ciclo. Determinam-se as concentrações dos componentes gasosos ao longo do ciclo, quer nos gases de escape brutos por integração do sinal do analisador de acordo com o apêndice 3 do presente anexo, quer nos gases de escape diluídos de um sistema CVS de diluição em circuito total por integração ou amostragem em sacos de acordo com o apêndice 3 do presente anexo. No que diz respeito às partículas, recolhe-se uma amostra proporcional dos gases de escape diluídos num filtro determinado quer por diluição em circuito parcial quer por diluição em circuito total. Dependendo do método utilizado, determina-se o caudal dos gases de escape diluídos ou não diluídos durante o ciclo para calcular os valores das emissões mássicas dos poluentes. Relacionam-se estes valores com o trabalho do motor para se obter a massa, em gramas, de cada poluente emitido por kilowatt-hora.

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

▼B

2. CONDIÇÕES DE ENSAIO

2.1. **Requisitos gerais**

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

2.2. **Condições de ensaio do motor**

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

Motores com aspiração normal e motores com sobrealimentação mecânica:

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

▼B

Motores turbocomprimidos com ou sem arrefecimento do ar de admissão:

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

2.2.2. *Validade do ensaio*

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

▼M1

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

▼M3
▼C1

2.2.3. *Motores com arrefecimento do ar de sobrealimentação*

Regista-se a temperatura do ar de sobre-alimentação que, à velocidade e carga total nominais declaradas, deve estar a ± 5 K da temperatura máxima do ar de sobre-alimentação especificada pelo fabricante. A temperatura do meio de arrefecimento deve ser de pelo menos 293 K (20 °C).

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

Facultativamente, a regulação do arrefecedor do ar de sobre-alimentação pode ser efectuada de acordo com a Norma SAE J 1937 publicada em Janeiro de 1995.

▼B

2.3. **Sistema de admissão do ar para o motor**

▼M3
▼C1

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

▼B

2.4. **Sistema de escape do motor**

▼M3
▼C1

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

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

▼B

2.5. **Sistema de arrefecimento**

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

2.6. **Lubrificante**

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

2.7. **Combustível de ensaio**

O combustível deve ser o combustível de referência especificado no ►M2 anexo V ◄.

O índice de cetano e o teor de enxofre do combustível de referência utilizado para o ensaio devem ser registados respectivamente nos pontos 1.1.1 e 1.1.2 do apêndice 1 do ►M2 anexo VII ◄.

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

▼M3
▼C1

———————

▼C1

3. ENSAIO (ENSAIO NRSC)

3.1. **Determinação das regulações do dinamómetro**

A base da medição das medições específicas é a potência ao freio não corrigida de acordo com a Norma ISO 14396:2002.

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

— compressor de ar para os travões,

— compressor da direcção assistida,

— compressor do sistema de ar condicionado,

— bombas para os actuadores hidráulicos.

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

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

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:

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

Se a relação

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

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

▼B

►M3 ►C1 3.2. ◄ ◄ **Preparação dos filtros de recolha de amostras**

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

►M3 ►C1 3.3. ◄ ◄ **Instalação do equipamento de medida**

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

►M3 ►C1 3.4. ◄ ◄ **Arranque do sistema de diluição e do motor**

O sistema de diluição e o motor devem começar a funcionar e aquecer até que todas as temperaturas e pressões tenham estabilizado a plena carga e à velocidade nominal (punto 3.6.2).

▼M3
▼C1

3.5. **Ajustamento da razão de diluição**

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

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

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

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

▼C1

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

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

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

▼B

►M3 ►C1 3.6. ◄ ◄ **Verificação dos analisadores**

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

►M3 ►C1 3.7. ◄ ◄ **Ciclo do ensaio**

▼M6

3.7.1. Especificações do equipamento em conformidade com o ponto 1, letra A, do anexo I:

3.7.1.1. Especificação A

No que diz respeito aos motores abrangidos pelas alíneas i) e iv) do ponto 1, letra A, do anexo I, utiliza-se o seguinte ciclo de oito modos ([1]) no funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar:

Modo n.º	Velocidade do motor (r/min)	Carga %	Factor de ponderação
1	Nominal ou de referência (*)	100	0,15
2	Nominal ou de referência (*)	75	0,15
3	Nominal ou de referência (*)	50	0,15
4	Nominal ou de referência (*)	10	0,10
5	Intermédia	100	0,10
6	Intermédia	75	0,10
7	Intermédia	50	0,10
8	Marcha lenta sem carga	—	0,15

(*) A velocidade de referência é definida no ponto 4.3.1 do anexo III.

([1]) Idêntico ao ciclo C1 descrito no ponto 8.3.1.1 da norma ISO 8178-4:2007 (versão rectificada de 1.7.2008).

▼M6

3.7.1.2. Especificação B

No que diz respeito aos motores abrangidos pela alínea ii) do ponto 1, letra A, do anexo I, utiliza-se o seguinte ciclo de cinco modos [1] no funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar:

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

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

3.7.1.3. Especificação C

No que diz respeito aos motores de propulsão [2] destinados a utilização em embarcações de navegação interior, utiliza-se o método de ensaio especificado na Norma ISO 8178-4:2002 e no anexo VI (código NO_x) da Convenção Marpol 73/78 da OMI.

Os motores de propulsão que funcionam com curva de hélice de passo fixo são testados num dinamómetro utilizando o seguinte ciclo de quatro modos em estado estacionário [3], desenvolvido para representar o funcionamento de motores diesel marítimos comerciais em condições normais.

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

Os motores de propulsão de velocidade fixa destinados às embarcações de navegação interior com hélices de passo variável ou acopladas electricamente são ensaiados num dinamómetro utilizando o seguinte ciclo de quatro modos em estado estacionário [4], que se caracteriza pela mesma carga e pelos mesmos factores de ponderação que o ciclo supra, mas funcionando o motor à velocidade nominal em cada ciclo.

[1] Idêntico ao ciclo D2 descrito no ponto 8.4.1 da norma ISO 8178-4:2002(E).

[2] Os motores auxiliares de velocidade constante devem ser certificados de acordo com o ciclo de funcionamento ISO D2, ou seja, o ciclo de 5 modos em estado estacionário especificado no ponto 3.7.1.2, enquanto os motores auxiliares de velocidade variável devem ser certificados de acordo com o ciclo de funcionamento ISO C1, ou seja, o ciclo de 8 modos em estado estacionário especificado no ponto 3.7.1.1.

[3] Idêntico ao ciclo E3 descrito nos pontos 8.5.1, 8.5.2. e 8.5.3. da norma ISO 8178-4:2002(E). Os quatro modos assentam numa curva de hélice média baseada em medidas em uso.

[4] Idêntico ao ciclo E2 descrito nos pontos 8.5.1, 8.5.2. e 8.5.3. da norma ISO 8178-4:2002(E).

▼M6

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

3.7.1.4. Especificação D

No que diz respeito aos motores abrangidos pela alínea v) do ponto 1, letra A, do anexo I, utiliza-se o seguinte ciclo de três modos ([1]) no funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar:

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

▼B

►M3 ►C1 3.7.2. ◄ ◄ *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.

▼M2

►M3 ►C1 3.7.3. ◄ ◄ *Sequência do ensaio*

▼M3
▼C1

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

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

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

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

([1]) Idêntico ao ciclo F da norma ISO 8178-4:2002(E).

▼C1

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

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

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

▼B

►M3 ►C1 3.7.4. ◄ ◄ *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; os gases de escape devem passar através dos analisadores pelo menos durante os últimos três minutos de cada modo. Se for aplicada a recolha de amostras em sacos para a medição do CO e do CO_2 diluídos (ver ponto 1.4.4 do apêndice 1), deve ser recolhida uma amostra num saco durante os últimos três minutos de cada modo, sendo a amostra analisada e os respectivos resultados registados.

►M3 ►C1 3.7.5. ◄ ◄ *Recolha de amostras de partículas*

A recolha de amostras de partículas pode ser feita quer com o método do filtro único quer pelo método dos filtros múltiplos (ponto 1.5 do apêndice 1). Dado que os resultados dos métodos podem diferir ligeiramente, o método utilizado deve ser declarado com os resultados.

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

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

►M3 ►C1 3.7.6. ◄ ◄ *Parâmetros do motor*

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

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

Quaisquer outros dados necessários para os cálculos devem ser registados (ver pontos 1.1 e 1.2 do apêndice 3).

►M3 ►C1 3.8. ◄ ◄ **Reverificação dos analisadores**

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

▼M3
▼C1

4. ENSAIO (ENSAIO NRTC)

4.1. **Introdução**

O ciclo em condições transientes não rodoviário (NRTC) consta do apêndice4 do anexo III, como uma sequência segundo a segundo de valores normalizados da velocidade e binário aplicáveis a todos os motores *diesel* abrangidos pela presente directiva. Para realizar o ensaio num banco de ensaios de motores, os valores normalizados serão convertidos em valores reais para o motor em ensaio, com base na curva de mapeamento do motor. Essa conversão é referida como desnormalização, e o ciclo de ensaios desenvolvido é referido como o ciclo de referência do motor a ensaiar. Utilizando esses valores de velocidade e do binário de referência, realiza-se o ciclo no banco de ensaios, registando-se os valores da velocidade e do binário de retroacção. Para validar o ensaio e ao completá-lo, realiza-se uma análise de regressão entre os valores de velocidade e do binário de referência e de retroacção.

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

4.2. **Procedimento de mapeamento do motor**

Ao regenerar o NRTC no banco de ensaios, o motor deve ser mapeado antes de realizar o ciclo de ensaios para determinar a curva velocidade binário.

4.2.1. *Determinação da gama de velocidades de mapeamento*

As velocidades mínima e máxima de mapeamento são definidas como segue:

velocidade mínima de mapeamento = velocidade de marca lenta sem carga

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

4.2.2. *Curva de mapeamento do motor*

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

4.2.2.1. Mapa em condições transientes

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

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

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

▼C1

4.2.2.2. Mapa passo a passo

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

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

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

4.2.3. *Geração da curva de mapeamento*

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

4.2.4. *Mapeamento alternativo*

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

4.2.5. *Repetições de ensaios*

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

— decorreu um período de tempo não razoável entre o último mapa, conforme determinado pelo sentimento de engenharia, ou

— forem efectuadas mudanças físicas ou recalibrações ao motor, que podem potencialmente afectar o comportamento funcional do motor.

4.3. **Geração do ciclo de ensaios de referência**

▼M6

4.3.1. *Velocidade de referência*

A velocidade de referência (n_{ref}) corresponde aos valores da velocidade normalizados a 100 % especificados no programa do dinamómetro no apêndice 4 do anexo III. O ciclo efectivo do motor resultante da desnormalização para a velocidade de referência depende, em larga medida, da selecção da velocidade de referência adequada. Determina-se a velocidade de referência pela seguinte fórmula:

▼M6

n_{ref} = velocidade baixa + 0,95 x (velocidade elevada – velocidade baixa)

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

Se a velocidade de referência medida se situar no intervalo de +/– 3 % da velocidade de referência declarada pelo fabricante, a velocidade de referência declarada pode ser utilizada para o ensaio de medição das emissões. Se a tolerância for excedida, utiliza-se a velocidade de referência medida para o ensaio de medição das emissões ([1]).

▼C1

4.3.2. *Desnormalização da velocidade do motor*

Desnormaliza-se a velocidade utilizando a seguinte equação:

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

4.3.3. *Desnormalização do binário do motor*

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

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

A velocidade real respectiva determinada no ponto 4.3.2.

4.3.4. *Exemplo de procedimento de desnormalização*

Como exemplo, desnormaliza-se o seguinte ponto de ensaio:

% velocidade = 43 %

% binário = 82 %

Dados os seguintes valores:

Velocidade de referência = 2 200/min^{-1}

Velocidade de marcha lenta sem carga 600 min^{-1}

Obtém-se velocidade real

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

Com o binário máximo de 700 Nm observado na curva de mapeamento a 1288/min^{-1}

$$\text{Binário real} = \frac{82 \times 700}{100} = 574\ \text{Nm}$$

([1]) Estes valores estão em conformidade com a norma ISO 8178-11:2006.

▼C1

4.4. **Dinamómetro**

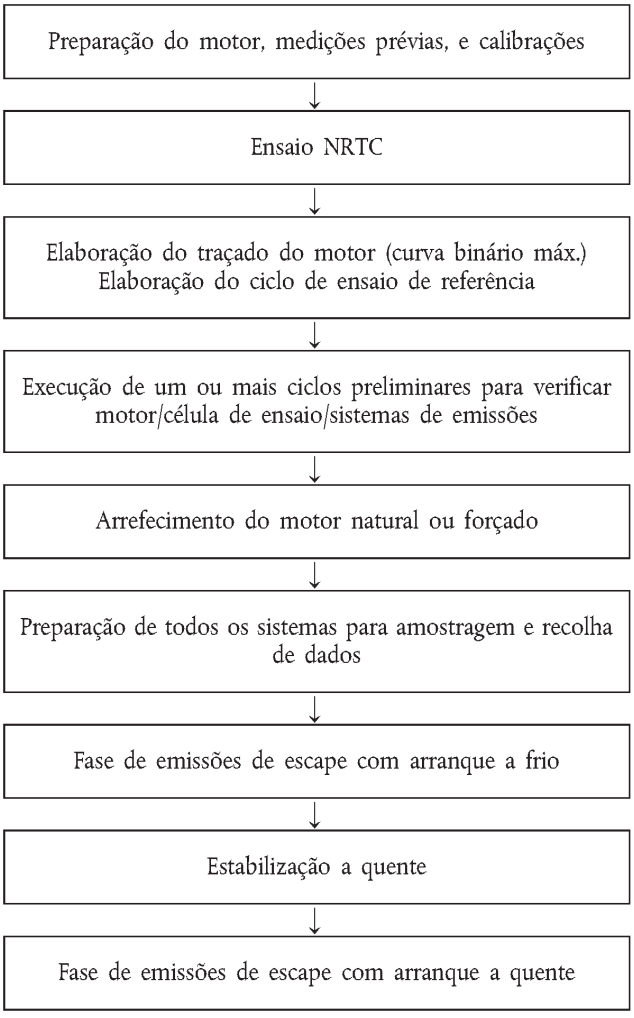
4.4.1. Ao utilizar uma célula de carga, transfere-se o sinal do binário para o eixo do motor e considera-se a inércia do dinamómetro. O binário real do motor é o binário lido na célula de carga adicionado do momento de inércia do freio multiplicado pela aceleração angular. O sistema de controlo tem de realizar este cálculo em tempo real.

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

▼M6

4.5. **Ensaio de medição das emissões**

O fluxograma a seguir descreve a sequência do ensaio:



▼M6

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

4.5.1. *Preparação dos filtros de recolha de amostras*

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

4.5.2. *Instalação do equipamento de medição*

Instalam-se os instrumentos e as sondas de recolha conforme necessário. Liga-se o tubo de escape ao sistema de diluição em circuito total, se utilizado.

4.5.3. *Arranque do sistema de diluição*

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

4.5.4. *Arranque do sistema de recolha de amostras de partículas*

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

4.5.5. *Verificação dos analisadores*

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

4.5.6. *Prescrições para o arrefecimento*

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

▼M6

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

4.5.7. *Realização do ciclo*

4.5.7.1. Ciclo de arranque a frio

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

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

Logo que o motor tenha arrancado, ligar um contador de marcha lenta sem carga. Deixar o motor rodar livremente em marcha lenta sem carga durante 23 ±1 s. Iniciar o ciclo transiente do motor de modo a que o primeiro registo sem marcha lenta sem carga do ciclo ocorra aos 23 ± 1 s. O período de marcha lenta sem carga está incluído nos 23 ± 1 s.

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

4.5.7.2. Resposta dos analisadores

O equipamento de medição deve ser colocado em funcionamento simultaneamente com o arranque do motor para:

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

— começar a recolher ou analisar os gases de escape brutos ou diluídos, dependendo do método utilizado,

— começar a medição da quantidade dos gases de escape diluídos e as temperaturas e pressões requeridas,

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

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

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

▼**M6**

Se for utilizado um sistema de diluição em circuito total, medem-se em contínuo as emissões de HC e de NO_x no túnel de diluição com uma frequência mínima de 2 Hz. Determinam-se as concentrações médias integrando os sinais do analisador ao longo do ciclo de ensaio. O tempo de resposta do sistema não deve ser superior a 20 s, e deve ser coordenado com as flutuações do caudal do CVS e os desvios do tempo de recolha de amostras/ciclo de ensaio, se necessário. Determinam-se as emissões de CO e CO_2 por integração ou por análise das concentrações no saco de recolha de amostras, recolhidas ao longo do ciclo. Determinam-se as concentrações dos poluentes gasosos no ar de diluição pela integração ou por recolha no saco de recolha. Registam-se todos os outros parâmetros que precisam de ser medidos com um mínimo de uma medição por segundo (1 Hz).

4.5.7.3. Recolha de partículas

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

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

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

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

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

4.5.7.4. Paragem do motor durante o ciclo de arranque a frio

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

▼M6

4.5.7.5. Operações após o ciclo de arranque a frio

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

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

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

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

4.5.7.6. Estabilização a quente

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

Deixar o motor estabilizar a temperatura durante 20 ± 1 minutos. Preparar o motor e o dinamómetro para o ensaio de arranque a quente. Ligar os sacos de recolha esvaziados aos sistemas de recolha de amostras de gases de escape diluídos e de ar de diluição. Ligar o sistema CVS (se utilizado ou ainda não estiver ligado) ou ligar o sistema de escape ao CVS (se estiver desligado). Ligar as bombas de recolha de amostras (excepto a(s) bomba(s) de recolha de partículas), a(s) ventoinha(s) de arrefecimento do motor e o sistema de recolha de dados.

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

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

4.5.7.7. Ciclo de arranque a quente

Logo que o motor tenha arrancado, ligar um contador de marcha lenta sem carga. Deixar o motor rodar livremente em marcha lenta sem carga durante 23 ± 1 s. Iniciar o ciclo transiente do motor de modo a que o primeiro registo sem marcha lenta sem carga do ciclo ocorra aos 23 ± 1 s. O período de marcha lenta sem carga está incluído nos 23 ± 1 s.

▼M6

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

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

4.5.7.8. Paragem do motor durante o ciclo de arranque a quente

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

4.5.7.9. Operações após o ciclo de arranque a quente

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

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

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

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

▼C1

4.6. **Verificação do ensaio**

4.6.1. *Deslocação dos dados*

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

▼C1

4.6.2. *Cálculo do trabalho do ciclo*

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

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

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

4.6.3. *Estatísticas de validação do ciclo de ensaio*

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

$$y = mx + b$$

em que:

y = Valor de retroacção (real) da velocidade (min^{-1}) binário (Nm) ou potência (kW)

m = Declive da recta de regressão

x = Valor de referência da velocidade (min^{-1}), binário (Nm) ou potência (kW)

b = ordenada na origem da recta de regressão

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

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

▼C1

Quadro 1 — Tolerâncias da recta de regressão

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

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

Quadro 2 — Eliminações de análise de regressão admitidas (os pontos a que se aplica a eliminação de pontos tem de ser especificados)

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

▼M3
▼C1

Apêndice 1

MÉTODOS DE MEDIÇÃO E DE RECOLHA DE AMOSTRAS

1. MÉTODOS DE MEDIÇÃO E DE RECOLHA DE AMOSTRAS (ENSAIO NRSC)

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

1.1. **Especificação do dinamómetro**

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

1.2. **Escoamento dos gases de escape**

O escoamento dos gases de escape deve ser determinado através de um dos métodos mencionados nos pontos 1.2.1. a 1.2.4.

1.2.1. *Método de medição directa*

Trata-se da medição directa do escoamento dos gases de escape através de uma tubeira de escoamento ou sistema de medição equivalente (para pormenores, ver norma ISO 5167:2000).

Nota: A medição directa de um escoamento de gás é uma tarefa difícil. Devem ser tomadas precauções para evitar erros de medição que teriam influência nos erros dos valores das emissões.

1.2.2. *Método de medição do ar e do combustível*

Trata-se da medição do escoamento de ar e do escoamento de combustível.

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

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

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

1.2.3. *Método do balanço do carbono*

Trata-se do cálculo da massa dos gases de escape a partir do consumo de combustível e das concentrações de gases de escape utilizando o método do balanço do carbono (ver apêndice 3 do anexo III).

1.2.4. *Método de medição do gás traçador*

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

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

▼C1

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

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

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

em que:

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

G_T = caudal do gás marcador, cm^3/min

$conc_{mix}$ = instantaneous concentration of the tracer gas after mixing, ppm

ρ_{EXH} = densidade dos gases de escape, kg/m^3

$conc_a$ = concentração em base húmida do gás marcador no ar de diluição

A concentração de fundo do gás traçador ($conc_a$) pode ser determinada calculando a média das contra concentrações de fundo medidas imediatamente antes do ensaio e após o ensaio.

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

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

1.2.5. *Método de medição do caudal de ar e da relação ar/combustível*

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

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

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

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4}\right) + \left(0{,}45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times conc_{CO2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times conc_{CO2}}}\right) \times \left(conc_{CO2} + conc_{CO} \times 10^{-4}\right)}{6{,}9078 \times \left(conc_{CO2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4}\right)}$$

em que:

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

λ = relação ar/combustível

▼C1

$conc_{CO2}$ = concentração de CO_2 seco, %

$conc_{CO}$ = concentração do CO seco, ppm

$conc_{HC}$ = concentração de HC, ppm

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

O caudalímetro de ar deve satisfazer as especificações de precisão contidas no quadro 3, o analisador de CO_2 utilizadas as especificações do quadro do ponto 1.4.1, e o sistema total, as especificações de precisão para o escoamento dos gases de escape.

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

1.2.6. *Caudal total dos gases de escape diluídos*

Ao utilizar um sistema de diluição do escoamento total, deve-se medir o caudal total dos gases de escape diluídos (G_{TOTW}) com um PD ou CFI ou SST — 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 dos instrumentos de medida**

A calibração de todos os instrumentos de medida deve ser feita com base em normas nacionais (internacionais) e satisfazer os requisitos estabelecidos no quadro 3.

Quadro 3 — Precisão dos instrumentos de medida

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

▼C1

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 calibração — ponto 1.5.5.2. do apêndice 2 do anexo III.

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

1.4.1.1. Erros de medida

O desvio do analisador relativamente ao ponto de calibração nominal não pode ser superior a ± 2 % da leitura em toda a gama de medição com excepção do zero, ou a ± 0.3 % da escala completa no zero, conforme o maior.

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

1.4.1.2. Repetibilidade

A repetibilidade, definida como 2,5 vezes o desvio padrão de dez respostas consecutivas a um determinado gás de calibração, não deve ser superior a ± 1 % da concentração máxima para cada gama utilizada acima de 155 ppm (ou ppm C) ou ± 2 % de cada gama utilizada abaixo de 155 ppm (ou ppm C).

1.4.1.3. Ruído

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

1.4.1.4. Desvio do zero

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

1.4.1.5. Desvio de calibração

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

1.4.2. *Secagem do gás*

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

▼C1

1.4.3. *Analisadores*

Os pontos 1.4.3.1. a 1.4.3.5. do presente apêndice descrevem os princípios de medida 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 (CO_2)

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

1.4.3.3. Análise dos hidrocarbonetos (HC)

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

1.4.3.4. Análise dos óxidos de azoto (NO_x)

O analisador de óxidos de azoto deve ser do tipo de quimio-luminiscência (CLD) ou do tipo de quimio-luminiscência aquecido (HCLD) com conversor NO_2/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. *Medição da relação ar/combustível*

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

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

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

± 3 % da leitura $\lambda < 2$

± 5 % da leitura $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % da leitura $5 \leq \lambda$

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

▼C1

1.4.5. *Recolha de amostras das emissões gasosas*

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

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

Se a composição dos gases de escape for influenciada por qualquer sistema pós-tratamento do escape, a amostra de gases de escape deve ser retirada a montante desse dispositivo nos ensaios da fase I e a jusante desse dispositivo nos ensaios da fase II. Quando se utilizar um sistema de diluição do escoamento total para a determinação das partículas, as emissões gasosas podem também ser determinadas nos gases de escape diluídos. As sondas de recolha de amostras devem estar próximas da sonda de recolha de partículas no túnel de diluição [ponto 1.2.1.2. (DT) e ponto 1.2.2. (PSP) do anexo VI]. O CO e o CO_2 podem ser facultativamente determinados através da recolha de amostras para um saco e subsequente medição da concentração no saco de amostras.

1.5. **Determinação das partículas**

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

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

Num sistema de diluição do escoamento parcial do fluxo, a sonda de recolha de amostras de partículas deve ser instalada próximo e a montante da sonda de gases, conforme definido no ponto 4.4. e de acordo com o ponto 1.2.1.1, figuras12, EP e SP, do anexo VI.

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

▼C1

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

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

— o método do filtro único utiliza um par de filtros (ver ponto 1.5.1.3. do presente apêndice) para todos os modos do ciclo de ensaio. Deve-se prestar uma atenção considerável aos tempos e escoamentos da recolha de amostras durante a fase de recolha do ensaio. Todavia, apenas será necessário um par de filtros para o ciclo do ensaio,

— o método dos filtros múltiplos exige que seja utilizado um par de filtros (ver ponto 1.5.1.3. do presente apêndice) para cada um dos modos individuais do ciclo de ensaios. Este método permite processos de recolha de amostras mais fáceis, mas utiliza mais filtros.

1.5.1. *Filtros de recolha de amostras de partículas*

1.5.1.1. Especificação dos filtros

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

1.5.1.2. Dimensão dos filtros

Os filtros de partículas devem ter um diâmetro mínimo de 47 mm (diâmetro da mancha de 37 mm). São aceitáveis filtros de maiores diâmetros (ponto 1.5.1.5).

1.5.1.3. Filtros primário e secundário

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

1.5.1.4. Velocidade nominal no filtro

Deve-se obter uma velocidade nominal do gás através do filtro compreendida entre 35 e 100 cm/s. O aumento da perda de carga entre o início e o fim do ensaio não deve ser superior a 25 kPa.

1.5.1.5. Carga do filtro

As cargas mínimas recomendadas para as dimensões de filtros mais comuns estão indicadas no quadro a seguir. Para as dimensões maiores, a carga mínima é de 0,065 mg/1000 mm^2 de área de filtragem.

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

▼C1

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

1.5.2. *Especificações da câmara de pesagem e da balança analítica*

1.5.2.1. Condições na câmara de pesagem

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

1.5.2.2. Pesagem dos filtros de referência

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

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

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

1.5.2.3. Balança analítica

A balança analítica utilizada para determinar as massas de todos os filtros deve ter uma precisão (desvio-padrão) de 2 μg e uma resolução de1 μg (1 dígito = 1 μg) especificadas pelo fabricante da balança.

1.5.2.4. Eliminação dos efeitos da electricidade estática

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

1.5.3. *Especificações adicionais para a medição de partículas*

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

▼C1

2. MÉTODOS DE MEDIÇÃO E DE RECOLHA DE AMOSTRAS (ENSAIO NRTC)

2.1. **Introdução**

Medem-se os componentes gasosos e as partículas emitidos pelo motor submetido a ensaio devem ser medidos pelos métodos descritos no anexo VI. Os métodos desse anexo descrevem os sistemas de análise recomendados para as emissões gasosas (ponto 1.1) e os sistemas de diluição e de recolha de amostras de partículas recomendados (ponto1.2).

2.2. **Dinamómetro e equipamentos da célula de ensaio**

Utilizam-se os seguintes equipamentos para os ensaios de emissões dos motores nos dinamómetros.

2.2.1. *Dinamómetro para motores*

Deve utilizar-se um dinamómetro para motores com características adequadas para realizar o ciclo de ensaio descrito no apêndice 4 do presente anexo. A instrumentação para a medição do binário e da velocidade deve permitir a medição da potência dentro dos limites dados. Podem ser necessários cálculos adicionais. A precisão do equipamento de medida deve ser de modo a que não sejam excedidas as tolerâncias máximas dos valores dados no quadro3.

2.2.2. *Outros instrumentos*

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

Quadro 3 — Precisão dos instrumentos de medida

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

▼C1

N.º	Aparelhos de medida	Precisão
12	Humidade absoluta	± 5 % da leitura
13	Escoamento do ar de diluição	± 2 % da leitura
14	Escoamento dos gases de escape diluídos	± 2 % da leitura

2.2.3. *Caudal dos gases de escape brutos*

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

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

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

Método de medição directa

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

— dispositivos de diferencial de pressão, tal como tubeiras de escoamento (ver norma ISO 5167: 2000),

— medidor de escoamento ultrasónico,

— medidor de escoamento por vórtices.

Devem ser tomadas precauções para evitar erros de medição que teriam influência nos erros dos valores de emissões. Tais precauções incluem a instalação cuidadosa do dispositivo do sistema de escape do motor de acordo com as recomendações do fabricante do instrumento e com a boa prática da engenharia. Em especial, o comportamento funcional do motor e as emissões não devem ser afectados pela instalação do dispositivo.

Os medidores de escoamento devem satisfazer as especificações de precisão do quadro 3.

Método de medição do ar e do combustível

Trata-se de medir o escoamento de ar e o escoamento de combustível com medidores adequados. O cálculo de escoamento dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

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

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

▼C1

Método de medição de um gás marcador

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

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

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

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

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

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

em que:

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

G_T = caudal do gás marcador, cm^3/min

$conc_{mix}$ = instantaneous concentration of the tracer gas after mixing, ppm

ρ_{EXH} = densidade dos gases de escape, kg/m^3

$conc_a$ = concentração em base húmida do gás marcador no ar de diluição

A concentração de fundo do gás marcador ($conc_a$) pode ser determinada tomando a média da concentração de fundo medida imediatamente antes do ensaio e após o ensaio.

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

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

▼C1

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

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

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

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4}\right) + \left(0{,}45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times conc_{CO2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times conc_{CO2}}}\right) \times \left(conc_{CO2} + conc_{CO} \times 10^{-4}\right)}{6{,}9078 \times \left(conc_{CO2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4}\right)}$$

em que:

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

λ = relação ar/combustível

$conc_{CO2}$ = concentração de CO_2 seco, %

$conc_{CO}$ = concentração do CO seco, ppm

$conc_{HC}$ = concentração de HC, ppm

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

O caudalímetro de ar deve satisfazer as especificações de precisão do quadro 3, o analisador de CO_2 as do ponto 2.3.1. e o sistema completo as relativas ao cálculo do caudal dos gases de escape.

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

2.2.4. *Caudal dos gases de escape diluídos*

Calcula-se o caudal das emissões contidas nos gases de escape diluídos, é necessário conhecer o caudal mássico dos gases de escape diluídos. O escoamento total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (kg/ensaio) a partir dos valores medidos durante o ensaio e dos dados de calibração correspondentes do dispositivo de medida do escoamento (V_0 para o PDP, K_V para o CFV, C_d para o SSV) por qualquer de um dos métodos descritos no ponto 2.2.1. do apêndice 3. Se a massa total da amostra de partículas dos componentes gasosos do escoamento total através do CVS, este deve ser corrigido ou então o escoamento das amostras de partículas deve voltar ao CVS antes do dispositivo de medida do caudal.

▼C1

2.3. **Determinação dos componentes gasosos**

2.3.1. *Especificações gerais dos analisadores*

Os analisadores devem ter uma gama de medida adequada à precisão necessária para medir as concentrações dos componentes dos gases de escape (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 calibração — ponto 1.5.5.2. do apêndice 2 do anexo III.

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

2.3.1.1. Erros de medida

O desvio do analisador relativamente ao ponto de calibração nominal não pode ser superior a ± 2 % da leitura, ou a ± 0,3 % da escala completa, conforme o valor maior.

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

2.3.1.2. Repetibilidade

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

2.3.1.3. Ruído

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

2.3.1.4. Desvio do zero

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

2.3.1.5. Desvio de calibração

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

2.3.1.6. Tempo de subida

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

▼C1

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

2.3.2. *Secagem do gás*

Aplicam-se as mesmas especificações para o ciclo de ensaios NRSC (ver ponto 1.4.2).

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

2.3.3. *Analisadores*

Aplicam-se as mesmas especificações para o ciclo de ensaios NRSC (ver ponto 1.4.3).

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

2.3.3.1. Análise do monóxido de carbono (CO)

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

2.3.3.2. Dióxido de carbono (CO_2)

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

2.3.3.3. Análise dos hidrocarbonetos (HC)

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

2.3.3.4. Análise dos óxidos de azoto (NO_x)

O analisador de óxidos de azoto deve ser do tipo de quimio-luminiscência (CLD) ou do tipo de quimioluminiscência aquecido (HCLD) com conversor NO_2/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.

2.3.4. *Medição da relação ar/combustível*

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

▼C1

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

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

± 3 % da leitura $\lambda < 2$

± 5 % da leitura $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % da leitura $5 \leq \lambda$

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

2.3.5. *Recolha de amostras das emissões gasosas*

2.3.5.1. Escoamento dos gases de escape

Para o cálculo das emissões nos gases de escape brutos, aplicam-se as mesmas especificações que para o ciclo de ensaios NRSC (ver ponto 1.4.4).

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

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

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

2.3.5.2. Escoamento dos gases de escape diluídos

Se for utilizado um sistema de diluição do escoamento total, aplicam-se as especificações a seguir.

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

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

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

— recolhem-e amostras dos poluentes num saco de recolha de amostras durante o ciclo, que são medidas depois do ensaio ter terminado,

— são recolhidas continuamente amostras dos poluentes que são integradas durante o ciclo; este método é obrigatório para os HC e os NO_x.

▼C1

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

2.4. **Determinação das partículas**

A determinação das partículas exige um sistema de diluição. A diluição pode ser obtida por um sistema de diluição do escoamento parcial ou um sistema de diluição do escoamento total. A capacidade de escoamento do sistema de diluição deve ser suficientemente grande para eliminar completamente a condensação de água nos sistemas de diluição e de recolha de amostras, e manter a temperatura dos gases de escape diluídos entre 315 K (42 °C) e 325 K (52 °C) imediatamente a montante dos suportes dos filtros. Se a humidade do ar for elevada, é permitida a desumidificação do ar de diluição antes de entrar no sistema de diluição. Se a temperatura ambiente for inferior a 293 K (20 °C), recomenda-se o préaquecimento do ar de diluição acima do limite de temperatura de303 K (30°C). Todavia, a temperatura do ar diluído não deve exceder 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição.

A sonda de recolha de amostras de partículas deve ser instalada na vizinhança próxima da sonda de recolha de amostras das emissões gasosas, e a instalação deve satisfazer as disposições do ponto 2.3.5.

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

Especificações do sistema de diluição do parcial

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

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

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

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

— o coeficiente de correlação r da regressão linear entre G_{SE} e G_{EXHW} não deve ser inferior a 0,95,

— o erropadrão da estimativa de G_{SE} em G_{EXHW} não deve exceder 5 % do máximo de G_{SE},

— a ordenada na origem de G_{SE} na recta de regressão não deve exceder ± 2 % do máximo de G_{SE}.

▼C1

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

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

No que diz respeito aos sistemas de diluição do escoamento parcial, a precisão do caudal recolhido G_{SE}é de especial importância, se não for medido directamente mas determinado por medição diferencial do caudal:

$$G_{SE} = G_{TOTW} — G_{DILW}$$

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

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

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

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

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

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

2.4.1. *Filtros de recolha de amostras de partículas*

2.4.1.1. Especificação dos filtros

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

▼C1

2.4.1.2. Dimensão dos filtros

Os filtros de partículas devem ter um diâmetro mínimo de 47 mm (diâmetro da mancha de 37 mm). São aceitáveis filtros de maiores diâmetros (ponto 2.4.1.5).

2.4.1.3. Filtros primário e secundário

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

2.4.1.4. Velocidade nominal no filtro

Deve-se obter uma velocidade nominal do gás através do filtro compreendida entre 35 e 100 cm/s. O aumento da perda de carga entre o início e o fim do ensaio não deve ser superior a 25 kPa.

2.4.1.5. Carga do filtro

As cargas mínimas recomendadas para as dimensões de filtros mais comuns estão indicadas no quadro a seguir. Para as dimensões maiores, a carga mínima é de 0,065 mg/1000 mm^2 de área de filtragem.

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

2.4.2. *Especificações da câmara de pesagem e da balança analítica*

2.4.2.1. Condições na câmara de pesagem

A temperatura da câmara (ou sala) em que os filtros de partículas são condicionados e pesados deve ser mantida a295 K (22 °C) ± 3 K durante todo o período de condicionamento e pesagem. A humidade deve ser mantida a um ponto de orvalho de 282,5 K (9,5 °C) ± 3 K, e a humidade relativa, a 45 % ± 8 %.

2.4.2.2. Pesagem dos filtros de referência

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

▼C1

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

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

2.4.2.3. Balança analítica

A balança analítica utilizada para determinar os pesos de todos os filtros deve ter uma precisão (desvio-padrão) de2 μg e uma resolução de 1 μg (1 dígito = 1 μg) especificadas pelo fabricante da balança.

2.4.2.4. Eliminação dos efeitos da electricidade estática

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

2.4.3. *Especificações adicionais para a medição de partículas*

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

▼M3
▼C1

Apêndice 2

MÉTODO DE CALIBRAÇÃO [NRSC, NRTC ([1])]

▼B

1. CALIBRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISE

1.1. **Introdução**

Cada analisador deve ser calibrado tantas vezes quantas as necessárias para satisfazer os requisitos de precisão da presente norma. O método de calibração a utilizar para os analisadores indicados no ponto 1.4.3 do apêndice 1 está descrito no presente ponto.

1.2. **Gases de calibração**

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

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

1.2.1. *Gases puros*

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

— Azoto purificado

(contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

— Oxigénio purificado

(pureza > 99,5 % vol O_2)

— Mistura hidrogénio-hélio

(40 % ± 2 % de hidrogénio, restante hélio)

(contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm ►M1 CO_2 ◄)

— Ar de síntese purificado

(contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

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

1.2.2. *Gases de calibração*

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

— C_3H_8 e ar de síntese purificado (ver ponto 1.2.1),

— CO e azoto purificado,

— NO e azoto purificado (a quantidade de NO_2 contida neste gás de calibração não deve exceder 5 % do teor de NO),

— O_2 e azoto purificado,

— CO_2 e azoto purificado,

— CH_4 e ar de síntese purificado,

— C_2H_6 e ar de síntese purificado.

([1]) O método de calibração é comum para os ensaios NRSC e NRTC, com excepção dos requisitos dos pontos 1.11. e 2.6.

▼B

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

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

Os gases utilizados para a calibração podem também ser obtidos através de um misturador-doseador de gás, por diluição de N_2 purificado ou ar de síntese purificado. A precisão do dispositivo misturador deve ser tal que a concentração dos gases de calibração diluídos possa ser determinada com uma aproximação de ± 2 %.

▼M3
▼C1

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 calibração que inclua um dispositivo de mistura. Pode-se efectuar outra verificação utilizando outro gás de calibração, se a primeira verificação tiver falhado.

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

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

Nota: Recomenda-se um divisor de gás cuja precisão tenha uma tolerância de ± 1 %, para o estabelecimento da curva de calibração do analisador. O divisor de gás deve ser calibrado pelo fabricante do instrumento.

▼B

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.

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.

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

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

▼B

1.5. **Processo de calibração**

1.5.1. *Conjunto do instrumento*

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

1.5.2. *Tempo de aquecimento*

O tempo de aquecimento deve 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 optimizada (ponto 1.8.1).

1.5.4. *Calibração*

Calibra-se cada uma das gamas de funcionamento normalmente utilizadas.

Utilizando ar de síntese purificado (ou azoto), põe-se em zero os analisadores de CO, CO_2, NO_x, HC e O_2.

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

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

1.5.5. *Estabelecimento da curva de calibração*

1.5.5.1. Orientações gerais

►M3 ►C1 A curva de calibração do analisador é estabelecida por pelo menos seis pontos de calibração (excluindo o zero) espaçados tão uniformemente quanto possível. ◄ ◄ A concentração nominal mais elevada deve ser igual ou superior a 90 % da escala completa.

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

▼M3
▼C1

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

▼B

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

— a gama de medida,

— a sensibilidade,

— a data de realização da calibração.

1.5.5.2. Calibração abaixo dos 15 % da escala completa

A curva de calibração do analisador é defenida por pelo menos dez pontos de calibração (excluindo o zero), espaçados de modo que 50 % dos pontos de calibração estejam abaixo de 10 % da escala completa.

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

▼M3
▼C1

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

▼B

1.5.5.3. 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 calibração**

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

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

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

1.7. **Ensaio de eficiência do conversor de NO_x**

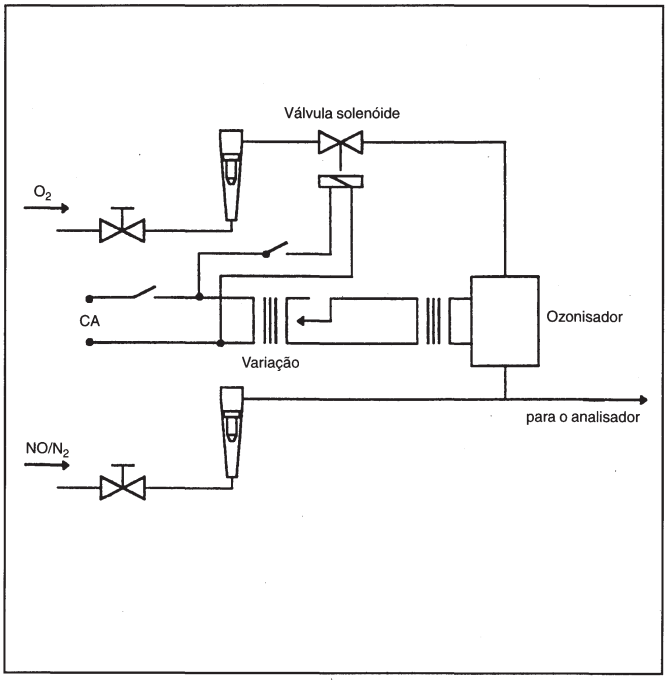
A eficiência do conversor utilizado para a conversão de NO_2 em NO é ensaiada conforme indicado nos pontos 1.7.1 a 1.7.8 (figura 1).

1.7.1. *Instalação de ensaio*

Usando a instalação indicada na figura 1 (ver também ponto 1.4.3.5 do apêndice 1) e o processo abaixo indicado, a eficiência dos conversores pode ser ensaiada através de um ozonisador.

Figura 1

Esquema de um conversor de NO_2



▼B

1.7.2. *Calibração*

O CLD e o HCLD devem ser calibrados na gama de funcionamento mais comum seguindo as especificações do fabricante e utilizando um gás de colocação no zero e um gás de calibração (cujo teor de NO deve ser igual a cerca de 80 % da gama de funcionamento; a concentração de NO_2 da mistura de gases deve ser inferior a 5 % da concentração de NO). O analisador de NO_x deve estar no modo NO para que o gás de calibração não passe através do conversor. A concentração indicada tem que ser registada.

1.7.3. *Cálculos*

A eficiência do conversor de NO_x calcula-se do seguinte modo:

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

a) Concentração de NO_x de acordo com o ponto 1.7.6;

b) Concentração de NO_x de acordo com o ponto 1.7.7;

c) Concentração de NO de acordo com o ponto 1.7.4;

d) Concentração de NO de acordo com o ponto 1.7.5.

1.7.4. *Adição de oxigénio*

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

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

1.7.5. *Activação do ozonisador*

Activa-se agora o ozonizador para fornecer ozono suficiente para fazer baixar a concentração de NO a cerca de 20 % (mínimo 10 %) da concentração de calibração indicada no ponto 1.7.2. Regista-se a concentração indicada na alínea d). (O analisador está no modo NO.)

1.7.6. *Modo NO_x*

Comuta-se então o analisador de NO para o modo NO_x para que a mistura de gases (constituída de NO, NO_2, O_2 e N_2) passe agora através do conversor. Regista-se a concentração indicada na alínea a). (O analisador está no modo NO_x.)

1.7.7. *Desactivação do ozonisador*

Desactiva-se agora o ozonizador. A mistura de gases descrita no ponto 1.7.6 passa através do conversor para o detector. Regista-se a concentração indicada na alínea b). (O analisador está no modo NO_x.)

1.7.8. *Modo NO*

Comutado para o modo NO com o ozonisador desactivado, o fluxo de oxigénio ou de ar de síntese é também desligado. A leitura de NO_x do analisador não deve desviar-se mais de ± 5 % do valor medido de acordo com o ponto 1.7.2. (O analisador está no modo NO.)

▼B

1.7.9. *Intervalo dos ensaios*

A eficiência do conversor deve ser ensaiada antes de cada calibração do analisador de NO_x.

1.7.10. *Eficiência exigida*

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

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

1.8. **Ajustamento do FID**

1.8.1. *Optimização da resposta do detector*

O HFID deve ser ajustado conforme especificado pelo fabricante do instrumento. Deve-se utilizar um gás de calibração contendo propano no ar para optimizar a resposta na gama de funcionamento mais comum.

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

1.8.2. *Factores de resposta para hidrocarbonetos*

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

Os factores de resposta devem ser determinados ao colocar o 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 ± 2 % em relação a um padrão gravimétrico expresso em volume. Além disso, o cilindro de gás deve ser pré-condicionado durante 24 horas à temperatura de 298 K (25 °C) ± 5 K.

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

— 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.

1.8.3. *Verificação da interferência do oxigénio*

▼M3
▼C1

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

▼C1

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

1.8.3.1. Gases de verificação da interferência do oxigénio

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

Concentração de O_2	Balanço
21 (20 a 22)	Azoto
10 (9 a 11)	Azoto
5 (4 a 6)	Azoto

1.8.3.2. Procedimento

a) Coloca-se o analisador em zero.

b) Calibra-se o analisador com a mistura de 21 % de oxigénio.

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).

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, repete-se o ensaio.

f) Calcula-se a interferência do oxigénio (% O_2I) para cada mistura descrita na alínead conforme a seguir indicado:

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

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

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

C = Resposta do analisador

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

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

g) A percentagem de interferência de oxigénio (% O_2I) deve ser inferior a ± 3,0 % relativamente a todos os gases de verificação da interferência do oxigénio necessários antes da realização do ensaio.

▼C1

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

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

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

▼B

1.9. **Efeitos de interferência com os analisadores NDIR e CLD**

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

1.9.1. *Verificação da interferência no analisador de CO*

A água e o CO_2 podem interferir com o comportamento do analisador de CO. Deixa-se, portanto borbulhar na água à temperatura ambiente um gás de calibração que contenha CO_2 com uma concentração de 80 % a 100 % da escala completa da gama de funcionamento máxima utilizada durante o ensaio, registando-se a resposta do analisador. A resposta do analisador não deve ser superior a 1 % da escala completa para as gamas iguais ou superiores a 300 ppm ou superior a 3 ppm para as gamas inferiores a 300 ppm.

1.9.2. *Verificações da atenuação do analisador de NO_x*

Os dois gases a considerar para os analisadores CLD (e HCLD) são o CO_2 e o vapor de água. Os graus de atenuação desses gases são proporcionais às suas concentrações, e exigem portanto técnicas de ensaio para determinar o efeito de atenuação às concentrações mais elevadas esperadas durante o ensaio.

1.9.2.1. Verificação do efeito de atenuação do CO_2

Faz-se passar um gás de calibração contendo CO_2 com uma concentração de 80 % a 100 % da escala completa da gama máxima de funcionamento através do analisador NDIR, registando-se o valor de CO_2 como A. A seguir dilui-se cerca de 50 % com um gás de calibração do NO e passa-se através do NDIR e (H)CLD, registando-se os valores de CO_2 e NO como B e C respectivamente. Fecha-se a entrada de CO_2 e deixa-se passar apenas o gás de calibração do NO através do (H)CLD, registando-se o valor de NO como D.

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

$$\%\ \text{atenua ç ão do } CO_2 = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)}\right)\right] \times 100$$

não devendo ser superior a 3 % da escala completa,

em que:

A : concentração do CO_2 não diluído medida com o NDIR (%)

▼B

B : concentração do CO_2 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)

▼M1

1.9.2.2. Verfiicação do efeito de atenuação da água

▼M3
▼C1

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

▼M1

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

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

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

▼M3
▼C1

e registada como De. Para os gases de escape dos motores *diesel*, a concentração máxima de vapor de água (em %) prevista durante o ensaio deve ser estimada, na hipótese de uma relação atómica H/C do combustível de 1,8 para 1, a partir da concentração máxima de CO_2 nos gases de escape ou da concentração do gás de calibração do CO_2 não diluído (A, medido como se indica no ponto 1.9.2.1) do seguinte modo:

▼M1

$$Hm = 0{,}9 \times A$$

e registada como Hm.

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

$$\%\ \text{de atenuação}\ H_2O = 100 \times \left(\frac{De - C}{De} \right) \times \left(\frac{Hm}{H} \right)$$

De: concentração prevista do NO diluído (ppm)

C: concentração do NO diluído (ppm)

▼M1

Hm: concentração máxima do vapor de água (%)

H: concentração real do vapor de água (%)

N.B.: É importante que o gás de calibração do NO contenha uma concentração mínima de NO_2 pela água não foi tida em consideração nos cálculos do efeito de atenuação.

▼B

1.10. **Intervalos de calibração**

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 calibração.

▼M3
▼C1

1.11. **Requisitos adicionais de calibração para as medições relativas aos gases de escape brutos durante o ensaio NRTC**

1.11.1. *Verificação do tempo de resposta do sistema analítico*

As regulações do sistema para a avaliação do tempo de resposta são exactamente as mesmas que durante a medição do ensaio (isto é, pressão, caudais, regulações dos filtros nos analisadores e todas as outras influências do tempo de resposta). A determinação do tempo de resposta é feita com a mudança do gás directamente à entrada da sonda de recolha de amostras. A mudança do gás deve ser feita em menos de 0,1 s. Os gases utilizados para o ensaio devem causar uma alteração da concentração de pelo menos 60 % de FS.

Regista-se a alteração de concentração de cada componente do gás. O tempo de resposta é definido como a diferença de tempo entre a mudança do gás e a alteração adequada da concentração registada. O tempo de resposta do sistema (t_{90}) consiste no tempo de atraso do detector de medida e no tempo de subida do detector. O tempo de atraso é definido como o tempo que passa entre a mudança (t_0) e a obtenção de uma resposta de 10 % da leitura final (t_{10}). O tempo de subida é definido como o tempo que passa entre a obtenção da resposta a 10 % e da resposta a 90 % da leitura final ($t_{90} — t_{10}$).

Para o alinhamento em tempo do analisador e dos sinais do escoamento dos gases de escape no caso da medição bruta, o tempo de transformação é definido como tempo necessário para se passar da alteração (t_0) até se obter a resposta de 50 % da leitura final (t_{50}).

O tempo de resposta do sistema deve ser $\leq$ 10 segundos com um tempo de subida $\leq$ 2,5 segundos para todos os componentes limitados (CO, NO_x, HC) e todas as gamas utilizadas.

1.11.2. *Calibração do analisador do gás marcador para medições do caudal dos gases de escape*

Calibra-se o analisador para medição da concentração do gás marcador, se utilizado, com o gás padrão.

Estabelece-se a curva de calibração no mínimo com 10 pontos de calibração (excluindo o zero) a intervalos que permitam que metade dos pontos de calibração se situem entre 4 % e 20 % da escala completa do analisador e os restantes se situem entre 20 % e 100 % da escala completa. A curva de calibração é calculada pelo método dos quadrados mínimos.

A curva de calibração não deve afastar-se mais de ± 1 % da escala completa relativamente ao valor nominal de cada ponto de calibração, na gama de 20 % a 100 % da escala completa. A curva de calibração não deve afastar-se mais de ± 2 % da leitura do valor nominal na escala de 4 % a 20 % da escala completa.

▼C1

O analisador deve ser colocado no zero e calibrado antes da realização do ensaio utilizando um gás de colocação no zero e um gás de calibração cujo valor nominal seja superior a 80 % da escala completa do analisador.

▼B

2. CALIBRAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DAS PARTÍCULAS

2.1. **Introdução**

Cada componente deve ser calibrado tantas vezes quantas as necessárias para respeitar as exigências de precisão da presente norma. O método de calibração a utilizar está descrito no presente ponto para os componentes indicados no ponto 1.5 do apêndice 1 do anexo III e no anexo V.

2.2. **Medição dos caudais**

▼M3
▼C1

Os contadores de gás ou os debitómetros devem ser calibrados de acordo com normas nacionais e/ou internacionais.

O erro máximo do valor medido deve ser ± 2 % da leitura.

No que diz respeito aos sistemas de diluição do escoamento parcial, a precisão do caudal recolhido G_{SE} é de especial importância, se não for medido directamente mas determinado por medição diferencial do caudal:

$G_{SE} = G_{TOTW} — G_{DILW}$

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

▼B

2.3. **Verificação da razão de diluição**

Ao utilizar sistemas de recolha de amostras de partículas sem EGA (ponto 1.2.1.1 do anexo V), verifica-se a razão de diluição para cada motor novo com o motor a funcionar e utilizando as medições das concentrações de CO_2 ou de NO_x nos gases de escape brutos e diluídos.

A razão de diluição medida deve estar a ± 10 % da razão de diluição calculada a partir da medição das concentrações de CO_2 ou de NO_x.

2.4. **Verificação das condições de escoamento parcial**

A gama de velocidades dos gases de escape e as variações de pressão devem ser verificadas e ajustadas de acordo com os requisitos do ponto 1.2.1.1, EP, do anexo V, se aplicável.

2.5. **Intervalos de calibração**

Os debitómetros devem ser calibrados pelo menos de três em três meses ou sempre que haja uma reparação ou alteração do sistema que possa influenciar a calibração.

▼M3
▼C1

2.6. **Requisitos de calibração adicionais para sistemas de diluição de escoamento parcial**

2.6.1 *Calibração periódica*

Se o caudal da amostra de gases for determinado por medição diferencial, o caudalímetro ou a instrumentação de medida devem ser calibrados através de um dos procedimentos a seguir indicados, de modo tal que o caudal de G_{SE} à entrada do túnel satisfaça os requisitos de precisão do ponto 2.4. do apêndice 1.

▼C1

O caudalímetro para o G_{DILW} é ligado em série ao caudalímetro para o G_{TOTW}, sendo a diferença entre os dois caudalímetros calculada durante pelo menos 5 pontos com os valores de caudal igualmente espaçados entre o valor mais baixo do G_{TOTW} utilizado durante o ensaio e o valor do G_{DILW} utilizado durante o ensaio.

O túnel de diluição pode ser posto em derivação. Liga-se em série um aparelho calibrado de medição do caudal mássico com o caudalímetro para o G_{TOTW} e verifica-se a precisão em relação ao valor utilizado para o ensaio. Liga-se em série um aparelho calibrado de medição do caudal mássico com o caudalímetro para o G_{DILW} e verifica-se a precisão em relação ao valor utilizado para o ensaio para pelo menos 5 pontos correspondentes a uma razão de diluição compreendida entre 3 e 50, relativa ao G_{TOTW} utilizado durante o ensaio

Desliga-se o tubo de transferência TT do escape e liga-se um dispositivo de medição de caudais calibrado com uma gama adequada à medição de G_{SE} ao tubo de transferência. Regula-se então G_{TOTW} no valor utilizado no ensaio o G_{DILW} é regulado em sequência em pelo menoscinco valores correspondentes a razões de diluição «q» entre 3 e 50. Em alternativa, pode existir um percurso de calibração especial do escoamento em que o túnel seja colocado em derivação mas o escoamento total e do ar de diluição através dos aparelhos de medida correspondentes são os mesmos que no ensaio real.

Introduz-se um gás marcador no tubo de transferência TT. Esse gás traçador pode ser um componente dos gases de escape, como o CO_2 ou o NO_x. Após diluição no túnel mede-se a quantidade do gás marcador em relação acinco razões de diluição compreendidas entre 3 e 50. A precisão do escoamento da amostra é determinada a partir da relação de diluição «q»:

$$G_{SE} = G_{TOTW} / q$$

Têm-se em consideração as precisões dos analisadores de gás para garantir a precisão de G_{SE}

2.6.2. *Verificação do escoamento de carbono*

Recomenda-se bastante uma verificação do escoamento de carbono que utilize os gases de escape reais para detectar problemas de medida e de controlo e verificar o funcionamento correcto do sistema de diluição de escoamento parcial. A verificação do escoamento de carbono deve ser efectuada pelo menos quando se instala um novo motor ou quando se muda alguma coisa significativa na configuração da célula de ensaio.

Faz-se o motor funcionar à carga e velocidade de binário de pico ou qualquer outro modo em estado estacionário que produz a 5 % ou mais de CO_2. O sistema de recolha de amostras de escoamento parcial deve funcionar com um factor de diluição de cerca de 15 para 1.

2.6.3. *Verificação — ensaio*

Deve-se realizar uma verificação ensaio dentro de duas horas antes do ensaio do seguinte modo:

Verifica-se a precisão dos caudalímetros pelo mesmo método que o utilizado para a calibração para pelo menos dois pontos, incluindo valores do caudal de G_{DILW} que correspondem a razões de diluição compreendidas entre 5 e 15 para o valor de G_{TOTW} utilizado durante o ensaio.

Se se puder demonstrar com registos do método de calibração acima descrito que a calibração dos caudalímetros é estável durante um período de tempo maior, a verificação pós-ensaio pode ser omitida.

▼C1

2.6.4. *Determinação do tempo da transformação*

As regulações do sistema para a avaliação do tempo de transformação são exactamente os mesmos que durante a medição do ensaio. Determina-se o tempo de transformação através do seguinte método.

Instala-se um caudalímetro de referência independente com uma gama de medida adequada para o escoamento na sonda em série com a sonda estreitamente a esta ligado. Este caudalímetro deve ter um tempo de transformação inferior a 100 ms para a dimensão do patamar do escoamento utilizado na medição do tempo de resposta, com uma restrição do escoamento suficientemente baixa para não afectar o comportamento funcional dinâmico do sistema de diluição do escoamento parcial e consistente com a boa prática de engenharia.

Introduz-se uma mudança de patamar no escoamento dos gases de escape (ou o escoamento de ar, se o dos gases de escape estiver a ser calculado) do sistema de diluição do escoamento parcial desde um valor baixo até pelo menos 90 % da escala completa. O iniciador da mudança de patamar deve ser o mesmo que o utilizado para dar início ao controlo do ensaio real. Registam-se o estímulo do patamar do escoamento dos gases de escape e a resposta do caudalímetro a uma taxa de pelo menos 10 Hz.

Do mesmo modo, determinam-se os tempos da transformação a partir desses dados para o sistema de diluição do escoamento parcial, que é o tempo desde o início do estímulo do patamar até ao ponto de 50 % da resposta do caudalímetro. De modo semelhante, os tempos de transformação do sinal de G_{SE} do sistema de diluição do escoamento parcial e do sinal do G_{EXHW} do caudalímetro dos gases de escape. Esses sinais são utilizados em verificações de regressão realizados após cada ensaio (ver ponto2.4. do apêndice 1).

Repete-se o cálculo pelo menos durantecinco estímulos de subida e descida, procedendo- depois ao cálculo da média dos resultados. O tempo de transformação interno (<100 ms) do caudalímetro de referência deve ser subtraído deste valor. Este é o valor « … » do sistema de diluição do escoamento parcial, que será aplicado de acordo com o ponto 2.4. do apêndice 1.

3. CALIBRAÇÃO DO SISTEMA CVS

3.1. **Generalidades**

Calibra-se o sistema CVS utilizando um caudalímetro preciso e os meios necessários para alterar as condições de funcionamento.

Mede-se o escoamento através do sistema a regulações de funcionamento diferentes e medem-se os parâmetros de controlo do sistema, sendo relacionados ao escoamento.

Podem-se utilizar vários tipos de caudalímetros como por exemplo o tubo de Venturi calibrado, um caudalímetro laminar calibrado.

3.2. **Calibração da bomba de deslocamento positivo (PDP)**

Medem-se simultaneamente todos os parâmetros relacionados com a bomba juntamente com os parâmetros relacionados com um tubo de Venturi de calibração que é ligado em série com a bomba. Traça-se a curva do caudal calculado (em m^3/min à entrada da bomba, pressão e temperatura absolutas) em função de uma função de correlação que é o valor de uma combinação específica de parâmetros da bomba. Determina-se a equação linear que relaciona o caudal da bomba e a função de correlação se a bomba CVS tiver uma transmissão de várias velocidades, realiza-se a calibração para cada gama de velocidades utilizada.

Mantém-se a estabilidade da temperatura durante a calibração.

▼C1

Mantêem-se as fugas em todas as ligações e tubagens entre o Venturi de calibração e a bomba CVS em valores inferiores a 0,3 % do ponto mais baixo do escoamento (restrição mais elevada e ponto de velocidade PDP mais baixa).

3.2.1. *Análise dos dados*

Calcula-se o caudal de ar (Q_s) em cada regulação da restrição (mínimo seis regulações) em m^3/min standard a partir dos dados do caudalímetro e utilizando o método prescrito pelo fabricante. O caudal de ar é então convertido em escoamento da bomba (V_0) em m^3/rev à temperatura e pressão absolutas à entrada da bomba do seguinte modo:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101.3}{p_A}$$

em que:

Q_s = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s)

T = temperatura à entrada da bomba (K)

p_A = pressão absoluta à entrada da bomba ($p_B - p_1$) (kPa)

n = velocidade da bomba (rev/s)

Para ter em conta a interacção das variações de pressão da bomba e a taxa de escoamento da bomba, calcula-se a função de correlação (X_0) entre a velocidade da bomba, o diferencial de pressão entre a entrada e saída da bomba e a pressão absoluta à saída da bomba do seguinte modo:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

em que:

Δp_p = diferencial de pressão entre a entrada da bomba e a saída da bomba (kPa)

p_A = pressão absoluta à saída da bomba (kPa)

Realiza-se um ajustamento pelo método dos mínimos quadrados para gerar a equação de calibração do seguinte modo:

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

em que D_0 e m são as constantes da ordenada na origem e do declive da recta, respectivamente, que descreve as rectas de regressão.

Para um sistema CVS com várias velocidades, as curvas de calibração geradas para as diferentes gamas de caudais da bomba devem ser aproximadamente paralelas e os valores das ordenadas na origem (D_0) aumentam com a diminuição da gama de caudais da bomba.

Os valores calculados pela equação devem ter uma aproximação de ± 0,5 % do valor medido de V_0. Os valores de m variam de bomba para bomba. O fluxo de partículas com o tempo fará com que o escorregamento da bomba diminue, o que é reflectido nos valores inferiores de m. Assim sendo, a calibração deve ser realizada ao arranque da máquina, após grandes manutenções e se a verificação do sistema total (ponto 3.5) indicar uma alteração da taxa de escorregamento.

▼C1

3.3. **Calibração do tubo de Venturi de escoamento crítico (CFV)**

A calibração do CFV baseia-se na equação de escoamento de um tubo de Venturi de escoamento crítico. O caudal de gás é função da pressão e da temperatura à entrada, como se indica a seguir:

$$Q_s = \frac{K_v \times p_A}{\sqrt{T}}$$

em que:

K_v = coeficiente de calibração

p_A = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

Ta = temperatura à entrada do tubo de Venturi (K)

3.3.1. *Qualidade dos dados*

Calcula-se o caudal de ar (Q_s) em cada regulação da restrição (mínimo8 regulações) em m^3/min standard a partir dos dados do caudalímetro e utilizando o método prescrito pelo fabricante. Calcula-se o coeficiente de calibração a partir dos dados de calibração para cada regulação do seguinte modo:

$$K_v = \frac{Q_S \times \sqrt{T}}{p_A}$$

em que:

Q_s = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s)

T = temperatura à entrada da bomba (K)

p_A = pressão absoluta à entrada da bomba (p_B — p_1) (kPa)

Para determinar a gama do escoamento crítico, traça-se a curva de K_v em função da pressão à entrada do tubo de Venturi. Para o escoamento crítico (estrangulado) K_v terá um valor relativamente constante. À medida que a pressão diminui (o vácuo aumenta), o tubo de Venturi deixa de estar estrangulado e K_v diminui, o que indica que o CFV está a funcionar for a da gama admissível.

Calcula-se o K_V médio e o desviopadrão para um mínimo de 8 pontos na região do escoamento crítico. O desviopadrão não deve exceder ± 0,3 % do K_V médio.

3.4. **Calibração do tubo de Venturi subsónico (SSV)**

A calibração do SSV baseia-se na equação de escoamento para um tubo de Venturi subsónico. O caudal é função da pressão e temperatura à entrada, da queda de pressão entre a entrada e a garganta do SST, conforme se indica a seguir:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r^{1,4286} - r^{1,7143}\right)\left(\frac{1}{1-\beta^4 r^{1,4286}}\right)\right]}$$

▼C1

em que:

A_0 = conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= \text{ 0,006111 em unidades SI de } \left(\frac{m^3}{\min}\right)\left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa}\right)\left(\frac{1}{mm^2}\right)$$

d = diâmetro do garganta do SSV (m)

C_d = coeficiente de descarga do SSV

P_A = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

T = temperatura à entrada do tubo de Venturi (K)

r) = relação da pressão estática na garganta do SSVe a pressão estática absoluta à entrada do SST $= 1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

ß) = relação entre o diâm. da garganta do SSV, d, e o diâmetro interno do tubo de entrada $= \frac{d}{D}$

3.4.1. *Qualidade dos dados*

Calcula-se o caudal de ar (Q_{SSV}) em cada regulação da restrição (mínimo 16 regulações) em m^3/min standard a partir dos dados do caudalímetro e utilizando o método prescrito pelo fabricante. Calcula-se o coeficiente de descarga a partir dos dados de calibração para cada regulação do seguinte modo:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{A_0 d^2 P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r^{1,4286} - r^{1,7143}\right)\left(\frac{1}{1-\beta^4 r^{1,4286}}\right)\right]}}$$

em que:

Q_{SSV} = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s)

T = temperatura à entrada da bomba (K)

d = diâmetro da garganta do SST (m)

r) = relação da pressão estática na garganta do SSVe a pressão estática absoluta à entrada do SST $= 1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

ß) = relação entre o diâmetro. da garganta do SST, d, e o diâmetro interno do tubo de entrada $= \frac{d}{D}$

Para determinar a gama do escoamento subsónico, traça-se C_d em função do número de Reynolds, na garganta do SSV. Calcula-se o número de Reynolds na garganta do SSV com a seguinte fórmula:

$$\text{Re} = A_1 \frac{Q_{SSV}}{d\mu}$$

▼C1

em que:

A_1 = conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= 25{,}55152 \left(\frac{1}{m^3}\right)\left(\frac{\min}{s}\right)\left(\frac{mm}{m}\right)$$

Q_{SSV} = caudal de ar nas condições (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s)

d = diâmetro da garganta do SSV (m)

μ = viscosidade absoluta ou dinâmica do gás, calculada com a seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{bT^{3/2}}{S+T} = \frac{bT^{1/2}}{1+\frac{S}{T}} \quad \text{kg/m-s}$$

em que:

$$\text{b} = \text{constante empírica} = 1{,}458 \times 10^6 \frac{kg}{msK^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{S} = \text{constante empírica} = 110{,}4\,K$$

O Q_{SSV} é um dos valores da fórmula do número de Reynolds, os cálculos devem ser começados com um valor inicial aleatório para que Q_{SSV} ou C_d do Venturi de calibração e repetido até que o valor de Q_{SSV} convirja. O método de convergência deve ter uma precisão igual ou superior a 0,1 %.

Os valores calculados de C_d para um mínimo de 16 pontos na região de escoamento subsónico retirados da equação de ajustamento da curva de calibração devem ter uma tolerância de ± 0,5 % do C_d medido para cada ponto de calibração.

3.5. **Verificação do sistema total**

Determina-se a precisão total do sistema de recolha de amostras CVS e do sistema analítico pela introdução de uma massa conhecida de um gás poluente no sistema enquanto este funciona de modo normal. O poluente é analisado e a massa calculada de acordo com o ponto 2.4.1. do apêndice 3 do anexo III, excepto no caso do propano, em que se utiliza um factor de 0,000472 em vez de 0,000479 para o HC. Utiliza-se qualquer uma das seguintes técnicas.

3.5.1. *Medição com um orifício de escoamento crítico*

Faz-se passar uma quantidade conhecida de um gás puro (propano) pelo sistema CVS através de um orifício de escoamento crítico calibrado. Se a pressão à entrada for suficientemente elevada, o caudal, que é ajustado através do orifício de escoamento crítico, é independente da pressão à saída do orifício (escoamento crítico). Faz-se funcionar o sistema CVS como num ensaio de emissões de escape normal durante cerca de 5 ou 10 minutos. Analisa-se uma amostra de gás com os equipamentos usuais (saco de recolha de amostras ou método de integração) e calcula-se a massa do gás. A massa assim determinada deve estar a ± 3 % da massa conhecida no gás injectado.

▼C1

3.5.2. *Medição por meio de uma técnica gravimétrica*

Determina-se a massa de um pequeno cilindro cheio com propano com uma precisão de ± 0,01 g. Faz-se funcionar o sistema CVS durante cerca decinco oudez minutos como num ensaio de emissões de escape normal, enquanto é injectado o monóxido de carbono ou propano para o sistema. Determina-se a quantidade de gás puro descarregada por meio de pesagem diferencial. Analisa-se uma amostra de gás com os equipamentos usuais (saco de recolha de amostras ou método de integração) e calcula-se a massa do gás. A massa assim determinada deve estar a ± 3 % da massa conhecida no gás injectado.

▼B

Apêndice 3

▼M3
▼C1

AVALIAÇÃO DE DADOS E CÁLCULOS

▼B

1. ►M3 ►C1 AVALIAÇÃO DE DADOS E CÁLCULOS (ENSAIO NRSC) ◄ ◄

1.1. **Avaliação dos dados relativos às emissões gasosas**

Para a avaliação das emissões gasosas, toma-se a média das leituras dos registadores de agulhas dos últimos 60 segundos de cada modo e determinam-se para cada modo as concentrações médias (conc) de CH, CO, NO_x e CO_2 durante cada modo, se for utilizado o método do balanço do carbono, a partir das leituras médias e dos dados de calibração correspondentes. Pode ser utilizado um tipo diferente de registo se assegurar uma aquisição de dados equivalente.

As concentrações médias de fundo ($conc_d$) 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 calibração correspondentes.

▼M3
▼C1

1.2. **Emissões de partículas**

Para a avaliação das partículas, registam-se para cada modo os volumes totais de massas (MSAM, i) que passam através dos filtros. Levam-se os filtros para a câmara de pesagem, condicionam-se durante pelo menos uma hora, mas não mais de 80 horas, e pes. Regista-se a massa bruta dos filtros e subtrai-se a tara (ver ponto 3.1. do anexo III). A massa de partículas (Mf para o método do filtro único, Mf, i para o método dos filtros múltiplos) é a soma das massas das partículas recolhidas nos filtros primário e secundário. Se tiver de ser aplicada uma correcção de fundo, registam-se a massa do ar de diluição (MDIL), através dos filtros, bem como a massa das partículas (Md). Se tiver sido feita mais de uma medição, calcula-se o quociente Md/MDIL ou Md/VDIL para cada medição e calcula-se a média dos valores.

▼B

1.3. **Cálculo das emissões gasosas**

Os resultados finais dos ensaios a indicar devem ser deduzidos do seguinte modo:

▼M3
▼C1

1.3.1. *Determinação do caudal de gases de escape*

Determina-se o caudal dos gases de escape (GEXHW) para cada modo, de acordo com os pontos 1.2.1. a 1.2.3. do apêndice 1 do anexo III.

Se se utilizar um sistema de diluição total do fluxo (GTOTW), determina-se o caudal total dos gases de escape diluídos para cada modo de acordo com o ponto 1.2.4. do apêndice 1 do anexo III.

1.3.2. *Correcção para a passagem de base seca a base húmida*

A correcção para a passagem de base seca a base húmida (GEXHW) deve ser determinada para cada modo, de acordo com os pontos 1.2.1. a 1.2.3. do apêndice 1 do anexo VII.

Quando se aplicar GEXHW, converte-se a concentração medida para base húmida através das fórmulas a seguir indicadas, caso a medição não tenha já sido efectuada em base húmida:

conc (húmido) = k_w×conc (seco)

▼C1

Para os gases de escape brutos:

$$K_{W,r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1{,}88 \times 0{,}005 \times \left(\%CO\left[dry\right] + \%CO_2\left[dry\right] \right) + K_{w2}} \right)$$

Para os gases de escape diluídos:

$$K_{W,e,1} = \left(1 - \frac{1{,}88 \times CO_2\,\%(wet)}{200} \right) - K_{W1}$$

ou

$$K_{W,e,1} = \left(\frac{1 - K_{W1}}{1 + \frac{1{,}88 \times CO_2\,\%(dry)}{200}} \right)$$

Para o ar de diluição:

$$k_{W,d} = 1 - k_{W1}$$

$$k_{W1} = \frac{1{,}608 \times \left[H_d \times \left(1 - 1/DF \right) + H_a \times \left(1/DF \right) \right]}{1000 + 1{,}608 \times \left[H_d \times \left(1 - 1/DF \right) + H_a \times \left(1/DF \right) \right]}$$

$$H_d = \frac{6{,}22 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

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

$$k_{W,a} = 1 - k_{W2}$$

$$k_{W2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1000 + \left(1{,}608 \times H_a \right)}$$

$$H_a = \frac{6{,}22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

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

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

R_d: humidade relativa do ar de diluição (%)

R_a: humidade relativa do ar de admissão (%)

p_d: pressão do vapor de saturação do ar de diluição (kPa)

p_a: pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_B: pressão barométrica total (kPa)

Nota: H_a e H_d podem ser derivados da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/ /húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

▼C1

1.3.3. *Correcção da humidade para o NOx*

Dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO_x em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor K_H dado pela fórmula a seguir:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0{,}0182 \times (H_a - 10{,}71) + 0{,}0045 \times (T_a - 298)}$$

em que:

T_a: temperaturas do ar em K

H_a: humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco):

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

R_a: humidade relativa do ar de admissão (%)

p_a: pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_B: pressão barométrica total (kPa)

NOTA: H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

1.3.4. *Cálculo dos caudais mássicos das emissões*

Calculam-se os caudais mássicos das emissões para cada modo como se indica a seguir:

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

$Gás_{mass} = u \times conc \times G_{EXHW}$

b) Para os gases de escape diluídos:

$Gás_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$

em que:

$conc_c$: é a concentração de fundo corrigida

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - (1 / DF))$$
$$DF = 13{,}4 / (conc_{CO_2} + (conc_{CO} + conc_{HC}) \times 10^{-4})$$

([1]) No caso dos NO_x, a sua concentração (NO_xconc ou $NO_x conc_c$) tem de ser multiplicada por K_{HNOx} (factor de correcção da humidade para os NO_x indicados no ponto 1.3.3. do seguinte modo: K_{HONOX} x conc ou K_{HNOX} x $CONC_c$.

▼C1

ou

$DF = 13,4/conc_{CO2}$

Utilizam-se os coeficientes u — húmido de acordo com o seguinte quadro 4:

Quadro 4.

Valores dos coeficientes u — húmido para vários componentes dos gases de escape

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

A densidade de HC é calculada com base numa relação média carbono/hidrogénio de 1/1,85.

1.3.5. *Cálculo das emissões específicas*

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

$$Individual\,gas = \frac{\sum_{i=1}^{n} Gas_{mass_i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

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

Os factores de ponderação e o número de modos (n) utilizados na fórmula acima são os indicados no ponto 3.7.1. do anexo III.

1.4. **Cálculo das emissões de partículas**

As emissões de partículas devem ser calculadas do seguinte modo:

1.4.1. *Factor de correcção da humidade para as partículas*

Dado que a emissão de partículas pelos motores *diesel* depende das condições do ar ambiente, corrige-se o caudal mássico de partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor K_p dado pela seguinte fórmula:

$$K_P = 1/\left(1 + 0,0133 \times \left(H_a - 10,71\right)\right)$$

em que:

H_a: humidade do ar de admissão, g de água por kg de ar seco

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

▼C1

em que:

R_a: humidade relativa do ar de admissão (%)

p_a: pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_B: pressão barométrica total (kPa)

NOTA: H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/ /húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

1.4.2. *Sistema de diluição do escoamento parcial*

Os resultados finais dos ensaios de emissão de partículas a indicar são obtidos como se indica a seguir. Dado que podem ser utilizados vários tipos de controlo da taxa de diluição, são aplicáveis diferentes métodos de cálculo para caudais mássicos de gases de escape diluídos equivalentes G_{EDF}. Todos os cálculos devem basear-se nos valores médios dos modos individuais i) durante o período de recolha de amostras.

1.4.2.1. Sistemas isocinéticos

$G_{EDFW,\,i} = G_{EXHW,\,i} \times q_i$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + \left(G_{EXHW,i} \times r\right)}{\left(G_{EXHW,i} \times r\right)}$$

em que r corresponde à relação entre as áreas das secções transversais da sonda isocinética A_p e do tubo de escape A_T:

$$r = \frac{A_P}{A_T}$$

1.4.2.2. $G_{EDFW,\,i} = G_{EXHW,\,i} \times q_i$

Sistemas com medição da concentração de CO_2 ou NO_x

$$q_i = \frac{Conc_{E,i} - Conc_{A,i}}{Conc_{D,i} - Conc_{A,i}}$$

em que:

$Conc_E$ = concentração em base húmida do gás marcador nos gases de escape brutos

$Conc_D$ = concentração em base húmida do gás marcador nos gases de escape diluídos

$Conc_A$ = concentração em base húmida do gás marcador no ar de diluição

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida de acordo com o ponto 1.3.2. do presente apêndice.

1.4.2.3. Sistemas com medição de CO_2 e método do balanço do carbono

$$G_{EDFW,i} = \frac{206{,}6 \times G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

em que:

CO_{2D} = concentração do CO_2 nos gases de escape diluídos

CO_{2A} = concentração do CO_2 no ar de diluição

▼C1

(concentrações em % de volume em base húmida)

Esta equação baseia-se na hipóte-se do balanço do carbono (os átomos de carbono fornecidos ao motor são emitidos como CO_2) e deduz-se do seguinte modo:

$G_{EDFW,\ i} = G_{EXHW,\ i} \times q_i$

em que:

$$q_i = \frac{206{,}6 \times G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} \times \left(CO_{2D,i} - CO_{2A,i}\right)}$$

1.4.2.4. Sistemas com medição do caudal

GEDFW, i = GEXHW, i × q_i

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{\left(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i}\right)}$$

1.4.3. *Sistema de diluição total do fluxo*

Os resultados finais dos ensaios de emissão de partículas a indicar são obtidos como se indica a seguir.

Todos os cálculos devem basear-se nos valores médios dos modos individuais (i) durante o período de recolha de amostras.

$G_{EDFW,\ i} = G_{TOTW,\ i}$

1.4.4. *Cálculo do caudal mássico de partículas*

Calcula-se o caudal mássico de partículas do seguinte modo:

Para o método do filtro único:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{\left(G_{EDFW}\right)_{aver}}{1000}$$

em que:

$(G_{EDFW})_{aver}$ ao longo do ciclo de ensaio é determinado fazendo o somatório dos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras:

$$\left(G_{EDFW}\right)_{aver} = \sum_{i=1}^{n} G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^{n} M_{SAM,i}$$

em que i = 1, … n.

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT_{mass} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{\left(G_{EDFW,i}\right)_{aver}}{1000}$$

em que i = 1, … n.

▼C1

O caudal mássico das partículas pode ser corrigido em relação ao fundo do seguinte modo:

Para o método do filtro único:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right) \right] \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

Se for efectuada mais de uma medição, (Md/MDIL) é substituído por (Md/MDIL)aver.

$$DF = 13{,}4 / \left(concCO_2 + (concCO + concHC) \times 10^{-4} \right)$$

ou

$DF = 13{,}4/concCO_2$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT_{mass,\,i} = \left[\frac{M_{f,\,i}}{M_{SAM,\,i}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \right) \right] \times \left[\frac{G_{EDFW,\,i}}{1000} \right]$$

Se for efectuada mais de uma medição, (Md/MDIL) é substituído por (Md/MDIL)aver.

$$DF = 13{,}4 / \left(concCO_2 + (concCO + concHC) \times 10^{-4} \right)$$

ou

$DF = 13{,}4\ concCO_2$

1.4.5. *Cálculo das emissões específicas*

Calcula-se a emissão específica de partículas PT (g/kWh) do seguinte modo ([1]):

Para o método do filtro único:

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^{n} PT_{mass,\,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

([1]) O caudal mássico de partículas PT_{mass} tem de se multiplicar por K_p (factor de correcção da humidade para as partículas referido no ponto 1.4.1).

▼C1

1.4.6. *Factor de ponderação efectivo*

Para o método do filtro único, calcula-se o factor de ponderação efectivo $WF_{E,\ i}$ para cada modo como se indica a seguir:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

em que i = 1, ... n.

Os valores dos factores de ponderação efectivos devem estar a ± 0,005 (valor absoluto) dos factores de ponderação indicados no ponto 3.7.1. do anexo III.

2. AVALIAÇÃO DE DADOS E CÁLCULOS (ENSAIO NRTC)

Podem ser utilizados os dois seguintes princípios de medição para a avaliação das emissões de poluentes durante o ciclo NRTC:

— os componentes gasosos são medidos no gás de escape brutos em tempo real, e as partículas são determinadas utilizando um sistema de diluição do escoamento parcial,

— os componentes gasosos e as partículas são determinados utilizando um sistema de diluição do escoamento total (tema CVS).

2.1. **Cálculo das emissões gasosas nos gases de escape brutos e das emissões de partículas com um sistema de diluição do escoamento parcial**

2.1.1. *Introdução*

Utilizam-se os sinais da concentração instantânea dos componentes gasosos para o cálculo das emissões mássicas por multiplicação pelo caudal máximo instantâneo dos gases de escape. O caudal mássico dos gases gap pode ser medido directamente ou calculado utilizando os métodos descritos no ponto 2.2.3. do apêndice 1 do anexo III (medição dos caudais do ar de admissão e do combustível, método do gás marcador, medição do caudal de ar de admissão e da relação ar/combustível). Deve-se prestar uma atenção especial aos tempos de resposta dos diferentes instrumentos. Essas diferenças serão tomadas em conta através do alinhamento de tempo dos sinais.

No que diz respeito às partículas, os sinais do caudal mássico dos gases de escape são utilizados para controlar o sistema de diluição do escoamento parcial para se obter uma amostra proporcional ao caudal mássico dos gases de escape. Verifica-se a qualidade da proporcionalidade aplicando uma análise de regressão entre os caudais da amostra e dos gases de escape conforme descrito no ponto 2.4. do apêndice 1 do anexo III.

2.1.2. *Determinação dos componentes gasosos*

2.1.2.1. Cálculo das emissões mássicas

Determina-se a massa dos poluentes M_{gas} (g/ensaio) através do cálculo das emissões mássicas instantâneas a partir das concentrações brutas dos poluentes, os valores u do quadro 4 (ver também o ponto 1.3.4) e o caudal mássico dos gases de escape, alinhados no que diz respeito ao tempo de transformação e integrando os valores instantâneos ao longo do ciclo. De preferência, as concentrações devem ser medidas em base húmida. Se forem medidas em base seca, aplica-se a correcção base seca/base húmida, descrita a seguir, aos valores da concentração instantânea antes de se fazerem outros cálculos.

▼C1

Quadro 4. Valores dos coeficientes u — húmido para vários componentes dos gases de escape

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

A densidade de HC é calculada com base numa relação média carbono/hidrogénio de 1/1,85.

Aplicam-se as seguintes fórmulas:

$$M_{gas} = \sum_{i=1}^{i=n} u \times conc_i \times G_{EXHW,i} \times \frac{1}{f} \text{ (em g/ensaio)}$$

em que:

u = relação entre a densidade do componente dos gases de escape e a densidade dos gases de escape

$conc_i$ = concentração instantânea do componente nos gases de escape brutos (ppm)

$G_{EXHW,\ i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape (kg/s)

f = razão tomada dos dados (Hz)

n = número de medições.

Para o cálculo de NO_x, utiliza-se o factor de correcção da humidade k_H, conforme descrito.

A concentração medida instantaneamente, se já não medida numa base seca, deve ser convertida para uma base seca.

2.1.2.2. Correcção para a passagem de base seca a base húmida

Se as concentrações forem medidas instantaneamente em base seca, devem ser convertidas em base húmida de acordo com as seguintes fórmulas:

$conc_{wet} = k_W \text{ x } conc_{dry}$

em que:

$$K_{W,\ r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1{,}88 \times 0{,}005 \times \left(conc_{CO} + conc_{CO_2} \right) + K_{W2}} \right)$$

com

$$k_{W2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1000 + \left(1{,}608 \times H_a \right)}$$

▼C1

em que:

$conc_{CO2}$ = concentração do CO_2 em seco (%)

$conc_{CO}$ = concentração do CO em seco (%)

H_a = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a: humidade relativa do ar de admissão (%)

p_a: pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_B: pressão barométrica total (kPa)

Nota: H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/ /húlido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.1.2.3. Correcção quanto à humidade e temperatura dos NO_x

Dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO_x em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através dos factores dados na fórmula a seguir:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0{,}0182 \times (H_a - 10{,}71) + 0{,}0045 \times (T_a - 298)}$$

com

T_a = temperatura do ar de admissão (K)

H_a = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

R_a: humidade relativa do ar de admissão (%)

p_a: pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_a: pressão barométrica total (kPa)

Nota: H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/ /húlido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

▼M6

2.1.2.4. Cálculo das emissões específicas

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

$$\text{Gás individual} = \frac{(1/10)M_{gas,cold} + (9/10)M_{gas,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

▼M6

em que:

$M_{gas,cold}$ = massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo de arranque a frio (g)

$M_{gas,hot}$ = massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo de arranque a quente (g)

$W_{act,cold}$ = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a frio em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III (kWh)

$W_{act,hot}$ = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a quente em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III (kWh)

▼C1

2.1.3. *Determinação das partículas*

▼M6

2.1.3.1. Cálculo da emissão mássica

Calculam-se as massas de partículas $M_{PT,cold}$ e $M_{PT,hot}$ (g/ensaio) através de um dos seguintes métodos:

a) $$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{EDFW}}{1\,000}$$

em que:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ para o ciclo de arranque a frio

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ para o ciclo de arranque a quente

M_f = massa das partículas recolhidas durante o ensaio (mg)

M_{EDFW} = massa dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo (kg)

M_{SAM} = massa dos gases de escape diluídos que atravessam os filtros de recolha de partículas (kg)

Determina-se a massa total dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo do seguinte modo:

$$M_{EDFW} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{EDFW,i} \times \frac{1}{f}$$

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

em que:

$G_{EDFW,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape diluídos equivalentes (kg/s)

$G_{EXHW,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape (kg/s)

q_i= taxa de diluição instantânea

$G_{TOTW,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape diluídos no túnel de diluição (kg/s)

$G_{DILW,i}$ = caudal mássico instantâneo do ar de diluição (kg/s)

f = frequência de amostragem dos dados (Hz)

n = número de medições

▼M6

b) $M_{PT} = \frac{M_f}{r_s \times 1\,000}$

em que:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ para o ciclo de arranque a frio

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ para o ciclo de arranque a quente

M_f = massa das partículas recolhidas durante o ensaio (mg)

r_s = taxa média de amostragem durante o ciclo de ensaio

em que:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \times \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

M_{SE} = massa dos gases de escape recolhida durante o ensaio (kg)

M_{EXHW} = caudal mássico total dos gases de escape durante o ciclo (kg)

M_{SAM} = massa dos gases de escape diluídos que atravessam os filtros de recolha de partículas (kg)

M_{TOTW} = massa dos gases de escape diluídos que passam através do túnel de diluição (kg)

NOTA: No caso de um sistema de amostragem total, os valores M_{SAM} e M_{TOTW} são idênticos.

▼C1

2.1.3.2. Factor de correcção da concentração das partículas em função da humidade

Dado que a emissão de partículas pelos motores diesel depende das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor k_p dado pela seguinte fórmula:

$$k_p = \frac{1}{\left[1 + 0{,}0133 \times \left(H_a - 10{,}71\right)\right]}$$

em que:

H_a = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a: humidade relativa do ar de admissão (%)

p_a: pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_a: pressão barométrica total (kPa)

Nota: H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

▼M6

2.1.3.3. Cálculo das emissões específicas

As emissões específicas (g/kWh) são calculadas do seguinte modo:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \times M_{PT,cold} + (9/10)K_{p,hot} \times M_{PT,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

em que:

$M_{PT,\ cold}$ = massa das partículas durante o ciclo de arranque a frio (g/ensaio)

$M_{PT,\ hot}$ = massa das partículas durante o ciclo de arranque a quente (g/ensaio)

$K_{p,\ cold}$ = factor de correcção da humidade para as partículas durante o ciclo de arranque a frio

$K_{p,\ hot}$ = factor de correcção da humidade para as partículas durante o ciclo de arranque a quente

$W_{act,cold}$ = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a frio em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III (kWh)

$W_{act,hot}$ = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a quente em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III (kWh)

▼C1

2.2. **Determinação dos componentes gasosos e das partículas com um sistema de diluição do escoamento total**

Para o cálculo das emissões contidas nos gases de escape diluídos, é necessário conhecer o caudal mássico dos gases de escape diluídos. Calcula-se o escoamento total dos gases de escape diluídos durante o ciclo M_{TOTW} (kg/ensaio) a partir dos valores de medição durante o ciclo e dos dados de calibração correspondentes e podem-se utilizar os dados de calibração correspondentes do dispositivo de medição de escoamentos (V_0 para PDP, K_V para CFV, C_d para SSV) por qualquer um dos métodos descritos no ponto 2.2.1. Se as massas totais das amostras de partículas (M_{SAM}) e de poluentes gasosos exceder em 0,5 % do caudal total dado pelo CVS (M_{TOTW}), o caudal dado pelo CVS deve ser corrigido pelo M_{SAM} ou o caudal de amostras de partículas deve voltar ao CVS antes do dispositivo de medição de caudais.

2.2.1. *Determinação do escoamento dos gases de escape diluídos*

Sistema PDPCVS

O cálculo do escoamento mássico durante o ciclo faz-se do seguinte modo, se a temperatura dos gases de escape diluídos for mantido a ± 6 K durante o ciclo utilizando um permutador de calor

$$M_{TOTW} = 1{,}293 \times V_0 \times N_P \times (p_B - p_1) \times 273 / (101{,}3 \times T)$$

em que:

M_{TOTW} = massa dos gases de escape diluídos em base húmida durante o ciclo

V_0 = volume de gás bombeado por rotação nas condições de ensaio, m^3/rev

N_P = rotações totais da bomba por ensaio

p_B = pressão atmosférica na célula de ensaio (kPa)

p_1 = depressão à entrada da bomba (kPa)

T = temperatura média dos gases de escape diluídos à entrada da bomba durante o ciclo (K)

▼C1

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento (p. ex., sem permutador de calor), calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluído é calculada do seguinte modo:

$M_{TOTW,i} = 1{,}293 \times V_0 \times N_{P,\,i} \times (p_B - p_1) \times 273/(101{,}3 \times T)$

em que:

$N_{P,\,i}$ = rotações totais da bomba por intervalo de tempo, s

Sistema CFVCVS

The calculation of the mass flow over the cycle is as follows, if the temperature of the diluted exhaust is kept within ± 11K over the cycle by using a heat exchanger:

$M_{TOTW} = 1{,}293 \times t \times K_v \times p_A / T^{0,5}$

em que:

M_{TOTW} = massa dos gases de escape diluídos em base húmida durante o ciclo

t = tempo do ciclo (s)

K_V = Função de calibração do tubo de Venturi,

P_A = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

T = temperatura absoluta à entrada do tubo de Venturi (K)

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento (p. ex., sem permutador de calor), calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluído é calculada do seguinte modo:

$M_{TOTW,i} = 1{,}293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_A / T^{0,5}$

em que:

ΔT_i = intervalos de tempo

Sistema SSVCVS

O cálculo do escoamento mássico durante o ciclo é feito do modo indicado a seguir, se a temperatura dos gases de escape diluídos for mantida com uma tolerância de ± 11 K durante o ciclo utilizando um permutador de calor:

$$M_{TOTW} = 1{,}293 \times Q_{SSV}$$

em que:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r^{1.4286} - r^{1.7143}\right)\left(\frac{1}{1-\beta^4 r^{1.4286}}\right)\right]}$$

A_0 = conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= 0{,}006111 \text{ em unidades SI de } \left(\frac{m^3}{\min}\right)\left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa}\right)\left(\frac{1}{mm^2}\right)$$

▼C1

d = diâmetro da garganta do SSV (m)

C_d = coeficiente de descarga do SSV

P_A = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

T = temperatura do ar (K)

r = razão entre a pressão na garganta do SSV e a pressão absoluta à entrada $= 1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

ß = razão entre o diâmetro da garganta do SSV, d, e o diâmetro interno do tubo de entrada $= \frac{d}{D}$

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento (p. ex., sem permutador de calor), calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluído é calculada do seguinte modo:

$$M_{TOTW} = 1{,}293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

em que:

$$Q_{SSV} = A_0 \, d^2 \, C_d \, P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r^{1{,}4286} - r^{1{,}7143}\right)\left(\frac{1}{1-\beta^4 \, r^{1{,}4286}}\right)\right]}$$

ΔTi= intervalos de tempo

O cálculo em tempo real é inicializado quer com valor razoável para C_d, tal como 0,98, quer com valor razoável para Q_{ssv}. Se o cálculo for inicializado com o Q_{ssv}, o valor inicial de Q_{ssv} é utilizado para avaliar Re.

Durante todos os ensaios das emissões, o número de Reynolds da garganta do SSV deve estar na gama de grandeza do número de Reynolds utilizados para obter a curva de calibração desenvolvida no ponto 3.2. do apêndice 2.

2.2.2. *Correcção da humidade para o NO_x*

Dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO_x em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor K_H dado pela fórmula a seguir:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0{,}0182 \times \left(H_a - 10{,}71\right) + 0{,}0045 \times \left(T_a - 298\right)}$$

em que:

T_a = temperaturas do ar (K)

H_a = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco):

com

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

▼C1

R_a = humidade relativa do ar de admissão (%)

p_a = pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_B = pressão barométrica total (kPa)

Nota: H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/ /húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.2.3. *Cálculo do escoamento mássico das emissões*

2.2.3.1. Sistemas com escoamento mássico constante

No que diz respeito aos sistemas com permutador de calor, determina-se a massa dos poluentes M_{GAS} (g/ensaio) a partir das seguintes equações:

$$M_{GAS} = u \times conc \times M_{TOTW}$$

em que:

u = razão entre a densidade dos componentes dos gases de escape e a densidade dos gases de escape diluídos, conforme indicada no quadro 4 do ponto 2.1.2.1

conc = concentrações médias corrigidas quanto às condições de fundo durante o ciclo resultantes da integração (obrigatória para os NO_x e HC) ou medição em saco (ppm)

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo, de acordo com o ponto 2.2.1. (kg).

Dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO_x em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor k_H, conforme descrito no ponto 2.2.2.

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida de acordo com o ponto 1.3.2.

2.2.3.1.1. Determinação das concentrações corrigidas quanto às condições de fundo

Subtrai-se a concentração média de fundo dos gases poluentes no ar de diluição das concentrações medidas para obter as concentrações líquidas dos poluentes. Os valores médios das concentrações de fundo podem ser determinados pelo método do saco de recolha de amostras ou por medição contínua com integração. Utiliza-se a seguinte fórmula:

$$conc = conc_e - conc_d \times (1 - (1/DF))$$

em que:

conc = concentração do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos corrigida da concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm)

$conc_e$ = concentração do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos(ppm)

$conc_d$ = concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm)

DF = factor de diluição.

▼C1

Calcula-se o factor de diluição do seguinte modo:

$$DF = \frac{13{,}4}{conc_{e\,CO2} + (conc_{e\,HC} + conc_{eCO}) \times 10^{-4}}$$

2.2.3.2. Sistemas com compensação do escoamento

No que diz respeito aos sistemas sem permutador de calor, determina-se a massa dos poluentes M_{GAS} (g/ensaio) através do cálculo das emissões mássicas instantâneas e da integração dos valores instantâneos durante o ciclo. Do mesmo modo, aplica-se directamente a correcção quanto às condições de fundo ao valor da concentração instantânea. Aplicam-se as seguintes fórmulas:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^{n} \left(M_{TOTW,\,i} \times conc_{e,\,i} \times u\right) - \left(M_{TOTW} \times conc_{d} \times \left(1 - 1/DF\right) \times u\right)$$

em que:

$conc_{e,\,i}$ = concentração instantânea do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos (ppm)

$conc_{d}$ = concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm)

u = razão entre a densidade dos componentes dos gases de escape e a densidade dos gases de escape diluídos, conforme indicada no quadro 4 do ponto 2.1.2.1

$M_{TOTW,\,i}$ = massa instantânea dos gases de escape diluídos (ver ponto 2.2.1) (kg)

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (ver ponto 2.2.1) (kg)

DF = factor de diluição conforme determinado no ponto 2.2.3.1.1.

Dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO_x em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor k_H, conforme descrito no ponto 2.2.2:

▼M6

2.2.4. *Cálculo das emissões específicas*

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

$$\text{Gás individual} = \frac{(1/10)M_{gas,\,cold} + (9/10)M_{gas,\,hot}}{(1/10)W_{act,\,cold} + (9/10)W_{act,\,hot}}$$

em que:

$M_{gas,cold}$ = massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo de arranque a frio (g)

$M_{gas,hot}$ = massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo de arranque a quente (g)

$W_{act,cold}$ = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a frio em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III (kWh)

$W_{act,hot}$ = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a quente em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III (kWh)

▼C1

2.2.5. *Cálculo das emissões de partículas*

▼M6

2.2.5.1. Cálculo do caudal mássico

Calcula-se o caudal mássico das partículas $M_{PT,cold}$ e $M_{PT,hot}$ (g/ensaio) do seguinte modo:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

em que:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ para o ciclo de arranque a frio

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ para o ciclo de arranque a quente

M_f = massa das partículas recolhidas durante o ensaio (mg)

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo em conformidade com o ponto 2.2.1 (kg)

M_{SAM} = massa dos gases de escape diluídos retirados do túnel de diluição para a recolha de partículas (kg)

e,

M_f = $M_{f,p}$ + $M_{f,b}$, se pesados separadamente (mg)

$M_{f,p}$ = massa de partículas recolhida no filtro primário (mg)

$M_{f,b}$ = massa de partículas recolhida no filtro secundário (mg)

Se se utilizar um sistema de diluição dupla, a massa do ar de diluição secundária é subtraída da massa total dos gases de escape duplamente diluídos recolhida através dos filtros de partículas.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

em que:

M_{TOT} = massa dos gases de escape duplamente diluídos que atravessa o filtro de partículas (kg)

M_{SEC} = massa do ar de diluição secundária (kg)

Se a concentração de fundo de partículas do ar de diluição for determinada de acordo com o ponto 4.4.4 do anexo III, a massa de partículas pode ser corrigida quanto às condições de fundo. Neste caso, calculam-se as massas de partículas $M_{PT,cold}$ e $M_{PT,hot}$ (g/ensaio) do seguinte modo:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF}\right)\right) \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

em que:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ para o ciclo de arranque a frio

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ para o ciclo de arranque a quente

M_f, M_{SAM}, M_{TOTW} = ver acima

M_{DIL} = massa do ar de diluição primária recolhida pelo sistema de recolha de partículas de fundo (kg)

M_d = massa d partículas de fundo recolhidas do ar de diluição primária (mg)

DF = factor de diluição conforme determinado no ponto 2.2.3.1.1.

▼C1

2.2.5.2. Factor de correcção das partículas quanto à humidade

Dado que a emissão de partículas pelos motores diesel depende das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração das partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor k_p dado pela seguinte fórmula:

$$k_p = \frac{1}{\left[1 + 0{,}0133 \times \left(H_a - 10{,}71\right)\right]}$$

em que:

H_a = humidade do ar de admissão, g de água por kg de ar seco

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

R_a: humidade relativa do ar de admissão (%)

p_a: pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_B: pressão barométrica total (kPa)

Nota: H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/ /húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

▼M6

2.2.5.3. Cálculo das emissões específicas

As emissões específicas (g/kWh) são calculadas do seguinte modo:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \times M_{PT,cold} + (9/10)K_{p,hot} \times M_{PT,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

em que:

$M_{PT,cold}$ = massa de partículas durante o ciclo de arranque a frio do ensaio NRTC (g/ensaio)

$M_{PT,hot}$ = massa de partículas durante o ciclo de arranque a quente do ensaio NRTC (g/ensaio)

$K_{p,\ cold}$ = factor de correcção da humidade para as partículas durante o ciclo de arranque a frio

$K_{p,\ hot}$ = factor de correcção da humidade para as partículas durante o ciclo de arranque a quente

$W_{act,\ cold}$ = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a frio em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III (kWh)

$W_{act,\ hot}$ = trabalho efectivo durante o ciclo de arranque a quente em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III (kWh)

▼M3
▼C1

Apêndice 4

PROGRAMA DO DINAMÓMETRO DO MOTOR PARA O ENSAIO NRTC

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	0	0
22	0	0
23	0	0
24	1	3
25	1	3
26	1	3
27	1	3
28	1	3
29	1	3
30	1	6
31	1	6
32	2	1
33	4	13
34	7	18
35	9	21
36	17	20
37	33	42
38	57	46
39	44	33

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
40	31	0
41	22	27
42	33	43
43	80	49
44	105	47
45	98	70
46	104	36
47	104	65
48	96	71
49	101	62
50	102	51
51	102	50
52	102	46
53	102	41
54	102	31
55	89	2
56	82	0
57	47	1
58	23	1
59	1	3
60	1	8
61	1	3
62	1	5
63	1	6
64	1	4
65	1	4
66	0	6
67	1	4
68	9	21
69	25	56
70	64	26
71	60	31
72	63	20
73	62	24
74	64	8
75	58	44
76	65	10
77	65	12
78	68	23
79	69	30
80	71	30
81	74	15

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
82	71	23
83	73	20
84	73	21
85	73	19
86	70	33
87	70	34
88	65	47
89	66	47
90	64	53
91	65	45
92	66	38
93	67	49
94	69	39
95	69	39
96	66	42
97	71	29
98	75	29
99	72	23
100	74	22
101	75	24
102	73	30
103	74	24
104	77	6
105	76	12
106	74	39
107	72	30
108	75	22
109	78	64
110	102	34
111	103	28
112	103	28
113	103	19
114	103	32
115	104	25
116	103	38
117	103	39
118	103	34
119	102	44
120	103	38
121	102	43
122	103	34
123	102	41

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
124	103	44
125	103	37
126	103	27
127	104	13
128	104	30
129	104	19
130	103	28
131	104	40
132	104	32
133	101	63
134	102	54
135	102	52
136	102	51
137	103	40
138	104	34
139	102	36
140	104	44
141	103	44
142	104	33
143	102	27
144	103	26
145	79	53
146	51	37
147	24	23
148	13	33
149	19	55
150	45	30
151	34	7
152	14	4
153	8	16
154	15	6
155	39	47
156	39	4
157	35	26
158	27	38
159	43	40
160	14	23
161	10	10
162	15	33
163	35	72
164	60	39
165	55	31

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
166	47	30
167	16	7
168	0	6
169	0	8
170	0	8
171	0	2
172	2	17
173	10	28
174	28	31
175	33	30
176	36	0
177	19	10
178	1	18
179	0	16
180	1	3
181	1	4
182	1	5
183	1	6
184	1	5
185	1	3
186	1	4
187	1	4
188	1	6
189	8	18
190	20	51
191	49	19
192	41	13
193	31	16
194	28	21
195	21	17
196	31	21
197	21	8
198	0	14
199	0	12
200	3	8
201	3	22
202	12	20
203	14	20
204	16	17
205	20	18
206	27	34
207	32	33

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
208	41	31
209	43	31
210	37	33
211	26	18
212	18	29
213	14	51
214	13	11
215	12	9
216	15	33
217	20	25
218	25	17
219	31	29
220	36	66
221	66	40
222	50	13
223	16	24
224	26	50
225	64	23
226	81	20
227	83	11
228	79	23
229	76	31
230	68	24
231	59	33
232	59	3
233	25	7
234	21	10
235	20	19
236	4	10
237	5	7
238	4	5
239	4	6
240	4	6
241	4	5
242	7	5
243	16	28
244	28	25
245	52	53
246	50	8
247	26	40
248	48	29
249	54	39

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
250	60	42
251	48	18
252	54	51
253	88	90
254	103	84
255	103	85
256	102	84
257	58	66
258	64	97
259	56	80
260	51	67
261	52	96
262	63	62
263	71	6
264	33	16
265	47	45
266	43	56
267	42	27
268	42	64
269	75	74
270	68	96
271	86	61
272	66	0
273	37	0
274	45	37
275	68	96
276	80	97
277	92	96
278	90	97
279	82	96
280	94	81
281	90	85
282	96	65
283	70	96
284	55	95
285	70	96
286	79	96
287	81	71
288	71	60
289	92	65
290	82	63
291	61	47

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
292	52	37
293	24	0
294	20	7
295	39	48
296	39	54
297	63	58
298	53	31
299	51	24
300	48	40
301	39	0
302	35	18
303	36	16
304	29	17
305	28	21
306	31	15
307	31	10
308	43	19
309	49	63
310	78	61
311	78	46
312	66	65
313	78	97
314	84	63
315	57	26
316	36	22
317	20	34
318	19	8
319	9	10
320	5	5
321	7	11
322	15	15
323	12	9
324	13	27
325	15	28
326	16	28
327	16	31
328	15	20
329	17	0
330	20	34
331	21	25
332	20	0
333	23	25

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
334	30	58
335	63	96
336	83	60
337	61	0
338	26	0
339	29	44
340	68	97
341	80	97
342	88	97
343	99	88
344	102	86
345	100	82
346	74	79
347	57	79
348	76	97
349	84	97
350	86	97
351	81	98
352	83	83
353	65	96
354	93	72
355	63	60
356	72	49
357	56	27
358	29	0
359	18	13
360	25	11
361	28	24
362	34	53
363	65	83
364	80	44
365	77	46
366	76	50
367	45	52
368	61	98
369	61	69
370	63	49
371	32	0
372	10	8
373	17	7
374	16	13
375	11	6

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
376	9	5
377	9	12
378	12	46
379	15	30
380	26	28
381	13	9
382	16	21
383	24	4
384	36	43
385	65	85
386	78	66
387	63	39
388	32	34
389	46	55
390	47	42
391	42	39
392	27	0
393	14	5
394	14	14
395	24	54
396	60	90
397	53	66
398	70	48
399	77	93
400	79	67
401	46	65
402	69	98
403	80	97
404	74	97
405	75	98
406	56	61
407	42	0
408	36	32
409	34	43
410	68	83
411	102	48
412	62	0
413	41	39
414	71	86
415	91	52
416	89	55
417	89	56

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
418	88	58
419	78	69
420	98	39
421	64	61
422	90	34
423	88	38
424	97	62
425	100	53
426	81	58
427	74	51
428	76	57
429	76	72
430	85	72
431	84	60
432	83	72
433	83	72
434	86	72
435	89	72
436	86	72
437	87	72
438	88	72
439	88	71
440	87	72
441	85	71
442	88	72
443	88	72
444	84	72
445	83	73
446	77	73
447	74	73
448	76	72
449	46	77
450	78	62
451	79	35
452	82	38
453	81	41
454	79	37
455	78	35
456	78	38
457	78	46
458	75	49
459	73	50

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
460	79	58
461	79	71
462	83	44
463	53	48
464	40	48
465	51	75
466	75	72
467	89	67
468	93	60
469	89	73
470	86	73
471	81	73
472	78	73
473	78	73
474	76	73
475	79	73
476	82	73
477	86	73
478	88	72
479	92	71
480	97	54
481	73	43
482	36	64
483	63	31
484	78	1
485	69	27
486	67	28
487	72	9
488	71	9
489	78	36
490	81	56
491	75	53
492	60	45
493	50	37
494	66	41
495	51	61
496	68	47
497	29	42
498	24	73
499	64	71
500	90	71
501	100	61

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
502	94	73
503	84	73
504	79	73
505	75	72
506	78	73
507	80	73
508	81	73
509	81	73
510	83	73
511	85	73
512	84	73
513	85	73
514	86	73
515	85	73
516	85	73
517	85	72
518	85	73
519	83	73
520	79	73
521	78	73
522	81	73
523	82	72
524	94	56
525	66	48
526	35	71
527	51	44
528	60	23
529	64	10
530	63	14
531	70	37
532	76	45
533	78	18
534	76	51
535	75	33
536	81	17
537	76	45
538	76	30
539	80	14
540	71	18
541	71	14
542	71	11
543	65	2

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
544	31	26
545	24	72
546	64	70
547	77	62
548	80	68
549	83	53
550	83	50
551	83	50
552	85	43
553	86	45
554	89	35
555	82	61
556	87	50
557	85	55
558	89	49
559	87	70
560	91	39
561	72	3
562	43	25
563	30	60
564	40	45
565	37	32
566	37	32
567	43	70
568	70	54
569	77	47
570	79	66
571	85	53
572	83	57
573	86	52
574	85	51
575	70	39
576	50	5
577	38	36
578	30	71
579	75	53
580	84	40
581	85	42
582	86	49
583	86	57
584	89	68
585	99	61

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
586	77	29
587	81	72
588	89	69
589	49	56
590	79	70
591	104	59
592	103	54
593	102	56
594	102	56
595	103	61
596	102	64
597	103	60
598	93	72
599	86	73
600	76	73
601	59	49
602	46	22
603	40	65
604	72	31
605	72	27
606	67	44
607	68	37
608	67	42
609	68	50
610	77	43
611	58	4
612	22	37
613	57	69
614	68	38
615	73	2
616	40	14
617	42	38
618	64	69
619	64	74
620	67	73
621	65	73
622	68	73
623	65	49
624	81	0
625	37	25
626	24	69
627	68	71

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
628	70	71
629	76	70
630	71	72
631	73	69
632	76	70
633	77	72
634	77	72
635	77	72
636	77	70
637	76	71
638	76	71
639	77	71
640	77	71
641	78	70
642	77	70
643	77	71
644	79	72
645	78	70
646	80	70
647	82	71
648	84	71
649	83	71
650	83	73
651	81	70
652	80	71
653	78	71
654	76	70
655	76	70
656	76	71
657	79	71
658	78	71
659	81	70
660	83	72
661	84	71
662	86	71
663	87	71
664	92	72
665	91	72
666	90	71
667	90	71
668	91	71
669	90	70

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
670	90	72
671	91	71
672	90	71
673	90	71
674	92	72
675	93	69
676	90	70
677	93	72
678	91	70
679	89	71
680	91	71
681	90	71
682	90	71
683	92	71
684	91	71
685	93	71
686	93	68
687	98	68
688	98	67
689	100	69
690	99	68
691	100	71
692	99	68
693	100	69
694	102	72
695	101	69
696	100	69
697	102	71
698	102	71
699	102	69
700	102	71
701	102	68
702	100	69
703	102	70
704	102	68
705	102	70
706	102	72
707	102	68
708	102	69
709	100	68
710	102	71
711	101	64

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
712	102	69
713	102	69
714	101	69
715	102	64
716	102	69
717	102	68
718	102	70
719	102	69
720	102	70
721	102	70
722	102	62
723	104	38
724	104	15
725	102	24
726	102	45
727	102	47
728	104	40
729	101	52
730	103	32
731	102	50
732	103	30
733	103	44
734	102	40
735	103	43
736	103	41
737	102	46
738	103	39
739	102	41
740	103	41
741	102	38
742	103	39
743	102	46
744	104	46
745	103	49
746	102	45
747	103	42
748	103	46
749	103	38
750	102	48
751	103	35
752	102	48
753	103	49

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
754	102	48
755	102	46
756	103	47
757	102	49
758	102	42
759	102	52
760	102	57
761	102	55
762	102	61
763	102	61
764	102	58
765	103	58
766	102	59
767	102	54
768	102	63
769	102	61
770	103	55
771	102	60
772	102	72
773	103	56
774	102	55
775	102	67
776	103	56
777	84	42
778	48	7
779	48	6
780	48	6
781	48	7
782	48	6
783	48	7
784	67	21
785	105	59
786	105	96
787	105	74
788	105	66
789	105	62
790	105	66
791	89	41
792	52	5
793	48	5
794	48	7
795	48	5

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
796	48	6
797	48	4
798	52	6
799	51	5
800	51	6
801	51	6
802	52	5
803	52	5
804	57	44
805	98	90
806	105	94
807	105	100
808	105	98
809	105	95
810	105	96
811	105	92
812	104	97
813	100	85
814	94	74
815	87	62
816	81	50
817	81	46
818	80	39
819	80	32
820	81	28
821	80	26
822	80	23
823	80	23
824	80	20
825	81	19
826	80	18
827	81	17
828	80	20
829	81	24
830	81	21
831	80	26
832	80	24
833	80	23
834	80	22
835	81	21
836	81	24
837	81	24

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
838	81	22
839	81	22
840	81	21
841	81	31
842	81	27
843	80	26
844	80	26
845	81	25
846	80	21
847	81	20
848	83	21
849	83	15
850	83	12
851	83	9
852	83	8
853	83	7
854	83	6
855	83	6
856	83	6
857	83	6
858	83	6
859	76	5
860	49	8
861	51	7
862	51	20
863	78	52
864	80	38
865	81	33
866	83	29
867	83	22
868	83	16
869	83	12
870	83	9
871	83	8
872	83	7
873	83	6
874	83	6
875	83	6
876	83	6
877	83	6
878	59	4
879	50	5

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
880	51	5
881	51	5
882	51	5
883	50	5
884	50	5
885	50	5
886	50	5
887	50	5
888	51	5
889	51	5
890	51	5
891	63	50
892	81	34
893	81	25
894	81	29
895	81	23
896	80	24
897	81	24
898	81	28
899	81	27
900	81	22
901	81	19
902	81	17
903	81	17
904	81	17
905	81	15
906	80	15
907	80	28
908	81	22
909	81	24
910	81	19
911	81	21
912	81	20
913	83	26
914	80	63
915	80	59
916	83	100
917	81	73
918	83	53
919	80	76
920	81	61
921	80	50

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
922	81	37
923	82	49
924	83	37
925	83	25
926	83	17
927	83	13
928	83	10
929	83	8
930	83	7
931	83	7
932	83	6
933	83	6
934	83	6
935	71	5
936	49	24
937	69	64
938	81	50
939	81	43
940	81	42
941	81	31
942	81	30
943	81	35
944	81	28
945	81	27
946	80	27
947	81	31
948	81	41
949	81	41
950	81	37
951	81	43
952	81	34
953	81	31
954	81	26
955	81	23
956	81	27
957	81	38
958	81	40
959	81	39
960	81	27
961	81	33
962	80	28
963	81	34

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
964	83	72
965	81	49
966	81	51
967	80	55
968	81	48
969	81	36
970	81	39
971	81	38
972	80	41
973	81	30
974	81	23
975	81	19
976	81	25
977	81	29
978	83	47
979	81	90
980	81	75
981	80	60
982	81	48
983	81	41
984	81	30
985	80	24
986	81	20
987	81	21
988	81	29
989	81	29
990	81	27
991	81	23
992	81	25
993	81	26
994	81	22
995	81	20
996	81	17
997	81	23
998	83	65
999	81	54
1 000	81	50
1 001	81	41
1 002	81	35
1 003	81	37
1 004	81	29
1 005	81	28

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1 006	81	24
1 007	81	19
1 008	81	16
1 009	80	16
1 010	83	23
1 011	83	17
1 012	83	13
1 013	83	27
1 014	81	58
1 015	81	60
1 016	81	46
1 017	80	41
1 018	80	36
1 019	81	26
1 020	86	18
1 021	82	35
1 022	79	53
1 023	82	30
1 024	83	29
1 025	83	32
1 026	83	28
1 027	76	60
1 028	79	51
1 029	86	26
1 030	82	34
1 031	84	25
1 032	86	23
1 033	85	22
1 034	83	26
1 035	83	25
1 036	83	37
1 037	84	14
1 038	83	39
1 039	76	70
1 040	78	81
1 041	75	71
1 042	86	47
1 043	83	35
1 044	81	43
1 045	81	41
1 046	79	46
1 047	80	44

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1 048	84	20
1 049	79	31
1 050	87	29
1 051	82	49
1 052	84	21
1 053	82	56
1 054	81	30
1 055	85	21
1 056	86	16
1 057	79	52
1 058	78	60
1 059	74	55
1 060	78	84
1 061	80	54
1 062	80	35
1 063	82	24
1 064	83	43
1 065	79	49
1 066	83	50
1 067	86	12
1 068	64	14
1 069	24	14
1 070	49	21
1 071	77	48
1 072	103	11
1 073	98	48
1 074	101	34
1 075	99	39
1 076	103	11
1 077	103	19
1 078	103	7
1 079	103	13
1 080	103	10
1 081	102	13
1 082	101	29
1 083	102	25
1 084	102	20
1 085	96	60
1 086	99	38
1 087	102	24
1 088	100	31
1 089	100	28

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1 090	98	3
1 091	102	26
1 092	95	64
1 093	102	23
1 094	102	25
1 095	98	42
1 096	93	68
1 097	101	25
1 098	95	64
1 099	101	35
1 100	94	59
1 101	97	37
1 102	97	60
1 103	93	98
1 104	98	53
1 105	103	13
1 106	103	11
1 107	103	11
1 108	103	13
1 109	103	10
1 110	103	10
1 111	103	11
1 112	103	10
1 113	103	10
1 114	102	18
1 115	102	31
1 116	101	24
1 117	102	19
1 118	103	10
1 119	102	12
1 120	99	56
1 121	96	59
1 122	74	28
1 123	66	62
1 124	74	29
1 125	64	74
1 126	69	40
1 127	76	2
1 128	72	29
1 129	66	65
1 130	54	69
1 131	69	56

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1 132	69	40
1 133	73	54
1 134	63	92
1 135	61	67
1 136	72	42
1 137	78	2
1 138	76	34
1 139	67	80
1 140	70	67
1 141	53	70
1 142	72	65
1 143	60	57
1 144	74	29
1 145	69	31
1 146	76	1
1 147	74	22
1 148	72	52
1 149	62	96
1 150	54	72
1 151	72	28
1 152	72	35
1 153	64	68
1 154	74	27
1 155	76	14
1 156	69	38
1 157	66	59
1 158	64	99
1 159	51	86
1 160	70	53
1 161	72	36
1 162	71	47
1 163	70	42
1 164	67	34
1 165	74	2
1 166	75	21
1 167	74	15
1 168	75	13
1 169	76	10
1 170	75	13
1 171	75	10
1 172	75	7
1 173	75	13

▼C1

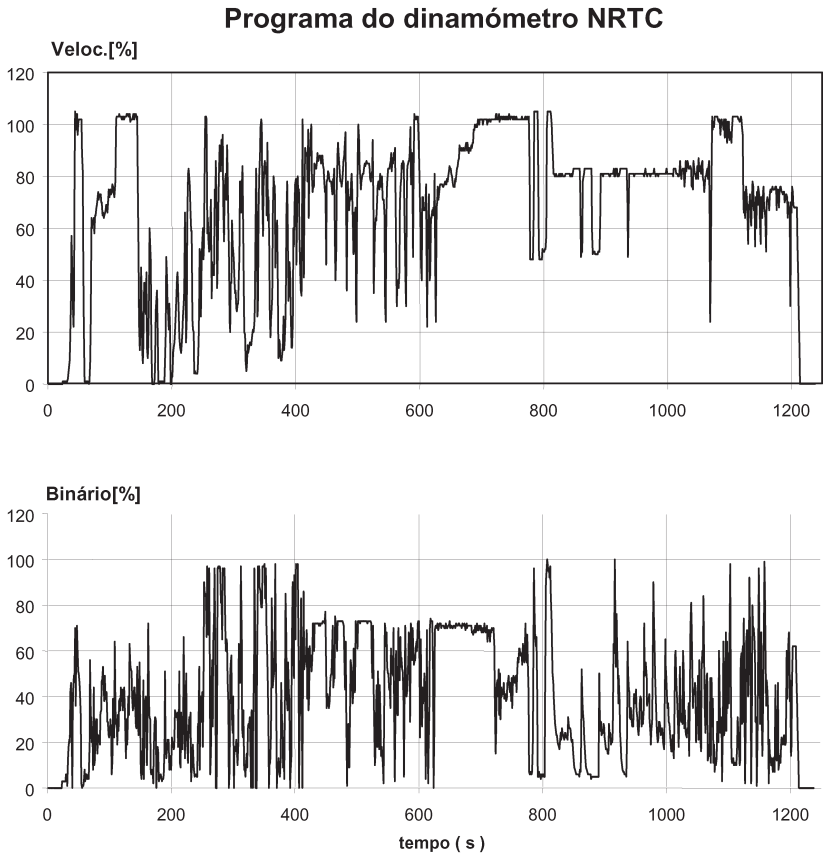
Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1 174	76	8
1 175	76	7
1 176	67	45
1 177	75	13
1 178	75	12
1 179	73	21
1 180	68	46
1 181	74	8
1 182	76	11
1 183	76	14
1 184	74	11
1 185	74	18
1 186	73	22
1 187	74	20
1 188	74	19
1 189	70	22
1 190	71	23
1 191	73	19
1 192	73	19
1 193	72	20
1 194	64	60
1 195	70	39
1 196	66	56
1 197	68	64
1 198	30	68
1 199	70	38
1 200	66	47
1 201	76	14
1 202	74	18
1 203	69	46
1 204	68	62
1 205	68	62
1 206	68	62
1 207	68	62
1 208	68	62
1 209	68	62
1 210	54	50
1 211	41	37
1 212	27	25
1 213	14	12
1 214	0	0
1 215	0	0

▼C1

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1 216	0	0
1 217	0	0
1 218	0	0
1 219	0	0
1 220	0	0
1 221	0	0
1 222	0	0
1 223	0	0
1 224	0	0
1 225	0	0
1 226	0	0
1 227	0	0
1 228	0	0
1 229	0	0
1 230	0	0
1 231	0	0
1 232	0	0
1 233	0	0
1 234	0	0
1 235	0	0
1 236	0	0
1 237	0	0
1 238	0	0

▼C1

Indica–se a seguir uma visualização gráfica do programa do dinamómetro para o ensaio NRTC



▼M8

Apêndice 5

Requisitos de durabilidade

1. VERIFICAÇÃO DA DURABILIDADE DOS MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO DA FASE III-A E DA FASE III-B

O presente apêndice aplica-se apenas aos motores de ignição por compressão das fases III-A e III-B.

1.1. Os fabricantes devem determinar um valor para o fator de deterioração (DF) para cada poluente regulamentado relativamente a todas as famílias de motores das fases III–A e III–B. Esses DF serão utilizados na homologação e nos ensaios com motores retirados da linha de produção.

1.1.1. O ensaio para determinar os DF é a realizado do seguinte modo:

1.1.1.1. O fabricante efetua ensaios de durabilidade para acumular horas de funcionamento do motor de acordo com um programa de ensaios selecionado com base nas boas práticas de engenharia como sendo representativo do funcionamento do motor em utilização em relação à caracterização da deterioração do comportamento funcional das emissões. O período de ensaio de durabilidade deve representar tipicamente o equivalente a pelo menos um quarto do período de durabilidade das emissões (EDP).

As horas de funcionamento em serviço podem ser acumuladas através do funcionamento dos motores num banco de ensaios dinamométrico ou do funcionamento da máquina em condições reais. Podem efetuar-se ensaios de durabilidade acelerados, que implicam que o programa de acumulação de serviço seja realizado a um fator de carga mais elevado do que o aplicado em condições reais. O fator de aceleração que relaciona o número de horas de ensaio de durabilidade do motor com o número equivalente de horas do EDP é determinado pelo fabricante do motor com base nas boas práticas de engenharia.

Durante o período de ensaio de durabilidade, não se pode fazer a manutenção ou substituição de componentes sensíveis às emissões para além do programa de serviço de rotina recomendado pelo fabricante.

O motor, os subsistemas ou os componentes de ensaio a utilizar para determinar os DF das emissões de escape para uma família de motores, ou para famílias de motores que utilizam a mesma tecnologia do sistema de controlo das emissões, são selecionados pelo fabricante do motor com base nas boas práticas de engenharia. O critério é que o motor de ensaio deve representar as características de deterioração das emissões das famílias de motores que aplicarão os valores resultantes dos DF para a homologação. Podem ser considerados como equivalentes, no que diz respeito às características de deterioração das emissões, motores com cilindros de diferentes diâmetros e cursos, com diferentes configurações, diferentes sistemas de gestão do ar, diferentes sistemas de combustível, desde que exista uma base técnica razoável para tal determinação.

Podem ser aplicados valores DF de outro fabricante se houver uma base razoável para considerar que existe uma equivalência das tecnologias em relação à deterioração das emissões e elementos de prova de que os ensaios foram efetuados em conformidade com os requisitos especificados. O ensaio das emissões é efetuado de acordo com os procedimentos definidos na presente diretiva para o motor em ensaio após a rodagem inicial, mas antes de qualquer ensaio de acumulação de serviço e no final do ensaio de durabilidade. Os ensaios de emissões podem também ser realizados a intervalos durante o período de ensaio de acumulação de serviço e aplicados na determinação da tendência de deterioração.

▼M8

1.1.1.2. Não é necessário que os ensaios de acumulação de serviço ou os ensaios de emissões realizados para determinar a deterioração sejam acompanhados pela entidade homologadora.

1.1.1.3. Determinação dos valores dos DF a partir dos ensaios de durabilidade

Um DF aditivo é definido como o valor obtido por subtração do valor das emissões determinado no início do EDP ao valor das emissões determinado para representar o comportamento funcional em termos de emissões no final do EDP.

Um DF multiplicativo é definido como o nível de emissões determinado no final do EDP dividido pelo valor das emissões registado no início do EDP.

Determinam-se valores DF distintos para cada um dos poluentes abrangidos pela legislação. No caso da determinação de um valor DF relativo à norma NO_x + HC, para um DF aditivo, parte-se da soma dos poluentes, mesmo que uma deterioração negativa de um poluente possa não compensar a deterioração do outro. Para um DF multiplicativo dos NO_x + HC, determinam-se e aplicam-se separadamente DF para os HC e os NO_x ao calcular os níveis de emissões deteriorados a partir do resultado de um ensaio de emissões antes de combinar os valores deteriorados resultantes para os NO_x e os HC para determinar se a norma foi ou não cumprida.

Nos casos em que o ensaio não é realizado durante o EDP completo, determinam-se os valores de emissões no final do EDP por extrapolação da tendência de deterioração das emissões determinada para o período de ensaio, em relação ao EDP completo.

Se os resultados dos ensaios das emissões tiverem sido registados periodicamente durante o período ensaio de durabilidade, aplicam-se técnicas de processamento estatístico normalizadas baseadas nas boas práticas para determinar os níveis de emissões no final do EDP; podem-se aplicar ensaios de significância estatística para determinação dos valores finais das emissões.

Se os resultados dos cálculos for um valor inferior a 1,00 para um DF multiplicativo, ou inferior a 0,00 para um DF aditivo, o DF será 1,0 ou 0,00, respetivamente.

1.1.1.4. Um fabricante pode, com a autorização da entidade homologadora, utilizar valores DF determinados a partir de resultados de ensaios de durabilidade realizados para obter valores DF para a homologação de motores pesados de ignição por compressão rodoviários. Tal é admitido se houver equivalência tecnológica entre o motor rodoviário ensaiado e as famílias de motores não rodoviários que aplicam os valores DF para a homologação. Os valores DF resultantes de um ensaio de durabilidade das emissões de um motor rodoviário devem ser calculados com base nos valores do EDP definidos no ponto 3.

1.1.1.5. No caso de uma família de motores utilizar uma tecnologia comprovada, pode-se utilizar uma análise com base nas boas práticas de engenharia, em vez de um ensaio para determinar um fator de deterioração para essa família de motores, desde que se obtenha a autorização da entidade homologadora.

1.2. **Informação relativa aos DF nos pedidos de homologação**

1.2.1. Os DF aditivos são especificados para cada poluente no pedido de homologação de uma família de motores no que diz respeito aos motores de ignição por compressão que não utilizam qualquer dispositivo de pós-tratamento.

▼M8

1.2.2. Os DF multiplicativos são especificados para cada poluente no pedido de homologação de uma família de motores no que diz respeito aos motores de ignição por compressão que utilizam um dispositivo de pós-tratamento.

1.2.3. O fabricante deve fornecer à entidade homologadora, a pedido desta, informações que apoiem os valores dos DF. Tais informações devem incluir tipicamente os resultados dos ensaios de emissões, o programa de acumulação de serviço, os procedimentos de manutenção e outras informações que apoiem as decisões de engenharia de equivalência tecnológica, se aplicável.

2. VERIFICAÇÃO DA DURABILIDADE DOS MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO DA FASE IV

2.1. **Generalidades**

2.1.1. O presente ponto é aplicável aos motores de ignição por compressão da fase IV. A pedido do fabricante, pode igualmente ser aplicado aos motores de ignição por compressão das fases III-A e III-B em alternativa aos requisitos no ponto 1 do presente apêndice.

2.1.2. O presente ponto 2 descreve pormenorizadamente os procedimentos de seleção dos motores a ensaiar durante um programa de acumulação de serviço com o objetivo de determinar fatores de deterioração para a homologação e avaliações da conformidade da produção dos tipos de motores da fase IV. Os fatores de deterioração devem ser aplicados em conformidade com o ponto 2.4.7 às emissões medidas em conformidade com o anexo III da presente diretiva.

2.1.3. Não é necessário que os ensaios de acumulação de serviço ou os ensaios de emissões realizados para determinar a deterioração sejam acompanhados pela entidade homologadora.

2.1.4. O presente ponto 2 descreve igualmente a manutenção, correlacionada ou não com as emissões, que deve ou pode ser efetuada em motores submetidos a um programa de acumulação de serviço. Essa manutenção deve respeitar a manutenção realizada em motores em serviço e comunicada aos proprietários de novos motores.

2.1.5. A pedido do fabricante, a entidade homologadora pode autorizar a utilização de fatores de deterioração que tenham sido estabelecidos através de procedimentos alternativos aos especificados nos pontos 2.4.1 a 2.4.5. Neste caso, o fabricante deve demonstrar, a contento da entidade homologadora, que os procedimentos alternativos utilizados não são menos rigorosos do que os previstos nos pontos 2.4.1 a 2.4.5.

2.2. **Definições**

Aplicável ao ponto 2 do apêndice 5.

2.2.1. «Ciclo de envelhecimento» designa o funcionamento da máquina ou do motor (velocidade, carga, potência) a realizar durante o período de acumulação de serviço;

2.2.2. «Componentes críticos relacionados com as emissões» designa os componentes que se destinam principalmente a controlar as emissões, ou seja, qualquer sistema de pós-tratamento dos gases de escape, a unidade de controlo eletrónico do motor e sensores e atuadores associados, bem como o sistema EGR, incluindo todos os filtros, refrigeradores, válvulas de regulação e tubagem conexos;

2.2.3. «Manutenção crítica relacionada com as emissões» designa a manutenção a realizar em componentes críticos relacionados com as emissões;

▼M8

2.2.4. «Manutenção relacionada com as emissões» designa a manutenção que afeta substancialmente as emissões ou é suscetível de afetar a deterioração das emissões do veículo ou do motor durante o funcionamento normal em serviço;

2.2.5. «Família de sistemas de pós-tratamento dos motores» designa um agrupamento de motores, definido pelo fabricante, que cumprem a definição de família de motores, mas que são ainda agrupados numa família de famílias de motores que utilizam um sistema semelhante de pós-tratamento dos gases de escape;

2.2.6. «Manutenção não relacionada com as emissões» designa a manutenção que não afeta substancialmente as emissões e que não afeta de forma duradoura a deterioração das emissões da máquina ou do motor durante o funcionamento normal em serviço, uma vez efetuada a manutenção;

2.2.7. «Programa de acumulação de serviço» designa o ciclo de envelhecimento e o período de acumulação de serviço para determinar os fatores de deterioração respeitantes à família de sistemas de pós-tratamento dos motores.

2.3. **Seleção dos motores para estabelecer os fatores de deterioração das emissões durante o período de durabilidade**

2.3.1. Os motores devem ser selecionados a partir da família de motores definida no ponto 6 do anexo I da presente diretiva para os ensaios de emissões para estabelecer os fatores de deterioração das emissões durante o período de durabilidade.

2.3.2. É ainda possível combinar motores pertencentes a diferentes famílias de motores para formar novas famílias com base no tipo de sistema de pós-tratamento dos gases de escape utilizado. Para agrupar motores com uma configuração diferente de cilindros, mas que possuam especificações técnicas e uma instalação para os sistemas de pós-tratamento dos gases de escape semelhantes na mesma família de motores/sistemas de pós-tratamento, o fabricante deve fornecer à entidade homologadora dados que comprovem que o desempenho desses sistemas motores em termos de redução das emissões é semelhante.

2.3.3. O fabricante deve selecionar um motor que represente a família de motores/sistema de pós-tratamento, determinação feita em conformidade com o ponto 2.3.2, para ser submetido a ensaios durante o programa de acumulação de serviço definido no ponto 2.4.2, devendo a entidade homologadora ser informada antes do início dos ensaios.

2.3.3.1. Se a entidade homologadora decidir que o caso mais desfavorável a nível das emissões da família de motores/sistema de pós-tratamento em causa pode ser mais bem caracterizado por outro motor, a seleção do motor de ensaio deve ser efetuada conjuntamente pela entidade homologadora e pelo fabricante dos motores em causa.

2.4. **Determinação dos fatores de deterioração das emissões durante o período de durabilidade**

2.4.1. *Generalidades*

Os fatores de deterioração aplicáveis a uma família de motores/sistema de pós-tratamento são desenvolvidos a partir dos motores selecionados com base num programa de acumulação de serviço que inclui a realização de ensaios periódicos de emissões gasosas e de partículas durante os ensaios NRSC e NRTC.

▼M8

2.4.2. *Programa de acumulação de serviço*

Os programas de acumulação de serviço podem ser efetuados, ao critério do fabricante, quer ensaiando uma máquina equipada com o motor selecionado durante um programa de acumulação «em serviço», quer ensaiando o motor selecionado durante um programa de acumulação de «serviço em dinamómetro».

2.4.2.1. Programa de acumulação em serviço e em dinamómetro

2.4.2.1.1. O fabricante deve determinar a forma e a duração do ciclo de acumulação de serviço e envelhecimento para os motores de forma coerente com as boas práticas de engenharia.

2.4.2.1.2. O fabricante deve determinar os pontos de ensaio em que serão medidas as emissões de gases e de partículas durante os ciclos NRTC e NRSC a quente. O número mínimo de pontos de ensaio deve ser de três: um no início, um aproximadamente a meio e um no final do programa de acumulação de serviço.

2.4.2.1.3. Os valores das emissões no ponto de início e no ponto final do período de durabilidade das emissões calculados em conformidade com o ponto 2.4.5.2 deve situar-se dentro dos valores-limite aplicáveis à família de motores, podendo, no entanto, os resultados das emissões individuais dos pontos de ensaio exceder esses valores-limite.

2.4.2.1.4. A pedido do fabricante, e com o acordo da entidade homologadora, basta efetuar um único ciclo de ensaio (o ciclo NRTC ou NRSC a quente) em cada ponto de ensaio, sendo o outro ciclo de ensaio realizado apenas no início e no final do programa de acumulação de serviço.

2.4.2.1.5. No caso de motores de velocidade constante, motores de potência inferior a 19 kW, motores de potência superior a 560 kW, motores destinados a serem utilizados em embarcações de navegação interior e motores para a propulsão de automotoras e locomotivas, só o ciclo NRSC deve ser realizado em cada ponto de ensaio.

2.4.2.1.6. Os programas de acumulação de serviço podem ser diferentes para diferentes famílias de motores/sistemas de pós-tratamento.

2.4.2.1.7. Os programas de acumulação de serviço podem ser mais curtos do que o período de durabilidade das emissões, mas não devem ser mais curtos do que o equivalente a, pelo menos, um quarto do período pertinente de durabilidade das emissões especificado no ponto 3 do presente apêndice.

2.4.2.1.8. Admite-se o envelhecimento acelerado, ajustando o programa de acumulação de serviço com base no consumo de combustível. O ajustamento deve basear-se na razão entre o consumo típico de combustível em serviço e o consumo de combustível no ciclo de envelhecimento, embora este último não deva exceder o consumo típico de combustível em serviço em mais de 30 %.

2.4.2.1.9. A pedido do fabricante e com o acordo da entidade homologadora, podem ser autorizados métodos alternativos de envelhecimento acelerado.

2.4.2.1.10. O programa de acumulação de serviço deve ser descrito pormenorizadamente no pedido de homologação e comunicado à entidade homologadora antes do início de quaisquer ensaios.

▼**M8**

2.4.2.2. Se a entidade homologadora decidir que é necessário efetuar medições adicionais entre os pontos selecionados pelo fabricante, deve notificar o fabricante. O programa revisto de acumulação de serviço deve ser preparado pelo fabricante e obter a aprovação da entidade homologadora.

2.4.3. *Ensaios do motor*

2.4.3.1. Estabilização do sistema motor

2.4.3.1.1. Para cada família de motores/sistema de pós-tratamento, o fabricante deve determinar o número de horas de funcionamento da máquina ou do motor necessárias para estabilizar o funcionamento do motor/sistema de pós-tratamento. Se solicitado pela entidade homologadora nesse sentido, o fabricante deve disponibilizar os dados e as análises utilizados nessa determinação. Em alternativa, o fabricante pode optar por fazer funcionar o motor entre 60 e 125 horas, ou o tempo equivalente no ciclo de envelhecimento, a fim de estabilizar o motor/sistema de pós-tratamento.

2.4.3.1.2. O final do período de estabilização determinado no ponto 2.4.3.1.1 deve ser considerado como o início do programa de acumulação de serviço.

2.4.3.2. Ensaio de acumulação de serviço

2.4.3.2.1. Após a estabilização, o motor deve funcionar durante o programa de acumulação de serviço selecionado pelo fabricante, conforme descrito no ponto 2.3.2. A intervalos periódicos durante o programa de acumulação de serviço determinado pelo fabricante e, se aplicável, também estabelecido pela entidade homologadora em conformidade com o ponto 2.4.2.2, são ensaiadas as emissões de gases e de partículas do motor com os ciclos NRTC e NRSC a quente.

O fabricante pode optar por medir as emissões poluentes antes de qualquer sistema de pós-tratamento dos gases de escape de forma separada das emissões de poluentes depois de um sistema de pós-tratamento dos gases de escape.

Em conformidade com o ponto 2.4.2.1.4, se tiver sido acordada a realização de um só ciclo de ensaios (NRTC ou NRSC a quente) em cada ponto de ensaio, o outro ciclo de ensaio (NRTC ou NRSC a quente) deve ser efetuado no início e no final do programa de acumulação de serviço.

Em conformidade com o ponto 2.4.2.1.5, no caso de motores de velocidade constante, motores de potência inferior a 19 kW, motores de potência superior a 560 kW, motores destinados a serem utilizados em embarcações de navegação interior e motores para a propulsão de automotoras e locomotivas, só o ciclo NRSC deve ser realizado em cada ponto de ensaio.

2.4.3.2.2. Durante o programa de acumulação de serviço, a manutenção do motor deve ser realizada em conformidade com o ponto 2.5.

2.4.3.2.3. Durante programa de acumulação de serviço, as operações não programadas de manutenção do motor ou da máquina podem ser efetuadas, por exemplo, se o sistema normal de diagnóstico do fabricante tiver detetado um problema que tivesse indicado ao operador da máquina que tinha ocorrido uma anomalia.

▼**M8**

2.4.4. *Relatórios*

2.4.4.1. Os resultados de todos os ensaios de emissões (NRTC e NRSC a quente) realizados durante o programa de acumulação de serviço devem ser disponibilizados à entidade homologadora. Se algum dos ensaios de emissões tiver sido declarado nulo, o fabricante deve fornecer uma justificação para a anulação do referido ensaio. Nesse caso, deve ser realizada outra série de ensaios de emissões durante as 100 horas seguintes de acumulação de serviço.

2.4.4.2. O fabricante deve conservar registos de todas as informações respeitantes a todos os ensaios de emissões e à manutenção efetuada no motor durante o programa de acumulação de serviço. Essas informações devem ser apresentadas à entidade homologadora juntamente com os resultados dos ensaios de emissões realizados durante o programa de acumulação de serviço.

2.4.5. *Determinação dos fatores de deterioração*

2.4.5.1. Para cada poluente medido durante os ciclos NRTC e NRSC a quente em cada ponto de ensaio durante o programa de acumulação de serviço deve ser efetuada uma análise de regressão com o «melhor ajustamento», com base em todos os resultados dos ensaios. Os resultados de cada ensaio para cada um dos poluentes devem ser expressos com o mesmo número de casas decimais utilizado para os valores-limite aplicáveis a esse poluente, conforme for aplicável à família de motores, adicionado de mais uma casa decimal.

Em conformidade com o ponto 2.4.2.1.4 ou o ponto 2.4.2.1.5, se for efetuado um único ciclo de ensaio (NRTC ou NRSC a quente) em cada ponto de ensaio, a análise de regressão só deve ser efetuada com base nos resultados do ciclo de ensaio realizado em cada ponto de ensaio.

A pedido do fabricante e com o acordo prévio da entidade homologadora, pode admitir-se uma regressão não linear.

2.4.5.2. Os valores das emissões para cada poluente no início do programa de acumulação de serviço e no ponto final do período de durabilidade das emissões aplicáveis ao motor submetido a ensaio devem calcular-se a partir da equação de regressão. Se o programa de acumulação de serviço for mais curto do que o período de durabilidade das emissões, os valores das emissões no ponto final do período de durabilidade das emissões devem ser determinados por extrapolação da equação de regressão, conforme definido no ponto 2.4.5.1.

Caso sejam utilizados valores de emissões por famílias de motores da mesma família de motores/sistema de pós-tratamento, mas com diferentes períodos de durabilidade das emissões, os valores das emissões no ponto final do período de durabilidade das emissões devem ser recalculados para cada período de durabilidade das emissões por extrapolação ou por interpolação da equação de regressão, conforme definido no ponto 2.4.5.1.

2.4.5.3. Define-se o fator de deterioração (DF) para cada poluente como a razão entre os valores de emissão aplicados no ponto final do período de durabilidade das emissões e no início do programa de acumulação de serviço (fator de deterioração multiplicativo).

A pedido do fabricante e com o acordo prévio da entidade homologadora, pode aplicar-se um DF aditivo para cada poluente. Define-se o DF aditivo como a diferença entre os valores de emissão calculados no ponto final do período de durabilidade das emissões e no início do programa de acumulação de serviço.

▼M8

Na figura 1 é apresentado um exemplo da determinação dos DF para as emissões de NO_x recorrendo a uma regressão linear.

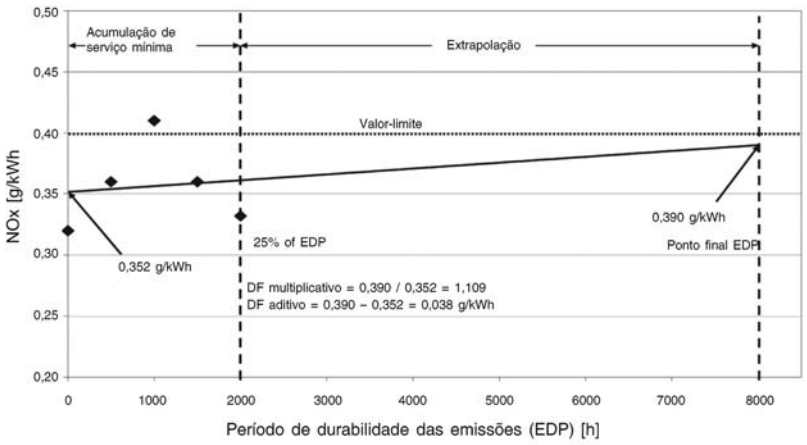
Não deve permitir-se a utilização mista de DF multiplicativos e aditivos num conjunto de poluentes.

Se o cálculo resultar num valor inferior a 1,00 para um DF multiplicativo, ou inferior a 0,00 para um DF aditivo, o fator de deterioração deve ser 1,0 ou 0,00, respetivamente.

Em conformidade com o ponto 2.4.2.1.4, se tiver sido acordada a realização de um só ciclo de ensaio (NRTC ou NRSC a quente) em cada ponto de ensaio e a do outro ciclo de ensaio (NRTC ou NRSC a quente) só no início e no final do programa de acumulação de serviço, o fator de deterioração calculado para o ciclo de ensaio que tiver sido utilizado em cada ponto de ensaio deve aplicar-se também ao outro ciclo de ensaio.

Figura 1

Exemplo de determinação de DF



2.4.6. *Fatores de deterioração atribuídos*

2.4.6.1. Em alternativa à utilização de um programa de acumulação de serviço para determinar os DF, os fabricantes dos motores podem optar pela utilização dos seguintes DF multiplicativos atribuídos:

Ciclo de ensaio	CO	HC	NO_x	PM
NRTC	1,3	1,3	1,15	1,05
NRSC	1,3	1,3	1,15	1,05

Não são apresentados DF aditivos atribuídos. Não deve admitir-se a transformação dos DF multiplicativos atribuídos em DF aditivos.

Quando são utilizados DF atribuídos, o fabricante deve apresentar à entidade homologadora elementos de prova sólidos de que se pode razoavelmente esperar que os componentes do controlo das emissões tenham a durabilidade das emissões associada a esses fatores atribuídos Estes elementos de prova podem basear-se em análises de conceção ou ensaios, ou numa combinação de ambos.

▼**M8**

2.4.7. *Aplicação dos fatores de deterioração*

2.4.7.1. Os motores devem cumprir os respetivos limites de emissões para cada poluente, conforme aplicável à família de motores, após a aplicação dos fatores de deterioração ao resultado do ensaio medido em conformidade com o anexo III (emissão específica ponderada do ciclo para as partículas e cada um dos gases). Em função do tipo de DF, são aplicáveis as seguintes disposições:

— Multiplicativo: (emissão específica ponderada do ciclo) * DF ≤ limite de emissão

— Aditivo: (emissão específica ponderada do ciclo) + DF ≤ limite de emissão

Se o fabricante, com base na opção indicada no ponto 1.2.1 do presente anexo, optar por utilizar o procedimento do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, a emissão específica ponderada do ciclo pode incluir o ajustamento para uma regeneração pouco frequente, se aplicável.

2.4.7.2. Para um DF multiplicativo dos NO_x + HC, determinam-se e aplicam-se separadamente DF para os HC e os NO_x ao calcular os níveis de emissões deteriorados a partir do resultado de um ensaio de emissões antes de combinar os valores deteriorados resultantes para os NO_x e os HC para determinar se o limite das emissões foi ou não cumprido.

2.4.7.3. O fabricante pode optar por aplicar os DF determinados para uma família de motores/sistema de pós-tratamento a um sistema motor não pertencente à mesma família de motores/sistema de pós-tratamento. Nesse caso, o fabricante deve demonstrar à entidade homologadora que o sistema motor relativamente ao qual a família de motores/sistema de pós-tratamento foi inicialmente ensaiada e o sistema motor relativamente ao qual se aplicam os DF possuem as mesmas especificações técnicas e requisitos de instalação na máquina e que as emissões desse motor ou sistema motor são semelhantes.

No caso de os DF serem aplicados a um sistema motor com um período de durabilidade das emissões diferente, os DF devem ser recalculados para o período de durabilidade das emissões aplicável por extrapolação ou interpolação da equação de regressão, conforme definido no ponto 2.4.5.1.

2.4.7.4. O DF para cada poluente em cada ciclo de ensaio aplicável deve ser registado no documento recapitulativo dos resultados dos ensaios constante do apêndice 1 do anexo VII.

2.4.8. *Verificação da conformidade da produção*

2.4.8.1. A conformidade da produção relativamente às emissões é verificada ao abrigo do disposto no ponto 5 do anexo I.

2.4.8.2. O fabricante pode optar por medir as emissões poluentes antes de qualquer sistema de pós-tratamento dos gases de escape em simultâneo com a realização do ensaio de homologação. Ao fazê-lo, o fabricante pode desenvolver separadamente DF informais para o motor e o sistema de pós-tratamento, os quais poderá usar como referência no controlo à saída da linha de produção.

2.4.8.3. Para efeitos de homologação, só os DF determinados em conformidade com o disposto no ponto 2.4.5 ou 2.4.6 devem ser registados no documento recapitulativo dos resultados dos ensaios constante do apêndice 1 do anexo VII.

▼M8

2.5. **Manutenção**

Para efeitos do programa de acumulação de serviço, deve proceder-se à manutenção em conformidade com o manual de utilização e manutenção do fabricante.

2.5.1. *Manutenção programada relacionada com as emissões*

2.5.1.1. A manutenção programada relacionada com as emissões durante o funcionamento do motor, efetuada para efeitos de realização de um programa de acumulação de serviço, deve ocorrer a intervalos equivalentes aos indicados nas instruções de manutenção do fabricante para o proprietário da máquina ou do motor. Este programa de manutenção pode ser atualizado, se necessário, durante o programa de acumulação de serviço desde que não seja suprimida qualquer operação de manutenção do programa de manutenção depois de a operação ter sido efetuada no motor submetido a ensaio.

2.5.1.2. O fabricante do motor deve indicar, para efeito dos programas de acumulação de serviço, eventuais operações de regulação, limpeza, manutenção (se necessário) e substituição programada dos seguintes elementos:

— Filtros e refrigeradores do sistema de recirculação dos gases de escape,

— Válvula de ventilação comandada do cárter, se aplicável,

— Bicos dos injetores de combustível (apenas limpeza é permitida),

— Injetores de combustível,

— Turbocompressor,

— Unidade de controlo eletrónico do motor e respetivos sensores e atuadores associados,

— Sistema de pós-tratamento de partículas (incluindo componentes correlacionados),

— Sistema de pós-tratamento dos NO_x (incluindo componentes correlacionados),

— Sistema de recirculação dos gases de escape, incluindo todas as válvulas de regulação e tubagem relacionadas,

— Qualquer outro sistema de pós-tratamento dos gases de escape.

2.5.1.3. A manutenção crítica programada relacionada com as emissões apenas deve ser realizada se prevista para ser realizada em serviço, devendo o requisito de realização dessa manutenção ser comunicado ao proprietário da máquina.

2.5.2. *Alterações à manutenção programada*

2.5.2.1. O fabricante deve apresentar um pedido à entidade homologadora para a aprovação de qualquer nova manutenção programada que pretenda realizar durante o programa de acumulação de serviço e, subsequentemente, recomendá-la aos proprietários das máquinas ou dos motores. O pedido deve ser acompanhado de dados que justifiquem a necessidade de uma nova manutenção programada e dos intervalos de manutenção propostos.

2.5.3. *Manutenção programada não relacionada com as emissões*

2.5.3.1. A manutenção programada não relacionada com as emissões que seja razoável e necessária do ponto de vista técnico (por exemplo, mudança de óleo, mudança do filtro do óleo, mudança do filtro do combustível, mudança do filtro do ar, manutenção do sistema de arrefecimento, regulação da marcha lenta sem carga, regulador, binário de aperto do motor, folgas das válvulas, folgas dos injetores, regulação da tensão da correia de transmissão, etc.), pode ser realizada em motores ou veículos selecionados para o programa de acumulação de serviço aos intervalos menos frequentes recomendados pelo fabricante ao proprietário (por exemplo, não aos intervalos recomendados para as utilizações mais intensivas).

▼M8

2.5.4. *Reparação*

2.5.4.1. As reparações de componentes de um sistema motor selecionado para ensaio durante um programa de acumulação de serviço devem ser executadas apenas em resultado de uma avaria de algum componente ou de anomalia no sistema motor. A reparação do próprio motor, do sistema de controlo das emissões ou do sistema de alimentação de combustível não é permitida, exceto na medida do que é definido no ponto 2.5.4.2.

2.5.4.2. Se o próprio motor, o sistema de controlo das emissões ou o sistema de alimentação de combustível avariarem durante o programa de acumulação de serviço, a acumulação de serviço é considerada nula, devendo uma nova acumulação de serviço começar com um novo sistema motor, salvo se os componentes forem substituídos com componentes equivalentes que tenham sido sujeitos a um número semelhante de horas de acumulação de serviço.

3. PERÍODO DE DURABILIDADE DAS EMISSÕES PARA OS MOTORES DAS FASES III–A, III–B E IV

3.1. Os fabricantes devem utilizar o período de durabilidade das emissões constante do quadro 1 do presente ponto.

Quadro 1

Período de durabilidade das emissões para motores de ignição por compressão das fases III-A, III-B e IV (horas)

Categoria (gama de potências)	Período de durabilidade das emissões (horas)
≤ 37 kW (motores de velocidade constante)	3 000
≤ 37 kW (motores de velocidade variável)	5 000
> 37 kW	8 000
Motores a utilizar para a propulsão de embarcações de navegação interior	10 000
Motores de automotoras e locomotivas	10 000

▼M8

Apêndice 6

Determinação das emissões de CO_2 para os motores das fases I, II, III-A, III-B e IV

1. **Introdução**

1.1. O presente apêndice estabelece as disposições e os procedimentos de ensaio para a declaração das emissões de CO_2 para todas as fases de I a IV. Se o fabricante, com base na opção indicada no ponto 1.2.1 do presente anexo, optar por utilizar o procedimento do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, é aplicável o apêndice 7 do presente anexo.

2. **Prescrições gerais**

2.1. As emissões de CO_2 devem ser determinadas durante o ciclo de ensaio aplicável especificado no ponto 1.1 do anexo III em conformidade com o ponto 3 (NRSC) ou o ponto 4 (NRTC com arranque a quente), respetivamente, do anexo III. Para a fase III-B, as emissões de CO_2 devem ser determinadas durante o ciclo de ensaio NRTC com arranque a quente.

2.2. Os resultados dos ensaios devem ser comunicados como valores específicos médios do ciclo e expressos em g/kWh.

2.3. Se, por opção do fabricante, o ciclo NRSC for executado como um ciclo com rampas de transição, são aplicáveis as referências ao ciclo NRTC incluídas no presente apêndice ou os requisitos do apêndice 7 do anexo III.

3. **Determinação das emissões de CO_2**

3.1. *Medição em gases de escape brutos*

O presente ponto é aplicável se o CO_2 for medido nos gases de escape brutos.

3.1.1. Medição

O CO_2 nos gases de escape brutos emitido pelo motor submetido a ensaio deve ser medido com um analisador não dispersivo de infravermelhos (NDIR), em conformidade com o ponto 1.4.3.2 (NRSC) ou o ponto 2.3.3.2 (NRTC), respetivamente, do apêndice 1 do anexo III.

O sistema de medição deve cumprir os requisitos de linearidade do ponto 1.5 do apêndice 2 do anexo III.

O sistema de medição deve cumprir os requisitos do ponto 1.4.1 (NRSC) ou do ponto 2.3.1 (NRTC), respetivamente, do apêndice 1 do anexo III.

3.1.2. Avaliação dos dados

Os dados pertinentes devem ser registados e armazenados em conformidade com o ponto 3.7.4 (NRSC) ou o ponto 4.5.7.2 (NRTC), respetivamente, do anexo III.

3.1.3. Cálculo das emissões médias do ciclo

Se forem medidas em base seca, aplica-se a correção base seca/base húmida em conformidade com o ponto 1.3.2 (NRSC) ou o ponto 2.1.2.2 (NRTC), respetivamente, do apêndice 3 do anexo III.

Para o NRSC, a massa do CO_2 (g/h) deve ser calculada para cada modo individual em conformidade com o ponto 1.3.4 do apêndice 3 do anexo III. Os fluxos de gases de escape devem ser determinados em conformidade com os pontos 1.2.1 a 1.2.5 do apêndice 1 do anexo III.

Para o NRTC, a massa do CO_2 (g/ensaio) deve ser calculada em conformidade com o ponto 2.1.2.1 do apêndice 3 do anexo III. O fluxo de gases de escape deve ser determinado em conformidade com o ponto 2.2.3 do apêndice 1 do anexo III.

▼M8

3.2. *Medição em gases de escape diluídos*

O presente ponto é aplicável apenas se o CO_2 for medido nos gases de escape diluídos.

3.2.1. Medição

O CO_2 nos gases de escape diluídos emitido pelo motor submetido a ensaio deve ser medido com um analisador não dispersivo de infravermelhos (NDIR), em conformidade com o ponto 1.4.3.2 (NRSC) ou o ponto 2.3.3.2 (NRTC), respetivamente, do apêndice 1 do anexo III. A diluição dos gases de escape deve ser feita com ar ambiente filtrado, ar de síntese ou azoto. A capacidade de escoamento do sistema de caudal total deve ser suficientemente grande para eliminar completamente a condensação de água nos sistemas de diluição e de amostragem.

O sistema de medição deve cumprir os requisitos de linearidade do ponto 1.5 do apêndice 2 do anexo III.

O sistema de medição deve cumprir os requisitos do ponto 1.4.1 (NRSC) ou do ponto 2.3.1 (NRTC), respetivamente, do apêndice 1 do anexo III.

3.2.2. Avaliação dos dados

Os dados pertinentes devem ser registados e armazenados em conformidade com o ponto 3.7.4 (NRSC) ou o ponto 4.5.7.2 (NRTC), respetivamente, do anexo III.

3.2.3. Cálculo das emissões médias do ciclo

Se forem medidas em base seca, aplica-se a correção base seca/base húmida em conformidade com o ponto 1.3.2 (NRSC) ou o ponto 2.1.2.2 (NRTC), respetivamente, do apêndice 3 do anexo III.

Para o NRSC, a massa do CO_2 (g/h) deve ser calculada para cada modo individual em conformidade com o ponto 1.3.4 do apêndice 3 do anexo III. Os fluxos de gases de escape diluídos devem ser determinados em conformidade com o ponto 1.2.6 do apêndice 1 do anexo III.

Para o NRTC, a massa do CO_2 (g/ensaio) deve ser calculada em conformidade com o ponto 2.2.3 do apêndice 3 do anexo III. O fluxo de gases de escape diluídos deve ser determinado em conformidade com o ponto 2.2.1 do apêndice 3 do anexo III.

A correção em função das condições de fundo deve ser aplicada em conformidade com o ponto 2.2.3.1.1 do apêndice 3 do anexo III.

3.3. *Cálculo das emissões específicas da travagem*

3.3.1. NRSC

As emissões específicas da travagem e_{CO2} (g/kWh) devem ser calculadas do seguinte modo:

$$e_{CO2} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(CO2_{mass,i} \times W_{F,i})}{\sum_{i=1}^{i=n}(P_i \times W_{F,i})}$$

em que:

$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$

e

$CO_{2\ mass,i}$ é a massa do CO_2 do modo individual (g/h)

$P_{m,i}$ é a potência medida do modo individual (kW)

▼**M8**

$P_{AE,i}$ é a potência dos dispositivos auxiliares do modo individual (kW)

$W_{F,i}$ é o fator de ponderação do modo individual

3.3.2. NRTC

O trabalho do ciclo necessário para o cálculo das emissões de CO_2 específicas da travagem deve ser determinado em conformidade com o ponto 4.6.2 do anexo III.

As emissões específicas da travagem e_{CO2} (g/kWh) devem ser calculadas do seguinte modo:

$$e_{CO2} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}}$$

em que:

$m_{CO2,\ hot}$ são as emissões mássicas de CO_2 do ensaio NRTC com arranque a quente (g)

$W_{act,\ hot}$ é o trabalho efetivo do ciclo NRTC com arranque a quente (kWh).

▼M8

Apêndice 7

Determinação alternativa das emissões de CO_2

1. **Introdução**

Se o fabricante, com base na opção indicada no ponto 1.2.1 do presente anexo, optar por utilizar o procedimento do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, são aplicáveis as disposições e os procedimentos de ensaio para comunicar as emissões de CO_2 estabelecidos no presente apêndice.

2. **Prescrições gerais**

2.1. As emissões de CO_2 devem ser determinadas durante o ciclo de ensaio NRTC com arranque a quente, em conformidade com o ponto 7.8.3 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

2.2. Os resultados dos ensaios devem ser comunicados como valores específicos médios do ciclo e expressos em g/kWh.

3. **Determinação das emissões de CO_2**

3.1. *Medição em gases de escape brutos*

O presente ponto é aplicável se o CO_2 for medido nos gases de escape brutos.

3.1.1. Medição

O CO_2 nos gases de escape brutos emitido pelo motor submetido a ensaio deve ser medido com um analisador não dispersivo de infravermelhos (NDIR), em conformidade com o ponto 9.4.6 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

O sistema de medição deve cumprir os requisitos de linearidade do ponto 8.1.4 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

O sistema de medição deve cumprir os requisitos do ponto 8.1.9 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

3.1.2. Avaliação dos dados

Os dados relevantes devem ser registados e armazenados em conformidade com o ponto 7.8.3.2 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

3.1.3. Cálculo das emissões médias do ciclo

Se forem medidas em base seca, aplica-se a correção base seca/base húmida em conformidade com o ponto A.8.2.2 do apêndice 8 ou o ponto A.7.3.2 do apêndice 7 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, aos valores da concentração instantânea antes de se efetuarem quaisquer outros cálculos.

A massa do CO_2 (g/ensaio) deve ser calculada por multiplicação das concentrações instantâneas de CO_2 e dos fluxos dos gases de escape e integração ao longo o ciclo de ensaio em conformidade com uma das seguintes opções:

a) ponto A.8.2.1.2 e ponto A.8.2.5 do apêndice 8 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, utilizando os valores «u» do CO_2 do quadro A.8.1 ou calculando os valores «u» em conformidade com o ponto A.8.2.4.2 do apêndice 8 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações;

b) ponto A.7.3.1 e ponto A.7.3.3 do apêndice 7 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

▼M8

3.2. *Medição em gases de escape diluídos*

O presente ponto é aplicável apenas se o CO_2 for medido nos gases de escape diluídos.

3.2.1. Medição

O CO_2 nos gases de escape diluídos emitido pelo motor submetido a ensaio deve ser medido com um analisador não dispersivo de infravermelhos (NDIR), em conformidade com o ponto 9.4.6 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações. A diluição dos gases de escape deve ser feita com ar ambiente filtrado, ar de síntese ou azoto. A capacidade de escoamento do sistema de caudal total deve ser suficientemente grande para eliminar completamente a condensação de água nos sistemas de diluição e de amostragem.

O sistema de medição deve cumprir os requisitos de linearidade do ponto 8.1.4 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

O sistema de medição deve cumprir os requisitos do ponto 8.1.9 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

3.2.2. Avaliação dos dados

Os dados relevantes devem ser registados e armazenados em conformidade com o ponto 7.8.3.2 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

3.2.3. Cálculo das emissões médias do ciclo

Se forem medidas em base seca, aplica-se a correção base seca/base húmida em conformidade com o ponto A.8.3.2 do apêndice 8 ou o ponto A.7.4.2 do apêndice 7 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, aos valores da concentração instantânea, antes de se efetuarem quaisquer outros cálculos.

A massa do CO_2 (g/ensaio) deve ser calculada através da multiplicação das concentrações de CO_2 e dos fluxos de gases de escape diluídos em conformidade com uma das seguintes opções:

a) ponto A.8.3.1 e ponto A.8.3.4 do apêndice 8 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, utilizando os valores «u» do CO_2 do quadro A.8.2 ou calculando os valores «u» em conformidade com o ponto A.8.3.3 do apêndice 8 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações;

b) ponto A.7.4.1 e ponto A.7.4.3 do apêndice 7 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

A correção em função das condições de fundo deve ser aplicada em conformidade com o ponto A.8.3.2.4 do apêndice 8 ou o ponto A.7.4.1 do apêndice 8 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

3.3. *Cálculo das emissões específicas da travagem*

O trabalho do ciclo necessário para o cálculo das emissões de CO_2 específicas da travagem deve ser determinado em conformidade com o ponto 7.8.3.4 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

▼**M8**

As emissões específicas da travagem e_{CO2} (g/kWh) devem ser calculadas do seguinte modo:

$$e_{CO2} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}}$$

em que:

$m_{CO2,\ hot}$ são as emissões mássicas de CO_2 do ensaio NRTC com arranque a quente (g)

$W_{act,\ hot}$ é o trabalho efetivo do ciclo NRTC com arranque a quente (kWh).

▼M2

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 cm^3), 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 cm^3), 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.

▼M2

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.

▼M2

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).

▼**M2**

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.

▼M2

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.

▼M2

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 ± 1 % da velocidade nominal ou ± 3 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 ± 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 ± 2 % da velocidade nominal ou ± 3 min^{-1}, conforme o que for maior, mas será de qualquer forma mantida a ± 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 ± 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 ± 10 % do binário prescrito ou a ± 0,5 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 CO_2 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 %.

▼M2

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	± 2 % da leitura ou ± 1 % do valor máximo do motor, conforme o que for maior
2	Binário	± 2 % da leitura ou ± 1 % do valor máximo do motor, conforme o que for maior
3	Consumo de combustível (a)	± 2 % do valor máximo do motor
4	Consumo de ar (a)	± 2 % da leitura ou ± 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.

▼M2

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	± 1 % da leitura
3	Pressão dos gases de escape	± 0,2 kPa absolutos
4	Depressão no interior do colector de admissão	± 0,05 kPa absolutos
5	Pressão atmosférica	± 0,1 kPa absolutos
6	Outras pressões	± 0,1 kPa absolutos
7	Humidade relativa	± 3 % absolutos
8	Humidade absoluta	± 5 % da leitura
9	Caudal do ar de diluição	± 2 % da leitura
10	Caudal dos gases de escape diluídos	± 2 % da leitura

1.4. **Determinação dos componentes gasosos**

1.4.1. *Especificações gerais dos analisadores*

Os analisadores devem ter uma gama de medida adequada à precisão necessária para medir as concentrações dos componentes dos gases de escape (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 ± 2 % da leitura em toda a gama de medição com excepção do zero, e a ± 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 ± 1 % da concentração máxima para cada gama utilizada acima de 100 ppm (ou ppm) ou a ± 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.

▼M2

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 (CO_2)

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

1.4.3.3. Análise do oxigénio (O_2)

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 CO_2 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).

▼**M2**

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 NO_2/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.

▼M2

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 CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

— oxigénio purificado (pureza > 99,5 % vol O_2)

— mistura hidrogénio-hélio (40 % ± 2 % de hidrogénio, restante hélio); contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO_2

— ar de síntese purificado (contaminação ≤ 1 ppmC, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 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:

— C_3H_8 e ar de síntese purificado (ver ponto 1.2.1),

— CO e azoto purificado,

— NO_x e azoto purificado (a quantidade de NO_2 contida neste gás de calibragem não deve exceder 5 % do teor de NO),

— CO_2 e azoto purificado,

— CH_4 e ar de síntese purificado,

— C_2H_6 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 N_2 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 ± 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.

▼M2

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 ± 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 ± 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 p (kPa/min) no sistema não deve exceder:

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

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.

▼M2

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 optimizada (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, CO_2, 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 ± 2 % da leitura ou em ± 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.

▼M2

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 ± 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 ± 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 ± 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 ozonisador.

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 NO_2 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:

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

▼**M2**

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 ozonisador é mantido desactivado ao longo do processo.

1.8.5. *Activação do ozonisador*

Activa-se então o ozonisador 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, NO_2, O2 e N_2) 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 ozonisador*

Desactiva-se então o ozonisador. 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 ozonisador 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 ozonisador 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.

▼M2

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 optimizar 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 ± 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 ± 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) ± 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;

▼M2

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 O_2) para cada mistura descrita na alínea d) conforme a seguir indicado:

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

$$\text{ppm C} = \frac{A}{D}$$

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 O_2) 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, CO_2, NO_X e O_2**

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.

▼M2

1.10.1. *Verificação da interferência no analisador de CO*

A água e o CO_2 podem interferir com o comportamento do analisador de CO. Deixa-se, portanto, borbulhar na água à temperatura ambiente um gás de calibragem que contenha CO_2 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 CO_2 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 CO_2

Faz-se passar um gás de calibragem contendo CO_2 com uma concentração de 80 % a 100 % da escala completa da gama máxima de funcionamento através do analisador NDIR, registando-se o valor de CO_2 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 CO_2 e NO como B e C respectivamente. Fecha-se a entrada de CO_2 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:

$$\%\ \text{de atenua ç ão do } CO_2 = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)}\right)\right] \times 100$$

em que:

A : concentração do CO_2 não diluído medida com o NDIR (%)

B : concentração do CO_2 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 CO_2 e NO, como a mistura/ /combinação 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.

▼M2

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 %:

$$\%\ \text{atenuação}\ H_2O = 100 \times \left(\frac{D_e - C}{D_e}\right) \times \left(\frac{H_m}{H}\right)$$

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 NO_2 para esta verificação, dado que a absorção do NO_2 pela água não foi tida em consideração nos cálculos do efeito de atenuação.

1.10.3. *Interferência do analisador de O_2*

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_2O)	– 0,381

▼**M2**

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

$$\text{Interfer ência} = \frac{(\%\ \text{equivalente}\ O_2 \times \text{Conc. obs.})}{100}$$

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.

▼M2

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 CO_2 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. *Correcção 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:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\%\,CO[dry] + \%\,CO_2[dry]) - 0{,}01 \times \%\,H_2[dry] + k_{w2}}$$

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

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

$$H_2[dry] = \frac{0{,}5 \times \alpha \times \%\,CO[dry] \times (\%\,CO[dry] + \%\,CO_2[dry])}{\%\,CO[dry] + (3 \times \%\,CO_2[dry])}$$

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:

$$k_w = k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \%\,CO2[wet]}{200}\right) - k_{w1}$$

Ou, para a medição de CO_2 seco:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \%\,CO_2[dry]}{200}}\right)$$

▼M2

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

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Para o ar de diluição:

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

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

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

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

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

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

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.

▼M2

1.2.2. *Correcção 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) em que:

Para os gases de escape brutos ([1]):

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

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/kmol]
NO_x	46,01
CO	28,01
HC	$MW_{HC} = MW_{FUEL}$
CO_2	44,01

— $MW_{FUEL} = 12{,}011 + \alpha \times 1{,}00794 + \beta \times 15{,}9994$ [kg/kmole] representa o peso molecular do combustível, sendo α a razão hidrogénio/carbono e β a razão oxigénio/carbono do combustível ([2]);

— CO_{2AIR} 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 ([1])

em que:

$$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

([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).

([2]) 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.

▼M2

— 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:

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

com

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

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:

$$G\ ás\ individual = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

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).

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.

▼M2

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_{H20}/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 CO_2 secos numa base húmida:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\%\ CO\ [dry] + \%\ CO_2[dry]) - 0{,}01 \times \%\ H_2[dry] + k_{w2}}$$

em que:

$$H_2[dry] = \frac{0{,}5 \times \alpha \times \%\ CO\ [dry] \times (\%\ CO\ [dry] + \%\ CO_2[dry])}{\%\ CO\ [dry] + (3 \times \%\ CO_2[dry])}$$

e

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

▼M2

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

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

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

$$\text{CO [wet]} = \text{CO [dry]} \times k_w = 60995 \times 0{,}872 = 53198 \text{ ppm}$$

$$CO_2[\text{wet}] = CO_2[\text{dry}] \times k_w = 11{,}410 \times 0{,}872 = 9{,}951\% \text{ vol.}$$

Quadro 4 — Valores de CO e CO_2 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*

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

em que:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

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

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

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

▼M2

2.1.3. *Emissões de NO_x*

Em primeiro lugar calcula-se o factor K_H de correcção da humidade das emissões de NO_x:

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

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

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]:

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

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

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*

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

$$CO_{2mass} = \frac{44{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{9{,}951 - 0{,}04 + 5{,}3198 + 0{,}1461} \times 9{,}951 \times 2{,}985 \times 1\,000 = 6126{,}806 g/h$$

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*

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

▼M2

$$CO_{2mass} = \frac{44{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{(9{,}951 - 0{,}04 + 5{,}3198 + 0{,}1461)} \times 9{,}951 \times 2{,}985 \times 1\,000 = 6126{,}806 \text{ g/h}$$

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:

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

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

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

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

$$CO = \frac{2084{,}59 \times 0{,}090 + 997{,}64 \times 0{,}200 + 695{,}28 \times 0{,}290 + 591{,}18 \times 0{,}300 + 810{,}33 \times 0{,}070 + 227{,}92 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 181{,}93 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{6126{,}81 \times 0{,}090 + 4884{,}74 \times 0{,}200 + 4117{,}20 \times 0{,}290 + 2780{,}66 \times 0{,}300 + 2020{,}06 \times 0{,}070 + 907{,}65 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 816{,}36 \text{ g/kWh}$$

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.

▼M2

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_{H20}/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 CO_2 seco numa base húmida:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\%\ CO\ [dry] + \%\ CO_2[dry]) - 0{,}01 \times \%\ H_2[dry] + k_{w2}}$$

em que:

$$H_2[dry] = \frac{0.5 \times \alpha \times \%\ CO\ [dry] \times (\%\ CO\ [dry] + \%\ CO_2[dry])}{\%\ CO\ [dry] + (3 \times \%\ CO_2[dry])}$$

$$H_2[dry] = \frac{0{,}5 \times 1{,}85 \times 3{,}7086 \times (3{,}7086 + 11{,}986)}{3{,}7086 + (3 \times 11{,}986)} = 1{,}357\%$$

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

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

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

$$CO\ [wet] = CO\ [dry] \times k_w = 37\ 086 \times 0{,}874 = 32420\ ppm$$

$$CO_2[wet] = CO_2[dry] \times\ k_w = 11{,}986 \times 0{,}874 = 10{,}478\%\ vol.$$

▼M2

Quadro 12 — Valores de CO e CO_2 húmidos de acordo com diferentes modos de ensaio

Modo		1	2
H_2 seco	%	1,357	0,543
kw_2	—	0,012	0,012
kw	—	0,874	0,887
CO húmido	ppm	32 420	14 325
CO_2 húmido	%	10,478	10,153

2.2.2. *Emissões de HC*

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

em que:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

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

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

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:

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

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

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*

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

▼M2

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

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 CO_2*

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

$$CO_{2mass} = \frac{44{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{(10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422)} \times 10{,}478 \times 1{,}195 \times 1\,000 = 2629{,}658 \text{ g/h}$$

Quadro 16 — Emissões de CO_2 [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:

$$\text{G ás individual} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

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_{xmass}	g/h	4,800	0,034
CO_{mass}	g/h	517,851	20,007
CO_{2mass}	g/h	2 629,658	222,799
Potência P_{II}	kW	2,31	0
Factores de ponderação WF_i	—	0,85	0,15

▼M2

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

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

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

$$CO_2 = \frac{2629{,}658 \times 0{,}85 + 222{,}799 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 1155{,}4 \text{ g/kWh}$$

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_{H20}/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
CO seco (de fundo)	ppm	3	3	3	2	2	3

▼M2

Modo		1	2	3	4	5	6
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 CO_2 secos numa base húmida.

Para os gases de escape diluídos:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \%\ CO_2[dry]}{200}} \right)$$

em que:

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

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

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

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

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

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

▼M2

$$CO_2[wet] = CO_2[dry] \times k_w = 1{,}038 \times 0{,}984 = 1{,}0219\ \%$$

Quadro 19 — Valores de CO e CO_2 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 cálculado para os gases de escape diluídos.

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

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

$$CO_2[wet] = CO_2[dry] \times k_w = 0{,}042 \times 0{,}993 = 0{,}0421\ \%\ Vol$$

Quadro 20 — Valores de CO e CO_2 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
Kw	—	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*

$$HC_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

em que:

u = 0,000478 do quadro 2

$conc_c$ = $conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$

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

HC_{mass} = $0{,}000478 \times 86 \times 625{,}722 = 25{,}666$ 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

▼M2

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

$$NO_{x_{mass}} = u \times conc_c \times K_H \times G_{TOTW}$$

em que:

u = 0,001587 do quadro 2

$conc_c$ = conc – $conc_d \times (1 - 1/DF)$

$conc_c$ = 85 – 0 × (1 – 1/9,465) = 85 ppm

NO_{xmass} = 0,001587 × 85 × 0,79 × 625,722 = 67,168 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*

$$CO_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

em que:

u = 0,000966 do quadro 2

$conc_c$ = conc – $conc_d$ (1 – 1/DF)

$conc_c$ = 3 622 – 3 (1 – 1/9,465) = 3 620 ppm

CO_{mass} = 0,000966 × 3 620 × 625,722 = 2 188,001 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 CO_2*

$$CO_{2mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

em que:

u = 15,19 do quadro 2

$conc_c$ = conc - $conc_d \times (1\text{-}1/DF)$

▼**M2**

$conc_c$ = 1,0219 - 0,0421 × (1-1/9,465) = 0,9842 % Vol

CO_{2mass} = 15,19 × 0,9842 × 625,722 = 9354,488 g/h

Quadro 25 — Emissões de CO_2 [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:

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

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

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

$$NO_x = \frac{67{,}168 \times 0{,}090 + 38{,}721 \times 0{,}200 + 19{,}012 \times 0{,}290 + 4{,}621 \times 0{,}300 + 2{,}319 \times 0{,}070 + 0{,}811 \times 0{,}050}{13{,}15 \times 0{,}090 + 9{,}81 \times 0{,}200 + 6{,}52 \times 0{,}290 + 3{,}25 \times 0{,}300 + 1{,}28 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 3{,}42 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2188{,}001 \times 0{,}09 + 2068{,}760 \times 0{,}2 + 1510{,}187 \times 0{,}29 + 1424{,}792 \times 0{,}3 + 1853{,}109 \times 0{,}07 + 975{,}435 \times 0{,}05}{13{,}15 \times 0{,}090 + 9{,}81 \times 0{,}200 + 6{,}52 \times 0{,}290 + 3{,}25 \times 0{,}300 + 1{,}28 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 271{,}15 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{9354{,}488 \times 0{,}09 + 7295{,}794 \times 0{,}2 + 5717{,}531 \times 0{,}29 + 3973{,}503 \times 0{,}3 + 2756{,}113 \times 0{,}07 + 1430{,}229 \times 0{,}05}{13{,}15 \times 0{,}090 + 9{,}81 \times 0{,}200 + 6{,}52 \times 0{,}290 + 3{,}25 \times 0{,}300 + 1{,}28 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 887{,}53 \text{ g/kWh}$$

▼M2

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	

▼M2

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 predizer 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).

▼M2

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 cm^2

— Motores a dois tempos convencionais com catalisador metálico do mesmo material activo e carga, com o mesmo substrato e número de células por cm^2

— 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

▼**M2**

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.

▼B

ANEXO ►M2 *V* ◄

▼M3
▼C1

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 HOMOLOGADOS PARA SATISFAZER OS VALORES-LIMITE DAS FASES I e, II E PARA OS MOTORES A UTILIZAR EM EMBARCAÇÕES DE NAVEGAÇÃO INTERIOR

▼B

Nota: As propriedades-chave para o comportamento funcional do motor emissões de escape estão a negro.

	Limites e unidades ([2])	Método de ensaio
Índice de cetano ([4])	Mínimo 45 ([7]) Máximo 50	ISO 5165
Densidade a 15 °C	Mínimo 835 kg/m^3 Máximo 845 kg/m^3 ([10])	ISO 3675, ASTM D 4052
Destilação ([3]) ponto de 95 % vol	Máximo 370 °C	ISO 3405
Viscosidade a 40 °C	Mínimo 2,5 mm^2/s Máximo 3,5 mm^2/s	ISO 3104
Teor de enxofre	Mínimo 0,1 % em massa ([9]) Máximo 0,2 % em massa ([8])	ISO 8754, EN 24260
Ponto de inflamação	Mínimo 55 °C	ISO 2719
Ponto de colmatação do filtro frio	Mínimo — Máximo + 5 °C	EN 116
Ensaio de corrosão em cobre	Máximo 1	ISO 2160
Resíduo carbonoso Conradson no resíduo de destilação (10 %)	Máximo 0,3 % em massa	ISO 10370
Teor de cinzas	Máximo 0,01 % em massa	ASTM D 482 ([12])
Teor de água	Máximo 0,05 % em massa	ASTM D 95, D 1744
Índice de neutralização (ácido forte)	►M1 ►M2 Máximo ◄ 0,20 mg KOH/g ◄	
Estabilidade de oxidação ([5])	Máximo 2,5 mg/100 ml	ASTM D 2274
Aditivos ([6])		

Nota 1: Se for necessário o calcular o rendimento térmico de um motor ou veículo, o poder calorífico do combustível pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

Energia específica (valor calorífico)(líquido) em MJ/kg = $(46{,}423 - 8{,}792 \cdot d^2 + 3{,}17 \cdot d) \times (1 - (x + y + s)) + 9{,}42 \cdot s - 2{,}499 \cdot x$

em que:d:
densidade a 288 K (15 °C),

x: proporção, em massa, de água (% dividida por 100),

y: proporção, em massa, de cinzas (% dividida por 100),

s: proporção, em massa, de enxofre (% dividida por 100).

▼B

Nota 2: Os valores indicados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ASTM D 3244 «Defining a basis for petroleum products disputes» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2 R acima de zero; na fixação de um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4 R (R = reprodutibilidad).
Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas, o fabricante de combustível deve, no entanto, tentar obter um valor zero quando o valor máximo estabelecido for 2 R e um valor médio no caso de serem indicados os limites máximo e mínimo. Se for necessário determinar se um combustível satisfaz ou não as condições da especificação, aplicam-se os termos constantes da norma ASTM D 3244.

Nota 3: Os valores indicados correspondem às quantidades totais evaporadas (percentagem recuperaa + percentagem perdida).

Nota 4: O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4 R. No entanto, em caso de diferendo entre o forneceder e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ASTM D 3244, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, sendo preferível proceder a tais medições do que a uma determinação única.

Nota 5: Embora a estabilidade de oxidação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade.

Nota 6: Este combustível deve ser fabricado a partir de destilados directos ou por cracking; é permitida a dessulfurização. Não deve conter quaisquer aditivos metálicos nem melhoradores de índice de cetano.

Nota 7: São permitidos valores inferiores, caso em que o índice de cetano do combustível da referência utilizado deve ser comunicado.

Nota 8: São admitidos valores mais elevados, caso em que o teor de enxofre do combustível de referência utilizado deve ser comunicado.

Nota 9: A manter em exame constante à luz das tendências dos mercados. ►**M1** **Para efeitos da homologação inicial de um motor sem pós-tratamento dos gases de escape, é admissível, a pedido do fabricante, um teor nominal de 0,05 % de enxofre, em massa (mínimo de 0,03 % de enxofre, em massa), caso em que o nível de partículas medido deve ser corrigido por excesso para o valor médio nominal especificado para o teor de enxofre do combustível (0,15 % em massa), de acordo com a seguinte equação:** ◄

$$PT_{adj} = PT + [SFC \times 0{,}0917 \times (NSLF - FSF)]$$

em que:

PT_{adj} = valor ajustado de PT (g/kWh)

PT = valor medido ponderado das emissões específicas para a emissão de partículas (g/kWh)

SFC = consumo específico ponderado de combustível (g/kWh) calculado de acordo com a fórmula apresentada abaixo

NSLF = média da especificação nominal da fracção em massa do teor de enxofre (isto é, 0,15 %/100)

FSF = fracção em massa do teor de enxofre do combustível (%/100)

Equação para o cálculo do consumo específico ponderado de combustível:

$$SFC = \frac{\sum_{i=1}^{n} G_{fuel,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

em que:

$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$

Para efeito da avaliação da conformidade da produção de acordo com o ponto 5.3.2 do anexo I, os requisitos devem ser satisfeitos utilizando combustível de referência com um teor de enxofre que respeite o nível mínimo/máximo de 0,1/0,2 % em massa.

Nota 10: São admitidos valores mais elevados até 855 kg/m^3, caso em que a densidade do combustível de referência deve ser comunicada. **Para efeito da avaliação da conformidade da produção de acordo com o ponto 5.3.2 do anexo I, os requisitos devem ser satisfeitos utilizando combustível de referência que respeite o nível mínimo/máximo de 835/845 kg/m^3.**

Nota 11: Todas as características e valores-limite do combustível devem ser mantidos em análise à luz das tendências dos mercados.

Nota 12: A substituir pela norma EN/ISO 6245 a partir da data de implementação.

▼M3
▼C1

COMBUSTÍVEL DE REFERÊNCIA PARA AS MÁQUINAS MÓVEIS NÃO RODOVIÁRIAS COM MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO HOMOLOGADOS PARA SATISFAZER OS VALORES–LIMITE DA FASE III-A

Parâmetro	Unidade	Limites (1)		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Índice de cetano (2)		52	54,0	EN-ISO 5165
Densidade a 15 °C	kg/m^3	833	837	EN-ISO 3675
Destilação:				
ponto de 50 %	°C	245	—	EN-ISO 3405
ponto de 95 %	°C	345	350	EN-ISO 3405
ponto de ebulição final	°C	—	370	EN-ISO 3405
Inflamabilidade	°C	55	—	EN 22719
CFPP	°C	—	-5	EN 116
Viscosidade a 40 °C	mm^2/s	2,5	3,5	EN-ISO 3104
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	% m/m	3,0	6,0	IP 391
Teor de enxofre (3)	mg/kg	—	300	ASTM D 5453
Corrosão em cobre		—	classe 1	EN-ISO 2160
Resíduo carbonoso Conradson (10 % no resíduo de destilação (DR))	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370
Teor de cinzas	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245
Teor de água	% m/m	—	0,05	EN-ISO 12937
Número de neutralização (ácido forte)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974
Estabilidade de oxidação (4)	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205

(1) Os valores citados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ISO 4259, «Petroleum products - Determination and application of precision data in relation to methods of test» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2R acima de zero; ao fixar um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4R (R = reprodutibilidade). Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas, o fabricante de combustíveis deve, no entanto, tentar obter um valor nulo quando o valor máximo estipulado for 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.

(2) O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4R. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ISO 4259, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, sendo preferível proceder a tais medições em vez de a uma determinação única.

(3) Deve ser indicado o teor real de enxofre do combustível utilizado para o ensaio.

(4) Embora a estabilidade da oxidação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade

▼C1

COMBUSTÍVEL DE REFERÊNCIA PARA AS MÁQUINAS MÓVEIS NÃO RODOVIÁRIAS COM MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO HOMOLOGADOS PARA SATISFAZER OS VALORES-LIMITE DAS FASES III–B E IV

Parâmetro	Unidade	Limites (1)		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Índice de cetano (2)			54,0	EN-ISO 5165
▼M6 Densidade a 15 °C	Kg/m^3	833	865	EN-ISO 3675
▼C1 Destilação:				
ponto de 50 %	°C	245	-	EN-ISO 3405
ponto de 95 %	°C	345	350	EN-ISO 3405
— ponto de ebulição final	°C	-	370	EN-ISO 3405
Inflamabilidade	°C	55	-	EN 22719
CFPP	°C	-		EN 116
Viscosidade a 40 °C	Mm^2/s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	% m/m	3,0	6,0	IP 391
Teor de enxofre (3)	Mg/kg	-	10	ASTM D 5453
Corrosão em cobre		-	classe 1	EN-ISO 2160
Resíduo carbonoso Conradson [10 % no resíduo de destilação (DR)]	% m/m	-	0,2	EN-ISO 10370
Teor de cinzas	% m/m	-	0,01	EN-ISO 6245
Teor de água	% m/m	-	0,02	EN-ISO 12937
Número de neutralização (ácido forte)	Mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Estabilidade de oxidação (4)	Mg/ml	-	0,025	EN-ISO 12205
Poder lubrificante (diâmetro da marca de desgaste em HFRR a 60 °C)	Mm	-	400	CEC F-06-A-96
FAME	Prohibido			

(1) Os valores citados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ISO 4259, «Petroleum products – Determination and application of precision data in relation to methods of test» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 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.

(2) O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4 R. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ISO 4259, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, sendo preferível proceder a tais medições do que a uma determinação única.

(3) Deve ser indicado o teor real de enxofre do combustível utilizado para o ensaio do tipo I.

(4) Embora a estabilidade da oxigenação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade.

▼M2

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
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.

▼M3
▼C1

ANEXO VI

SISTEMA DE ANÁLISE E DE RECOLHA DE AMOSTRAS

1. SISTEMAS DE RECOLHA DE AMOSTRAS DE GÁS E DE PARTÍCULAS

Figura n.º	Descrição
2	Sistema de análise dos gases de escape brutos
3	Sistema de análise dos gases de escape diluídos
4	Escoamento parcial, escoamento isocinético, regulação pela ventoinha de aspiração e recolha de amostras fraccionada
5	Escoamento parcial, escoamento isocinético, regulação pela ventoinha de pressão e recolha de amostras fraccionada
6	Escoamento parcial, medição do CO_2 ou NO_x recolha de amostras fraccionada
7	Escoamento parcial, medição do CO_2 e balanço do carbono, recolha total de amostras
8	Escoamento parcial, Venturi único e medição da concentração, recolha de amostras fraccionada
9	Escoamento parcial, Venturi duplo ou orifício duplo e medição da concentração, recolha de amostras fraccionada
10	Escoamento parcial, separação por tubos múltiplos e medição da concentração, recolha de amostras fraccionada
11	Escoamento parcial, regulação do escoamento, recolha total de amostras
12	Escoamento parcial, regulação do escoamento, recolha de amostras fraccionada
13	Escoamento total, bomba volumétrica ou Venturi de escoamento crítico, recolha de amostras fraccionada
14	Sistema de recolha de amostras de partículas
15	Sistema de diluição para o sistema de escoamento total

1.1. **Determinação das emissões gasosas**

O ponto 1.1.1 e as figuras 2 e 3 contêm descrições pormenorizadas dos sistemas recomendados de recolha de amostras e de análise. Dado que várias configurações podem produzir resultados equivalentes, não é necessário respeitar rigorosamente estas figuras. Podem ser utilizados componentes adicionais tais como instrumentos, válvulas, solenóides, bombas e comutadores para obter outras informações e coordenar as funções dos sistemas. Outros componentes que não sejam necessários para manter a precisão em alguns sistemas podem ser excluídos se a sua exclusão se basear no bom senso técnico.

1.1.1. *Componentes CO, CO_2, HC, NO_x dos gases de escape*

O sistema de análise para a determinação das emissões gasosas nos gases de escape brutos ou diluídos compreende os seguintes elementos:

— um analisador HFID para a medição dos hidrocarbonetos,

— analisadores NDIR para a medição do monóxido de carbono e do dióxido de carbono,

— um detector HCLD ou equivalente para a medição dos óxidos de azoto.

Para os gases de escape brutos (figura 2), a amostra de todos os componentes pode ser retirada por meio de uma sonda ou de duas sondas de recolha próximas uma da outra e dividida(s) internamente para diferentes analisadores. Deve-se velar por que nenhum componente dos gases de escape (incluindo a água e o ácido sulfúrico) se condense num ponto qualquer do sistema de análise.

▼C1

Para os gases de escape diluídos (figura 3), a amostra dos hidrocarbonetos deve ser retirada com uma sonda de recolha diferente da utilizada para os outros componentes. Deve-se velar por que nenhum componente dos gases de escape (incluindo a água e o ácido sulfúrico) se condense num ponto qualquer do sistema de análise.

Figura 2

Diagrama do sistema de análise dos gases de escape para o CO, NO_x e HC

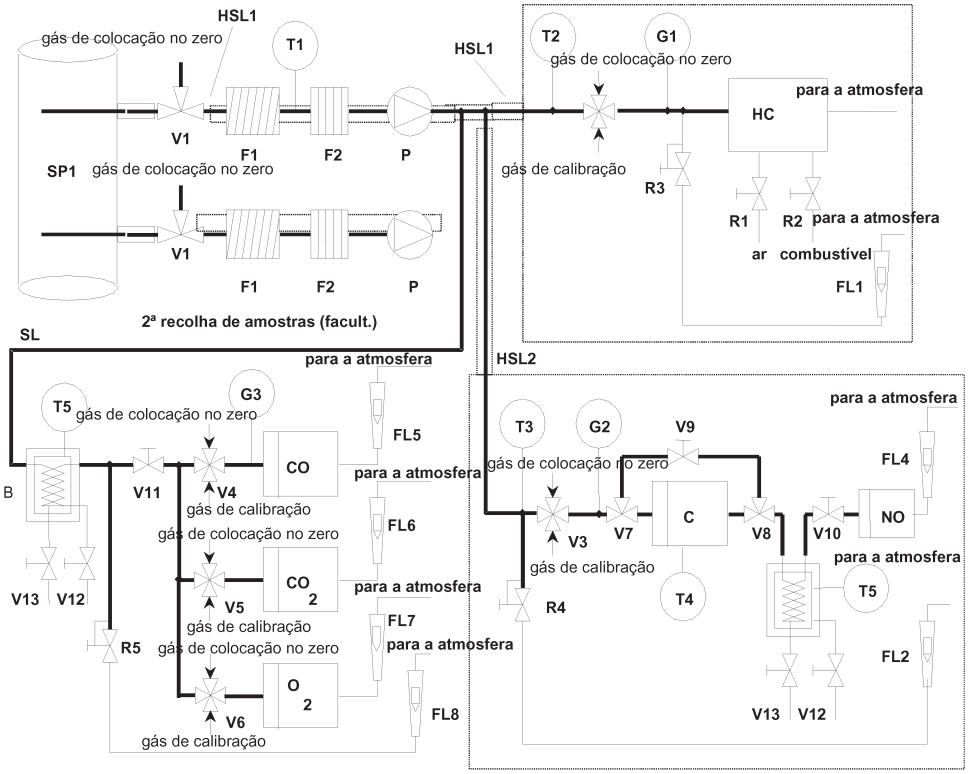
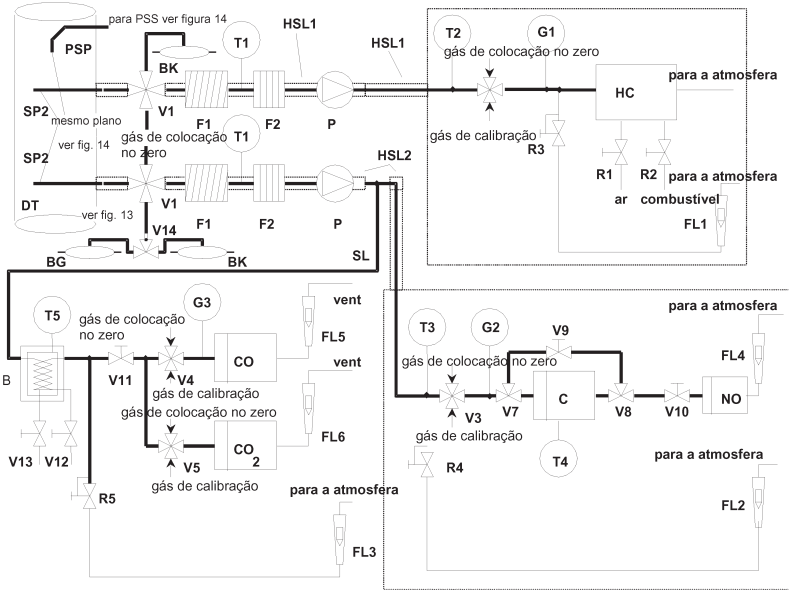


Figura 3

Diagrama do sistema de análise dos gases de escape diluídos para o CO, CO_2, NO_x e HC



▼C1

Descrições — figuras 2 e 3

Nota geral:

Todos os componentes no percurso do gás a ser recolhido devem ser mantidos à temperatura especificada para os sistemas respectivos.

— Sonda SP1 de recolha de gases de escape brutos (figura 2 apenas)

Recomenda–se uma sonda de aço inoxidável rectilínea, fechada na extremidade e contendo vários orifícios. O diâmetro interior não deve ser maior do que o diâmetro interior da conduta de recolha. Deve haver um mínimo de três orifícios em três planos radiais diferentes, dimensionados para recolher aproximadamente o mesmo caudal. A sonda deve abarcar pelo menos 80 % do diâmetro do tubo de escape.

— Sonda SP2 de recolha dos HC nos gases de escape diluídos (figura 3 apenas)

A sonda deve:

— ser constituída pela primeira secção de 254 mm a 762 mm da conduta de recolha de hidrocarbonetos (HSL3),

— ter um diâmetro interior mínimo de 5 mm,

— ser instalada no túnel de diluição DT (ponto 1.2.1.2) num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados (isto é, aproximadamente a uma distância de 10 vezes o diâmetro do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram no túnel de diluição),

— estar suficientemente afastada (radialmente) de outras sondas e da parede do túnel de modo a não sofrer a influência de quaisquer ondas ou turbilhões,

— ser aquecida de modo a aumentar a temperatura da corrente de gás até 463 K (190 °C) ± 10 K à saída da sonda.

— Sonda SP3 de recolha de CO, CO_2 e NO_x nos gases de escape diluídos (figura 3 apenas)

A sonda deve:

— estar no mesmo plano que a sonda SP2,

— estar suficientemente afastada (radialmente) de outras sondas e da parede do túnel de modo a não sofrer a influência de quaisquer ondas ou turbilhões,

— ser aquecida e isolada ao longo de todo o seu comprimento até uma temperatura mínima de 328 K (55 °C) para evitar a condensação da água.

— Conduta de recolha de amostras aquecida HSL1

A conduta de recolha de amostras serve de passagem aos gases recolhidos desde a sonda única até ao(s) ponto(s) de separação e ao analisador de HC.

A conduta deve:

— ter um diâmetro interno mínimo de 5 mm e máximo de 13,5 mm,

— ser de aço inoxidável ou de PTFE,

— manter uma temperatura de paredes de 463 K (190 °C) ± 10 K, medida em cada uma das secções aquecidas controladas separadamente, se a temperatura dos gases de escape na sonda de recolha for igual ou inferior a 463 K (190 °C),

▼C1

— manter uma temperatura de paredes superior a 453 K (180 °C) se a temperatura dos gases de escape na sonda de recolha for superior a 463 K (190 °C),

— manter a temperatura dos gases a 463 K (190 °C) ± 10 K imediatamente antes do filtro aquecido (F2) e do HFID.

— Conduta aquecida de recolha de NO_x HSL2

A conduta deve:

— manter uma temperatura de paredes compreendida entre 328 K e 473 K (55 e 200 °C) até ao conversor se se utilizar um banho de arrefecimento, e até ao analisador no caso contrário,

— ser de aço inoxidável ou PTFE.

Dado que a conduta de recolha apenas precisa de ser aquecida para impedir a condensação da água e do ácido sulfúrico, a sua temperatura dependerá do teor de enxofre do combustível.

— Conduta de recolha SL para o CO (CO_2)

A conduta pode ser de aço inoxidável ou PTFE. Pode ser aquecida ou não.

— Saco dos elementos de fundo BK (facultativo; figura 3 apenas)

Este saco serve para a medição das concentrações de fundo.

— Saco de recolha BG (facultativo; figura 3, CO e CO_2 apenas)

Este saco serve para a medição das concentrações das amostras.

— Pré-filtro aquecido F1 (facultativo)

A temperatura deve ser a mesma que a da conduta HSL1.

— Filtro aquecido F2

O filtro deve extrair quaisquer partículas sólidas da amostra de gases antes do analisador. A temperatura deve ser a mesma que a da conduta HSL1. O filtro deve ser mudado quando necessário.

— Bomba de recolha de amostras aquecida P

A bomba deve ser aquecida até à temperatura da conduta HSL1.

— HC

Detector aquecido de ionização por chama (HFID) para a determinação dos hidrocarbonetos. A temperatura deve ser mantida entre 453 K e 473 K (180 °C e 200 °C).

— CO, CO_2

Analisadores NDIR para a determinação do monóxido de carbono e do dióxido de carbono.

— NO_2

Analisador (H)CLD para a determinação dos óxidos de azoto. Se for utilizado um HCLD, este deve ser mantido a uma temperatura compreendida entre 328 K e 473 K (55 °C e 200 °C).

— Conversor C

Utiliza-se um conversor para a redução catalítica de NO_2 em NO antes da análise no CLD ou HCLD.

— Banho de arrefecimento B

Para arrefecer e condensar a água contida na amostra de gases de escape. O banho deve ser mantido a uma temperatura compreendida entre 273 K e 277 K (0 °C e 4 °C) utilizando gelo ou refrigeração. O banho é facultativo se o analisador não sofrer interferências do vapor de água de acordo com os pontos 1.9.1 e 1.9.2 do apêndice 2 do anexo III.

▼C1

Não são admitidos exsicantes químicos para a remoção da água da amostra.

— Sensores de temperatura T1, T2, T3

Para monitorizar a temperatura da corrente de gás.

— Sensor de temperatura T4

Temperatura do conversor NO_2-NO

— Sensor de temperatura T5

Para monitorizar a temperatura do banho de arrefecimento.

— Manómetros G1, G2, G3

Para medir a pressão nas condutas de recolha de amostras.

— Reguladores de pressão R1, R2

Para regular a pressão do ar e do combustível, respectivamente, que chegam ao HFID.

— Reguladores de pressão R3, R4, R5

Para regular a pressão nas condutas de recolha de amostras e o escoamento para os analisadores.

— Debitómetros FL1, FL2, FL3

Para monitorizar o escoamento de derivação das amostras.

— Debitómetros FL4 a FL7 (facultativos)

Para monitorizar o escoamento através dos analisadores.

— Válvulas selectoras V1 a V6

Para seleccionar o gás a enviar para o analisador (amostra, gás de calibração ou gás de colocação no zero).

— Válvulas solenóides V7, V8

Para contornar o conversor NO_2-NO.

— Válvula de agulha V9

Para equilibrar o escoamento através do conversor NO_2-NO e da derivação.

— Válvulas de agulha V10, V11

Para regular o escoamento para os analisadores.

— Válvula de purga V12, V13

Para drenar o condensado do banho B.

— Válvula selectora V14

Para seleccionar o saco de amostras ou o saco dos elementos de fundo.

1.2. **Determinação das partículas**

Os pontos 1.2.1 e 1.2.2 e as figuras 4 a 15 contêm descrições pormenorizadas dos sistemas recomendados de diluição e de recolha de amostras. Dado que várias configurações podem produzir resultados equivalentes, não é necessário respeitar rigorosamente essas figuras. Podem ser utilizados componentes adicionais tais como instrumentos, válvulas, solenóides, bombas e comutadores para obter outras informações e coordenar as funções dos sistemas. Outros componentes que não sejam necessários para manter a precisão em alguns sistemas podem ser excluídos se a sua exclusão se basear no bom senso técnico.

▼C1

1.2.1. *Sistema de diluição*

1.2.1.1. Sistema de diluição do escoamento parcial (figuras 4 a 12) ([1])

O sistema de diluição apresentado baseia-se na diluição de uma parte da corrente de gases de escape. A separação dessa corrente e o processo de diluição que se lhe segue podem ser efectuados por meio de diferentes tipos de sistemas de diluição. Para a subsequente recolha das partículas, pode-se passar para os sistemas de recolha de amostras de partículas (ponto 1.2.2, figura 14) a totalidade dos gases de escape diluídos ou apenas uma porção destes. O primeiro método é referido como sendo do tipo de recolha de amostras total, e o segundo, como sendo do tipo de recolha de amostras fraccionado.

O cálculo da razão de diluição depende do tipo de sistema utilizado.

Recomendam-se os seguintes tipos:

— Sistemas isocinéticos (figuras 4 e 5)

Nestes sistemas, o escoamento para o tubo de transferência deve ter as mesmas características que o escoamento total dos gases de escape em termos de velocidade e/ou pressão dos gases, exigindo assim um escoamento regular e uniforme dos gases de escape ao nível da sonda de recolha. Consegue-se este resultado utilizando um ressonador e um tubo de chegada rectilíneo a montante do ponto de recolha. A razão de separação é então calculada a partir de valores facilmente mensuráveis, como os diâmetros de tubos. É de notar que o método isocinético é apenas utilizado para igualizar as condições de escoamento e não para efeitos de igualização da distribuição da granulometria. Em geral, esta última não é necessária dado que as partículas são suficientemente pequenas para seguir as linhas de corrente do fluido.

— Sistemas com regulação dos escoamentos e medição das concentrações (figuras 6 a 10)

Com estes sistemas, retira-se uma amostra da corrente total dos gases de escape ajustando o escoamento do ar de diluição e o escoamento total dos gases diluídos. A razão de diluição é determinada a partir das concentrações dos gases marcadores, tais como CO_2 ou o NO_x, que estão naturalmente presentes nos gases de escape dos motores. Medem-se as concentrações nos gases de escape diluídos e no ar de diluição, podendo a concentração nos gases de escape brutos ser medida directamente ou ser determinada a partir do escoamento do combustível e da equação do balanço do carbono, se a composição do combustível for conhecida. Os sistemas podem ser regulados com base na razão de diluição calculada (figuras 6 e 7) ou com base no escoamento que entra no tubo de transferência (figuras 8, 9 e 10).

— Sistemas com regulação dos escoamentos e medição do caudal (figuras 11 e 12)

Com estes sistemas, retira-se uma amostra da corrente total dos gases de escape ajustando o escoamento do ar de diluição e o escoamento total dos gases de escape diluídos. A razão de diluição é determinada pela diferença entre os dois caudais. Este método exige uma calibração precisa dos debitómetros entre si, dado que a grandeza relativa dos dois caudais pode levar a erros significativos com razões de diluição mais elevadas ($\geq$ 9). A regulação dos caudais efectua-se muito facilmente mantendo o caudal de gases de escape diluídos constante e variando o caudal do ar de diluição, se necessário.

([1]) As figuras 4 a 12 mostram vários tipos de sistemas de fluxos de diluição parcial que podem ser normalmente utilizados para o NRSC. No entanto e devido a várias graves limitações dos testes transientes, apenas esses sistemas (figuras 4 a 12), aptos a preencherem todos os requisitos do ponto 2.4. do apêndice I do anexo III, são aceites para o teste transiente (NRTC).

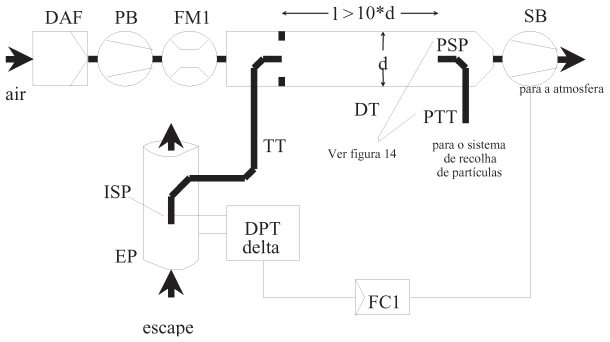
▼C1

Para poder tirar partido das vantagens dos sistemas de diluição do escoamento parcial, é necessário evitar os potenciais problemas de perdas de partículas no tubo de transferência, assegurar a recolha de uma amostra representativa dos gases de escape do motor e determinar a razão de separação.

Os sistemas descritos têm em conta esses factores essenciais.

Figura 4

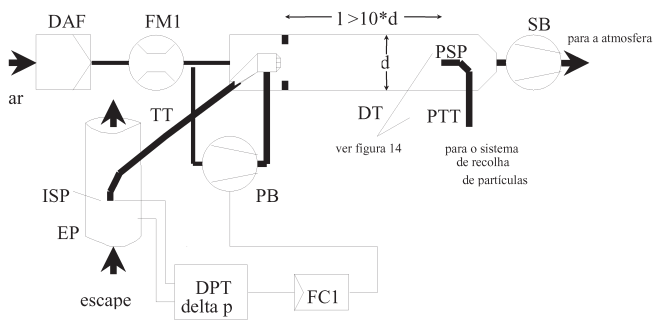
Sistema de diluição do escoamento parcial com sonda isocinética e recolha de amostras fraccionada (regulação pela SB)



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através do tubo de transferência TT pela sonda de recolha de amostras isocinética ISP. Mede-se a diferença de pressão dos gases de escape entre o tubo de escape e a entrada da sonda, utilizando o transdutor de pressão DPT. O sinal resultante é transmitido ao regulador de caudal FC1, que comanda a ventoinha de aspiração SB para manter uma diferença de pressão nula na ponta da sonda. Nestas condições, as velocidades dos gases de escape em EP e ISP são idênticas, e o escoamento através de ISP e TT é uma fracção constante do escoamento de gases de escape. A razão de separação é determinada pelas áreas das secções de EP e ISP. O caudal do ar de diluição é medido com o dispositivo FM1. A razão de diluição é calculada a partir do caudal do ar de diluição e da razão de separação.

Figura 5

Sistema de diluição parcial do escoamento com sonda isocinética e recolha de amostras fraccionada (regulação pela PB)

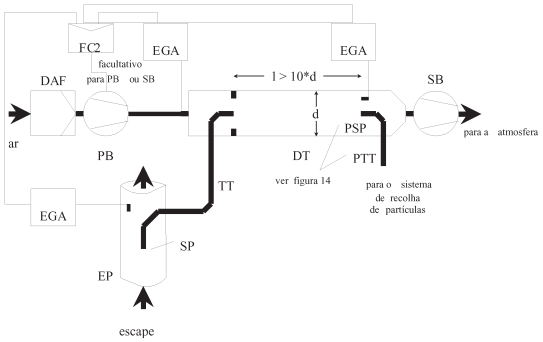


▼C1

Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através do tubo de transferência TT pela sonda de recolha de amostras isocinética ISP. Mede-se a diferença de pressão dos gases de escape entre o tubo de escape e a entrada da sonda, utilizando o transdutor de pressão DPT. O sinal resultante é transmitido ao regulador de caudal FC1, que comanda a ventoinha de pressão PB para manter uma diferença de pressão nula na ponta da sonda. Isto consegue-se retirando uma pequena fracção do ar de diluição cujo caudal já foi medido com o debitómetro FM1, e fazendo-o chegar a TT através de um orifício pneumático. Nestas condições, as velocidades dos gases de escape em EP e ISP são idênticas, e o escoamento através de ISP e TT é uma fracção constante do escoamento de gases de escape. A razão de separação é determinada pelas áreas das secções de EP e ISP. O ar de diluição é aspirado através de DT pela ventoinha de aspiração SB, e o seu caudal é medido com FM1 à entrada em DT. A razão de diluição é calculada a partir do caudal do ar de diluição e da razão de separação.

Figura 6

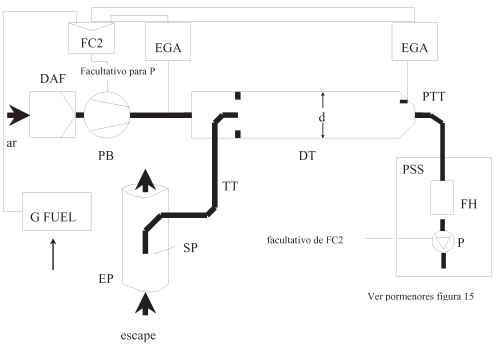
Sistema de diluição parcial do fluxo com medição das concentrações do CO_2 ou NO_x e recolha de amostras fraccionada



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. Medem-se as concentrações de um gás marcador (CO_2 ou NO_x) nos gases de escape brutos e diluídos bem como no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Estes sinais são transmitidos ao regulador de escoamento FC2 que regula quer a ventoinha de pressão PB quer a ventoinha de aspiração SB, para manter a separação e a razão de diluição dos gases de escape desejadas em DT. A razão de diluição calcula-se a partir das concentrações dos gases marcadores nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição.

Figura 7

Sistema de diluição parcial do fluxo com medição das concentrações do CO_2, balanço do carbono e recolha de amostras total

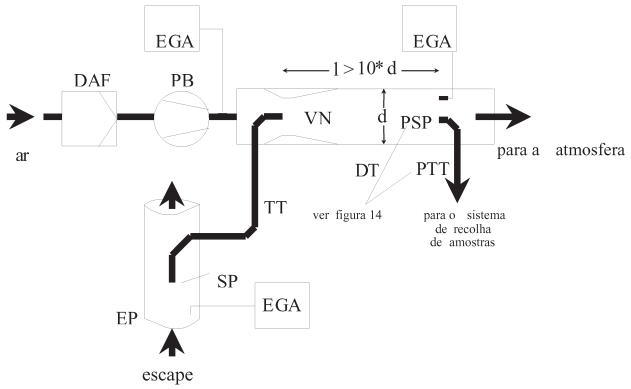


▼C1

Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. Medem-se as concentrações de CO_2 nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Os sinais referentes à concentração de CO_2 e do caudal de combustível G_{FUEL} são transmitidos quer ao regulador de caudal FC2 quer ao regulador de caudal FC3 do sistema de recolha de amostras de partículas (figura 14). FC2 comanda a ventoinha de pressão PB, enquanto FC3 comanda o sistema de recolha de amostras de partículas (figura 14), ajustando assim os escoamentos que entram e saem do sistema de modo a manter a razão de separação e a razão de diluição dos gases de escape desejadas em DT. A razão de diluição calcula-se a partir das concentrações do CO_2 e de G_{FUEL} utilizando a hipótese do balanço do carbono.

Figura 8

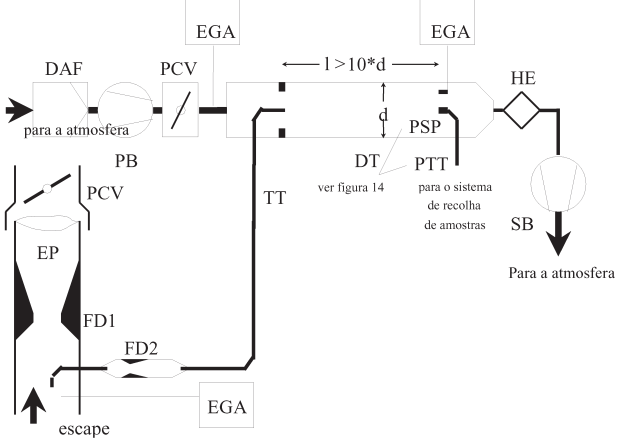
Sistema de diluição parcial do fluxo com Venturi simples, medição das concentrações e recolha de amostras fraccionada



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT devido à pressão negativa criada pelo Venturi VN em DT. O caudal dos gases através de TT depende da troca de quantidades de movimento na zona do Venturi, sendo portanto afectada pela temperatura absoluta dos gases à saída de TT. Consequentemente, a separação dos gases de escape para um dado caudal no túnel não é constante, e a razão de diluição a pequena carga é ligeiramente mais baixa que a carga elevada. Medem-se as concentrações do gás marcador (CO_2 ou NO_x) nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA, sendo a razão de diluição calculada a partir dos valores assim obtidos.

Figura 9

Sistema de diluição parcial do escoamento parcial com Venturi duplo ou orifício duplo, medição das concentrações e recolha de amostras fraccionada

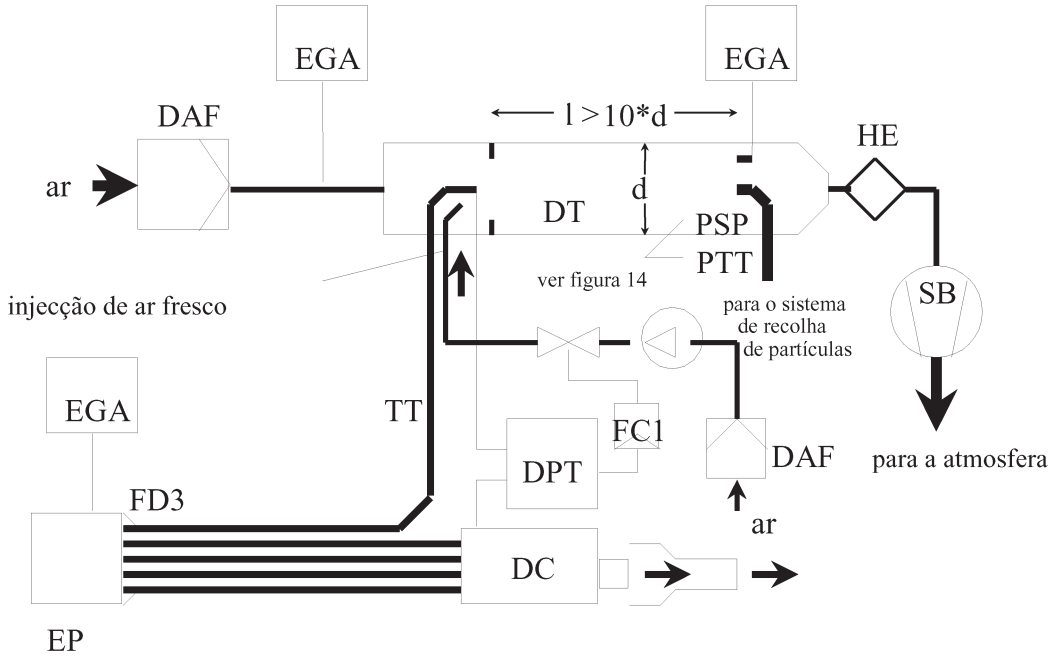


▼C1

Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT por um separador de escoamentos com um conjunto de orifícios ou Venturis. O primeiro (FD1) está localizado em EP, o segundo (FD2), em TT. Além disso, são necessárias duas válvulas da regulação da pressão (PCV1 e PCV2) para manter uma separação constante dos gases de escape através da regulação da contrapressão em EP e da pressão em DT. PCV1 está localizada a jusante de SP em EP e PCV2 entre a ventoinha de pressão PB e DT. Medem-se as concentrações do gás marcador (CO_2 ou NO_x) nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Estas concentrações são necessárias para verificar a separação dos gases de escape e podem ser utilizadas para regular PCV1 e PCV2 para se obter uma regulação precisa da separação. A razão de diluição é calculada a partir das concentrações dos gases marcadores.

Figura 10

Sistema de diluição do escoamento parcial com separação por tubos múltiplos, medição das concentrações e recolha de amostras fraccionada

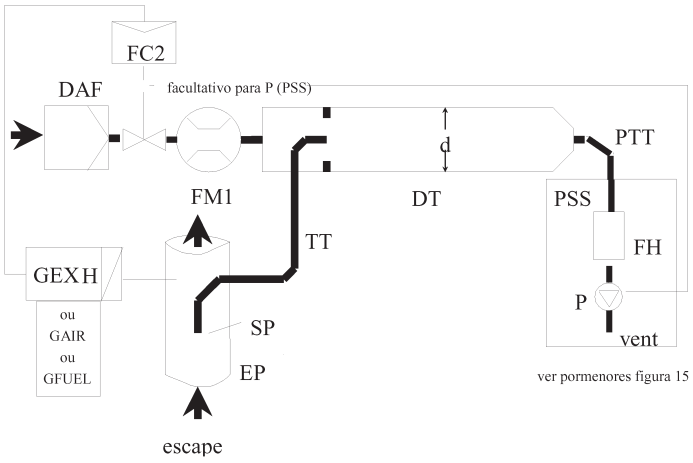


Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através do tubo de transferência TT pelo separador de escoamentos FD3, que é constituído por uma série de tubos com as mesmas dimensões (diâmetros, comprimentos e raios de curvatura idênticos) instalados em EP. Os gases de escape através de um destes tubos são levados para DT e os gases de escape através do resto dos tubos são conduzidos através da câmara de amortecimento DC. A separação dos gases de escape é assim determinada pelo número total de tubos. Uma regulação constante da separação exige uma diferença de pressão nula entre DC e a saída de TT, que é medida com o transdutor de pressão diferencial DPT. Obtém-se uma diferença de pressão nula injectando ar fresco para dentro do DT na saída do TT. Medem-se as concentrações do gás marcador (CO_2 ou NO_x) nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Estas concentrações são necessárias para verificar a separação dos gases de escape e podem ser utilizadas para regular o caudal de ar de injecção para se obter uma regulação precisa da separação. A razão de diluição é calculada a partir das concentrações dos gases marcadores.

▼C1

Figura 11

Sistema de diluição parcial do fluxo com regulação do escoamento e recolha de amostras total

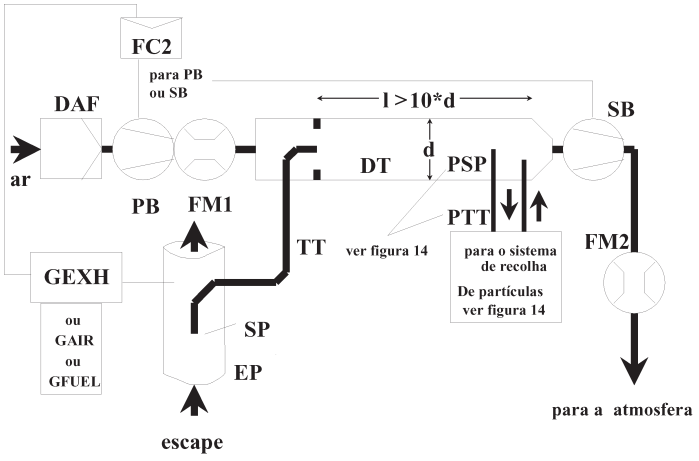


Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. O caudal total através do túnel é ajustado com o regulador de caudais FC3 e a bomba de recolha de amostras P do sistema de recolha de amostras de partículas (figura 16).

O caudal de ar de diluição é regulado pelo regulador de caudal FC2, que pode utilizar GEXH, GAIR, ou GFUEL como sinais de comando, para se obter a separação dos gases de escape desejada. O caudal da amostra que chega a DT é a diferença entre o caudal total e o caudal do ar de diluição. O caudal do ar de diluição é medido com o debitómetro FM1 e o caudal total com o debitómetro FM3 do sistema de recolha de amostras de partículas (figura 14). A razão de diluição é calculada a partir desses dois caudais.

Figura 12

Sistema de diluição parcial do fluxo com regulação do escoamento e recolha de amostras fraccionada



▼C1

Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. A separação dos gases de escape e o caudal que chega a DT é regulado pelo regulador de caudal FC2 que ajusta os caudais (ou velocidades), da ventoinha de pressão PB e da ventoinha de aspiração SB, operação possível dado que a amostra retirada com o sistema de recolha de partículas é reenviada para DT. This is possible since the sample taken with the particulate sampling system is returned into DT. GEXH, GAIR, ou GFUEL podem ser utilizados como sinais de comando para FC2. O caudal do ar de diluição é medido com o debitómetro FM1 e o caudal total com o debitómetro FM2. A razão de diluição é calculada a partir desses dois caudais.

Descrição — figuras 4 a 12

— Tubo de escape EP

O tubo de escape pode ser isolado. Para reduzir a inércia térmica do tubo de escape, recomenda-se uma relação espessura/diâmetro igual ou inferior a 0,015. A utilização de secções flexíveis deve ser limitada a uma relação comprimento/diâmetro igual ou inferior a 12. As curvas devem ser reduzidas ao mínimo para limitar a deposição por inércia. Se o sistema incluir um silencioso de ensaio, este deve também ser isolado.

No caso dos sistemas isocinéticos, o tubo de escape não deve ter cotovelos, curvas nem variações súbitas de diâmetro ao longo de pelo menos seis diâmetros do tubo a montante e três a jusante da ponta da sonda. A velocidade do gás na zona de recolha de amostras deve ser superior a 10 m/s, excepto no modo de marcha lenta sem carga. As variações de pressão dos gases de escape não devem exceder em média ± 500 Pa. Quaisquer medidas no sentido de reduzir as variações de pressão que vão além da utilização de um sistema de escape do tipo quadro (incluindo o silencioso e dispositivo de pós-tratamento) não devem alterar o comportamento funcional do motor nem provocar a deposição de partículas.

No caso dos sistemas sem sondas isocinéticas, recomenda-se a utilização de um tubo rectilíneo com um comprimento igual a seis diâmetros do tubo a montante e a três a jusante da ponta da sonda.

— Sonda de recolha de amostras SP (figuras 6 a 12)

A relação de diâmetros mínima entre o tubo de escape e a sonda deve ser de quatro. A sonda deve ser um tubo aberto virado para montante e situado na linha de eixo do tubo de escape, ou uma sonda com orifícios múltiplos descrita em SP1 no ponto 1.1.1.

— Sonda isocinética de recolha de amostras ISP (figuras 4 e 5)

A sonda isocinética de recolha de amostras deve ser instalada virada para montante na linha de eixo do tubo de escape, na zona onde são satisfeitas as condições de escoamento na secção EP, e deve ser concebida para fornecer uma amostra proporcional dos gases de escape brutos. O diâmetro interior mínimo deve ser de 12 mm.

▼C1

É necessário prever um sistema de regulação para a separação isocinética dos gases de escape através da manutenção de uma diferença de pressão nula entre EP e ISP. Nestas condições, as velocidades dos gases de escape em EP e ISP são idênticas e o caudal mássico através de ISP é uma fracção constante do caudal total dos gases de escape. A ISP tem de ser ligada a um transdutor de pressão diferencial. Para obter uma diferença de pressão nula entre EP e ISP utiliza-se um regulador de velocidade da ventoinha ou um regulador de caudal.

— Separadores de fluxo FD1, FD2 (figura 9)

Coloca-se um conjunto de Venturis ou de orifícios no tubo de escape EP e no tubo de transferência TT, respectivamente, para se obter uma amostra proporcional dos gases de escape brutos. Utiliza-se um sistema de regulação da pressão com duas válvulas de regulação PCV1 e PCV2 para obter uma separação proporcional, através da regulação das pressões em EP e DT.

— Separador de fluxo FD3 (figura 10)

Instala-se um conjunto de tubos (unidade de tubos múltiplos) no tubo de escape EP para se obter uma amostra proporcional dos gases de escape brutos. Um dos tubos leva os gases de escape ao túnel de diluição DT, enquanto que os outros tubos levam os gases de escape para uma câmara de amortecimento DC. Os tubos devem ter as mesmas dimensões (mesmos diâmetros, comprimentos e raios de curvatura), pelo que a separação dos gases de escape dependerá do número total de tubos. É necessário um sistema de regulação para se obter uma separação proporcional através da manutenção de uma diferença de pressão nula entre a saída da unidade de tubos múltiplos para DC e a saída de TT. Nestas condições, as velocidades dos gases de escape em EP e FD3 são proporcionais, e o caudal em TT é uma fracção constante do caudal dos gases de escape. A diferença de pressão nula obtém-se por meio do regulador de caudal FC1.

— Analisador de gases de escape EGA (figuras 6 a 10)

Podem-se utilizar analisadores de CO2 ou NOx (unicamente com o método do balanço do carbono para o analisador de CO2). Os analisadores devem ser calibrados como os utilizados para a medição das emissões gasosas. Podem-se utilizar um ou vários analisadores para determinar as diferenças de concentração.

A precisão dos sistemas de medida deve ser tal que a precisão de GEDFW, i ou VEDFW, i esteja dentro de uma margem de ± 4 %.

— Tubo de transferência TT (figuras 4 a 12)

O tubo de transferência das amostras de partículas deve:

— ser tão curto quanto possível, mas o seu comprimento não deve exceder 5 m,

— ter um diâmetro igual ou superior ao da sonda, mas não superior a 25 mm,

— ter um ponto de saída na linha de eixo do túnel de diluição e virado para jusante.

Se o tubo tiver um comprimento igual ou inferior a 1 metro, deve ser isolado com material de condutividade térmica máxima de 0,05 W/(m.K), devendo a espessura radial do isolamento corresponder ao diâmetro da sonda. Se o tubo tiver um comprimento superior a 1 m, deve ser isolado e aquecido de modo a obter-se uma temperatura mínima da parede de 523 K (250 °C).

Em alternativa, as temperaturas exigidas para a parede do tubo de transferência podem ser determinadas através de cálculos clássicos de transferência de calor.

▼C1

— Transdutor de pressão diferencial DPT (figuras 4, 5 e 10)

O transdutor de pressão diferencial deve ter uma gama de funcionamento máxima de ± 500 Pa.

— Regulador de caudal FC1 (figuras 4, 5 e 10)

No caso dos sistemas isocinéticos (figuras 4 e 5), é necessário um regulador de caudal para manter uma diferença de pressão nula entre EP e ISP. O ajustamento pode ser feito:

a) Regulando a velocidade ou o caudal da ventoinha de aspiração (SB) e mantendo a velocidade da ventoinha de pressão (PB) constante durante cada modo (figura 4); ou:

b) Ajustando a ventoinha de aspiração (SB) de modo a obter um caudal mássico constante dos gases de escape diluídos e regulando o caudal da ventoinha de pressão (PB) e, portanto, o caudal da amostra de gases de escape na extremidade do tubo de transferência (TT) (figura 5).

No caso de um sistema com regulação da pressão, o erro remanescente no circuito de regulação não deve exceder ± 3 Pa.

No caso dos sistemas de tubos múltiplos (figura 10) é necessário um regulador de caudal para obter uma separação proporcional dos gases de escape e manter uma diferença de pressão nula entre a saída da unidade de tubos múltiplos e a saída de TT. O ajustamento pode ser efectuado regulando o caudal do ar de injecção à entrada de DT e à saída de TT.

— Válvulas de regulação de pressão PCV1 e PCV2 (figura 9)

São necessárias duas válvulas de regulação da pressão para o sistema de Venturi duplo/orifício duplo para se obter uma separação proporcional do fluxo por regulação da contrapressão em EP e da pressão em DT. As válvulas devem estar localizadas a jusante de SP em EP e entre PB e DT.

— Câmara de amortecimento DC (figura 10)

Deve-se instalar uma câmara de amortecimento à saída da unidade de tubos múltiplos para minimizar as variações de pressão no tubo de escape EP.

— Venturi VN (figura 8)

Instala-se um Venturi no túnel de diluição DT para criar uma pressão negativa na zona da saída do tubo de transferência TT. O caudal dos gases através de TT é determinado pela troca de quantidades de movimento na zona do Venturi, e é basicamente proporcional ao caudal da ventoinha de pressão PB, dando assim uma razão de diluição constante. Dado que a troca de quantidades de movimento é afectada pela temperatura à saída de TT e pela diferença de pressão entre EP e DT, a razão de diluição real é ligeiramente mais baixa a carga reduzida que a carga elevada.

— Regulador de caudal FC2 (figuras 6, 7, 11 e 12; facultativo)

Pode ser utilizado um regulador de caudal para regular o caudal da ventoinha de pressão PB e/ou da ventoinha de aspiração SB. Pode ser ligado ao sinal do caudal de gases de escape ou do caudal de combustível e/ou ao sinal diferencial do CO2 ou NOx.

Quando se utiliza um sistema de ar comprimido (figura 11), o FC2 regula directamente o caudal de ar.

▼C1

— Debitómetro FM1 (figuras 6, 7, 11 e 12)

Contador de gás ou outro aparelho adequado para medir o caudal do ar de diluição. FM1 é facultativo se PB for calibrada para medir o caudal.

— Debitómetro FM2 (figura 12)

Contador de gás ou outro aparelho adequado para medir o caudal dos gases de escape diluídos. FM2 é facultativo se a ventoinha de aspiração SB for calibrada para medir o caudal.

— Ventoinha de pressão PB (figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 12)

Para regular o caudal de ar de diluição, PB pode ser ligada aos reguladores de caudal FC1 ou FC2. PB não é necessária quando se utilizar uma válvula de borboleta. PB pode ser utilizada para medir o caudal de ar de diluição, se calibrada.

— Ventoinha de aspiração SB (figuras 4, 5, 6, 9, 10 e 12)

Utiliza-se apenas com sistemas de recolha de amostras fraccionada. SB pode ser utilizada para medir o caudal dos gases de escape diluídos, se calibrada.

— Filtro do ar de diluição DAF (figuras 4 a 12)

Recomenda-se que o ar de diluição seja filtrado e sujeito a uma depuração com carvão para eliminar os hidrocarbonetos de fundo. O ar de diluição deve ter uma temperatura de 298 K (25 °C) ± 5 K.

A pedido dos fabricantes, devem ser escolhidas amostras do ar de diluição de acordo com as boas práticas de engenharia, para determinar os níveis das partículas de fundo, que podem então ser subtraídos dos valores medidos nos gases de escape diluídos.

— Sonda de recolha de amostras de partículas PSP (figuras 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 12)

A sonda é o primeiro elemento do tubo de transferência de partículas PTT, e:

— deve ser instalada virada para montante num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados, isto é, na linha de eixo do túnel de diluição DT dos sistemas de diluição, a uma distância de cerca de 10 diâmetros do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram no túnel de diluição,

— deve ter um diâmetro interior mínimo de 12 mm,

— O túnel de diluição pode ser aquecido até se obter uma temperatura da parede não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode(m) ser isolado(s).

— Túnel de diluição DT (figuras 4 a 12)

O túnel de diluição:

— ter um comprimento suficiente para assegurar uma mistura completa dos gases de escape e do ar de diluição em condições de escoamento turbulento,

— ser fabricado de aço inoxidável com:

— uma relação espessura/diâmetro igual ou inferior a 0,025 para os túneis de diluição de diâmetro interno superior a 75 mm,

▼C1

— uma espessura nominal da parede não inferior a 1,5 mm para os túneis de diluição de diâmetro interno igual ou inferior a 75 mm,

— ter pelo menos 75 mm de diâmetro se for do tipo adequado para recolha fraccionada,

— ter como diâmetro mínimo recomendado 25 mm se for do tipo adequado para recolha total.

— O túnel de diluição pode ser aquecido até se obter uma temperatura da parede não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode(m) ser isolado(s).

Os gases de escape do motor devem ser completamente misturados com o ar de diluição. Para os sistemas de recolha fraccionada, a qualidade da mistura deve ser verificada após a entrada em serviço por meio de uma curva da concentração de CO_2 no túnel com o motor em marcha (pelo menos em quatro pontos de medida igualmente espaçados). Se necessário, pode-se utilizar um orifício de mistura.

Nota: Se a temperatura ambiente na vizinhança do túnel de diluição (DT) for inferior a 293 K (20 °C), devem-se tomar precauções para evitar perdas de partículas nas paredes frias do túnel de diluição. Assim sendo, recomenda-se aquecer e/ou isolar o túnel dentro dos limites indicados acima.

A cargas elevadas do motor, o túnel pode ser arrefecido por meios não agressivos tais como um ventilador de circulação, desde que a temperatura do fluido de arrefecimento não seja inferior a 293 K (20 °C).

— Permutador de calor HE (figuras 9 e 10)

O permutador de calor deve ter uma capacidade suficiente para manter a temperatura à entrada da ventoinha de aspiração SB a ± 11 K da temperatura média observada durante o ensaio.

1.2.1.2. Sistema de diluição total do fluxo (figura 13)

O sistema de diluição descrito baseia-se na diluição da totalidade do fluxo de gases de escape, utilizando o conceito da recolha de amostras a volume constante (CVS). Há que medir o volume total da mistura dos gases de escape e do ar de diluição. Pode ser utilizado um sistema PDP ou CFV.

Para a recolha subsequente das partículas, faz-se passar uma amostra dos gases de escape diluídos para o sistema da recolha de amostras de partículas (ponto 1.2.2, figuras 14 e 15). Se a operação for feita directamente, denomina-se diluição simples. Se a amostra for diluída uma vez mais no túnel de diluição secundário, denomina-se «diluição dupla». A segunda operação é útil se a temperatura exigida à superfície do filtro não puder ser obtida com uma diluição simples. Apesar de constituir em parte um sistema de diluição, o sistema de diluição dupla pode ser considerado como uma variante de um sistema de recolha de partículas tal como descrito no ponto 1.2.2, (figura 15), dado que compartilha a maioria das peças com um sistema de recolha de partículas tipo.

As emissões gasosas podem também ser determinadas no túnel de diluição de um sistema de diluição total do fluxo. Assim sendo, as sondas de recolha dos componentes gasosos estão indicadas na figura 13 mas não aparecem na lista descritiva. As condições a satisfazer são descritas no ponto 1.1.1.

▼C1

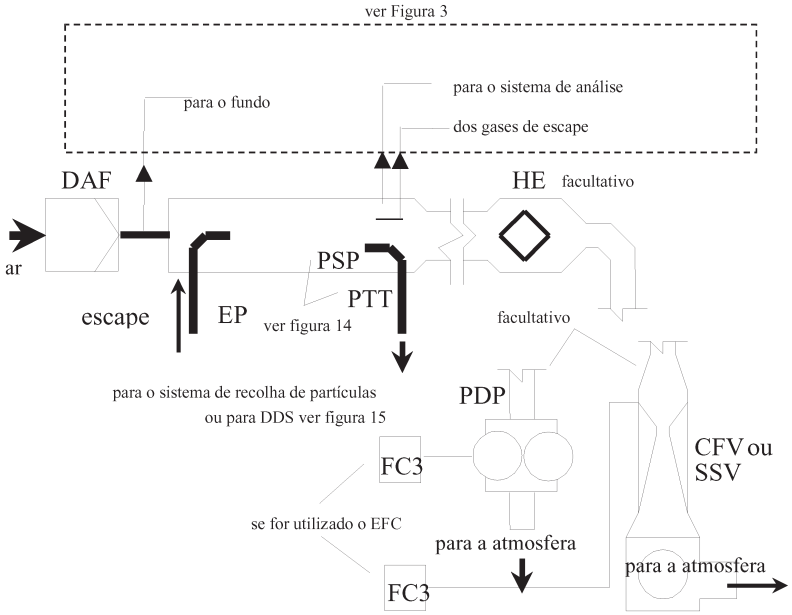
Descrições (figura 13)

— Tubo de escape EP

O comprimento do tubo de escape desde a saída do colector de escape do motor, a saída do turbocompressor ou o dispositivo de pós-tratamento até ao túnel de diluição não deve ser superior a 10 m. Se o comprimento for superior a 4 m, toda a tubagem para além dos 4 m deve ser isolada, excepto a parte necessária para a montagem em linha de um aparelho para medir os fumos, se necessário. A condutividade térmica do material de isolamento deve ter um valor não superior a 0,1 W/(m 7 K) medida a 673 K (400 °C). Para reduzir a inércia térmica do tubo de escape, recomenda-se uma relação espessura/diâmetro igual ou inferior a 0,015. A utilização de secções flexíveis deve ser limitada a uma relação comprimento/diâmetro igual ou inferior a 12.

Figura 13

Sistema de diluição total do fluxo



A quantidade total dos gases de escape brutos é misturada com ar de diluição no túnel de diluição DT. O caudal dos gases de escape diluídos é medido quer com uma bomba volumétrica PDP quer com um Venturi de escoamento crítico CFV. Pode ser utilizado um permutador de calor HE ou um dispositivo de compensação de caudais EFC para a recolha proporcional de partículas e para a determinação do caudal. Dado que a determinação da massa das partículas se baseia no fluxo total dos gases de escape diluídos, não é necessário calcular a razão de diluição.

— Bomba volumétrica PDP

A PDP mede o fluxo total dos gases de escape diluídos a partir do número de rotações da bomba e do seu curso. A contrapressão do sistema de escape não deve ser artificialmente reduzida pela PDP ou pelo sistema de admissão de ar de diluição. A contrapressão estática do escape medida com o sistema CVS a funcionar deve manter-se a ± 1,5 kPa da pressão estática medida sem ligação ao CVS a velocidade e carga do motor idênticas.

A temperatura da mistura de gases imediatamente à frente da PDP deve estar a ± 6 K da temperatura média de funcionamento observada durante o ensaio, quando não for utilizada compensação do caudal.

▼C1

Esta compensação só pode ser utilizada se a temperatura à entrada da PDP não exceder 323 K (50 °C).

— Venturi de escoamento crítico CFV

O CFV mede o fluxo total dos gases de escape diluídos mantendo o escoamento em condições de restrição (escoamento crítico). A contrapressão estática no escape medida com o sistema CFV deve manter-se a ± 1,5 kPa da pressão estática medida sem ligação ao CFV a velocidade e carga do motor idênticas. A temperatura da mistura de gases imediatamente à frente da CFV deve estar a ± 11 K da temperatura média de funcionamento observada durante o ensaio, quando não for utilizada compensação do caudal.

— Tubo de Venturi subsónico SSV

O SSV mede o escoamento total dos gases de escape diluídos em função da pressão de entrada, da temperatura de entrada, da queda de pressão entre a entrada e a garganta do SSV. A contrapressão estática no escape medida com o sistema SSV deve manter-se a ± 1,5 kPa da pressão estática medida sem ligação ao SSV a velocidade e carga do motor idênticas. A temperatura da mistura de gases imediatamente à frente da SSV deve estar a ± 11 K da temperatura média de funcionamento observada durante o ensaio, quando não for utilizada compensação do caudal.

— Permutador de calor HE (facultativo se se utilizar EFC)

O permutador de calor deve ter uma capacidade suficiente para manter a temperatura dentro dos limites exigidos acima indicados.

— Sistema de compensação electrónica do caudal EFC (facultativo, se se utilizar HE)

Se a temperatura à entrada quer da PDP quer do CFV não for mantida dentro dos limites acima indicados, é necessário um sistema de compensação do caudal para efectuar a medição contínua do caudal e regular a recolha proporcional de amostras no sistema de partículas. Para esse efeito, utilizam-se os sinais dos caudais medidos continuamente para corrigir o caudal das amostras através dos filtros de partículas do sistema de recolha de partículas (figuras 14 e 15).

— Túnel de diluição DT

O túnel de diluição:

— deve ter um diâmetro suficientemente pequeno para provocar escoamentos turbulentos (números de Reynolds superiores a 4 000) e um comprimento suficiente para assegurar uma mistura completa dos gases de escape e do ar de diluição. Pode-se utilizar um orifício de mistura,

— deve ter pelo menos 75 mm de diâmetro,

— pode(m) ser isolado(s).

Os gases de escape do motor são dirigidos a jusante para o ponto em que são introduzidos no túnel de diluição, e bem misturados.

Quando se utiliza a diluição simples, transfere-se uma amostra do túnel de diluição para o sistema da recolha de partículas (ponto 1.2.2, figura 14). A capacidade de escoamento da PDP ou do CFV devem ser suficientes para manter os gases de escape diluídos a uma temperatura igual ou inferior a 325 K (52 °C) imediatamente antes do filtro de partículas primário.

▼C1

Quando se utiliza a diluição dupla, transfere-se uma amostra do túnel de diluição para o túnel de diluição secundário, onde é mais diluída, só depois sendo passada através dos filtros de recolha (ponto 1.2.2, figura 15). A capacidade de escoamento da PDP ou do CFV deve ser suficiente para manter a corrente de gases de escape diluídos no DT a uma temperatura igual ou inferior a 464 K (191 °C) na zona de recolha. O sistema de diluição secundária deve fornecer um volume suficiente de ar de diluição secundário para manter a corrente de gases de escape duplamente diluída a uma temperatura igual ou inferior a 325 K (52 °C) imediatamente antes do filtro de partículas primário.

— Filtro de ar de diluição DAF

Recomenda-se que o ar de diluição seja filtrado e sujeito a uma depuração com carvão para eliminar os hidrocarbonetos de fundo. O ar de diluição deve ter uma temperatura de 298 K (25 °C) ± 5 K. A pedido dos fabricantes, devam ser colhidas amostras do ar de diluição de acordo com as boas práticas de engenharia para determinar os níveis de partículas de fundo, que podem então ser subtraídos dos valores medidos nos gases de escape diluídos.

— Sonda da recolha de partículas PSP

A sonda é o primeiro elemento do tubo de transferência de partículas PTT, e:

— deve ser instalada virada para montante num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados, isto é, na linha de eixo do túnel de diluição DT dos sistemas de diluição, a uma distância de cerca de 10 diâmetros do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram no túnel de diluição,

— deve ter um diâmetro interior mínimo de 12 mm,

— O túnel de diluição pode ser aquecido até se obter uma temperatura da parede não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode(m) ser isolado(s).

1.2.2. *Sistema de recolha de amostras de partículas (figuras 14 e 15)*

O sistema de recolha de amostras de partículas serve para recolher as partículas em filtros. No caso da diluição parcial do fluxo com recolha total de amostras, que consiste em fazer passar a totalidade da amostra dos gases de escape diluídos através dos filtros, o sistema de diluição (ponto 1.2.1.1, figuras 7 e 11) e de recolha formam usualmente uma só unidade. No caso da diluição total do fluxo ou da diluição parcial do fluxo com recolha de amostras fraccionada, que consiste na passagem através dos filtros de apenas uma parte dos gases de escape diluídos, os sistemas de diluição (ponto 1.2.1.1, figuras 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 12 e ponto 1.2.1.2, figura 13) e de recolha de amostras formam usualmente unidades diferentes.

Na presente directiva, o sistema de diluição dupla, DDS, (figura 15) de um sistema de diluição total do fluxo é considerado como uma variante específica de um sistema típico de recolha de partículas conforme indicado na figura 14. O sistema de diluição dupla inclui todas as peças importantes do sistema de recolha de partículas, tais como suportes de filtros e bomba de recolha de amostras, e além disso algumas características relativas à diluição, como a alimentação em ar de diluição e um túnel de diluição secundária.

▼C1

Para evitar qualquer impacto nos circuitos de comando, recomenda-se que a bomba de recolha de amostras funcione durante todo o processo de ensaio. Para o método do filtro único, deve-se utilizar um sistema de derivação para fazer passar a amostra através dos filtros nos momentos desejadas. A interferência da comutação nos circuitos de comando deve ser reduzida ao mínimo.

Descrições — figuras 14 e 15

— Sonda de recolha de amostras de partículas PSP (figuras 14 e 15)

A sonda de recolha de amostras de partículas representada nas figuras é o primeiro elemento do tubo de transferência de partículas PTT, e: A sonda deve:

— deve ser instalada virada para montante num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados, isto é, na linha de eixo do túnel de diluição DT dos sistemas da diluição (ponto 1.2.1), a uma distância de cerca de 10 diâmetros do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram no túnel de diluição,

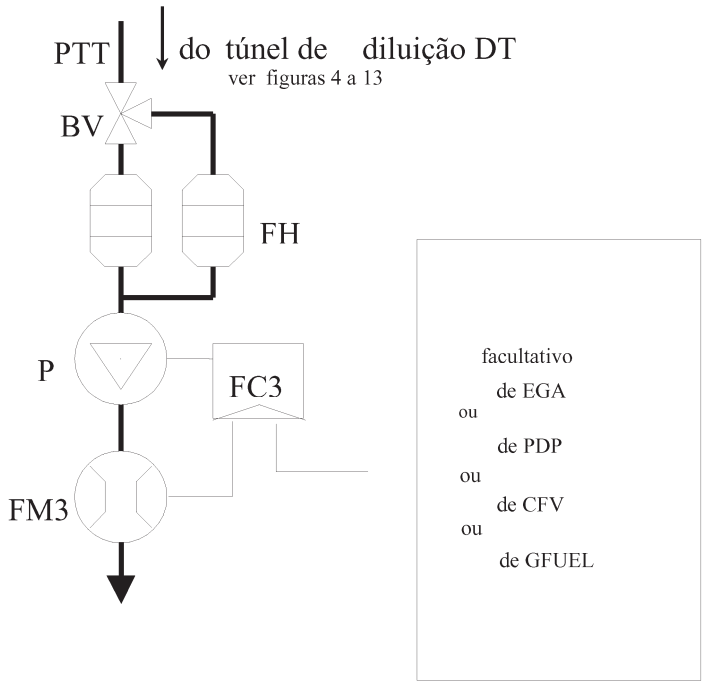
— deve ter um diâmetro interior mínimo de 12 mm,

— o túnel de diluição pode ser aquecido até se obter uma temperatura da parede não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode(m) ser isolado(s).

Figura 14

Sista de recolha de amostras de partículas

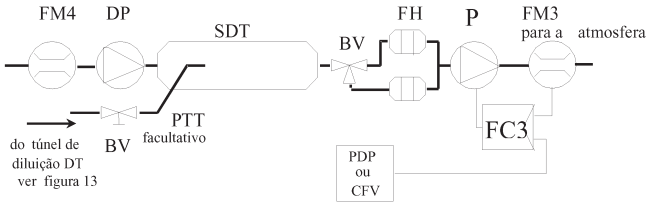


Retira-se uma amostra dos gases de escape diluídos do túnel de diluição DT de um sistema de diluição parcial do fluxo ou de um sistema total do fluxo através da sonda de recolha de amostras de partículas PSP e do tubo de transferência de partículas PTT através da bomba de recolha P. Faz-se passar a amostra através dos suportes de filtros FH que contêm os filtros de recolha de partículas. O caudal da amostra é regulado pelo regulador de caudal FC3. Se for utilizada a compensação electrónica de caudais EFC (figura 13), o caudal de gases de escape diluídos é utilizado como sinal de comando para o FC3.

▼C1

Figura 15

Sistema de diluição (apenas sistema de diluição total do fluxo)



Transfere-se uma amostra dos gases de escape diluídos do túnel de diluição DT de um sistema de diluição do fluxo total do fluxo através da sonda de recolha de amostras de partículas PSP e do tubo de transferência de partículas PTT para o túnel de diluição secundária SDT, em que é novamente diluída. Faz-se passar a amostra através dos suportes de filtros FH que contêm os filtros de recolha das partículas. O caudal do ar de diluição é geralmente constante, enquanto o caudal da amostra é regulado pelo regulador de caudal FC3. Se for utilizada a compensação electrónica do caudal EFC (figura 13), o caudal total dos gases de escape diluídos é utilizado como sinal de comando para o FC3.

— Tubo de transferência de partículas PTT (figuras 14 e 15)

O tubo de transferência de partículas não deve exceder 1 020 mm de comprimento, e deve ser o mais curto possível.

As dimensões são válidas para:

— a recolha fraccionada de amostras com diluição parcial do fluxo e o sistema de diluição simples do fluxo total desde a ponta da sonda até ao suporte dos filtros,

— a recolha total de amostras com diluição parcial do fluxo desde a extremidade do túnel de diluição até ao suporte dos filtros,

— o sistema de dupla diluição do fluxo total desde a ponta da sonda até ao túnel de diluição secundária.

O tubo de transferência:

— o túnel de diluição pode ser aquecido até se obter uma temperatura da parede não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode(m) ser isolado(s).

— Túnel de diluição secundária SDT (figura 15)

O túnel de diluição secundária deve ter um diâmetro mínimo de 75 mm e um comprimento suficiente para permitir que a amostra diluída duas vezes permaneça pelo menos 0,25 segundos dentro do túnel. O suporte do filtro primário, FH, deve estar situado no máximo a 300 mm da saída do SDT.

O túnel de diluição secundária:

— o túnel de diluição pode ser aquecido até se obter uma temperatura da parede não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode(m) ser isolado(s).

▼C1

— Suporte(s) dos filtros FH (figuras 14 e 15)

Para os filtros primário e secundário, pode-se utilizar uma única caixa de filtros, ou caixas separadas. É necessário respeitar as disposições do ponto 1.5.1.3 do apêndice 1 do anexo III.

O(s) suporte(s) dos filtros:

— pode(m) ser aquecido(s) até se obter uma temperatura de paredes não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C),

— pode(m) ser isolado(s).

— Bomba de recolha de amostras P (figuras 14 e 15)

A bomba de recolha de amostras de partículas deve estar localizada suficientemente longe do túnel, para manter constante (± 3 K) a temperatura do gás de admissão, se não for utilizada correcção do caudal pelo FC3.

— Bomba do ar de diluição DP (figura 15) (apenas diluição dupla do fluxo total)

A bomba do ar de diluição deve ser localizada de modo a que o ar de diluição secundária seja fornecido a uma temperatura de 298 K (25 °C) ± 5 K.

— Regulador de caudal FC3 (figuras 14 e 15)

Utiliza-se um regulador de caudal para compensar o efeito das variações de temperatura e contrapressão no caudal da amostra de partículas ao longo da sua trajectória, se não existirem outros meios. O regulador de caudal é necessário se se utilizar o sistema electrónico de compensação de caudal EFC (figura 13).

— Debitómetro FM3 (figuras 14 e 15) (caudal da amostra de partículas)

O contador de gás ou outro aparelho deve estar localizado suficientemente longe do túnel para manter constante (± 3 K) a temperatura do gás de admissão, se não for utilizada correcção do caudal pelo FC3.

— Debitómetro FM4 (figura 15) (ar de diluição, apenas diluição dupla do fluxo total)

O contador de gás ou outro aparelho deve estar localizado de modo que a temperatura do gás de admissão se mantenha a 298 K (25 °C) ± 5 K.

— Válvula de esfera BV (facultativa)

A válvula de esfera deve ter um diâmetro não inferior ao diâmetro interior do tubo de recolha de amostras e um tempo de comutação inferior a 0,5 segundos.

Nota: Se a temperatura ambiente na vizinhança de PSP, PTT, SDT e FH for inferior a 239 K (20 °C), devem-se tomar precauções para evitar perdas de partículas nas paredes frias dessas peças. Assim, recomenda-se aquecer e/ou isolar essas peças dentro dos limites dados nas descrições respectivas. Recomenda-se também que a temperatura à superfície do filtro durante a recolha não seja inferior a 293 K (20 °C).

A cargas de motor elevadas, as peças acima indicadas podem ser arrefecidas por um meio não agressivo, tal como um ventilador de circulação, desde que a temperatura do fluido de arrefecimento não seja inferior a 293 K (20 °C).

▼**M8**

1.a. O presente Anexo aplica-se do seguinte modo:

a) Para as fases I, II, III-A, III-B e IV são aplicáveis os requisitos do ponto 1 do presente anexo VI;

b) Se o fabricante, com base na opção indicada no ponto 1.2.1 do presente anexo, optar por utilizar o procedimento do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, é aplicável o ponto 9 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações.

▼B

ANEXO ►M2 *VII* ◄

(Modelo)

CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO

Carimbo da autoridade administrativa

Comunicação relativa à:

— extensão/recusa/revogação da homologação (1)

de um tipo de motor ou família de tipos de motores no que diz respeito à emissão de poluentes nos termos da Directiva 97/68/CE, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva . . ./. . ./CE

Número de homologação ..... Número de extensão: .....

Razão da extensão (se aplicável): .....

SECÇÃO I

0. **Generalidades**

0.1. Marca (firma): .....

0.2. Designação pelo fabricante do(s) tipo(s) de motor(es) precursor(es) e (se aplicável) do(s) tipo(s) da família de motor(es) (1): .....

0.3. Código do tipo utilizado pelo fabricante, conforme marcado no(s) motor(es): .....

Localização: .....

Método de aposição: .....

0.4. Especificação das máquinas a propulsionar pelo motor (2): .....

.....

0.5. Nome e endereço do fabricante: .....

.....

Nome e endereço do eventual mandatário do fabricante: .....

.....

0.6. Localização, código e método de aposição do número de identificação do motor: .....

.....

0.7. Localização e método de aposição da marca de homologação CE: .....

0.8. Endereço(s) da(s) linha(s) de montagem: .....

.....

SECÇÃO II

1. Restrições de utilização (se existirem): .....

1.1. Condições especiais a respeitar na instalação do(s) motor(es) na máquina

1.1.1. Depressão máxima admissível à admissão: ..... kPa

1.1.2. Contrapressão máxima admissível: ..... kPa

2. Serviço técnico responsável pela execução dos ensaios (3): .....

.....

3. Data do relatório de ensaio: .....

(1) Riscar o que não interessa.
(2) Conforme definidas no ponto 1 do anexo I (por exemplo: «A»).
(3) Preencher com n.a. se os ensaios forem efectuados pelas próprias autoridades de homologação.

▼B

4. Número do relatório de ensaio: .....

5. O abaixo assinado certifica que a descrição do(s) motor(es) acima descrito(s) é exacta e que os resultados dos ensaios em anexo são aplicáveis ao tipo. A(s) amostra(s) foi(foram) seleccionada(s) pelas autoridades de homologação e apresentada(s) pelo fabricante como o(s) tipo(s) de motor precursor [1].

A homologação é concedida/estendida/recusada/revogada [1]:

Local: .....

Data: .....

Assinatura: .....

Anexos: Processo de homologação.

Resultados dos ensaios (ver apêndice 1)

Estudo de correlação relativo aos sistemas de recolha de amostras utilizados que sejam diferentes dos sistemas de referência [2] (se aplicável).

[1] Riscar o que não interessa.
[2] Especificados no ponto 4.2 do anexo I.

▼M8

Apêndice 1

RELATÓRIO DE ENSAIO PARA OS MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO RESULTADOS DOS ENSAIOS ([1])

Informações sobre o motor submetido a ensaio

Tipo de motor: .....

Número de identificação do motor: .....

1. Informações relativas à realização do ensaio: .....

1.1. Combustível de referência utilizado no ensaio

1.1.1. Índice de cetano: .....

1.1.2. Teor de enxofre: .....

1.1.3. Densidade: .....

1.2. Lubrificante

1.2.1. Marca(s): .....

1.2.2. Tipo(s): .....

(indicar percentagem de óleo na mistura se lubrificante e combustível forem misturados)

1.3. Equipamentos movidos pelo motor (se aplicável)

1.3.1. Enumeração e pormenores identificadores: .....

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

	Potência P_{AE} (kW) absorvida a diferentes velocidades do motor (([1]), ([2])) tomando em consideração o apêndice 3 do presente anexo		
Equipamento	Velocidade intermédia (se aplicável)	Velocidade da potência máxima (se diferente da nominal)	Velocidade nominal ([3])
Total:			

([1]) Riscar o que não interessa.
([2]) Não deve ser superior a 10 % da potência medida durante o ensaio.
([3]) Inserir valores à velocidade do motor correspondente a 100 % da velocidade normalizada se o ensaio NRSC utilizar esta velocidade.

1.4. Desempenho do motor

1.4.1. Velocidades do motor:

Marcha lenta sem carga: ..... min^{-1}

Intermédia: ..... min^{-1}

Potência máxima: ..... min^{-1} Potência máxima: ..... min^{-1}

Nominal ([2]): ..... min^{-1}

([1]) No caso de vários motores precursores, indicar separadamente para cada um deles.
([2]) Inserir velocidade do motor correspondente a 100 % da velocidade normalizada se o ensaio NRSC utilizar esta velocidade.

▼M8

1.4.2. Potência do motor (1)

Condição	Potência (kW) a diferentes velocidades do motor		
	Velocidade intermédia (se aplicável)	Velocidade da potência máxima (se diferente da nominal)	Velocidade nominal (1)
Potência máxima medida à velocidade de ensaio especificada (P_M) (kW) (*a*)			
Potência total absorvida pelos equipamentos movidos pelo motor em conformidade com o ponto 1.3.2 do presente apêndice, tomando em consideração o apêndice 3 (kW) (*b*)			
Potência útil do motor conforme especificada no ponto 2.4 do anexo I (kW) (*c*)			
$c = a + b$			

(1) Substituir com valores à velocidade do motor correspondente a 100 % da velocidade normalizada se o ensaio NRSC utilizar esta velocidade.

2. Informações relativas à realização do ensaio NRSC:

2.1. Regulação do dinamómetro (kW)

Percentagem de carga	Regulação do dinamómetro (kW) a diferentes velocidades do motor				
	Velocidade intermédia (se aplicável)	63 % (se aplicável)	80 % (se aplicável)	91 % (se aplicável)	Velocidade nominal (1)
10 (se aplicável)					
25 (se aplicável)					
50					
75 (se aplicável)					
100					

(1) Substituir com valores à velocidade do motor correspondente a 100 % da velocidade normalizada se o ensaio NRSC utilizar esta velocidade.

2.2. Resultados das emissões do motor/motor precursor (2)**:**

Fator de deterioração (DF): calculado/fixado (2)

Especificar os valores dos DF e os resultados das emissões no quadro seguinte (2):

Ensaio NRSC						
DF mult/adit[3]	CO	HC	NO_x	HC + NO_x	PM	
Emissões	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	HC + NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)	CO_2 (g/kWh)
Resultado do ensaio						
Resultado final do ensaio com DF						

(1) Potência não corrigida medida em conformidade com o ponto 2.4 do anexo I.
(2) Riscar o que não interessa.

▼**M8**

Pontos de ensaio adicionais da zona de controlo (se aplicável)						
Emissões no ponto de ensaio	Velocidade do motor	Carga (%)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)
Resultado de ensaio 1						
Resultado de ensaio 2						
Resultado de ensaio 3						

2.3. Sistema de recolha de amostras utilizado para o ensaio NRSC:

2.3.1. Emissões gasosas ([1]): .....

2.3.2. PM ([1]): .....

2.3.2.1. Método ([2]): filtro simples/filtros múltiplos

3. Informações relativas à realização do ensaio NRTC (se aplicável):

3.1. Resultados das emissões do motor/motor precursor ([2])**:**

Fator de deterioração (DF): calculado/fixado ([2])

Especificar os valores dos DF e os resultados das emissões no quadro seguinte ([2]):

Os dados relativos à regeneração podem ser comunicados para os motores da fase IV.

Ensaio NRTC						
DF mult/adit ([2])	CO	HC	NO_x	HC + NO_x	PM	
Emissões	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	HC + NO_x (g/kWh)	PM g/k(Wh)	
Arranque a frio						
Emissões	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	HC + NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)	CO_2 (g/kWh)
Arranque a quente sem regeneração						
Arranque a quente com regeneração ([2])						
kr,u (mult/add) ([2]) kr,d (mult/add) ([2])						
Resultado ponderado do ensaio						
Resultado final do ensaio com DF						

Trabalho do ciclo para arranque a quente sem regeneração kWh

([1]) Indicar número da figura do sistema utilizado, tal como definido no ponto 1 do anexo VI ou no ponto 9 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, conforme aplicável.

([2]) Riscar o que não interessa.

▼**M8**

3.2. Sistema de recolha de amostras utilizado para o ensaio NRTC:

Emissões gasosas ([1]): .....

PM ([1]): .....

Método ([2]): filtro simples/filtros múltiplos

([1]) Indicar número de figura do sistema utilizado, tal como definido no ponto 1 do anexo VI ou no ponto 9 do anexo 4-B do Regulamento UNECE n.º 96, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações, conforme aplicável.

([2]) Riscar o que não interessa.

▼M2

Apêndice 2

RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA MOTORES DE IGNIÇÃO COMANDADA

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

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

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 ([2])

Condição	Potência (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia (se aplicável)	Nominal
Potência máxima medida no ensaio (P_M) (kW) (a)		

([1]) No caso de haver vários motores precursores, a apresentar para cada um deles.
([2]) Potência não corrigida medida de acordo com as disposições do ponto 2.4 do anexo I.

▼M2

Condição	Potência (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia (se aplicável)	Nominal
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		

1.5. **Níveis de emissão**

1.5.1. Regulação do dinamómetro (kW)

Percentagem 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

▼M2

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	Sim, equipamento de série
	Sistema de controlo das emissões do cárter	Sim, equipamento de série
	Dispositivos de controlo para o sistema de indução dupla do colector de admissão	Sim, equipamento de série
	Caudalímetro de ar	Sim, equipamento de série
	Conduta de admissão de ar	Sim ([a])
	Filtro de ar	Sim ([a])
	Silencioso da admissão	Sim ([a])
	Dispositivo de limitação da velocidade	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	Sim, equipamento de série
	Colector do escape	Sim, equipamento de série
	Tubos de ligação	Sim ([b])
	Silenciador	Sim ([b])
	Tubo de saída	Sim ([b])
	Travão accionado pelo escape	Não ([c])
	Dispositivo de sobrealimentação	Sim, equipamento de série
4	Bomba de alimentação de combustível	Sim, equipamento de série ([d])
5	Equipamento de carburação	
	Carburador	Sim, equipamento de série
	Sistema de controlo electrónico, caudalímetro de ar, etc.	Sim, equipamento de série
	Equipamentos para motores a gás	
	Redutor de pressão	Sim, equipamento de série
	Evaporador	Sim, equipamento de série
	Misturador	Sim, equipamento de série

▼M2

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

▼M2

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	Sim, equipamento de série
	Sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação	Sim, equipamento de série ou de banco de ensaio ([j]) ([k])
	Bomba ou ventoinha de refrigeração (accionada pelo motor)	Não ([h])
	Dispositivo de controlo do caudal de líquido de refrigeração	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 injecção. O regulador ou o equipamento de injecção 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.

▼B

ANEXO ►M2 *VIII* ◄

SISTEMA DE NUMERAÇÃO DOS CERTIFICADOS DE HOMOLOGAÇÃO

(ver n.º 2 do artigo 4.º)

1. O número deve ser constituído por 5 secções separadas por um asterisco «*».

Secção 1: A letra minúscula «e», seguida das letras ou números distintivos do Estado-membro que procede à homologação:

▼M4

1	para a Alemanha
2	para a França
3	para a Itália
4	para os Países Baixos
5	para a Suécia
6	para a Bélgica
7	para a Hungria
8	para a República Checa
9	para a Espanha
11	para o Reino Unido
12	para a Áustria
13	para o Luxemburgo
17	para a Finlândia
18	para a Dinamarca
19	para a Roménia
20	para a Polónia
21	para Portugal
23	para a Grécia
24	para a Irlanda
26	para a Eslovénia
27	para a Eslováquia
29	para a Estónia
32	para a Letónia
34	para a Bulgária
36	para a Lituânia
CY	para Chipre
MT	para Malta

▼B

Secção 2: O número da presente directiva. Como contém diferentes datas de aplicação e diferentes normas técnicas, acrescentam-se dois caracteres alfabéticos. Esses caracteres referem-se às diferentes datas de aplicação das fases de rigor e à aplicação do motor às diferentes especificações de máquinas móveis, com base nas quais a recepção foi concedida. O primeiro carácter é definido no artigo 9.º O segundo carácter é definido no ponto 1 do anexo I tendo em conta o modo de ensaio definido no ponto 3.6 do anexo III.

▼B

Secção 3: O número da última directiva de alteração aplicável à homologação. Se aplicável, são acrescentados dois outros caracteres alfabéticos, dependendo das condições descritas na secção 2, mesmo que apenas deva ser alterado um dos caracteres devido aos novos parâmetros. Se não houver alteração desses caracteres, estes devem ser omitidos.

Secção 4: Um número de ordem de 4 algarismos (eventualmente com zeros iniciais) a identificar o número da homologação de base. A sequência deve começar em 0001.

Secção 5: Um número de ordem de 2 algarismos (eventualmente com um zero inicial) a identificar a extensão. A sequência deve começar em 01 para cada número de homologação de base.

2. Exemplo da terceira homologação (sem nenhuma extensão ainda) correspondente à data de aplicação A (fase I, banda de potências superior) e à aplicação do motor à especificação A das máquinas móveis, emitida pelo Reino Unido:

e 11*98/…AA*00/000XX*0003*00

3. Exemplo da segunda extensão da quarta homologação correspondente à data de aplicação E (fase II, banda de potências média) para a mesma especificação de máquinas (A), emitida pela Alemanha:

e 1*01/…EA*00/000XX*0004*02

▼B

ANEXO ►M2 *IX* ◄

LISTA DE HOMOLOGAÇÕES EMITIDAS PARA MOTORES/ /FAMÍLIAS DE MOTORES

Carimbo da autoridade administrativa

Número da lista: .....

Abrange o período de ..... a .....

Devem-se fornecer as seguintes informações acerca de cada homologação concedida, recusada ou revogada no período acima indicado:

Fabricante: .....

Número de homologação: .....

Razão da extensão (se aplicável): .....

Marca: .....

Tipo de motor, família de motores [1]: .....

Data de emissão: .....

Data da primeira emissão (no caso das extensões): .....

[1] Riscar o que não interessa.

▼B

ANEXO ►M2 *X* ◄

LISTA DOS MOTORES PRODUZIDOS

Carimbo da autoridade administrativa

Número da lista: .....

Abrange o período de ..... a .....

Devem-se fornecer as seguintes informações acerca dos números de identificação, tipos, famílias e números de homologação dos motores produzidos no período acima mencionado de acordo com os requisitos da presente directiva:

Fabricante: .....

Marca: .....

Número de homologação: .....

Nome da família de motores (1): .....

Tipo de motor:	1:	2:	n: .....
Numeros de identificação dos motores:	... 001	... 001	... 001
	... 002	... 002	... 002
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	..... m	..... p	..... q

Data de emissão: .....

Data da primeira emissão (no caso das adendas): .....

(1) Omitir conforme necessário; o exemplo indica uma família de motores que contém «n» tipos diferentes de motores dos quais foram produzidas unidades com números de identificação de:
... 001 a ..... m do tipo 1
... 001 a ..... p do tipo 2
... 001 a ..... q do tipo n.

▼M8

ANEXO XI

FOLHA DE DADOS RELATIVOS AOS MOTORES HOMOLOGADOS

1. **Motores de ignição comandada**

Carimbo da entidade administrativa

Homologação do motor em causa		1	2	3	4
Número de homologação					
Data de homologação					
Nome do fabricante					
Tipo de motor/família de motores					
Descrição do motor	Informações de caráter geral (1)				
	Meio de arrefecimento (1)				
	Número de cilindros				
	Cilindrada (cm^3)				
	Tipo de pós-tratamento (2)				
	Velocidade nominal (min^{-1})				
	Potência útil nominal (kW)				
Emissões (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	PM				

(1) Líquido ou ar.
(2) Abreviar: CAT = catalisador, PT = filtro de partículas, SCR = redução catalítica seletiva.

▼M8

2. **Motores de ignição por compressão** (1) (2)

Carimbo da entidade administrativa

2.1. *Informações gerais sobre o motor*

Homologação do motor em causa		1	2	3	4
Número de homologação					
Data de homologação					
Nome do fabricante					
Tipo de motor/família de motores					
Descrição do motor	Informações de caráter geral (1)				
	Meio de arrefecimento (2)				
	Número de cilindros				
	Cilindrada (cm^3)				
	Tipo de pós-tratamento (3)				
	Velocidade nominal (min^{-1})				
	Velocidade a que se obtém a potência máxima (min^{-1})				
	Potência útil nominal (kW)				
	Potência útil máxima (kW)				

(1) Abreviar: DI = injeção direta, PC = câmara de pré-combustão/turbulência, NA = aspiração natural, TC = turbocompressão, TCA = turbocompressão com pós-arrefecimento, EGR = recirculação dos gases de escape. Exemplos: PC NA, DI TCA EGR.
(2) Líquido ou ar.
(3) Abreviar: DOC = catalisador de oxidação diesel, PT = filtro de partículas, SCR = redução catalítica seletiva.

2.2. *Resultado final das emissões*

Homologação do motor em causa		1	2	3	4
Resultado final do ensaio NRSC incluindo DF (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

(1) Preencher todas as rubricas aplicáveis ao tipo de motor/família de motores.
(2) No caso de uma família de motores, inserir os dados relativos ao motor precursor.

▼**M8**

Homologação do motor em causa		1	2	3	4
NRSC CO_2 (g/kWh)					
Resultado final do ensaio NRTC incluindo DF (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				
CO_2 do ciclo NRTC a quente (g/kWh)					
Trabalho do ciclo NRTC a quente (kWh)					

2.3. *Fatores de deterioração NRSC e resultados dos ensaios de emissões*

Homologação do motor em causa		1	2	3	4
DF mult/adit ([1])	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				
Resultado do ensaio NRSC excluindo DF (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

([1]) Riscar o que não interessa.

2.4. *Fatores de deterioração NRTC e resultados dos ensaios de emissões*

Homologação do motor em causa		1	2	3	4
DF mult/adit ([1])	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				
Resultado do ensaio NRTC com arranque a frio, excluindo DF (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

▼**M8**

Homologação do motor em causa		1	2	3	4
Resultado do ensaio NRTC com arranque a quente, excluindo DF (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

([1]) Riscar o que não interessa.

2.5. *Resultados dos ensaios de emissões NRTC com arranque a quente*

Os dados relativos à regeneração podem ser comunicados para os motores da fase IV.

Homologação do motor em causa		1	2	3	4
NRTC com arranque a quente sem regeneração (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				
NRTC com arranque a quente com regeneração (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

▼M8

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 diretiva relativamente aos motores das categorias A, B e C, tal como são definidos no artigo 9.º, n.º 2:

1.1. Homologações nos termos da Diretiva 2000/25/CE;

1.2. Homologações nos termos da Diretiva 88/77/CEE, conformes aos requisitos das fases A ou B no que se refere ao artigo 2.º e ao anexo I, ponto 6.2.1, da Diretiva 88/77/CEE ou Regulamento UNECE n.º 49, com a redação que lhe foi dada pela série 02 de alterações, corrigenda I/2;

1.3. Homologações em conformidade com o Regulamento UNECE n.º 96.

2. No que se refere aos motores das categorias D, E, F e G (fase II), definidos no artigo 9.º, n.º 3, as homologações que se seguem e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes são reconhecidas como equivalentes a uma homologação nos termos da presente diretiva:

2.1. Homologações nos termos da Diretiva 2000/25/CE, fase II;

2.2. Homologações nos termos da Diretiva 88/77/CEE, com a redação que lhe foi dada pela Diretiva 99/96/CE, conformes às fases A, B1, B2 ou C previstas no artigo 2.º e no ponto 6.2.1 do anexo I daquela diretiva;

2.3. Homologações nos termos do Regulamento UNECE n.º 49, com a redação que lhe foi dada pela série 03 de alterações;

2.4. Homologações das fases D, E, F e G do Regulamento UNECE n.º 96, em conformidade com o ponto 5.2.1 da série 01 de alterações ao Regulamento n.º 96.

3. No que se refere aos motores das categorias H, I, J e K (fase III-A), definidos no artigo 9.º, n.ºs 3-A e 3-B, as homologações que se seguem e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes são reconhecidas como equivalentes a uma homologação nos termos da presente diretiva:

3.1. Homologações nos termos da Diretiva 2005/55/CE, com a redação que lhe foi dada pelas Diretivas 2005/78/CE e 2006/51/CE, conformes às fases B1, B2 ou C previstas no artigo 2.º e no ponto 6.2.1 do anexo I daquela diretiva;

3.2. Homologações nos termos do Regulamento UNECE n.º 49, com a redação que lhe foi dada pela série 05 de alterações, conformes às fases B1, B2 e C previstas no ponto 5.2 desse regulamento;

3.3. Homologações das fases H, I, J e K do Regulamento UNECE n.º 96, em conformidade com o ponto 5.2.1 da série 02 de alterações ao Regulamento n.º 96.

4. No que se refere aos motores das categorias L, M, N e P (fase III-B), definidos no artigo 9.º, n.º 3-C, as homologações que se seguem e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes são reconhecidas como equivalentes a uma homologação nos termos da presente diretiva:

4.1. Homologações nos termos da Diretiva 2005/55/CE, com a redação que lhe foi dada pelas Diretivas 2005/78/CE e 2006/51/CE, conformes às fases B2 ou C previstas no artigo 2.º e no ponto 6.2.1 do anexo I daquela diretiva;

4.2. Homologações nos termos do Regulamento UNECE n.º 49, com a redação que lhe foi dada pela série 05 de alterações, conformes às fases B2 ou C previstas no ponto 5.2 desse regulamento;

4.3. Homologações das fases L, M, N e P do Regulamento UNECE n.º 96 em conformidade com o ponto 5.2.1 da série 03 de alterações ao Regulamento n.º 96.

▼**M8**

5. No que se refere aos motores das categorias Q e R (fase IV), definidos no artigo 9.º, n.º 3-D, as homologações que se seguem e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes são reconhecidas como equivalentes a uma homologação nos termos da presente diretiva:

5.1. Homologações nos termos do Regulamento (CE) n.º 595/2009 e respetivas medidas de execução, se confirmado por um serviço técnico que o motor cumpre os requisitos do ponto 8.5 do anexo I da presente diretiva;

5.2. Homologações nos termos do Regulamento UNECE n.º 49, com a redação que lhe foi dada pela série 06 de alterações, se confirmado por um serviço técnico que o motor cumpre os requisitos do ponto 8.5 do anexo I da presente diretiva.

▼M3
▼C1

ANEXO XIII

DISPOSIÇÕES RELATIVAS AOS MOTORES COLOCADOS NO MERCADO AO ABRIGO DE UM «REGIME FLEXÍVEL»

A pedido de um fabricante de equipamentos, e desde que uma autoridade de homologação o tenha autorizado, um fabricante de motores poderá, durante o período compreendido entre duas fases sucessivas de valores-limite, colocar um número limitado de motores no mercado que apenas satisfaçam a fase anterior de valores-limite de emissões de acordo com as seguintes disposições.

▼M7

1. DILIGÊNCIAS A EFECTUAR PELO FABRICANTE DE EQUIPAMENTOS DE ORIGEM

1.1. Excepto durante a Fase III B, o fabricante de equipamentos de origem que desejar utilizar o regime flexível, à excepção dos motores de propulsão de automotoras e locomotivas, deve solicitar a autorização de uma autoridade de homologação para os seus fabricantes de motores colocarem no mercado motores destinados ao uso exclusivo do fabricante de equipamentos de origem. A quantidade de motores que não respeitem os actuais valores-limite, mas estejam homologados para a fase imediatamente anterior de limites de emissão, não deve exceder os limites previstos nas secções 1.1.1 e 1.1.2.

1.1.1. O número de motores colocados no mercado ao abrigo do regime flexível não deve exceder, em cada categoria de motor, 20 % da quantidade anual de equipamentos equipados com motores dessa categoria colocados no mercado pelo fabricante de equipamentos de origem (sobre a média dos últimos cinco anos de vendas no mercado da União). Se um fabricante de equipamentos de origem tiver colocado no mercado da União equipamentos há menos de cinco anos, a média é calculada com base no período durante o qual o fabricante de equipamentos de origem os tiver colocado no mercado da União.

1.1.2. Em alternativa à secção 1.1.1 e à excepção dos motores para propulsão de automotoras e locomotivas, o fabricante de equipamentos de origem pode solicitar autorização para os seus fabricantes de motores colocarem no mercado um número fixo de motores para uso exclusivo do fabricante de equipamentos de origem. O número de motores em cada categoria de motor não deve exceder os seguintes limites:

Categoria de motor P (kW)	Número de motores
$19 \leq P < 37$	200
$37 \leq P < 75$	150
$75 \leq P < 130$	100
$130 \leq P \leq 560$	50

1.2. Durante a Fase III B, mas por um período máximo de três anos a contar do início dessa fase, à excepção dos motores para utilização na propulsão de automotoras e locomotivas, o fabricante de equipamentos de origem que desejar utilizar o regime flexível deve solicitar a autorização de uma autoridade de homologação para os seus fabricantes de motores colocarem no mercado motores destinados ao uso exclusivo do fabricante de equipamentos de origem. A quantidade de motores que não respeitem os actuais valores-limite de emissão, mas estejam homologados para a fase imediatamente anterior de limites de emissão, não deve exceder os limites previstos nas secções 1.2.1 e 1.1.2.

1.2.1. O número de motores colocados no mercado ao abrigo do regime flexível não deve exceder, em cada categoria de motor, 37,5 % da quantidade anual de equipamentos equipados com motores dessa categoria colocados no mercado pelo fabricante de equipamentos de origem (sobre a média dos últimos cinco anos de vendas no mercado da União). Se um fabricante de equipamentos de origem tiver colocado no mercado da União equipamentos há menos de cinco anos, a média é calculada com base no período durante o qual o fabricante de equipamentos de origem os tiver colocado no mercado da União.

▼M7

1.2.2. Em alternativa à secção 1.2.1, o fabricante de equipamentos de origem pode solicitar autorização para que os seus fabricantes de motores coloquem no mercado um número definido de motores para uso exclusivo do fabricante de equipamentos de origem. O número de motores em cada categoria de motor não deve exceder os seguintes limites:

Categoria de motor P (kW)	Número de motores
$37 \leq P < 56$	200
$56 \leq P < 75$	175
$75 \leq P < 130$	250
$130 \leq P \leq 560$	125

1.3. No que diz respeito aos motores para utilização na propulsão de locomotivas, durante a Fase III B, mas por um período máximo de três anos a contar do início dessa fase, o fabricante de equipamentos de origem pode solicitar autorização para os seus fabricantes de motores colocarem no mercado um máximo de 16 motores para uso exclusivo do fabricante de equipamentos de origem. O fabricante de equipamentos de origem pode igualmente solicitar uma autorização para os seus fabricantes de motores poderem colocar no mercado um máximo de 10 motores adicionais com uma potência nominal superior a 1 800 kW destinados a serem instalados em locomotivas concebidas para serem utilizadas exclusivamente na rede do Reino Unido. Só se considerará que as locomotivas cumprem este requisito se dispuserem de um certificado de segurança para o seu funcionamento na rede do Reino Unido ou se preencherem as condições para receber tal certificado.

Essa autorização só pode ser concedida caso haja razões técnicas que justifiquem o não cumprimento dos limites de emissão da Fase III B.

1.4. O fabricante de equipamentos de origem deve incluir as seguintes informações no pedido a apresentar à autoridade de homologação:

a) Uma amostra das etiquetas a apor em cada máquina móvel não rodoviária na qual será instalado um motor colocado no mercado ao abrigo do regime flexível. As etiquetas devem ostentar o seguinte texto: «MÁQUINA N.º … (número sequencial das máquinas) DE … (número total de máquinas na respectiva banda de potência) COM MOTOR N.º … COM HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (Directiva 97/68/CE) N.º …»;

b) Uma amostra da etiqueta adicional a apor ao motor ostentando o texto previsto na secção 2.2 do presente anexo.

1.5. O fabricante de equipamentos de origem deve fornecer à autoridade de homologação todas as informações relativas à aplicação do regime flexível que esta considere necessárias para tomar uma decisão.

1.6. O fabricante de equipamentos de origem deve fornecer a qualquer autoridade de homologação dos Estados-Membros que o solicite todas as informações que essa entidade exija para confirmar a conformidade de uma etiqueta ou de uma declaração relativas à colocação de um motor no mercado ao abrigo do regime flexível.

▼C1

2. DILIGÊNCIAS A EFECTUAR PELO FABRICANTE DE MOTORES

2.1. Um fabricante de motores pode colocar ao abrigo de um regime flexível abrangidos por uma homologação de acordo com a secção 1 do presente anexo.

2.2. O fabricante de motores deve apor nesses motores uma etiqueta com o seguinte texto «motor a colocar no mercado ao abrigo do regime flexível».

3. DILIGÊNCIAS A EFECTUAR PELA AUTORIDADE DE HOMOLOGAÇÃO

3.1. A autoridade de homologação avalia o conteúdo do pedido de recurso ao regime flexível e os documentos que o acompanhem e, em seguida, informa o fabricante de equipamentos da sua decisão de autorizar ou não autorizar a utilização do regime flexível.

▼M3
▼C1

ANEXO XIV

Fase CCNR I ([1])

P_N (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_X (g/k/Wh)	PT (g/kWh)
$37 \leq P_N < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$P \geq 130$	5,0	1,3	$n \geq 2\,800$ tr/min = 9.2 $500 \leq n < 2\,800$ tr/min = $45 \times n^{(-0.2)}$	0,54

([1]) Protocolo CCNR 19, Resolução da Comissão Central de Navegação no Reno de 11 de Maio de 2000.

▼M3
▼C1

ANEXO XV

Fase CCNR II ([1])

P_N (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh)
$18 \leq P_N < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8
$37 \leq P_N < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$130 \leq P_N < 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$P_N \geq 560$	3,5	1,0	$n \geq 3150$ min^{-1} = 6,0 $343 \leq n < 3150$ min^{-1} = $45\ n^{(-0,2)} - 3$ $n < 343$ min^{-1} = 11,0	0,2

([1]) Protocolo CCNR 21, Resolução da Comissão Central de Navegação no Reno de 31 de Maio de 2001.