

Artigo 5.º

Entrada em vigor

O presente diploma entra em vigor em 1 de Janeiro de 2006.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 15 de Dezembro de 2005. — *José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa* — *António Luís Santos Costa* — *Fernando Teixeira dos Santos* — *Alberto Bernardes Costa* — *José António Fonseca Vieira da Silva*.

Promulgado em 21 de Dezembro de 2005.

Publique-se.

O Presidente da República, JORGE SAMPAIO.

Referendado em 22 de Dezembro de 2005.

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

TABELA ANEXA

(referida no n.º 2 do artigo 4.º)

Regime transitório de acesso ao regime de disponibilidade, de acordo com a idade, do pessoal de investigação criminal da Polícia Judiciária, nos termos vigentes até 31 de Dezembro de 2005, com cessação da prestação de serviço efectivo.

A partir de 1 de Janeiro de 2006 — 55 anos e 6 meses.

A partir de 1 de Janeiro de 2007 — 56 anos.

A partir de 1 de Janeiro de 2008 — 56 anos e 6 meses.

A partir de 1 de Janeiro de 2009 — 57 anos.

A partir de 1 de Janeiro de 2010 — 57 anos e 6 meses.

A partir de 1 de Janeiro de 2011 — 58 anos.

A partir de 1 de Janeiro de 2012 — 58 anos e 6 meses.

A partir de 1 de Janeiro de 2013 — 59 anos.

A partir de 1 de Janeiro de 2014 — 59 anos e 6 meses.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO

Decreto-Lei n.º 236/2005

de 30 de Dezembro

O combate aos problemas da poluição atmosférica constitui um aspecto central no desenho das políticas de protecção ambiental atinentes à melhoria da qualidade de vida e ao bem-estar das populações, no quadro de um desenvolvimento económico harmonioso e equilibrado.

O facto de os estudos disponíveis demonstrarem que as emissões provenientes dos motores de combustão interna destinados a equipar as máquinas móveis não rodoviárias são uma parte significativa das emissões totais produzidas de determinados poluentes atmosféricos nocivos levou a considerar a adopção de medidas legislativas aplicáveis a esses motores de forma a contribuir para a melhoria da qualidade do ar.

Essas medidas foram já iniciadas com a implementação da Directiva n.º 97/68/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa a medidas contra a emissão de poluentes gasosos e de partículas pelos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias, transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 432/99, de 25 de Outubro, tendo depois sido complementadas pela Directiva n.º 2001/63/CE, da Comissão, transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 202/2002, de 26 de Setembro, em que se procede à adaptação ao progresso técnico de algumas disposições da Directiva n.º 97/68/CE.

A Directiva n.º 2002/88/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, que alterou a Directiva n.º 97/68/CE, veio estabelecer os limites de emissões poluentes gasosas e os processos de homologação de certos motores de combustão interna de ignição comandada, designados por motores de gasolina, destinados a equipar máquinas móveis não rodoviárias.

Considerando a necessidade de introduzir novos valores limites para os motores de ignição por compressão já contemplados pela Directiva n.º 97/68/CE, o que se traduz na aplicação das designadas fases III e IV, e a necessidade de alargar o âmbito das máquinas móveis abrangidas, devem passar também a ser incluídos os motores de ignição por compressão, designados motores diesel, que se destinam a equipar embarcações de navegação interior, locomotivas e automotoras ferroviárias. Estas medidas foram introduzidas através da Directiva n.º 2004/26/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril, que altera a Directiva n.º 97/68/CE.

Com a publicação da citada Directiva n.º 2004/26/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril, impõe-se a sua transposição para a ordem jurídica nacional, a que se dá cumprimento através da presente iniciativa legislativa, procedendo-se concomitantemente à revogação do Decreto-Lei n.º 432/99, de 25 de Outubro, sem prejuízo de um período transitório previsto no presente decreto-lei, durante o qual as suas disposições serão ainda aplicáveis.

Assim:

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

Artigo 1.º

Objecto

1 — O presente decreto-lei estabelece os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas para determinados motores de ignição por compressão, designados por motores diesel, bem como os respectivos procedimentos de homologação.

2 — Este decreto-lei transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2004/26/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril, relativa a medidas contra a emissão de poluentes gasosos e de partículas pelos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias.

3 — Os anexos I a XIV a este decreto-lei fazem dele parte integrante.

Artigo 2.º

Âmbito de aplicação

1 — O presente decreto-lei aplica-se aos motores novos a instalar em máquinas móveis não rodoviárias, destinadas e adequadas para se movimentarem ou serem movimentadas no solo, com ou sem estrada, ou na água, que apresentem as seguintes características:

- a) Motores de ignição por compressão de potência útil, conforme definida no n.º 1.4 do anexo I ao presente decreto-lei, igual ou superior a 19 kW mas não superior a 560 kW que funcionem em regime intermitente e não a uma dada velocidade constante;
- b) Motores de ignição por compressão de potência útil, conforme definida no n.º 1.4 do anexo I ao presente decreto-lei, igual ou superior a 19 kW mas não superior a 560 kW e que funcionem a uma velocidade constante;
- c) Motores destinados à propulsão de automotoras, ou seja, veículos ferroviários autopropulsionados, especialmente concebidos para o transporte de mercadorias ou passageiros;

- d) 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 concebidos ou destinados a transportar mercadorias, passageiros, excepto os maquinistas da locomotiva, ou outros equipamentos, com excepção de qualquer outro motor auxiliar ou motor destinado a alimentar os equipamentos de manutenção ou construção nas vias férreas;
- e) Motores para embarcações de navegação interior;
- f) Motores secundários, de ignição por compressão, instalados em veículos destinados ao transporte rodoviário de passageiros ou mercadorias.

2 — Excluem-se do âmbito de aplicação do presente decreto-lei os motores de ignição por compressão destinados a ser instalados em:

- a) Veículos definidos pela Directiva n.º 70/156/CEE, transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 72-B/2003, de 14 de Abril;
- b) Veículos definidos pela Directiva n.º 2002/24/CE, transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 238/2003, de 3 de Outubro;
- c) Tractores definidos pela Directiva n.º 2003/37/CE, transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 74/2005, de 24 de Março.

3 — Excluem-se também do âmbito de aplicação do presente decreto-lei os motores de ignição por compressão destinados a equipar as seguintes máquinas móveis não rodoviárias:

- a) Aeronaves;
- b) Veículos recreativos, designadamente motos de neve, motociclos de competição não rodoviários e veículos todo o terreno.

4 — Excluem-se ainda do âmbito de aplicação deste decreto-lei os motores destinados a equipar as seguintes embarcações de navegação interior:

- a) Embarcações destinadas ao transporte de passageiros que não transportem mais de 12 pessoas para além da tripulação;
- b) Embarcações de recreio de comprimento inferior a 24 m, definidas no n.º 2 do artigo 1.º da Directiva n.º 94/25/CE, transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 96/97, de 24 de Abril;
- c) Embarcações de serviço das autoridades de inspecção ou fiscalização;
- d) Embarcações de serviço de incêndios;
- e) Embarcações militares;
- f) Embarcações de pesca inscritas no registo comunitário de embarcações de pesca;
- g) 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 n.º 1.10 do anexo I ao presente decreto-lei.

Artigo 3.º

Definições

Para efeitos do presente decreto-lei, entende-se por:

- a) «Autoridade de homologação» a autoridade nacional competente responsável 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;

- b) «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 ou utilização na Comunidade Europeia;
- c) «Data de produção do motor» a data em que o motor foi submetido ao controlo final após ter saído da linha de produção, ficando o motor pronto para ser entregue ou armazenado;
- d) «Fabricante» a pessoa ou entidade responsável perante a autoridade de homologação por todos os aspectos do processo de homologação e por assegurar a conformidade da produção, não sendo essencial que essa pessoa ou entidade esteja directamente envolvida em todas as fases do fabrico do motor;
- e) «Fabricante de equipamentos de origem (OEM)» o fabricante de um tipo de máquina móvel não rodoviária;
- f) «Família de motores» o 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 do presente decreto-lei;
- g) «Embarcação de navegação interior» uma embarcação destinada a ser utilizada nas vias de navegação interior de comprimento igual ou superior a 20 m, um volume igual ou superior a 100 m³, calculado de acordo com a fórmula dada no n.º 1.9 do anexo I ao presente decreto-lei, ou rebocadores e empurradores que tenham sido construídos para rebocar, empurrar ou conduzir a par as embarcações de comprimento igual ou superior a 20 m;
- h) «Ficha de informações» a ficha constante do anexo II ao presente decreto-lei, que prescreve as informações a fornecer pelo requerente;
- i) «Homologação» o processo através do qual se certifica que um tipo de motor de combustão interna ou uma família de motores, no que se refere ao nível da emissão de poluentes gasosos e de partículas por esse motor ou motores, satisfaz os requisitos técnicos relevantes do presente decreto-lei;
- j) «Índice do processo de homologação» o documento no qual se apresenta o conteúdo do processo de homologação, devidamente numerado ou marcado, de forma a permitir identificar claramente todas as páginas;
- l) «Máquina móvel não rodoviária» qualquer máquina móvel, equipamento industrial transportável ou veículo com ou sem carroçaria, não destinado a ser utilizado para o transporte rodoviário de passageiros ou mercadorias, em que esteja instalado um motor de combustão interna, tal como referido no n.º 1 do artigo 2.º;
- m) «Motor precursor» o motor seleccionado de uma família de motores de modo a satisfazer os requisitos dos n.ºs 5 e 6 do anexo I ao presente decreto-lei;
- n) «Motor de substituição» o motor recentemente fabricado que substitui o motor de uma máquina e que é fornecido apenas para esse fim;

- o) «Potência do motor» a potência útil, tal como explicitada no n.º 1.4 do anexo I ao presente decreto-lei;
- p) «Processo de fabrico» o conjunto completo de dados, desenhos, fotografias ou outros documentos fornecidos pelo requerente ao serviço técnico ou à autoridade de homologação de acordo com as indicações da ficha de informações;
- q) «Processo de homologação» o processo de fabrico acompanhado dos relatórios de ensaios ou de outros documentos que lhe tenham sido apenas pelo serviço técnico ou pela autoridade de homologação no desempenho das respectivas funções;
- r) «Regime flexível» o procedimento que permite a um fabricante de motores, durante um período compreendido entre duas fases sucessivas de valores limites, comercializar um número limitado de motores, destinados a serem instalados em máquinas móveis não rodoviárias, que apenas satisfazem a fase anterior dos valores limites;
- s) «Serviço técnico» a organização ou organizações e organismo ou organismos designados como laboratórios de ensaios para efectuar os ensaios ou inspecções em nome da autoridade de homologação;
- t) «Tipo de motor» a categoria de motores que não diferem no tocante às características essenciais dos motores referidas no apêndice 1 do anexo II ao presente decreto-lei.

Artigo 4.º

Autoridade de homologação

Para efeitos de aplicação do presente decreto-lei, a autoridade de homologação é a Direcção-Geral da Empresa (DGE).

Artigo 5.º

Atribuições da autoridade de homologação

1 — Para efeitos de concessão de homologação, cabe à DGE:

- a) Proceder à recepção, análise e decisão relativamente aos pedidos de homologação de um motor ou de uma família de motores apresentados pelos fabricantes;
- b) 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 satisfaçam os requisitos do presente decreto-lei;
- c) Emitir o certificado de homologação de acordo com o modelo constante do anexo VI ao presente decreto-lei relativamente a cada tipo de motor ou família de motores que homologar, devidamente numerado de acordo com o método descrito no anexo VII ao presente decreto-lei, e compilar ou verificar o conteúdo do índice do processo de homologação;
- d) Sempre que se verificar que o motor a homologar cumpre a sua função ou apresenta 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, deve mencionar-se no certificado de homologação todas as restrições relativas à respectiva utilização e nele indicar as respectivas condições de montagem.

2 — Para efeitos de alteração ou extensão de uma homologação concedida, cabe à DGE:

- a) Proceder à recepção, análise e decisão relativamente aos pedidos de alteração ou extensão de uma homologação apresentados pelo fabricante;
- b) Emitir, caso se justifique, as páginas revistas do processo de homologação, assinalando claramente em cada uma delas a natureza das alterações e a data da nova emissão e alterando também o índice do processo de homologação de modo que sejam indicadas as datas das páginas revistas;
- c) Emitir o certificado de homologação revisto, identificado por um número de extensão, se qualquer informação contida no certificado de homologação ou os requisitos estabelecidos no presente decreto-lei tiverem sido alterados;
- d) Exigir, caso necessário, novos ensaios ou verificações, informando desse facto o fabricante, e emitir os documentos referidos nas alíneas b) e c) apenas se os resultados dos ensaios forem favoráveis.

3 — Para efeitos de controlo relativamente aos motores colocados no mercado pertencentes a um tipo ou uma família de motores homologados, cabe à DGE registar e controlar os números de identificação dos motores produzidos em conformidade com os requisitos do presente decreto-lei, podendo ser realizado um controlo suplementar conjuntamente com a avaliação da conformidade da produção prevista no artigo 22.º

4 — No âmbito da cooperação entre as autoridades de homologação dos vários Estados membros e a Comissão Europeia, cabe à DGE:

- a) Enviar mensalmente às autoridades de homologação dos outros Estados membros uma lista das homologações de tipos de motores e famílias de motores que foram objecto de concessão, recusa ou revogação durante esse lapso temporal, contendo os elementos indicados no anexo VIII ao presente decreto-lei;
- b) Enviar, sempre que solicitado pela autoridade de homologação de outro Estado membro, um exemplar do certificado de homologação, acompanhado ou não do processo de homologação do tipo de motor ou família de motores que tiver sido homologado, recusado homologar ou cuja homologação tenha sido revogada, bem como a lista dos motores produzidos de acordo com as homologações concedidas, contendo os elementos indicados no anexo IX ao presente decreto-lei, ou uma cópia da declaração prevista na alínea c) do n.º 5 do artigo 6.º;
- c) Enviar à Comissão Europeia, anualmente ou sempre que solicitado, cópia da folha de dados relativos aos motores homologados, desde a última notificação e conforme modelo do anexo X ao presente decreto-lei;
- d) Enviar, no prazo de um mês, às autoridades de homologação dos outros Estados membros informações das isenções concedidas e respectivos fundamentos nos termos do n.º 2 do artigo 21.º;
- e) Enviar anualmente à Comissão Europeia uma lista das isenções concedidas e respectivos fundamentos nos termos do n.º 2 do artigo 21.º;

- f) Enviar às autoridades de homologação dos outros Estados membros, no prazo de um mês, informação relativa a qualquer revogação de homologação e seus fundamentos;
- g) Notificar as autoridades de homologação dos outros Estados membros das medidas tomadas ao abrigo do n.º 4 do artigo 22.º

5 — No âmbito do regime flexível de colocação de motores no mercado, cabe à DGE, nos termos do n.º 3 do anexo XII ao presente decreto-lei:

- a) Proceder à recepção, análise e decisão de qualquer pedido de autorização que lhe seja apresentado pelo fabricante de equipamentos de origem para aplicação do regime flexível;
- b) Conceder ou recusar a autorização da aplicação do regime flexível solicitado pelo fabricante de equipamentos de origem;
- c) Informar o fabricante de equipamentos de origem da decisão relativa ao pedido apresentado.

6 — A DGE deve reconhecer que as homologações e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes, referidas no anexo XI ao presente decreto-lei, são conformes com o presente decreto-lei.

7 — Cabe à DGE o acompanhamento da aplicação global deste decreto-lei, nomeadamente no que se refere à sua adaptação ao progresso técnico, em cooperação com os outros organismos nacionais envolvidos e com a Comissão Europeia.

Artigo 6.º

Obrigações dos fabricantes de motores e de equipamentos de origem

1 — No âmbito de um pedido de homologação, o fabricante deve:

- a) Apresentar à DGE o pedido de homologação de um motor ou de uma família de motores, acompanhado do processo de fabrico, de acordo com o descrito na ficha de informações prevista no anexo II ao presente decreto-lei, devendo cada pedido dizer respeito a um único tipo de motor ou família de motores;
- b) Fornecer ao serviço técnico indicado pela autoridade nacional de homologação um motor com as características do tipo de motor descritas no pedido de homologação;
- c) Fornecer, no caso de um pedido de homologação de uma família de motores, um motor precursor alternativo e, se necessário, um outro motor precursor determinado pela autoridade de homologação, sempre que esta autoridade entenda que, no que diz respeito ao motor precursor seleccionado, o pedido de homologação apresentado não corresponde totalmente à família de motores a que diz respeito.

2 — Para efeitos de alteração ou extensão de uma homologação concedida pela DGE, cabe ao fabricante:

- a) Informar a DGE de qualquer alteração dos elementos constantes do processo de homologação;
- b) Apresentar à DGE os pedidos de alteração ou extensão da homologação.

3 — O fabricante deve afixar em cada unidade fabricada em conformidade com o tipo homologado as marcações definidas no n.º 2 do anexo I ao presente decreto-lei, incluindo o número de homologação.

4 — O fabricante que tenha obtido um certificado de homologação que estabeleça restrições de utilização deve fornecer com cada unidade produzida informações detalhadas sobre essas restrições e indicar as condições de montagem; no caso de um fabricante de máquinas receber uma série de tipos de motores, é suficiente a entrega de uma ficha de informações com o primeiro motor e com indicação dos números de identificação dos respectivos motores.

5 — Para efeitos de controlo da conformidade da produção, deve o fabricante:

- a) Enviar à DGE, no prazo de 45 dias após o fim de cada ano civil e sem demora após cada pedido, uma lista com a gama de números de identificação para cada tipo de motor e famílias de motores produzidos, a partir da data de aplicação do decreto-lei ou desde o último envio equivalente, contendo indicações especiais no caso de cessação da produção de um tipo ou família de motores homologados;
- b) Guardar os elementos a que se refere a alínea anterior durante 20 anos;
- c) Enviar à DGE, no prazo de 45 dias após o fim de cada ano civil e em cada data referida nos artigos 8.º a 12.º, uma declaração que especifique os tipos de motor e as famílias de motores, juntamente com os respectivos números de identificação, para os motores que pretende produzir a partir dessa data.

6 — Para efeitos de controlo dos números de identificação, o fabricante deve apresentar à DGE, a pedido desta, todas as informações necessárias relacionadas com os seus clientes, juntamente com os números de identificação dos motores produzidos, nos termos da alínea a) do número anterior.

7 — O fabricante de motores que tenha beneficiado da autorização de colocação no mercado de motores ao abrigo do regime flexível nos termos do n.º 5 do artigo 5.º deve apor em cada um desses motores uma etiqueta com o seguinte texto: «motor a colocar no mercado ao abrigo do regime flexível», de acordo com o n.º 2.2 do anexo XII ao presente decreto-lei.

8 — O fabricante de motores que forneça um motor de substituição nos termos do n.º 4 do artigo 19.º deve apor nesse motor ou inserir no manual do utilizador a seguinte menção: «motor de substituição».

9 — Para beneficiar da colocação no mercado de motores ao abrigo do regime flexível deve o fabricante de equipamentos de origem:

- a) Solicitar à autoridade de homologação a autorização para a utilização desse regime, indicando as razões que motivam o pedido;
- b) Cumprir as disposições previstas no n.º 1 do anexo XII ao presente decreto-lei.

Artigo 7.º

Requisitos para homologação

1 — A concessão de homologação a qualquer tipo de motor ou família de motores e a emissão do respectivo certificado de homologação, bem como a homologação de qualquer máquina móvel não rodoviária equipada com motor ainda não colocado no mercado, devem ser efectuadas de acordo com o disposto nos artigos 8.º a 12.º

2 — A determinação dos valores limites de emissões poluentes e partículas dos motores é realizada segundo

o método de ensaio previsto no anexo III a este decreto-lei e medido pelos métodos descritos no anexo V a este decreto-lei.

3 — O combustível de referência para os ensaios referidos no n.º 2 é o indicado no anexo IV a este decreto-lei.

Artigo 8.º

Motores de velocidade constante

1 — A partir de 31 de Dezembro de 2006, os motores de ignição por compressão de potência útil, definida no n.º 1.4 do anexo I ao presente decreto-lei, igual ou superior a 19 kW e não superior a 560 kW que funcionam a uma velocidade constante devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos no quadro do n.º 3.2.3 do anexo I ao presente decreto-lei, designada por fase II.

2 — Os motores de ignição por compressão que funcionem a uma velocidade constante devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos na alínea a) do n.º 3.2.4 do anexo I ao presente decreto-lei, de acordo com as respectivas potência e categoria, designada por fase III-A para este tipo de motores, a partir das seguintes datas:

- a) 31 de Dezembro de 2009 para os motores com potência superior ou igual a 130 kW mas inferior ou igual a 560 kW, denominada por categoria H;
- b) 31 de Dezembro de 2009 para os motores com potência superior ou igual a 75 kW mas inferior a 130 kW, denominada por categoria I;
- c) 31 de Dezembro de 2010 para os motores com potência superior ou igual a 37 kW mas inferior a 75 kW, denominada por categoria J;
- d) 31 de Dezembro de 2009 para os motores com potência superior ou igual a 19 kW mas inferior a 37 kW, denominada por categoria K.

Artigo 9.º

Motores de velocidade não constante

1 — Os motores de ignição por compressão que funcionem a uma velocidade não constante devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos na alínea a) do n.º 3.2.4 do anexo I ao presente decreto-lei, de acordo com as respectivas potência e categoria, designada por fase III-A para este tipo de motores, a partir das seguintes datas:

- a) Data de entrada em vigor do presente decreto-lei para os motores com potência superior ou igual a 130 kW mas inferior ou igual a 560 kW, denominada por categoria H;
- b) 31 de Dezembro de 2005 para os motores com potência superior ou igual a 75 kW mas inferior a 130 kW, denominada por categoria I;
- c) 31 de Dezembro de 2006 para os motores com potência superior ou igual a 37 kW mas inferior a 75 kW, denominada por categoria J;
- d) 31 de Dezembro de 2005 para os motores com potência superior ou igual a 19 kW mas inferior a 37 kW, denominada por categoria K.

2 — Os motores de ignição por compressão que funcionem a uma velocidade não constante devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos na alínea a) do n.º 3.2.5 do anexo I ao presente decreto-lei, de acordo com as respectivas potência e categoria, designada por fase III-B para este tipo de motores, a partir das seguintes datas:

- a) 31 de Dezembro de 2009 para os motores com potência superior ou igual a 130 kW mas inferior ou igual a 560 kW, denominada por categoria L;

- b) 31 de Dezembro de 2010 para os motores com potência superior ou igual a 75 kW mas inferior a 130 kW, denominada por categoria M;
- c) 31 de Dezembro de 2010 para os motores com potência superior ou igual a 56 kW mas inferior a 75 kW, denominada por categoria N;
- d) 31 de Dezembro de 2011 para os motores com potência superior ou igual a 37 kW mas inferior a 56 kW, denominada por categoria P.

3 — Os motores de ignição por compressão que funcionem a uma velocidade não constante devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos no n.º 3.2.6 do anexo I ao presente decreto-lei, de acordo com as respectivas potência e categoria, designada por fase IV para este tipo de motores, a partir das seguintes datas:

- a) 31 de Dezembro de 2012 para os motores com potência superior ou igual a 130 kW mas inferior ou igual a 560 kW, denominada por categoria Q;
- b) 30 de Setembro de 2013 para os motores com potência superior ou igual a 56 kW mas inferior a 130 kW, denominada por categoria R.

Artigo 10.º

Motores de propulsão utilizados em embarcações de navegação interior

Os motores de propulsão utilizados em embarcações de navegação interior devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos na alínea b) do n.º 3.2.4 do anexo I ao presente decreto-lei, de acordo com as respectivas potência e categoria designada por fase III-A para este tipo de motores, a partir das seguintes datas:

- a) 31 de Dezembro de 2005 para os motores com potência igual ou superior a 37 kW e cilindrada inferior a 0,9 l por cilindro, denominada por categoria V1:1;
- b) Data de entrada em vigor deste decreto-lei para os motores de cilindrada igual ou superior a 0,9 l mas inferior a 1,2 l por cilindro, denominada por categoria V1:2;
- c) 31 de Dezembro de 2005 para os motores de cilindrada igual ou superior a 1,2 l mas inferior a 2,5 l por cilindro e potência superior ou igual a 37 kW mas inferior a 75 kW, denominada por categoria V1:3;
- d) 31 de Dezembro de 2006 para os motores de cilindrada igual ou superior a 2,5 l mas inferior a 5 l por cilindro, denominada por categoria V1:4;
- e) 31 de Dezembro de 2007 para os motores de cilindrada igual ou superior a 5 l por cilindro, denominada por categoria V2.

Artigo 11.º

Motores de propulsão utilizados em automotoras ferroviárias

1 — Os motores de propulsão utilizados em automotoras ferroviárias devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos na alínea d) do n.º 3.2.4 do anexo I ao presente decreto-lei, designada por fase III-A para este tipo de motores, a partir da data de entrada em vigor deste decreto-lei para os motores de potência superior a 130 kW, denominada por categoria RC A.

2 — Os motores de propulsão utilizados em automotoras ferroviárias devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos na alínea b) do n.º 3.2.5 do anexo I ao presente decreto-lei, designada por fase III-B para este tipo de

motores, a partir de 31 de Dezembro de 2010 para os motores de potência superior a 130 kW, denominada por categoria RC B.

Artigo 12.º

Motores de propulsão utilizados em locomotivas ferroviárias

1 — Os motores de propulsão utilizados em locomotivas ferroviárias devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos na alínea c) do n.º 3.2.4 do anexo I ao presente decreto-lei, de acordo com as respectivas potência e categoria, designada por fase III-A para este tipo de motores, a partir das seguintes datas:

- a) 31 de Dezembro de 2005 para os motores de potência igual ou superior a 130 kW mas inferior ou igual a 560 kW, denominada por categoria RL A;
- b) 31 de Dezembro de 2007 para os motores de potência superior a 560 kW, denominada por categoria RH A.

2 — Os motores de propulsão utilizados em locomotivas ferroviárias devem respeitar os valores limites de emissão de poluentes gasosos e de partículas estabelecidos na alínea c) do n.º 3.2.5 do anexo I ao presente decreto-lei, designada por fase III-B para este tipo de motores, a partir de 31 de Dezembro de 2010 para motores de potência superior a 130 kW, denominada por categoria R B.

3 — As disposições dos n.ºs 1 e 2 não se aplicam aos tipos e famílias de motores aí referidos se tiver sido celebrado um contrato de aquisição do motor antes de 20 de Maio de 2004 e desde que o motor seja colocado no mercado dois anos, no máximo, após a data prevista para a categoria aplicável.

Artigo 13.º

Colocação no mercado

1 — Sem prejuízo do disposto nos n.ºs 1 a 4 do artigo 20.º e no n.º 3 do artigo 12.º, só podem ser colocados no mercado, com excepção das máquinas e motores destinados à exportação para países não pertencentes à Comunidade Europeia, os motores já instalados ou não em máquinas que cumpram os requisitos respectivos dos artigos 8.º a 12.º, tenham sido homologados de acordo com o estabelecido no presente decreto-lei e ostentem as marcações indicadas no n.º 2 do anexo I ao presente decreto-lei.

2 — Os motores a colocar no mercado, instalados ou não em máquinas móveis não rodoviárias, devem cumprir o disposto no número anterior de acordo com o estabelecido nos artigos 14.º a 18.º

3 — Os motores de ignição por compressão destinados a uma utilização diferente da propulsão de locomotivas ferroviárias, automotoras ferroviárias e embarcações de navegação interior podem ser colocados no mercado ao abrigo de um regime flexível de acordo com o procedimento descrito no anexo XII ao presente decreto-lei desde que satisfaçam os requisitos exigíveis previstos no artigo 7.º

Artigo 14.º

Colocação no mercado de motores de velocidade constante

1 — As datas de colocação no mercado dos motores de velocidade constante para efeitos do n.º 2 do artigo 13.º e para a fase III-A são as seguintes:

- a) A partir de 31 de Dezembro de 2010 para a categoria H;

- b) A partir de 31 de Dezembro de 2010 para a categoria I;
- c) A partir de 31 de Dezembro de 2011 para a categoria J;
- d) A partir de 31 de Dezembro de 2010 para a categoria K.

2 — A data de colocação no mercado dos motores de velocidade constante referidos no n.º 1 do artigo 8.º para efeitos do n.º 1 do artigo 13.º é 31 de Dezembro de 2007.

Artigo 15.º

Colocação no mercado de motores de velocidade não constante

1 — As datas de colocação no mercado dos motores de velocidade não constante para efeitos do n.º 2 do artigo 13.º e para a fase III-A são as seguintes:

- a) A partir de 31 de Dezembro de 2005 para a categoria H;
- b) A partir de 31 de Dezembro de 2006 para a categoria I;
- c) A partir de 31 de Dezembro de 2007 para a categoria J;
- d) A partir de 31 de Dezembro de 2006 para a categoria K.

2 — As datas de colocação no mercado dos motores de velocidade não constante para efeitos do n.º 2 do artigo 13.º e para a fase III-B são as seguintes:

- a) A partir de 31 de Dezembro de 2010 para a categoria L;
- b) A partir de 31 de Dezembro de 2011 para a categoria M;
- c) A partir de 31 de Dezembro de 2011 para a categoria N;
- d) A partir de 31 de Dezembro de 2012 para a categoria P.

3 — As datas de colocação no mercado dos motores de velocidade não constante para efeitos do n.º 2 do artigo 13.º e para a fase IV são as seguintes:

- a) A partir de 31 de Dezembro de 2013 para a categoria Q;
- b) A partir de 30 de Setembro de 2014 para a categoria R.

Artigo 16.º

Colocação no mercado de motores utilizados em embarcações de navegação interior

As datas de colocação no mercado dos motores utilizados em embarcações de navegação interior para efeitos do n.º 2 do artigo 13.º e para a fase III-A são as seguintes:

- a) A partir de 31 de Dezembro de 2006 para a categoria V1:1;
- b) A partir de 31 de Dezembro de 2006 para a categoria V1:2;
- c) A partir de 31 de Dezembro de 2006 para a categoria V1:3;
- d) A partir de 31 de Dezembro de 2008 para a categoria V1:4;
- e) A partir de 31 de Dezembro de 2008 para a categoria V2.

Artigo 17.º

Colocação no mercado de motores utilizados em automotoras ferroviárias

As datas de colocação no mercado dos motores utilizados em automotoras ferroviárias para efeitos do n.º 2

do artigo 13.º e para as fases III-A e III-B são, respectivamente, as seguintes:

- a) A partir de 31 de Dezembro de 2005 para a categoria RC A;
- b) A partir 31 de Dezembro de 2011 para a categoria RC B.

Artigo 18.º

Colocação no mercado de motores utilizados em locomotivas ferroviárias

1 — As datas de colocação no mercado dos motores utilizados em locomotivas ferroviárias para efeitos do n.º 2 do artigo 13.º e para a fase III-A são as seguintes:

- a) A partir de 31 de Dezembro de 2006 para a categoria RL A;
- b) A partir de 31 de Dezembro de 2008 para a categoria RH A.

2 — A data de colocação no mercado dos motores utilizados em locomotivas ferroviárias para efeitos do n.º 2 do artigo 13.º e para a fase III-B é a partir de 31 de Dezembro de 2011 para a categoria R B.

Artigo 19.º

Alteração às datas de colocação no mercado

1 — Para cada categoria de motor, as datas de colocação no mercado serão, mediante autorização da DGE, adiadas por dois anos em relação aos motores com uma data de produção anterior à data respectiva prevista nos artigos 14.º a 18.º

2 — A autorização concedida nos termos do número anterior para uma fase de valores limites de emissão termina a partir da data de aplicação obrigatória da fase seguinte de valores limites.

3 — Para os motores que respeitem os valores limites dos quadros dos n.ºs 3.2.4, 3.2.5 e 3.2.6 do anexo I ao presente decreto-lei, antes das respectivas datas indicadas nos artigos 14.º a 18.º, deve ser autorizada mediante solicitação uma identificação especial que evidencie o cumprimento dos valores limites requeridos antes da data prevista.

4 — Sem prejuízo do disposto nos n.ºs 1 a 4 do artigo 20.º e no n.º 3 do artigo 12.º, os motores de substituição, com excepção dos motores destinados à propulsão de automotoras ferroviárias, locomotivas ferroviárias e embarcações de navegação interior, devem obedecer aos valores limites de emissão que o motor substituído devia respeitar quando foi colocado no mercado.

Artigo 20.º

Embarcações de navegação interior

1 — Até 30 de Junho de 2007 não pode ser recusada a colocação no mercado de motores destinados a embarcações de navegação interior, que satisfaçam os requisitos previstos pela fase I da Comissão Central da Navegação no Reno (CCNR), cujos valores limites de emissão são fixados no anexo XIII ao presente decreto-lei.

2 — A partir de 1 de Julho de 2007 não pode ser recusada a colocação no mercado de motores, que satisfaçam os requisitos previstos pela fase II da CCNR, cujos valores limites de emissão são fixados no anexo XIV ao presente decreto-lei.

3 — Qualquer motor auxiliar destinado a uma embarcação de navegação interior com uma potência superior a 560 kW fica sujeito aos mesmos requisitos que os motores de propulsão da mesma.

4 — As disposições dos n.ºs 1 e 2 não serão aplicadas enquanto a equivalência entre os requisitos previstos no presente decreto-lei e os previstos no quadro da Convenção de Mannheim para a Navegação no Reno não for reconhecida pela CCNR e desse facto for informada a Comissão Europeia.

5 — Não poderá ser conferido o certificado comunitário de navegação interior previsto pela Directiva n.º 82/714/CEE, do Conselho, às embarcações de navegação interior cujos motores não cumpram os requisitos do presente decreto-lei.

6 — As disposições do n.º 2 do artigo 21.º não são aplicáveis aos motores de propulsão de embarcações de navegação interior.

Artigo 21.º

Isenções

1 — Os requisitos previstos nos n.ºs 1 e 2 do artigo 13.º não se aplicam a:

- a) Motores para uso das Forças Armadas;
- b) Motores isentos de acordo com o n.º 2 do presente artigo e o n.º 4 do artigo 19.º;
- c) Motores a instalar em máquinas destinadas essencialmente ao lançamento e à recuperação de embarcações de salvamento;
- d) Motores utilizados nas máquinas destinadas essencialmente ao lançamento e à recuperação de embarcações lançadas a partir da margem.

2 — A pedido do fabricante, a DGE pode isentar da aplicação das disposições do n.º 2 do artigo 13.º os motores de fim de série ainda armazenados e os motores instalados em máquinas móveis não rodoviárias ainda armazenadas, cujas homologações respectivas tenha concedido, ou os motores que não tenham sido objecto de homologação, desde que tenham sido armazenados em território nacional.

3 — O pedido do fabricante referido no número anterior deve:

- a) Ser apresentado antes da data limite aplicável prevista nos artigos 14.º a 18.º;
- b) Incluir uma lista, como definida na alínea a) do n.º 5 do artigo 6.º, dos motores novos que não foram colocados no mercado dentro do prazo aplicável;
- c) Especificar as razões técnicas e económicas em que o pedido se fundamenta.

4 — Os motores para os quais seja apresentado um pedido nos termos do número anterior devem:

- a) Estar em conformidade com o tipo ou família de motores para os quais a homologação já não seja válida ou que não tenham necessitado de homologação;
- b) Ter sido armazenados na Comunidade Europeia dentro do prazo aplicável.

5 — Em cada ano, o número máximo de motores novos, de um ou mais tipos, colocados no mercado nacional ao abrigo da isenção referida no n.º 2 não deve exceder 10% do total dos motores novos de todos os tipos em questão colocados no mercado durante o ano anterior.

6 — O regime de isenção previsto nos n.ºs 2, 3 e 4 fica limitado a um período de 12 meses a contar da data em que os motores foram sujeitos a este regime.

7 — A DGE emitirá para cada motor isento, nos termos dos n.ºs 2 e seguintes, um certificado de conformidade em que se faz uma anotação especial relativa à isenção.

Artigo 22.º**Conformidade de produção**

1 — Sempre que a DGE proceda à concessão de uma homologação deve, previamente, tomar as medidas necessárias para verificar, relativamente às especificações contidas no n.º 4 do anexo I ao presente decreto-lei, se foram tomadas as disposições adequadas para assegurar o controlo efectivo da conformidade da produção antes de conceder a mencionada homologação.

2 — Após a concessão de uma homologação, deve a DGE tomar as medidas necessárias para garantir que as disposições referidas no número anterior continuam a ser adequadas e que cada motor produzido que ostenta um número de homologação continua a estar em conformidade com a descrição dada no certificado de homologação e seus anexos para o tipo de motor ou família de motores homologados.

3 — Quando as autoridades incumbidas da fiscalização deste decreto-lei verificarem que motores novos ostentando um número de homologação, apostos ou não em território nacional, não estão em conformidade com o tipo ou família homologados devem, de imediato, notificar do facto a DGE.

4 — No caso de a homologação dos motores novos a que se refere o número anterior ter sido concedida pela DGE, deve esta tomar todas as medidas para que seja reposta a conformidade dos motores em curso de produção com o tipo ou família homologados, podendo, caso se verifique incumprimento reiterado, revogar a homologação.

5 — No caso de a homologação dos motores novos a que se refere o n.º 3 ter sido concedida por uma autoridade de homologação de outro Estado membro, a DGE deve solicitar a essa autoridade que verifique se os motores em curso de produção estão em conformidade com o tipo ou família homologados.

Artigo 23.º**Serviços técnicos**

1 — A DGE deve diligenciar no sentido de que a Comissão Europeia e os outros Estados membros sejam informados dos nomes e endereços dos serviços técnicos responsáveis para efeitos da aplicação do presente decreto-lei.

2 — Os serviços técnicos referidos no número anterior devem estar acreditados segundo as metodologias do Sistema Português da Qualidade.

Artigo 24.º**Taxas**

1 — Os serviços prestados pela DGE, no âmbito das suas atribuições como autoridade de homologação, ficam sujeitos ao pagamento de taxas pelos requerentes.

2 — O montante das taxas devidas pelos serviços prestados pela DGE constitui receita própria e será fixado por portaria conjunta dos Ministros das Finanças e da Economia.

Artigo 25.º**Fiscalização**

1 — A fiscalização do cumprimento do disposto no artigo 13.º compete à Inspeção-Geral das Actividades

Económicas (IGAE), sem prejuízo das competências atribuídas por lei a outras entidades.

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

3 — A instrução do processo é da competência da IGAE.

Artigo 26.º**Contra-ordenações**

1 — O incumprimento do disposto no artigo 13.º constitui contra-ordenação punível com coima de € 250 a € 3500, sem prejuízo da responsabilidade civil ou penal do mesmo decorrente.

2 — Se o infractor for uma pessoa colectiva, o montante máximo da coima é de € 30 000.

3 — Em caso de negligência, os montantes máximos previstos nos números anteriores são reduzidos a metade.

Artigo 27.º**Aplicação de coimas**

1 — A aplicação das coimas previstas no artigo anterior compete à Comissão de Aplicação de Coimas em Matéria Económica e Publicidade (CACMEP).

2 — O produto das coimas aplicadas reverte para as seguintes entidades:

- a) 60% para o Estado;
- b) 20% para a entidade que procedeu à instrução do processo;
- c) 10% para a entidade que levantou o auto;
- d) 10% para a DGE.

Artigo 28.º**Norma transitória**

Mantêm-se em vigor, para efeitos dos procedimentos relativos à fase II, as disposições do Decreto-Lei n.º 432/99, de 25 de Outubro, até à data de entrada em vigor dos valores limites previstos para a fase III das respectivas categorias de motores.

Artigo 29.º**Norma revogatória**

São revogados os Decretos-Leis n.ºs 432/99, de 25 de Outubro, e 202/2002, de 26 de Setembro, sem prejuízo do disposto no artigo anterior.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 17 de Novembro de 2005. — *José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa* — *Diogo Pinto de Freitas do Amaral* — *Fernando Teixeira dos Santos* — *Alberto Bernardes Costa* — *Francisco Carlos da Graça Nunes Correia* — *Manuel António Gomes de Almeida de Pinho* — *Mário Lino Soares Correia*.

Promulgado em 12 de Dezembro de 2005.

Publique-se.

O Presidente da República, JORGE SAMPAIO.

Referendado em 15 de Dezembro de 2005.

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

ANEXO I

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

1 — Definições, símbolos e abreviaturas

Para efeitos do presente diploma, entende-se por:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.9 — «Volume igual ou superior a 100 m³» de uma embarcação de navegação interior, o seu volume calculado com base na fórmula $L \times B \times T$, em que «L» é o comprimento fora a fora em metros, excluindo o leme e gurupés, «B» é a boca máxima do casco em metros, medida no exterior da chapa de costado, excluindo rodas de pás propulsoras, verdugos, etc. e «T» a distância vertical, medida entre o ponto mais baixo do casco ou quilha e uma linha correspondente ao calado máximo da embarcação.

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

- a) Um certificado de conformidade com a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana

no Mar de 1974 (SOLAS 74), emendada, ou um certificado equivalente; ou

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.20 — «Ciclo de ensaios» a sequência de pontos de ensaio, cada um com uma velocidade e um binário definidos, que devem ser seguidos pelo motor em condições de funcionamento em estado estacionário, designado ensaio NRSC, ou transiente, designado ensaio NRTC.

1.21 — Símbolos e abreviaturas

1.21.1 — Símbolos dos parâmetros de ensaio

Símbolo	Unidade	Descrição
A/F st	—	Relação estequiométrica ar/combustível.
A _P	m ²	Área da secção transversal da sonda isocinética de recolha de amostras.

Símbolo	Unidade	Descrição	Símbolo	Unidade	Descrição
AT	m ²	Área da secção transversal do tubo de escape.	M _{gas}	g	Massa total dos poluentes gasosos durante o ciclo.
Aver	m ³ /h kg/h	Valores médios ponderados do: Caudal volumétrico, Caudal mássico	M _{PT}	g	Massa total das partículas ao longo do ciclo.
C1	—	Hidrocarbonetos C1 equivalentes.	M _{SAM}	Kg	Massa da amostra dos gases de escape diluídos que passou pelos filtros de recolha de amostras de partículas.
C _d	—	Coefficiente de descarga do SSV.	M _{SE}	Kg	Massa da amostra dos gases de escape durante ciclo.
Conc	ppm vol%	Concentração, com sufixo do componente.	M _{SEC}	Kg	Massa do ar de diluição secundária.
Conc _c	ppm vol%	Concentração de fundo corrigida.	M _{TOT}	Kg	Massa total dos gases de escape diluídos duplamente ao longo do ciclo.
Conc _d	ppm vol%	Concentração do poluente medida no ar de diluição.	M _{TOTW}	Kg	Massa total dos gases de escape diluídos que passa através do túnel de diluição durante o ciclo em base húmida.
Conc _e	ppm vol%	Concentração do poluente medida no ar de diluição medida nos gases de escape diluídos ppm.	M _{TOTWI}	Kg	Massa instantânea dos gases de escape diluídos que passam no túnel de diluição em base húmida.
d	m	Diâmetro.	mass	g/h	Índice que denota o caudal máximo das emissões.
DF	—	Factor de diluição.	N _p	—	rotações totais da PDP ao longo do ciclo.
fa	—	Factor atmosférico do laboratório.	n _{ref}	min ⁻¹	Velocidade de referência do motor para o ensaio NRTC.
G _{AIRD}	kg/h	Caudal mássico do ar de admissão em base seca.	n _{sp}	s ⁻²	Derivada da velocidade do motor.
G _{AIRW}	kg/h	Caudal mássico do ar de diluição em base húmida.	P	kw	Potência, não corrigida do efeito do freio.
G _{DILW}	kg/h	Caudal mássico do ar de diluição em base húmida.	p ₁	KPa	Depressão à entrada da bomba da PDP.
G _{EDFW}	kg/h	Caudal mássico equivalente dos gases de escape diluídos em base húmida.	P _A	KPa	Pressão absoluta.
G _{EXHW}	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape em base húmida.	P _a	KPa	Pressão do vapor de saturação do ar de admissão do motor (norma ISO 3046: Psy=PSY ambiente de ensaio).
G _{FUEL}	kg/h	Caudal mássico de combustível.	P _{AE}	KW	Potência total declarada absorvida pelos equipamentos auxiliares montados para o ensaio não exigidos pelo disposto no n.º 1.4 do presente anexo.
G _{SE}	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape recolhidos como amostra.	P _B	KPa	Pressão barométrica total (norma ISO 3046: Px=P _x pressão total ambiente do local Py=P _y pressão total ambiente de ensaio).
GT	cm ³ /min	Caudal do gás traçador.	P _d	kPa	Pressão do vapor de saturação do ar de diluição.
G _{TOTW}	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape diluídos em base húmida.	P _M	kW	Potência máxima medida à velocidade de ensaio em condições de ensaio, conforme apêndice 1 do anexo VI.
H _a	g/kg	Humidade relativa do ar de admissão, %.	P _s	kPa	Pressão atmosférica em seco.
H _d	g/kg	Humidade relativa do ar de diluição, %.	q	—	Razão de diluição.
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.	Q _s	m ³ /s	Caudal volúmico do CVS.
i	—	Índice que denota um dado modo, para o ensaio NRSC, ou um valor instantâneo para o ensaio NRTC.	r	—	Razão do SSV na pressão estática absoluta de admissão.
K _H	—	Factor de correcção em relação à humidade para o NO _x .	r	—	Razão entre as áreas das secções transversais da sonda isocinética e do tubo de escape.
K _P	—	Factor de correcção em relação à humidade para as partículas.	R _a	%	Humidade relativa do ar de admissão.
K _V	—	Função de calibração do SFV.	R _d	%	Humidade relativa do ar de diluição.
K _{w,a}	—	Factor de correcção seco-húmido para o ar de admissão.	R _e	—	Número de Reynolds.
K _{w,d}	—	Factor de correcção seco-húmido para o ar de diluição.	R _f	—	Factor de resposta do FID.
K _{w,e}	—	Factor de correcção seco-húmido para os gases de escape diluídos.	T	K	Temperatura absoluta.
K _{w,r}	—	Factor de correcção seco-húmido para os gases de escape brutos.	t	s	Tempo de medição.
L	%	Percentagem do binário relacionada com o binário máximo para a velocidade de ensaio.	T _a	K	Temperatura absoluta do ar de admissão.
M _d	Mg	Massa da amostra de partículas do ar de diluição recolhido.	T _D	K	Temperatura absoluta do ponto de orvalho.
M _{DIL}	kg	Massa da amostra de ar de diluição que passou através dos filtros de recolha de amostras de partículas.	T _{ref}	K	Temperatura de referência do ar de combustão (298 K).
M _{EDFW}	kg	Massa dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo.	T _{sp}	Nm	Binário exigido para o ciclo em condições transientes.
M _{EXHW}	Kg	Fluxo máximo total dos gases de escape durante o ciclo.	t ₁₀	s	Intervalo de tempo entre a entrada de dados e a obtenção de 10% da leitura final.
M _f	Mg	Massa de amostra de partículas recolhida.	t ₅₀	s	Intervalo de tempo entre a entrada de dados e a obtenção de 50% da leitura final.
M _{f,p}	Mg	Massa de amostra de partículas recolhidas no filtro primário.	t ₉₀	s	Intervalo de tempo entre a entrada de dados e a obtenção de 90% da leitura final.
M _{f,b}	Mg	Massa de amostra de partículas recolhidas no filtro secundário.	Δ _{tl}	s	Intervalo de tempo entre a recolha de sucessivos dados relativos aos fumos (= 1/por razão de recolha de amostras).
			V ₀	m ³ /rev	Caudal volúmico da PDP nas condições reais.
			W _{act}	kWh	Trabalho real do ciclo do ensaio NRTC.

Símbolo	Unidade	Descrição
W_F	—	Factor de segurança.
W_{FE}	—	Factor de ponderação efectivo.
X_0	m ³ /rev	Função de calibração do caudal volumico da PDP.
θ_D	kgm ²	Inércia de rotação do dinamómetro de correntes de Foucault.
β	—	Razão do SSV.
λ	—	Relação ar/combustível.
ρ_{EXH}	kg/m ³	Densidade dos gases de escape.

1.21.2 — Símbolos dos componentes químicos:

CH_4 — metano;
 C_3H_8 — propano;
 C_2H_6 — etano;
 CO — monóxido de carbono;
 CO_2 — dióxido de carbono;
DOP — ftalato de dioctilo;
 H_2O — água;
HC — hidrocarbonetos;
 NO_x — óxidos de azoto;
 NO — óxido de azoto;
 NO_2 — dióxido de azoto;
 O_2 — oxigénio;
PT — partículas;
PTFE — politetrafluoroetileno.

1.21.3 — Abreviaturas:

CFV — tubo de Venturi de escoamento crítico;
CLD — detector quimioluminescente;
CI — Ignição por compressão;
FID — detector de ionização por chama;
FS — escala completa;
HCLD — detector quimioluminescente aquecido;
HFID — detector aquecido de ionização por chama;
NDIR — analisador 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.

2 — Marcações dos motores

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

- 2.1.1 — A marca ou nome do fabricante do motor;
- 2.1.2 — O tipo do motor, ou família, se aplicável, e um único número de identificação;
- 2.1.3 — O número da homologação CE, conforme descrito no anexo VII;
- 2.1.4 — Etiquetas de acordo com o anexo XII, se o motor for colocado no mercado ao abrigo das disposições do regime flexível.

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

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

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

2.3.2 — Cada motor deve ser acompanhado de uma chapa amovível suplementar de um material duradouro, com todos os dados referidos no n.º 2.1, que deverá ser posicionada, se necessário, por forma a que a marcação referida no n.º 2.1 fique prontamente visível para uma pessoa de estatura média e facilmente acessível quando o motor estiver montado na máquina.

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

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

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

3 — Especificações e ensaios

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

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

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

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

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

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

- a) No que diz respeito às emissões gasosas medidas nos gases de escape brutos, o sistema indicado na figura 2 do anexo v;
- b) No que diz respeito às emissões gasosas medidas nos gases de escape diluídos de um sistema de diluição do escoamento total, o sistema indicado na figura 3 do anexo v;
- c) Para as emissões de partículas, o sistema de diluição do escoamento total a funcionar quer com um filtro separado para cada modo quer pelo método do filtro único, indicado na figura 13 do anexo v.

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

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

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

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

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

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

3.2.3 — Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos, de óxidos de azoto e de partí-

culas 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 ≤ P ≤ 560. . .	3,5	1,0	6,0	0,2
75 ≤ P < 130. . . .	5,0	1,0	6,0	0,3
37 ≤ P < 75.	5,0	1,3	7,0	0,4
18 ≤ P < 37.	5,5	1,5	8,0	0,8

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

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

Categoria: potência útil: (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Soma de hidrocarbonetos e óxidos de azoto (HC + NO _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: 37kW ≤ P < 75kW	5,0	4,7	0,4
K: 19kW ≤ P < 37kW	5,5	7,5	0,6

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

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

- c) Motores para a propulsão de locomotivas ferroviárias:

Categoria: potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Conjunto dos hidrocarbonetos e óxidos de azoto (HC + NO _x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)	
RL. A: 130 kW ≤ P ≤ 560 kw	3,5	4,0	0,2	
RH A: P > 560 kW	3,5	0,5	6,0	0,2
RH A: Motores P > 2000 kW e SV > 5l/cilindro	3,5	0,4	7,4	0,2

d) Motores para a propulsão de automotoras ferroviárias:

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

3.2.5 — As emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de azoto, ou a sua soma, se aplicável, e as emissões de partículas não devem exceder para a fase III-B as quantidades indicadas nos quadros seguintes:

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

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

b) Motores para a propulsão de automotoras ferroviárias:

Categoria: potência útil power (P) (kw)	Monóxido de carbono (CO) (g/kwh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kwh)	Óxido de azoto (NO _x) (g/kwh)	Partículas (PT) (g/wh)
RC B: 130 kw < P	3,5	0,19	2,0	0,025

c) Motores para a propulsão de locomotivas:

Categoria: potência útil (P) (kw)	Monóxido de carbono (CO) (g/kwh)	Soma de Hidrocarbonetos e óxidos de azoto (HC + NO _x) (g/kwh)	Partículas (PT) (g/kwh)
R B: 130 kw < P	3,5	4,0	0,025

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

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

Categoria: potência útil (P) (kw)	Monóxido de carbono (CO) (g/kwh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kwh)	Óxido de Azoto (NO _x) (g/kwh)	Partículas (PT) (g/wh)
Q: 130 kw ≤ P ≤ 560 kw	3,5	0,19	0,4	0,025
R: 56 kw ≤ P < 130 kw	5,0	0,19	0,4	0,025

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

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

3.2.8 — Se conforme definido no n.º 5 juntamente com o apêndice 2 do anexo II, uma família de motores abranger mais de que uma banda de potências, os valores das emissões do motor precursor para homologação e de todos os tipos de motores dentro da mesma família na conformidade da produção, devem satisfazer os requisitos mais estritos da banda de potências mais elevada. O requerente é livre de restringir a definição das famílias de motores a bandas de potências únicas e de pedir a certificação de acordo com esse facto.

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

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

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

4 — Especificação das avaliações da conformidade da produção

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

4.2 — O titular da homologação deve, em especial:

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

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

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

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

4.2.5 — Assegurar que qualquer amostra de motores ou componentes que indique não conformidade com o tipo de ensaio considerado dê origem a outra amostragem

e outro ensaio. Devem ser tomadas todas as medidas necessárias para restabelecer a conformidade de produção correspondente.

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

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

4.3.2 — Quando o nível da qualidade parecer insatisfatório ou quando parecer ser necessário verificar a validade dos dados apresentados em aplicação do disposto no n.º 3.2 será adoptado o seguinte procedimento:

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

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

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

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

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

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

em que:

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

K é um factor estatístico dependente de *n* e dado no quadro anterior, e

$$S_t^2 = \sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}, \text{ em que } x \text{ é qualquer um dos resultados}$$

individuais obtidos na amostra *n*.

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

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

5 — Parâmetros de definição da família de motores

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

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

5.1 — Ciclo combustão:

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

5.2 — Meio de arrefecimento:

- a) Ar;
- b) Água;
- c) Óleo.

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

5.4 — Método de aspiração do ar.

5.5 — Tipo de combustível: combustível para motores diesel.

5.6 — Tipo/concepção da câmara de combustão.

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

5.8 — Sistema de combustível para motores diesel:

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

5.9 — Características várias:

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

5.10 — Pós-tratamento dos gases de escape:

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

6 — Escolha do motor precursor

6.1 — O motor precursor da família deve ser seleccionado utilizando o critério primário do débito de combustível mais elevado por curso do êmbolo à velocidade de binário máximo declarada. No caso de dois ou mais motores partilharem este critério primário, o motor precursor deve ser seleccionado utilizando o critério secundário do débito de combustível mais elevado por curso do êmbolo à velocidade nominal. Em determinadas circunstâncias, a autoridade de homologação pode concluir que o pior caso de taxa de emissões da família pode ser caracterizado através do ensaio de um segundo motor. Assim, a autoridade de homologação pode seleccionar um

motor adicional para os ensaios com base em características que indiquem que esse motor pode ter os níveis de emissão mais elevados dos motores dessa família.

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

ANEXO II

Ficha de informações n.º...

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

(Directiva n.º 97/68/CE, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 2004/26/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 artigo 2.º

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 ... cm³

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: ...

1.15.5 — Temperatura do lubrificante: min: ...k
máx: ...k

1.16 — Sobrealimentador: sim/não ⁽²⁾

1.16.1 — Marca: ...

1.16.2 — Tipo: ...

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

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

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

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

2 — Dispositivos antipoluição adicionais, se existirem e se não forem abrangidos por outra rubrica

Descrição e ou diagrama (s): ...

3 — Sistema de combustível:

3.1 — Bomba de alimentação:

Pressão ⁽³⁾ ou diagrama característico: ...KPa

3.2 — Sistema de injeção:

3.2.1 — Bomba:

3.2.1.1 — Marca (s): ...

3.2.1.2 — Tipo(s): ...

3.2.1.3 — Débito: ... e ... mm³ por curso ⁽³⁾ ou ciclo a injeção plena à velocidade da bomba de: ... rpm, nominal, e ... rpm, binário máx., respectivamente, ou diagrama característico.

Mencionar o método utilizado: no motor ou no banco de bombas ⁽²⁾

3.2.1.4 — Avanço da injeção:

3.2.1.4.1 — Curva de avanço da injeção ⁽³⁾ ...

3.2.1.4.2 — Regulação de injeção ⁽³⁾ ...

3.2.2 — Tubagem de injeção

3.2.2.1 — Comprimento: ... mm

3.2.2.2 — Diâmetro interno: ... mm

- 3.2.3 — Injetor(es):
 - 3.2.3.1 — Marca(s): ...
 - 3.2.3.2 — Tipo(s): ...
 - 3.2.3.3 — Pressão de abertura ⁽³⁾ 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 ⁽¹⁾ ...rpm
 - 3.2.4.4 — Velocidade máxima sem carga ⁽³⁾ ... rpm
 - 3.2.4.5 — Velocidade de marcha lenta sem carga ⁽³⁾ ... rpm
 - 3.3 — Sistema de arranque a frio:
 - 3.3.1 — Marca (s): ...
 - 3.3.2 — Tipo(s): ...
 - 3.3.3 — Descrição: ...
 - 4 — Regulação das válvulas:
 - 4.1 — Elevação máxima e ângulos de abertura e fecho em relação aos pontos mortos superiores ou dados equivalentes: ...
 - 4.2 — Gamas de referência e ou de regulação ⁽²⁾
- ⁽¹⁾ No caso de haver vários motores precursores, a apresentar para cada um deles.
⁽²⁾ Riscar o que não interessa.
⁽³⁾ Especificar a tolerância

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⁾: ...
- 1.8 — Sistema de pós-tratamento dos gases de escape ⁽²⁾: ...
 - Prova de razão idêntica, ou mais baixa para o motor precursor: capacidade do sistema/débito de combustível por curso de acordo com o(s) número(s) do(s) diagrama(s): ...
- 2 — Lista da família de motores
 - 2.1 — Designação da família de motores: ...
 - 2.2 — Especificação dos motores dentro dessa família:

	Motor precursor ⁽¹⁾
Tipo de motor	
Número de cilindros	
Velocidade nominal (rpm)	
Débito de combustível por curso (mm ³).	
Potência útil nominal (kW)	

	Motor precursor ⁽¹⁾
Velocidade de binário máximo (rpm).	
Débito de combustível por curso (mm ³).	
Binário máximo (Nm).	
Velocidade de marcha lenta sem carga (rpm)	
Cilindrada unitária (em % em relação ao motor precursor).	100

⁽¹⁾ Para obter pormenores completos ver apêndice 1.
⁽²⁾ A completar em conjunto com as especificações dadas nos n.ºs 5 e 6 do anexo 1.
⁽³⁾ Se não aplicável, escrever «não aplicável».

APÊNDICE 3

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

- 1 — Descrição do motor:
 - 1.1 — Fabricante: ...
 - 1.2 — Código do fabricante 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: ... cm³
 - 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
 - 1.15.5 — Temperatura do lubrificante: min: ...k
máx: ...k
- 1.16 — Sobrealimentador: sim/não ⁽²⁾
 - 1.16.1 — Marca: ...
 - 1.16.2 — Tipo: ...
 - 1.16.3 — Descrição do sistema, por exemplo, pressão máxima de sobrealimentação, válvula de descarga, se aplicável: ...

- 1.16.4 — Permurrador de calor: sim/não ⁽²⁾
 1.17 — Sistema de admissão: depressão máxima admissível à admissão à velocidade nominal do motor e a 100% de carga: ... kPa
 1.18 — Sistema de escape: contrapressão máxima admissível no escape à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga: ... kPa
 2 — Dispositivos antipoluição adicionais, se existirem e se não forem abrangidos por outra rubrica:

Descrição e ou diagrama(s): ...

3 — Alimentação de combustível:

3.1 — Bomba de alimentação:

Pressão ⁽³⁾ ou diagrama característico: ... kPa

3.2 — Sistema de injeção:

3.2.1 — Bomba:

3.2.1.1 — Marca(s): ...

3.2.1.2 — Tipo(s): ...

3.2.1.3 — Débito: ... e ... mm³ por curso ⁽³⁾ ou ciclo a injeção plena à velocidade da bomba de: ... rpm, nominal, e ... rpm, binário máx., respectivamente, ou diagrama característico.

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

3.2.1.4 — Avanço da injeção:

3.2.1.4.1 — Curva de avanço da injeção ⁽³⁾: ...

3.2.1.4.2 — Regulação da injeção ⁽³⁾: ...

3.2.2 — Tubagem de injeção:

3.2.2.1 — Comprimento: ... mm

3.2.2.2 — Diâmetro interno: ... mm

3.2.2.3 — Injetor(es):

3.2.3.1 — Marca(s): ...

3.2.3.2 — Tipo (s): ...

3.2.3.3 — Pressão de abertura ⁽³⁾ 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 ⁽³⁾ ... rpm

3.2.4.4 — Velocidade máxima sem carga ⁽³⁾ ... rpm

3.2.4.5 — Velocidade de marcha lenta sem carga ⁽³⁾: ... rpm

3.3 — Sistema de arranque a frio:

3.3.1 — Marca(s): ...

3.3.2. — Tipo(s): ...

3.3.3. — Descrição: ...

4 — Regulação das válvulas:

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

4.2 — Gamas de referência e ou de regulação ⁽²⁾: ...

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

4.3.1 — Tipo: contínuo ou ligado/desligado

4.3.2 — Ângulo de fase da came

5 — Configuração das janelas de admissão e de escape:

5.1 — Posição, dimensão e número

6 — Sistema de ignição

6.1 — Bobina de ignição

6.1.1 — Marca(s) ...

6.1.2 — Tipo(s) ...

6.1.3 — Número ...

6.2 — Vela(s) de ignição ...

6.2.1 — Marca(s) ...

6.2.2 — Tipo(s) ...

6.3 — Magneto ...

6.3.1 — Marca (s) ...

6.3.2 — Tipo(s) ...

6.4 — Regulação da ignição:

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

6.4.2 — Curva de avanço, se aplicável ...

⁽¹⁾ A apresentar para cada motor de família.

⁽²⁾ Riscar o que não interessa.

⁽³⁾ Especificar a tolerância.

ANEXO III

Método de ensaio

1 — Introdução:

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

Descrevem-se dois ciclos de ensaio que serão aplicados de acordo com as disposições do n.º 1 do artigo 2.º deste diploma:

- a) O ciclo em condições estacionárias não rodoviário (NRSC), que será utilizado para as fases I, II, III-A e para os motores de velocidade constante e também para as fases III-B e IV no caso de poluentes gasosos;
- b) O ciclo em condições transientes não rodoviário (NRTC), que será utilizado para a medição das emissões de partículas das fases III-B e IV de todos os motores com excepção dos de velocidade constante. À escolha do fabricante, este ensaio pode também ser utilizado para a fase III-A e para os poluentes gasosos das fases III-B e IV;
- c) No que diz respeito aos motores destinados à utilização em embarcações de navegação interior utiliza-se o método de ensaio especificado na Norma ISO 8178-4: 2002 (E) e o anexo VI (código NO_x) da IMO Marpol 73/78;
- d) No caso de motores de propulsão de automotoras ferroviárias, será usado um ensaio NRSC para a medição de poluentes gasosos e de partículas poluentes para a fase III-A e para a fase III-B;
- e) No caso de motores de propulsão de locomotivas ferroviárias, será usado um ensaio NRSC para a medição de poluentes gasosos e de partículas poluentes para a fase III-A e para a fase III-B.

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

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

1.3.1 — *Ensaio NRSC.* — Durante uma sequência prescrita de condições de funcionamento, com os motores

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

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

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

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

- a) A primeira vez, com arranque a frio, depois de o motor ter atingido a temperatura ambiente e as temperaturas do fluido de arrefecimento do motor, do óleo, dos sistemas de pós-tratamento e de todos os dispositivos auxiliares de controlo do motor estarem estabilizadas entre 20 °C e 30 °C;
- b) A segunda vez com arranque a quente, após um período de 20 minutos de impregnação a quente, que começa imediatamente após a conclusão do ciclo de arranque a frio.

Durante esta sequência de ensaio, examinam-se os poluentes acima indicados. Utilizando os sinais de retroacção do binário e da velocidade do motor dados pelo banco de motores, integra-se a potência em relação ao tempo do ciclo, o que resulta no trabalho produzido 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 de diluição do caudal total CVS 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 especificado quer por diluição do caudal parcial quer por diluição do caudal 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 determinadas em 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 corresponder às normas.

2 — Condições de ensaio:

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

2.2 — Condições do ensaio do motor:

2.2.1 — Medem-se a temperatura absoluta T_a do ar de admissão do motor, expressa em Kelvin, e a pressão

atmosférica seca p_s , expressa em KPa, e determina-se o parâmetro f_a de acordo com as seguintes disposições:

Motores com aspiração normal e motores com sobrealimentação mecânica:

$$f_a = \left(\frac{9}{p_s} \right) \left(\frac{T}{298} \right)^{0.7}$$

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

$$f_a = \left(\frac{9}{p_s} \right)^{0.7} \times \left(\frac{T}{298} \right)^{1.5}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3 — Condução do ensaio NRSC

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

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

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

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

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

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

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

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

Se a relação

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.7 — Ciclo do ensaio:

3.7.1 — Especificação dos equipamentos de acordo com o n.º 1 do artigo 2.º deste diploma.

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

Número do modo	Velocidade do motor	Percentagem de carga	Factor de ponderação
1	Nominal	100	0,15
2	Nominal	75	0,15
3	Nominal	50	0,15
4	Nominal	10	0,10
5	Intermédia	100	0,10
6	Intermédia	75	0,10
7	Intermédia	50	0,10
8	Marcha lenta sem carga	—	0,15

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

Número do modo	Velocidade do motor	Percentagem de carga	Factor de ponderação
1	Nominal	100	0,05
2	Nominal	75	0,25
3	Nominal	50	0,30
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 intervalos de manutenção indicados e nas condições ambientais declaradas, sendo a manutenção efectuada de acordo com o prescrito pelo fabricante.

3.7.2.3 — *Especificação C.* — No que diz respeito aos motores de propulsão ⁽³⁾ destinados à utilização em embarcações de navegação interior, utiliza-se o método de ensaio ISO especificado nas normas ISO 8178-4:2002(E) e IMO Marpol 73/78, anexo VI (código *NO_x*).

Os motores de propulsão que funcionam com curva de hélice de pás fixas são testados num dinamómetro utilizando o seguinte ciclo estacionário de quatro modos ⁽⁴⁾, desenvolvido para representar o funcionamento em condições normais de motores comerciais diesel marítimos:

Número do modo	Velocidade do motor	Percentagem de 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 pás variáveis ou acopladas electricamente são testados num dinamómetro utilizando o seguinte ciclo estacionário de quatro modos ⁽⁵⁾, que se caracteriza pela mesma carga e pelos mesmos factores de ponderação que o ciclo anterior, mas funcionando o motor em regime nominal em cada modo.

Número do modo	Velocidade do motor	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.* — Para os motores cobertos pela alínea *d)* do n.º 1 do artigo 2.º deste diploma, é executado o seguinte ciclo de três modos ⁽⁶⁾ com o motor de ensaio no dinamómetro:

Número do modo	Velocidade do motor	Carga	Factor de ponderação
1	Nominal	100	0,25
2	Intermédia	50	0,15
3	Marcha lenta sem carga	—	0,60

Notas

⁽¹⁾ Idêntico ao ciclo C1 descrito no n.º 8.3.1.1. da norma ISO 81784:2002(E).

⁽²⁾ Idêntico ao ciclo D2 descrito no n.º 8.4.1. da norma ISO 81784:2002(E).

⁽³⁾ 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 especificado no n.º 3.7.1.2, enquanto os motores auxiliares de velocidade variável devem ser certificados de acordo com o ciclo de funcionamento ISO C1, ou seja, o ciclo de 8 modos em estado estacionário especificado no n.º 3.7.1.1.

⁽⁴⁾ Idêntico ao ciclo E3 descrito nos n.ºs 8.5.1, 8.5.2. e 8.5.3. da norma ISO 8178-4: 2002(E). Os quatro modos assentam numa curva média de hélice baseada em medições feitas durante a utilização.

⁽⁵⁾ Idêntico ao ciclo E2 descrito nos n.ºs 8.5.1, 8.5.2. e 8.5.3. da norma ISO 8178-4: 2002(E).

⁽⁶⁾ Idêntico ao ciclo F da norma ISO 8178-4:2002(E).

3.7.2 — *Condicionamento do motor.* — O aquecimento do motor e do sistema deve ser 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.

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

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

estiverem a ser efectuadas não divirja mais do que $\pm 2\%$ do binário máximo à velocidade de ensaio.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4 — *Condução do ensaio NRTC:*

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

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

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

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

Velocidade mínima de mapeamento = velocidade de marcha lenta sem carga;

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

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

4.2.2.1 — *Mapa em condições transientes:*

- a) Retira-se a carga do motor que é operado à velocidade de marcha lenta sem carga;
- b) O motor é operado a plena carga com a bomba de injeção à velocidade mínima de mapeamento;
- c) Aumenta-se a velocidade do motor a uma taxa média de $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$ desde a velocidade mínima à velocidade máxima de mapeamento. Registam-se os pontos de velocidade e do binário do motor a uma taxa de amostragem de pelo menos um ponto por segundo.

4.2.2.2 — *Mapa passo a passo:*

- a) Retira-se a carga do motor sendo operado à velocidade de marcha lenta sem carga;
- b) O motor é operado à regulação de plena carga da bomba de injeção à velocidade mínima de mapeamento;
- c) Mantendo-se a plena carga, mantém-se a velocidade mínima de mapeamento durante pelo menos 15 s

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

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

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

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

- Decorreu um período de tempo não razoável entre o último mapeamento, conforme determinado pelo sentimento de engenharia, ou
- Foram efectuadas mudanças físicas ou recalibrações ao motor, que podem potencialmente afectar o comportamento funcional do motor.

4.3 — Geração do ciclo de ensaios de referência:

4.3.1 — *Velocidade de referência.* — A velocidade de referência (n_{ref}) corresponde aos valores da velocidade normalizados a 100% especificados no programa do dinamómetro do motor no apêndice 4 do anexo III. É óbvio que o ciclo do motor real 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 expressão:

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

sendo que:

- A velocidade elevada é a velocidade mais elevada do motor em que se fornece 70% da potência nominal;
- A velocidade baixa é a velocidade mais baixa do motor em que se fornece 50% da potência nominal.

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

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

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

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

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

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

% velocidade = 43 %

% binário = 82 %

Dados os seguintes valores:

Velocidade de referência = 2 200 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}

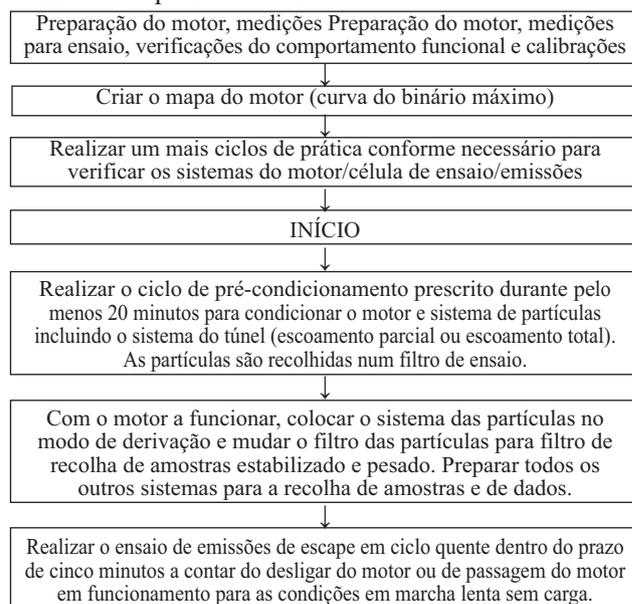
$$\text{Binário real} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

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 $T_{\text{sp}} - 2 \times \pi \times n_{\text{sp}} \times \Theta_{\text{D}}$ é inferior a — 5 % do binário de pico, não exceda 30, em que T_{sp} é o binário exigido, n_{sp} é derivada da velocidade do motor e Θ_{D} é a inércia de rotação do dinamómetro de correntes de Foucault.

4.5 — *Ensaio das emissões.* — O fluxograma a seguir delinea a sequência do ensaio:



Podem-se realizar um ou mais ciclos de prática conforme necessário para verificar os sistemas do motor, da célula de ensaio e das emissões 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, e 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 suporte de filtro selado até ser necessário para o ensaio. Utiliza-se o filtro dentro de oito horas a contar da sua remoção da câmara de pesagem. Regista-se a tara.

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

4.5.3 — *Arranque e pré-condicionamento do sistema de diluição e do motor.* — Arranca-se e aquece-se o sistema de diluição e o motor. Realiza-se o pré-condicionamento do sistema de recolha de amostras através do funcionamento do motor a uma condição de velocidade nominal, 100% do binário durante um mínimo de 20 minutos enquanto se faz funcionar simultaneamente ou o sistema de recolha de amostras do escoamento parcial ou o CVS de escoamento total com sistema de diluição secundária. Recolhem-se então amostras das emissões de partículas. Os filtros de amostras de partículas não precisam de ser estabilizados nem pesados, e podem ser descartados. O meio filtrante pode ser mudado durante o condicionamento desde que o tempo total de recolha de amostras através dos filtros e do sistema de recolha de amostras exceda 20 minutos. Regulam-se os caudais aproximadamente nos caudais seleccionados para o ensaio em condições transientes. Reduz-se o binário a partir de 100% mantendo-se simultaneamente a condição de velocidade nominal necessária a não exceder as especificações de temperatura da zona de amostragem de 191°C no máximo.

4.5.4 — *Arranque do sistema de recolha de amostras de partículas.* — Arranca-se o sistema de amostra 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 do 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 ser feita uma única 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 — *Ajustamento do sistema de diluição.* — Regula-se o escoamento total dos gases de escape diluídos de um sistema de diluição do escoamento total ou o escoamento diluído dos gases de escape através de um sistema de diluição parcial do escoamento para eliminar a condensação de água do seu sistema e obter uma temperatura à face do filtro compreendida entre 315 K (42°C) e 325 K (52°C).

4.5.6 — *Verificação dos analisadores.* — Os analisadores das emissões devem ser colocados em zero e calibrados. Se forem utilizados sacos de amostras, estes devem ser evacuados.

4.5.7 — *Procedimento de arranque do motor.* — Arranca-se o motor estabilizado dentro de um período de tempo de cinco minutos após o termo do aquecimento de acordo com o procedimento de arranque recomendado pelo fabricante no respectivo manual, utilizando quer um motor de arranque de produção quer o dinamómetro. Facultativamente, o ensaio pode começar dentro de um período de tempo de cinco minutos a partir da fase de pré-condicionamento do motor sem desligar este, quando o motor tiver sido elevado a uma condição de marcha lenta sem carga.

4.5.8 — *Realização do ciclo:*

4.5.8.1 — *Sequência do ensaio.* — A sequência do ensaio tem início quando se arranca o motor a partir de desligado depois da fase de pré-condicionamento ou a partir das condições de marcha lenta sem carga ao arrancar directamente da fase de pré-condicionamento com o motor em funcionamento. Realiza-se o ensaio de acordo com o ciclo de referência indicado no apêndice 4 do anexo III. Os pontos de regulação do comando da velocidade e do binário do motor são fixados em intervalos de 5 Hz, ou superior sendo recomendável 10 Hz. Calculam-se os pontos de regulação através de interpolação linear entre os pontos de regulação a 1 Hz do ciclo de referência. Registam-se a velocidade e o binário de retroacção do motor pelo menos uma vez por segundo durante o ciclo de ensaios, podendo os sinais ser electronicamente filtrados.

4.5.8.2 — *Resposta do analisador.* — No arranque do motor ou da sequência de ensaio, se o ciclo começar directamente a partir do pré-condicionamento, o equipamento de medida deve ser arrancado simultaneamente:

- a) Começar a recolher ou analisar o ar de diluição, se for utilizado um sistema de diluição do escoamento total;
- b) Começar a recolher ou analisar os gases de escape brutos ou diluídos, dependendo do método utilizado;
- c) Começar a medição da quantidade dos gases de escape diluídos e as temperaturas e pressões respectivas;
- d) Começar o registo do caudal mássico dos gases de escape, se for utilizada a análise dos gases de escape brutos;
- e) Começar o registo dos dados de retroacção da velocidade e do binário do dinamómetro.

Se se utilizar a medição dos gases de escape brutos, medem-se continuamente as concentrações das emissões (HC, CO e NO_x) e o caudal mássico dos gases de escape, sendo registados pelo menos intervalos de 2 Hz num computador. Todos os outros dados podem ser registados com uma taxa de amostragem de pelo menos 1 Hz. No que diz respeito aos analisadores analógicos, regista-se a resposta, podendo os dados de calibração ser aplicados em tempo real ou não durante a avaliação dos dados.

Se for utilizado um sistema de diluição do escoamento total, medem-se continuamente as emissões de HC e de NO_x no túnel de diluição com uma frequência de pelo menos 2 Hz. Determinam-se as concentrações médias pela integração dos 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 de escoamento do CVS e dos desvios tempo de amostragem/ciclo de ensaios, se necessário. Determinam-se as emissões de CO e CO₂ 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 de fundo. Registam-se todos os outros parâmetros que precisam de ser medidos com um mínimo de uma medição por segundo, 1 Hz.

4.5.8.3 — *Recolha de amostras de partículas.* — No arranque do motor na sequência do ensaio, se o ciclo começar directamente a partir do pré-condicionamento, muda-se o sistema de recolha de amostras de partículas da derivação para a recolha de partículas.

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

Se se utilizar um sistema de diluição do escoamento total, a(s) bomba(s) de recolha de amostras deve(m) ser ajustada(s) de modo a que o caudal através da sonda ou do tubo de transferência de recolha de amostras de partículas se mantenha num valor a $\pm 5\%$ do caudal fixado. Se se utilizar a compensação do escoamento, isto é, controlo proporcional do escoamento de amostragem, deve-se demonstrar que a razão entre o escoamento no túnel principal e o caudal de recolha de amostras das partículas não varia em mais de $\pm 5\%$ do seu valor fixado, excepto para os 10 primeiros segundos da recolha de amostras.

Nota. — No que diz respeito à operação de diluição dupla, o caudal de amostras é a diferença líquida entre o caudal através dos filtros de recolha de amostras e o caudal de ar de diluição secundária.

Registam-se a temperatura e a pressão médias à entrada dos aparelhos de medida ou da instrumentação do escoamento do gás se o caudal fixado não puder ser mantido ao longo do ciclo completo, com uma tolerância de $\pm 5\%$ devido a uma elevada carga de partículas no filtro, anulam-se os resultados do ensaio. Volta-se a efectuar o ensaio utilizando um caudal inferior e/ou um filtro de maior diâmetro.

4.5.8.4 — *Paragem do motor.* — Se o motor parar em qualquer altura do ciclo de ensaio deve fazer-se pré-condicionamento e voltar a arrancar o motor, repetindo o ensaio de seguida. Se ocorrer uma avaria em qualquer um dos equipamentos de ensaio requeridos durante o ciclo de ensaios, anula-se o ensaio.

4.5.8.5 — *Operações após o ensaio.* — No fim do ensaio, acaba-se com a medição do caudal mássico dos gases de escape, do volume dos gases de escape diluídos do escoamento de gás para os sacos de recolha de amostras e da bomba de recolha de amostras de partículas. No que diz respeito a um sistema analisador por integração, continua-se com a recolha de amostras até que os tempos de resposta do sistema tenham passado.

A análise dos gases de escape contidos nos sacos de recolha de amostras é efectuada logo que possível e, em qualquer caso, dentro de um prazo máximo de 20 minutos após o fim do ciclo de ensaio.

Após o ensaio das emissões, deve-se utilizar um gás de colocação no zero e o mesmo gás de calibração para a reverificação dos analisadores. O ensaio será considerado aceitável se a diferença entre os resultados das medições do pré-ensaio e do pós-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 pesados então para efeitos de estabilização. No final do período de estabilização pesa-se cada filtro sendo registadas as suas massas brutas.

4.6 — Verificação do ensaio

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

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

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

O valor de Wact deve estar compreendido entre -15% e +5% de Wref.

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

$$y = mx + b$$

em que:

y = Valor de retroacção, real, da velocidade (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 Hz. Para que um ensaio seja considerado válido, os critérios do quadro 1 devem ser satisfeitos.

QUADRO 1

Tolerâncias da recta de regressão

	Velocidade	Binário	Potência
Erro-padrão da estimativa (SE) de Y em relação a X	Máx. 100 min ⁻¹	Máx. 13% do binário máximo do motor	Máx. 8 % da potência máxima do motor

	Velocidade	Binário	Potência
Declive da recta de regressão, m	0,95 a 1,03	0,83 — 1,03	0,89 — 1,03
Coefficiente 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 efeito da regressão, são admitidas eliminações de pontos onde indicado no quadro 2 antes de fazer o cálculo de regressão. Todavia, esses pontos não devem ser eliminados para o cálculo do trabalho do ciclo e das emissões. Um ponto de repouso é definido como um ponto que tenha um binário de referência normalizado de 0% e uma velocidade de referência normalizada de 0%. A eliminação de pontos pode ser aplicada à totalidade ou a qualquer parte do ciclo.

QUADRO 2

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

Condição	Pontos de velocidade e ou binário e ou potência que podem ser eliminados com referência às condições indicadas na coluna da esquerda
Primeiros 24 (± 1) s e últimos 25 s	Velocidade, binário e potência
Accelerador totalmente aberto e retroacção do binário < 95 % do binário de referência	Binário e ou potência
Accelerador 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
Accelerador fechado e retroacção da velocidade > 105 % da referência de velocidade	Velocidade e ou potência

APÊNDICE 1

Métodos de medição e de recolha de amostras

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

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

1.1 — *Especificação do dinamómetro.* — Deve utilizar-se um dinamómetro para motores com características

adequadas para realizar o ciclo de ensaio descrito no n.º 3.7.1 do anexo III. A instrumentação para a medição do binário e da velocidade deve permitir a medição da potência dentro dos limites dados. Podem ser necessários cálculos adicionais. A precisão do equipamento de medição deve ser tal que não sejam excedidas as tolerâncias máximas dos valores dadas no n.º 1.3.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

em que:

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

G_T = caudal do gás traçador, cm³/min

$conc_{mix}$ = concentração instantânea do gás traçador após mistura, ppm
 ρ_{EXH} = densidade dos gases de escape, kg/m³
 $conc_a$ = concentração em base húmida do gás traçador no ar de diluição

A concentração de fundo do gás traçador ($conc_a$) pode ser determinada calculando a média das concentrações de fundo medidas imediatamente antes do ensaio e após o ensaio.

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

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

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

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

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

$$\lambda = \frac{\left(100 \cdot \frac{conc_{co2} \times 10^{-4}}{2} \cdot conc_{HC} \times 10^{-4} \right) + \left(0,45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{co2} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{co2}}}{1 + \frac{conc_{co2} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{co2}}} \right) \times (conc_{co2} + conc_{co} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (conc_{co2} + conc_{co} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4})}$$

em que:

A/F_{st} = ar razão estequiométrica ar/combustível, kg/kg
 λ = relação ar/combustível
 $conc_{co2}$ = concentração de CO₂ 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 CO₂ utilizadas as especificações do n.º 1.4.1 e o sistema total, as especificações de precisão para o escoamento dos gases de escape.

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

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

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

QUADRO 3

Precisão dos instrumentos de medida

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

Número	Aparelhos de medida	Precisão
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	± 0,05 kPa absolutos
10	Pressão atmosférica	± 0,1 kPa absolutos
11	Outras pressões	± 0,1 kPa absolutos
12	Humidade relativa	± 5% da leitura
13	Caudal do ar de diluição.	± 2% da leitura
14	Caudal dos gases de escape diluídos.	± 2% da leitura

1.4 — *Determinação dos componentes gasosos:*

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

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

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

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 $\pm 2\%$ de cada gama utilizada abaixo de 155 ppm ou ppm C.

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

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

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

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

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

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

1.4.3.1 — *Análise do monóxido de carbono (CO)*. — O analisador de monóxido de carbono deve ser do tipo não dispersivo de absorção no infravermelho (NDIR).

1.4.3.2 — *Análise do dióxido de carbono (CO₂)*. — O analisador de dióxido de carbono deve ser do tipo não dispersivo de absorção no infravermelho (NDIR).

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

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 NO₂/NO, se a medição for feita em base seca. Se a medição for feita em base húmida, deve ser utilizado um analisador HCLD com conversor mantido acima de 328 K (55 °C) desde que a verificação do efeito de atenuação da água, conforme n.º 1.9.2.2 do apêndice 2 do anexo III, tenha sido satisfatória.

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

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

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

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

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

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

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

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

Se a composição dos gases de escape for influenciada por qualquer sistema pós-tratamento do escape, a amostra de gases de escape deve ser retirada a montante desse dispositivo nos ensaios da fase I e a jusante desse dispositivo nos ensaios da fase II. Quando se utilizar um sistema de diluição do escoamento total para a determinação das partículas, as emissões gasosas podem também ser determinadas nos gases de escape diluídos. As sondas de recolha de amostras devem estar próximas da sonda de recolha de partículas no túnel de diluição, de acordo com o n.º 1.2.1.2 (DT) e o n.º 1.2.2 (PSP) do anexo v. O CO e o CO₂ podem ser facultativamente determinados através da recolha de amostras para um saco e subsequente medição da concentração no saco de amostras.

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

Nota. — Em relação ao método em condições estacionárias, a temperatura do filtro pode ser mantida à temperatura máxima de 325 K (52 °C)

ou menos, em vez de respeitar a gama de temperaturas 315 K — 325 K (42 °C — 52 °C).

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

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

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

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

- a) O método do filtro único utiliza um par de filtros, mencionado no n.º 1.5.1.3 do presente apêndice, para todos os modos do ciclo de ensaio. Deve-se prestar uma atenção considerável aos tempos e escoamentos da recolha de amostras durante a fase de recolha do ensaio. Todavia, apenas será necessário um par de filtros para o ciclo do ensaio;
- b) O método dos filtros múltiplos exige que seja utilizado um par de filtros, mencionado no n.º 1.5.1.3 do presente apêndice, para cada um dos modos individuais do ciclo de ensaio. Este método permite processos de recolha de amostras mais fáceis, mas utiliza mais filtros.

1.5.1 — Filtros de recolha de amostras de partículas:

1.5.1.1 — *Especificação dos filtros.* — São necessários filtros de fibra de vidro revestidos de fluorocarbono ou filtros de membrana com base em fluorocarbono para os ensaios de certificação. Para aplicações especiais, podem ser utilizados diferentes materiais de 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 a autoridade de homologação, devem-se utilizar filtros de qualidade idêntica.

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

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

1.5.1.4 — *Velocidade nominal no filtro.* — Deve-se obter uma velocidade nominal do gás através do filtro compreendida entre 35 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 mm² 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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.5.3 — *Especificações adicionais para a medição de partículas.* — Todas as peças do sistema de diluição e do

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

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

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

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

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

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

QUADRO 3

Precisão dos instrumentos de medida

Número	Aparelhos de medida	Precisão
1	Velocidade do motor.	$\pm 2\%$ da leitura ou $\pm 1\%$ do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado.
2	Binário	$\pm 2\%$ da leitura ou $\pm 1\%$ do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado.
3	Consumo de combustível.	$\pm 2\%$ do valor máximo do motor
4	Consumo de ar . .	$\pm 2\%$ da leitura ou $\pm 1\%$ do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado.
5	Escoamento dos gases de escape.	$\pm 2,5\%$ da leitura ou $\pm 1,5\%$ do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado.
6	Temperaturas ≤ 600 K	± 2 K
7	Temperaturas > 600 K	$\pm 1\%$ da leitura
8	Pressão dos gases de escape.	$\pm 0,2$ KPa absolutos

Número	Aparelhos de medida	Precisão
9	Depressão do ar de admissão.	$\pm 0,05$ kPa absolutos
10	Pressão atmosférica.	$\pm 0,1$ kPa absolutos
11	Outras pressões . .	$\pm 0,1$ kPa absolutos
12	Humidade absoluta.	$\pm 5\%$ da leitura
13	Escoamento do ar de diluição.	$\pm 2\%$ da leitura
14	Escoamento dos gases de escape diluídos.	$\pm 2\%$ da leitura

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

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

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

Método de medição directa

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

- Dispositivos de diferencial de pressão, tal como tuberias de escoamento, conforme norma ISO 5167:2000;
- Medidor de escoamento ultra-sónico;
- Medidor de escoamento por vórtices.

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

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

Método de medição do ar e do combustível

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

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

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

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

Método de medição do gás traçador

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

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

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

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

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

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

em que:

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

G_T = caudal do gás traçador, cm³/min

Conc_{mix} = concentração instantânea de gás traçador depois de misturado, ppm.

ρ_{EXH} = densidade dos gases de escape, kg/m³

conc_a = concentração em base húmida do gás traçador no ar de diluição

A concentração de fundo do gás traçador (conc_a) pode ser determinada tomando a média da concentração de fundo medida imediatamente antes do ensaio e após o ensaio.

Quando a concentração de fundo for inferior a 1 % da concentração do gás traçador após mistura (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 n.º 1.11.2 do apêndice 2 do anexo III.

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

Este método envolve o cálculo do caudal mássico dos gases de escape a partir do caudal de ar e da relação ar/

combustível. O cálculo do caudal mássico instantâneo dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

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

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

em que:

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

λ = relação ar/combustível

$\text{conc}_{\text{co}_2}$ = concentração de CO₂ 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, e o analisador de CO₂ deve satisfazer as especificações do n.º 2.3.1. e o sistema completo deve satisfazer as especificações relativas ao cálculo do caudal dos gases de escape.

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

2.2.4 — *Caudal dos gases de escape diluídos.* — Para o cálculo das emissões contidas nos gases de escape diluídos é necessário conhecer o caudal mássico dos gases de escape diluídos. O escoamento total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (kg/ensaio) a partir dos valores medidos durante o ensaio e dos dados de calibração correspondentes do dispositivo de medida do escoamento, V0 para o PDP, K_v para o CFV e C_d para o SSV, por qualquer um dos métodos descritos no n.º 2.2.1 do apêndice 3 do anexo III. Se a massa total da amostra de partículas e poluentes gasosos exceder 0,5% do escoamento total através do CVS, este deve ser corrigido ou então o escoamento das amostras de partículas deve voltar ao CVS antes do dispositivo de medida do caudal.

2.3 — *Determinação dos componentes gasosos:*

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

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

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

2.3.1.1 — *Erros de medida.* — O desvio do analisador relativamente ao ponto de calibração nominal não pode ser

superior a $\pm 2\%$ da leitura, ou a $\pm 0,3\%$ da escala completa, conforme o valor maior.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3.3.1 — *Análise do monóxido de carbono (CO).* — O analisador de monóxido de carbono deve ser do tipo não dispersivo de absorção no infravermelho (NDIR).

2.3.3.2 — *Dióxido de carbono (CO₂).* — 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 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, descrita no n.º 1.9.2.2 do apêndice 2 do anexo III tenha sido satisfatória.

Tanto para o CLD como para o HCLD, o percurso do gás será mantido a uma temperatura das paredes de 328 K a 473 K (55 °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 n.º 1.2.5, é um sensor da relação ar/combustível de gama larga ou um sensor lambda do tipo Zircónia.

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

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

$$\begin{aligned} &\pm 3\% \text{ da leitura } \lambda < 2 \\ &\pm 5\% \text{ da leitura } 2 \leq \lambda < 5 \\ &\pm 10\% \text{ da leitura } 5 \leq \lambda \end{aligned}$$

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

2.3.5 — *Recolha de amostras das emissões gasosas:*

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

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

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

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

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

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

- a) Recolhem-se amostras dos poluentes num saco de recolha de amostras durante o ciclo, que são medidas depois do ensaio ter terminado;
- b) São recolhidas continuamente amostras dos poluentes que são integradas durante o ciclo; este método é obrigatório para os HC e os NOx.

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

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

A sonda de recolha de amostras de partículas deve ser instalada na vizinhança próxima da sonda de recolha de amostras das emissões gasosas, e a instalação deve satisfazer as disposições do n.º 2.3.5.

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

Especificações do sistema de diluição parcial

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

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

Se o tempo de transformação combinado da medição do escoamento de escape, nos termos do número 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 ≤ 1 s e o tempo de atraso da combinação ≤ 10 s.

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

- a) O coeficiente de correlação r da regressão linear entre G_{SE} e G_{EXHW} não deve ser inferior a 0,95;
- b) O erro padrão da estimativa de G_{SE} , em G_{EXHW} não deve exceder 5% do máximo de G_{SE} ;
- c) A ordenada na origem de G_{SE} na recta de regressão não deve exceder ± 2 % do máximo de G_{SE} .

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

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

No que diz respeito aos sistemas de diluição do escoamento parcial, a precisão do caudal recolhido G_{SE} é de especial importância, se não for medido directamente mas determinado por medição diferencial do caudal:

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

Neste caso, não é suficiente uma precisão de ± 2 % para o G_{TOTW} e G_{DILW} para garantir precisões aceitáveis para o G_{SE} . Se o caudal de gás for determinado por medição diferencial do escoamento, o erro máximo da diferença deve ser tal que a exactidão de G_{SE} seja de ± 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 $\pm 0,2$ % o que garante uma precisão de $G_{SE} \leq 5$ % a uma razão de diluição de 15. Todavia, ocorrerão erros maiores a maiores razões de diluição;
- b) A calibração de G_{DILW} relativamente a G_{TOTW} é efectuada de modo tal que se obtenham as mesmas precisões para G_{SE} que as obtidas na alínea a). Para os pormenores de tal calibração, ver n.º 2.6 do apêndice 2 do presente anexo;
- c) Determina-se indirectamente a precisão de G_{SE} a partir da precisão da razão de diluição conforme

determinada por um gás traçador, por exemplo CO_2 . Aqui também são necessárias precisões para o G_{SE} equivalentes às obtidas pelo método da alínea a);

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

2.4.1 — Filtros de recolha de amostras de partículas:

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

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

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

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

2.4.1.5 — *Carga do filtro.* — As cargas mínimas recomendadas para as dimensões de filtros mais comuns estão indicadas no quadro a seguir. Para dimensões maiores, a carga mínima é de 0,065 mg/1000 mm² de área de filtração.

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

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

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

2.4.2.2 — *Pesagem dos filtros de referência.* — O ambiente da câmara ou da sala deve estar isento de quaisquer contaminantes ambientais tais como pó, que possam cair nos filtros de partículas durante a sua fase de estabilização.

Serão admitidas perturbações das condições da câmara de pesagem especificadas no n.º 2.4.2.1 se a sua duração não exceder 30 minutos. A câmara de pesagem deve satisfazer as especificações exigidas antes da entrada do pessoal. Devem ser pesados pelo menos dois filtros de referência ou dois pares de filtros de referência não utilizados no prazo de quatro horas, mas de preferência ao mesmo tempo que o filtro, ou par de filtros, de recolha de amostras. Esses filtros devem ter as mesmas dimensões e ser do mesmo material que os filtros de recolha de amostras.

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

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

2.4.2.3 — *Balança analítica.* — A balança analítica utilizada para determinar os pesos de todos os filtros deve ter uma precisão, desvio-padrão de 2 μg , e uma resolução de 1 μg , com 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 de electricidade que não reajam com os gases de escape, e devem ser ligadas à terra para impedir efeitos electrostáticos.

APÊNDICE 2

Método de calibração para os ensaios NRSC e NRTC (1)

1 — Calibração dos instrumentos de análise

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

1.2 — *Gases de calibração.* — O prazo de 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:

- a) Azoto purificado
(contaminação \leq 1 ppm C; \leq 1 ppm CO; \leq 400 ppm CO₂; \leq 0,1 ppm NO)
- b) Oxigénio purificado
(pureza > 99, 5% vol O₂)

- c) Mistura hirogénio-hélio
(40% ± 2% de hidrogénio, restante hélio)
(contaminação ≤ 1 ppm C; ≤ 400 ppm CO₂)
- d) Ar de síntese purificado
(contaminação ≤ 1 ppm C; ≤ 1 ppm CO; ≤ 400 ppm CO₂; ≤ 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:

- a) C₃H₈ e ar de síntese purificado, conforme n.º 1.2.1;
- b) CO e azoto purificado;
- c) NO e azoto purificado, sendo que a quantidade de NO₂ contida neste gás de calibração não deve exceder 5% do teor de NO;
- d) O₂ e azoto purificado;
- e) CO₂ e azoto purificado;
- f) CH₄ e ar de síntese purificado;
- g) C₂H₆ e ar de síntese purificado.

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

A concentração real de um gás de 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 calibração podem também ser obtidos através de um misturador-doseador de gás, por diluição de N₂ 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%.

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.

1.3 — *Processo de funcionamento dos analisadores e do sistema de recolha de amostras*. — O processo de funcionamento dos analisadores deve ser o indicado nas

instruções de arranque e funcionamento do respectivo fabricante. Devem ser respeitados os requisitos mínimos indicados nos n.ºs 1.4 a 1.9.

1.4 — *Ensaio de estanquidade*. — Deve ser efectuado um ensaio de estanquidade do sistema. Para tal, desliga-se a sonda do sistema de escape e obtura-se a sua extremidade. Liga-se a bomba do analisador. Após um período inicial de estabilização, todos os 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.

1.5 — *Processo de calibração*:

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

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

1.5.3 — *Analisador NDIR e HFID*. — O analisador NDIR deve ser regulado conforme necessário e a chama de combustão de analisador HFID otimizada, conforme n.º 1.8.1.

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

Utilizando ar de síntese purificado, ou azoto, põe-se em zero os analisadores de CO, CO₂, NO_x, HC e O₂.

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

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

1.5.5 — *Estabelecimento da curva de calibração*:

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

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

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

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

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

1.5.5.2 — *Calibração abaixo dos 15% da escala completa*. — A curva de calibração do analisador é definida

por pelo menos 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 mínimos quadrados.

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

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

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

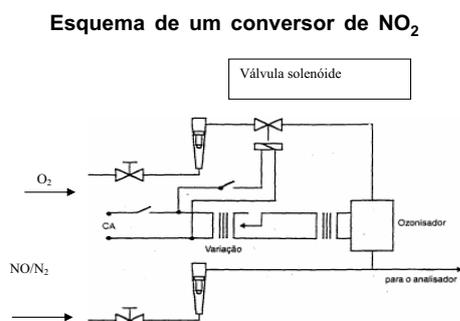
Para verificar a calibração, utiliza-se um gás de colocação no zero e um gás de calibração cujo valor nominal é superior a 80% da totalidade da escala correspondente à gama de medida.

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

1.7 — *Ensaio de eficiência do conversor de NO_x*. — A eficiência do conversor utilizado para a conversão de NO₂ em NO é ensaiada conforme indicado nos n.ºs 1.7.1 a 1.7.8, de acordo com a figura 1.

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

Figura 1



1.7.2 — *Calibração*. — O CLD e o HCLD devem ser calibrados na gama de funcionamento mais comum seguindo as especificações do fabricante e utilizando um gás da colocação no zero e um gás de calibração, cujo teor de NO deve ser igual a cerca de 80% da gama de funcionamento; a concentração de NO₂ 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 n.º 1.7.6;
b) Concentração de NO_x de acordo com o n.º 1.7.7;

- c) Concentração de NO de acordo com o n.º 1.7.4;
d) Concentração de NO de acordo com o n.º 1.7.5.

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

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

1.7.5 — *Activação do ozonizador*. — Activa-se agora o ozonizador para fornecer ozono suficiente para fazer baixar a concentração de NO a cerca de 20%, no mínimo 10%, da concentração de calibração indicada no n.º 1.7.2. Regista-se a concentração indicada na alínea d). 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, NO₂, O₂ e N₂, passe agora através do conversor. Regista-se a concentração indicada na alínea a). O analisador está no modo NO_x.

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

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

1.7.9 — *Intervalo dos ensaios*. — A eficiência do conversor deve ser ensaiada antes de cada calibração do analisador de NO_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 ozonizador não permitir obter uma redução de 80% para 20% de acordo com o n.º 1.7.5, deve-se utilizar a gama mais alta que dê esta redução.

1.8 — Ajustamento do FID:

1.8.1 — *Optimização da resposta do detector*. — O HFID deve ser ajustado conforme especificado pelo fabricante do instrumento. Deve-se utilizar um gás de calibração contendo propano no ar para otimizar a resposta na gama de funcionamento mais comum.

Com os caudais de combustível e de ar regulados de acordo com as recomendações do fabricante, introduz-se no analisador um gás de calibração com uma concentração de C de 350 ppm \pm 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 é aumentado o gás de colocação no zero a esses caudais de combustível. Desenha-se a curva da diferença entre as duas respostas, e ajusta-se o caudal de combustível em função da parte mais rica da curva.

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

Os factores de resposta devem ser determinados ao colocar o analisador em serviço e após longos períodos de

utilização. O factor de resposta (R_f) para uma dada espécie de hidrocarboneto é a relação entre a leitura C1 no FID e a concentração de gás no cilindro, expressa em ppm C1.

A concentração do gás de ensaio deve situar-se a um nível que dê uma resposta de cerca de 80% da escala completa. A concentração deve ser conhecida com uma precisão de $\pm 2\%$ em relação a um padrão gravimétrico expresso em volume. Além disso, o cilindro de gás deve ser pré-condicionado durante 24 horas 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.* — A verificação da interferência do oxigénio deve ser determinada ao colocar o analisador em serviço e após longos períodos de utilização.

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

1.8.3.1 — *Gases de verificação da interferência do oxigénio.* — Os gases de verificação da interferência do oxigénio devem conter propano com uma concentração 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:

- Coloca-se o analisador em zero;
- Calibra-se o analisador com uma mistura de 21% de oxigénio;
- Verifica-se novamente a resposta no zero. Se tiver mudado mais de 0,5% da escala completa, repetem-se as operações descritas nas alíneas a) e b);
- Introduzem-se os gases de verificação da interferência do oxigénio a 5% e 10%;
- Verifica-se novamente a resposta no zero. Se tiver mudado mais de $\pm 1\%$ da escala completa, repete-se o ensaio;
- Calcula-se a interferência do oxigénio (% O₂I) para cada mistura descrita na alínea d), conforme a seguir indicado:

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

A = concentração de hidrocarbonetos (ppm C) do gás de calibração utilizado na alínea b);
 B = concentração de hidrocarbonetos (ppm C) dos gases de verificação da interferência do oxigénio utilizados na alínea d);
 C = resposta do analisador

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

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

- A percentagem de interferência de oxigénio (%O₂I) deve ser inferior a $\pm 3,0\%$ relativamente a todos os gases de verificação da interferência do oxigénio necessários antes da realização do ensaio;
- Caso a interferência do oxigénio seja superior a $\pm 3,0\%$ ajusta-se progressivamente o escoamento de ar acima e abaixo das especificações do fabricante, repetindo-se o estabelecido no n.º 1.8.1 para cada fluxo;
- Caso a interferência do oxigénio seja superior a $\pm 3,0\%$ 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 n.º 1.8.1 para cada escoamento;
- Caso a interferência do oxigénio continue a ser superior a $\pm 3,0\%$, reparam-se ou substituem-se o analisador, o combustível do FID ou o ar do queimador antes do ensaio. Repete-se então este número com o equipamento ou gases substituídos.

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

1.9.1 — *Verificação da interferência no analisador de CO.* — A água e o CO₂ podem interferir com o comportamento do analisador de CO. Deixa-se, portanto borbulhar na água à temperatura ambiente um gás de calibração que contenha CO₂ com uma concentração de 80% a 100% da escala completa da gama de funcionamento máxima utilizada durante o ensaio, registando-se a resposta do analisador. A resposta do analisador não deve ser superior a 1% da escala completa para as gamas iguais ou superiores a 300 ppm ou superior a 3 ppm para as gamas inferiores a 300 ppm.

1.9.2 — *Verificações da atenuação do analisador de NO_x.* — Os dois gases a considerar para os analisadores CLD, e HCLD, são o CO₂ e o vapor de água. Os graus de atenuação desses gases são proporcionais às suas concentrações, e exigem portanto técnicas de ensaio para determinar o efeito de atenuação às concentrações mais elevadas esperadas durante o ensaio.

1.9.2.1 — *Verificação do efeito de atenuação do CO₂.* — Faz-se passar um gás de calibração contendo CO₂

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

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

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

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

- A: concentração do CO₂ não diluído medida com o NDIR (%)
- B: concentração do CO₂ diluído medida com o NDIR (%)
- C: concentração do NO diluído medida com o CLD (ppm)
- D: concentração do NO não diluído medida com o CLD (ppm)

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

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

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

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

e registado como D_e. 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 CO₂ nos gases de escape ou da concentração do gás de calibração do CO₂ não diluído, (A) medido como se indica no n.º 1.9.2.1, do seguinte modo:

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

e registada como H_m.

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

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

em que:

- D_e: concentração prevista do NO diluído (ppm)
- C: concentração de 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 calibração do NO contenha uma concentração mínima de NO₂ para esta verificação, dado que a absorção do NO₂ pela água não foi tida em consideração nos cálculos do efeito de atenuação.

1.10 — *Intervalos de calibração.* — Os analisadores devem ser calibrados de acordo com o n.º 1.5 pelo menos de três em três meses ou sempre que haja uma reparação ou mudança do sistema que possa influenciar a calibração.

1.11 — Requisitos adicionais de calibração para as medições relativas aos gases de escape brutos durante o ensaio NRTC.

1.11.1 — *Verificação do tempo de resposta do sistema analítico.* — As regulações do sistema para a avaliação do tempo de resposta são exactamente as mesmas que durante a medição do ensaio, isto é, pressão, caudais, regulações dos filtros nos analisadores e todas as outras influências do tempo de resposta. A determinação do tempo de resposta é feita com a mudança do gás directamente à entrada da sonda de recolha de amostras. A mudança do gás deve ser feita em menos de 0,1 s. Os gases utilizados para o ensaio devem causar uma alteração da concentração de pelo menos 60% de FS.

Regista-se a alteração de concentração de cada componente do gás. O tempo de resposta é definido como a diferença de tempo entre a mudança do gás e a alteração adequada da concentração registada. O tempo de resposta do sistema (t₉₀) 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 (t₀) e a obtenção de uma resposta de 10% da leitura final (t₁₀). 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 (t₉₀ — t₁₀).

Para o alinhamento em tempo do analisador e dos sinais do escoamento dos gases de escape no caso da medição bruta, o tempo de transformação é definido como o tempo necessário para se passar da alteração (t₀) até se obter a resposta de 50% da leitura final (t₅₀).

O tempo de resposta do sistema deve ser ≤ 10 segundos com um tempo de subida ≤ 2,5 segundos para todos os componentes limitados (CO, NO_x e HC) e todas as gamas utilizadas.

1.11.2 — *Calibração do analisador do gás traçador para medições do caudal dos gases de escape.* — Calibra-se o analisador para medição da concentração do gás traçador, se utilizado, com o gás padrão.

Estabelece-se a curva de calibração no mínimo com 10 pontos de calibração, excluindo o zero, a intervalos que permitam que metade dos pontos de calibração se situem entre 4% e 20% da escala completa do analisador e os restantes se situem entre 20% e 100% da escala completa. A curva de calibração é calculada pelo método dos mínimos quadrados.

A curva de calibração não deve afastar-se mais de $\pm 1\%$ da escala completa relativamente ao valor nominal de cada ponto de calibração, na gama de 20% a 100% da escala completa. A curva de calibração não deve afastar-se mais de $\pm 2\%$ da leitura do valor nominal na escala de 4% a 20% da escala completa.

O analisador deve ser colocado no zero e calibrado antes da realização do ensaio utilizando um gás de colocação no zero e um gás de calibração cujo valor nominal seja superior a 80% da escala completa do analisador.

2 — Calibração do sistema de medição das partículas

2.1 — *Introdução.* — Cada componente deve ser calibrado tantas vezes quantas as necessárias para respeitar as exigências de precisão da presente norma. O método de calibração a utilizar está descrito no presente número para os componentes indicados no n.º 1.5 do apêndice 1 do anexo III e no anexo V.

2.2 — *Medição dos caudais.* — Os contadores de gás ou os debitómetros devem ser calibrados de acordo com normas nacionais ou internacionais.

O erro máximo do valor medido deve ser $\pm 2\%$ da leitura.

No que diz respeito aos sistemas de diluição do escoamento parcial, a precisão do caudal recolhido G_{SE} é de especial importância, se não for medido directamente mas determinado por medição diferencial do caudal:

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

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

2.3 — *Verificação da razão de diluição.* — Ao utilizar sistemas de recolha de amostras de partículas sem EGA, conforme n.º 1.2.1.1 do anexo V, verifica-se a razão de diluição para cada motor novo com o motor a funcionar e utilizando as medições das concentrações de CO_2 ou de NO_x nos gases de escape brutos e diluídos.

A razão de diluição medida deve estar a $\pm 10\%$ da razão de diluição calculada a partir da medição das concentrações de CO_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 n.º 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.

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 n.º 2.4. do apêndice 1 do anexo III.

O caudalímetro para o G_{DILW} , é ligado em série ao caudalímetro para o G_{TOTW} , sendo a diferença entre os

dois caudalímetros calculada em pelo menos 5 pontos com os valores de caudal igualmente espaçados entre o valor mais baixo do G_{TOTW} utilizado durante o ensaio e o valor do G_{DILW} utilizado durante o ensaio.

O túnel de diluição pode ser posto em derivação. Liga-se em série um aparelho calibrado de medição do caudal mássico com o 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 menos cinco valores correspondentes a razões de diluição (q) entre 3 e 50. Em alternativa, pode existir um percurso de calibração especial do escoamento em que o túnel seja colocado em derivação mas o escoamento total e do ar de diluição através dos aparelhos de medida correspondentes são os mesmos que no ensaio real.

Introduz-se um gás traçador no tubo de transferência TT. Esse gás traçador pode ser um componente dos gases de escape, como o CO_2 ou o NO_x . Após diluição no túnel mede-se a quantidade do gás traçador em relação a cinco razões de diluição compreendidas entre 3 e 50. A precisão do escoamento da amostra é determinada a partir da relação de diluição (q):

$$G_{SE} = G_{TOTW}/q$$

Têm-se em consideração as precisões dos analisadores de gás para garantir a precisão de G_{SE} .

2.6.2 — *Verificação do escoamento de carbono.* — Recomenda-se bastante uma verificação do escoamento de carbono que utilize os gases de escape reais para detectar problemas de medida e de controlo e verificar o funcionamento correcto do sistema de diluição de escoamento parcial. A verificação do escoamento de carbono deve ser efectuada pelo menos quando se instala um novo motor ou quando se muda alguma coisa significativa na configuração da célula de ensaio.

Faz-se o motor funcionar à carga, velocidade e binário de pico ou qualquer outro modo em estado estacionário que produza a 5% ou mais de CO_2 . O sistema de recolha de amostras de escoamento parcial deve funcionar com um factor de diluição de cerca de 15 para 1.

2.6.3 — *Verificação do ensaio.* — Deve-se realizar uma verificação do ensaio dentro de duas horas antes do ensaio do seguinte modo:

Verifica-se a precisão dos 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.

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 me-

dição 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 em série com a sonda e estreitamente ligado a esta. 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 escoamento de ar, se o dos gases de escape estiver a ser calculado, do sistema de diluição do escoamento parcial desde um valor baixo até pelo menos 90 % da escala completa. O iniciador da mudança de patamar deve ser o mesmo que o utilizado para dar início ao previsto do ensaio real. Registam-se o estímulo do patamar do escoamento dos gases de escape e a resposta do 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, conforme n.º 2.4 do apêndice 1 do anexo III.

Repete-se o cálculo pelo menos durante cinco estímulos de subida e descida, procedem-se 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 «antecipação» do sistema de diluição do escoamento parcial, que será aplicado de acordo com o n.º 2.4. do apêndice 1 do anexo III.

3 — Calibração do sistema CVS

3.1 — *Generalidades.* — Calibra-se o sistema CVS utilizando um caudalímetro preciso e os meios necessários para alterar as condições de funcionamento.

Mede-se o escoamento através do sistema com regulações de funcionamento diferentes e medem-se os parâmetros de controlo do sistema, sendo relacionados ao escoamento.

Podem-se utilizar vários tipos de caudalímetros, como por exemplo o tubo de Venturi calibrado, um caudalímetro laminar calibrado ou medidor de turbina calibrado.

3.2 — *Calibração da bomba de deslocamento positivo (PDP).* — Medem-se simultaneamente todos os parâmetros relacionados com a bomba juntamente com os parâmetros relacionados com um tubo de Venturi de calibração que é ligado em série com a bomba. Traça-se a curva do caudal calculado (em m³/min), à entrada da bomba, à pressão e temperatura absolutas, em função de uma correlação que é o valor de uma combinação específica de parâmetros da bomba. Determina-se a equação linear que relaciona o caudal da bomba e a função de correlação. Se a bomba CVS tiver uma transmissão de várias velocidades, realiza-se a calibração para cada gama de velocidades utilizada.

Mantém-se a estabilidade da temperatura durante a calibração.

Mantém-se as fugas em todas as ligações e tubagens entre o Venturi de calibração e a bomba CVS em valores

inferiores a 0,3 % do ponto mais baixo do escoamento, isto é, restrição mais elevada e ponto de velocidade PDP mais baixa.

3.2.1 — *Análise dos dados.* — Calcula-se o caudal de ar (Q_s) em cada regulação da restrição, no mínimo seis regulações, em m³/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_o) em m³/rev à temperatura e pressão absolutas à entrada da bomba do seguinte modo:

$$V_o = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{P_A}$$

em que:

Q_s = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) (m³/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_o) entre a velocidade da bomba, o diferencial de pressão entre a entrada e saída da bomba e a pressão absoluta à saída da bomba do seguinte modo:

$$X_o = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_A}}$$

em que:

ΔP_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:

$$V_o = D_o - m \times (X_o)$$

em que D_o 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_o) aumentam com a diminuição da gama de caudais da bomba.

Os valores calculados pela equação devem ter uma aproximação de $\pm 0,5\%$ do valor medido de V_o . Os valores de m variam de bomba para bomba. O fluxo de partículas com o tempo fará com que o escorregamento da bomba diminua, o que é reflectido nos valores inferiores de m . Assim sendo, a calibração deve ser realizada ao arranque da máquina, após grandes manutenções e se a verificação do sistema total, conforme n.º 3.5, indicar uma alteração da taxa de escorregamento.

3.3 — *Calibração do tubo de Venturi de escoamento crítico (CFV).* — A calibração do CFV baseia-se na equação de escoamento de um tubo de Venturi de escoamento crítico. O caudal de gás é função da pressão e da temperatura à entrada, como se indica a seguir:

$$Q_s = \frac{K_v \times P_A}{\sqrt{T}}$$

em que:

- K_v = coeficiente de calibração
- P_A = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (KPa)
- T = temperatura à entrada do tubo de Venturi (K)

3.3.1 — *Qualidade dos dados.* — Calcula-se o caudal de ar (Q_s) em cada regulação da restrição, no mínimo de oito regulações, em m³/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) (m³/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. A medida que a pressão diminui e o vácuo aumenta, o tubo de Venturi deixa de estar estrangulado e K_v diminui, o que indica que o CFV está a funcionar fora da gama admissível.

Calcula-se o K_v médio e o desvio-padrão para um mínimo de oito pontos na região do escoamento crítico. O desvio-padrão não deve exceder ± 0,3% do K_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 SSV, conforme se indica a seguir:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left(\frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}$$

em que:

A_0 — conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= 0,006111 \text{ em unidades SI de } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{\text{K}^2}{\text{KPa}} \right) \left(\frac{1}{\text{mm}^2} \right)$$

d = diâmetro do garganta do SSV (m)

C_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 SST e a pressão estática absoluta à entrada do

$$SST = 1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

β = relação entre o diâmetro da garganta do SSV(d) e o diâmetro interno de tubo de entrada =

$$\frac{d}{D}$$

3.4.1 — *Qualidade dos dados.* — Calcula-se o caudal de ar (Q_{SSV}) em cada regulação da restrição, no mínimo de dezasseis regulações, em m³/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:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{A_0 d^2 P_A \sqrt{\frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left(\frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}}$$

em que:

Q_{SSV} = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) (m³/s)

T = temperatura à entrada da bomba (K)

d = diâmetro da garganta do SSV (m)

r = relação da pressão estática na garganta do SSV e a pressão estática absoluta à entrada do

$$SST = 1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

β = 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:

$$Re = A_1 \frac{Q_{SSV}}{d\mu}$$

em que:

A_1 = conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= 25,55152 \left(\frac{1}{\text{m}^3} \right) \left(\frac{\text{min}}{\text{s}} \right) \left(\frac{\text{mm}}{\text{m}} \right)$$

Q_{SSV} = caudal de ar nas condições normais (101,3 kPa, 273 K) (m³/s)

d = diâmetro da garganta do SSV (m)

μ = viscosidade absoluta ou dinâmica do gás, calculada com a seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{bT^{\frac{1}{2}}}{S + T} = \frac{bT^{\frac{1}{2}}}{1 + \frac{S}{T}} \text{ kg/ms}$$

em que:

$$b = \text{constante empírica} = 1,458 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{msk}^{\frac{1}{2}}}$$

S = constante empírica = 110,4 K

Como o Q_{SSV} é um dos valores da fórmula do número de Reynolds, os cálculos devem ser começados com um valor inicial aleatório para que Q_{SSV} ou C_d do Venturi de calibração é 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 n.º 2.4.1. do apêndice 3 do anexo III, excepto no caso do propano, em que se utiliza um factor de 0,000472 em vez de 0,000479 para o HC. Utiliza-se qualquer uma das seguintes técnicas.

3.5.1 — *Medição com orifício de escoamento crítico.* — Faz-se passar uma quantidade conhecida de um gás puro, como seja o propano, pelo sistema CVS através de um orifício de escoamento crítico calibrado. Se a pressão à entrada for suficientemente elevada, o caudal, que é ajustado através do orifício de escoamento crítico, é independente da pressão à saída do orifício de escoamento crítico.

Faz-se funcionar o sistema CVS como num ensaio de emissões de escape normal durante cerca de 5 a 10 minutos. Analisa-se uma amostra de gás com os equipamentos usuais, como seja saco de recolha de amostras ou método de integração, e calcula-se a massa do gás. A massa assim determinada deve estar a $\pm 3\%$ da massa conhecida no gás injectado.

3.5.2 — *Medição por meio de uma técnica gravimétrica.* — Determina-se a massa de um pequeno cilindro cheio com propano com uma precisão de ± 0.01 g, faz-se funcionar o sistema CVS durante cerca de cinco a dez minutos como num ensaio de emissões de escape normal, enquanto é injectado monóxido de carbono ou propano para o sistema. Determina-se a quantidade de gás puro descarregada por meio de pesagem diferencial. Analisa-se uma amostra de gás com os equipamentos usuais, como sejam saco de recolha de amostras ou método de integração, e calcula-se a massa do gás. A massa assim determinada deve estar a $\pm 3\%$ da massa conhecida no gás injectado.

APÊNDICE 3

Avaliação de dados e cálculos

1 — Avaliação de dados e cálculos do ensaio NRSC

1.1 — *Avaliação dos dados relativos às emissões gasosas.* — Para avaliação das emissões gasosas, toma-se a média das leituras dos registadores de agulhas dos últimos 60 segundos de cada modo e determinam-se para cada modo as concentrações médias (conc) de CH_4 , 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.

1.2 — *Emissões de partículas.* — Para a avaliação das partículas, registam-se para cada modo os volumes totais de massas ($M_{SAM,i}$) que passam através dos filtros. Levam-se os filtros para a câmara de pesagem, condicionam-se durante pelo menos uma hora, mas não mais de 80 horas, e pesam-se. Regista-se a massa bruta dos filtros e subtrai-se a tara, conforme n.º 3.1 do anexo III. A massa de partículas (M_f para o método do filtro único, M_{fi} para o método dos filtros múltiplos) é a soma das massas das partículas recolhidas nos filtros primário e secundário. Se tiver de ser aplicada uma correcção de fundo, registam-se

a massa do ar de diluição (M_{DIL}), através dos filtros, bem como a massa das partículas (M_d). Se tiver sido feita mais de uma medição, calcula-se o quociente M_d/M_{DIL} para cada medição e determina-se a média dos valores.

1.3 — *Cálculo das emissões gasosas.* — Os resultados finais dos ensaios a indicar devem ser deduzidos do seguinte modo:

1.3.1 — *Determinação do caudal de gases de escape.* — Determina-se o caudal dos gases de escape (G_{EXHW}) para cada modo, de acordo com os n.ºs 1.2.1 a 1.2.3 do apêndice 1 do anexo III.

Se se utilizar um sistema de diluição total do fluxo (GTOTW), determina-se o caudal total dos gases de escape diluídos para cada modo de acordo com o n.º 1.2.4 do apêndice 1 do anexo III.

1.3.2 — *Correcção para a passagem de base seca a base húmida.* — A correcção para a passagem de base seca a base húmida (G_{EXHW}) deve ser determinada para cada modo, de acordo com os n.ºs 1.2.1 a 1.2.3 do apêndice 1 do anexo III.

Quando se aplicar G_{EXHW} , converte-se a concentração medida para base húmida através das fórmulas a seguir indicadas, caso a medição não tenha sido já efectuada em base húmida:

$$\text{conc (húmido)} = kw \times \text{conc (seco)}$$

Para os gases de escape brutos:

$$K_{w,r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\% CO [\text{seco}] + \% CO_2 [\text{seco}]) + K_{w2}} \right)$$

Para os gases de escape diluídos:

$$K_{w,e,1} = \left[1 - \frac{1,88 \times CO_2 \% (\text{húmido})}{200} \right] \cdot K_{w1}$$

ou:

$$K_{w,r,1} = \left(\frac{1 - K_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times CO_2 \% (\text{seco})}{200}} \right)$$

Para o ar de diluição:

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

$$K_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$H_d = \frac{6,22 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

Para o ar de admissão, se for diferente do ar de diluição:

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

$$K_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

H_a — humidade absoluta do ar de admissão, g de água por Kg de ar seco;

- H_d — humidade absoluta do ar de diluição, g de água por Kg de ar seco;
- R_d — humidade relativa do ar de diluição (%);
- R_a — humidade relativa do ar de admissão (%);
- p_d — pressão do vapor de saturação do ar de diluição (kPa);
- p_a — pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa);
- p_B — pressão barométrica total (kPa);

Nota. — H_a e H_d podem ser derivados da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

1.3.3 — *Correcção da humidade para o NO_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:

$$K_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

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
 $conc_c = conc - conc_d \times (1 - (1/DF))$

$$DF = 13,4 / (conc_{CO_2} + (conc_{CO} + conc_{HC}) \times 10^{-4})$$

ou

$$DF = 13,4 / conc_{CO_2}$$

Utilizam-se os coeficientes u — húmido de acordo com o quadro seguinte:

Gás	u	conc
NO_x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm

Gás	u	conc
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:

$$gás\ individual = \frac{\sum_{i=1}^n Gas_{mass,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

em que:

$$P_i = P_{m,i} + PAE_i$$

Os factores de ponderação e o número de modos, n, utilizados na fórmula acima são os indicados no n.º 3.7.1 do anexo III.

1.4 — *Cálculo das emissões de partículas.* — As emissões de partículas devem ser calculadas do seguinte modo:

1.4.1 — *Factor de correcção da humidade para as partículas.* — Dado que a emissão de partículas pelos motores diesel depende das condições do ar ambiente, corrige-se o caudal mássico de partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor K_p dado pela seguinte fórmula:

$$K_p = 1 / [1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]$$

em que:

H_a — humidade do ar de admissão, g de água por Kg de ar seco

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

- R_a — humidade relativa do ar de admissão (%)
- p_a — pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)
- p_B — pressão barométrica total (kPa)

Nota. — H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

1.4.2 — *Sistema de diluição do escoamento parcial.* — Os resultados finais dos ensaios de emissão de partículas a indicar são obtidos como se indica a seguir. Dado que podem ser utilizados vários tipos de controlo da taxa de diluição, são aplicáveis diferentes métodos de cálculo para caudais mássicos de gases de escape diluídos equivalentes G_{EDF} . Todos os cálculos devem basear-se nos valores médios dos modos individuais, e, durante o período de recolha de amostras.

1.4.2.1 — *Sistemas isocinéticos:*

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + (G_{EXHW,i} \times r)}{(G_{EXHW,i} \times r)}$$

em que r corresponde à relação entre as áreas de secções transversais da sonda isocinética A_p e do tubo de escape A_T :

$$r = \frac{A_p}{A_T}$$

1.4.2.2 — Sistemas com medição da concentração de CO_2 ou NO_x

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{\text{Conc}_{E,i} - \text{Conc}_{A,i}}{\text{Conc}_{D,i} - \text{Conc}_{A,i}}$$

em que:

Conc_E = concentração em base húmida do gás traçador nos gases de escape brutos

Conc_D = concentração em base húmida do gás traçador nos gases de escape diluídos

Conc_A = concentração em base húmida do gás traçador no ar de diluição

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida de acordo com o n.º 1.3.2. do presente apêndice.

1.4.2.3 — Sistemas com medição de CO_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 de CO_2 no ar de diluição.

Com as concentrações em (%) de volume em base húmida.

Esta equação baseia-se na hipótese do balanço do carbono, em que os átomos de carbono fornecidos ao motor são emitidos como CO_2 , e deduz-se do seguinte modo:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

em que:

$$q_i = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} \times (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

1.4.2.4 — Sistemas com medição do caudal:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DIL,W,i})}$$

1.4.3 — *Sistema de diluição total do fluxo.* — Os resultados finais dos ensaios de emissão de partículas a indicar são obtidos como se indica a seguir.

Todos os cálculos devem basear-se nos valores médios dos modos individuais, i , durante o período de recolha de amostras.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

1.4.4 — *Cálculo do caudal mássico de partículas.* — Calcula-se o caudal mássico de partículas do seguinte modo:

Para o método do filtro único:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

em que:

$(G_{EDFW})_{aver}$ ao longo do ciclo de ensaio é determinado fazendo o somatório dos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^n M_{SAM,i}$$

em que:

$$i = 1, \dots, n.$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT_{mass} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{(G_{EDFW,i})_{aver}}{1000}$$

em que:

$$i = 1, \dots, n.$$

O caudal mássico das partículas pode ser corrigido em relação ao fundo do seguinte modo:

Para o método do filtro único:

$$PT_{mass} = \left\{ \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left[\left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right] \right\} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

Se for efectuada mais de uma medição, M_d/M_{DIL} é substituído por $(M_d/M_{DIL})_{aver}$

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

ou:

$$DF = 13,4 / \text{conc}CO_2$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT_{mass,i} = \left[\frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \right) \right] \times \left(\frac{G_{EDFW,i}}{1000} \right)$$

Se for efectuada mais de uma medição, M_d/M_{DIL} é substituído por $(M_d/M_{DIL})_{aver}$

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

ou:

$$DF = 13,4 / \text{conc}CO_2$$

1.4.5 — *Cálculo das emissões específicas.* — Calcula-se a emissão específica de partículas PT (g/kWh) do seguinte modo (2):

Para o método do filtro único:

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n PT_{mass,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

1.4.6 — *Factor de ponderação efectivo.* — Para o método do filtro único, calcula-se o factor de ponderação efectivo $WFE_{E,i}$ para cada modo como se indica a seguir:

$$WFE_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

em que:

$$i = 1, \dots, n.$$

Os valores dos factores de ponderação efectivos devem estar a $\pm 0,005$, em valor absoluto, dos factores de ponderação indicados no n.º 3.7.1 do anexo III.

2 — Avaliação de dados e cálculos do ensaio NRTC

Podem ser utilizados os dois seguintes princípios de medição para a avaliação das emissões de poluentes durante o ciclo NRTC:

- Os componentes gasosos são medidos no gás de escape bruto em tempo real, e as partículas são determinadas utilizando um sistema de diluição do escoamento parcial;
- Os componentes gasosos e as partículas são determinados utilizando um sistema de diluição do escoamento total, sistema CVS.

2.1 — Cálculo das emissões gasosas nos gases de escape brutos e das emissões de partículas com um sistema de diluição do escoamento parcial.

2.1.1 — *Introdução.* — Utilizam-se os sinais da concentração instantânea dos componentes gasosos para o cálculo das emissões mássicas por multiplicação pelo caudal máximo instantâneo dos gases de escape. O caudal mássico dos gases de escape pode ser medido directamente ou calculado utilizando os métodos descritos no n.º 2.2.3 do apêndice 1 do anexo III, de acordo com a medição dos caudais do ar de admissão e do combustível, método do gás traçador, medição do caudal de ar de admissão e da relação ar/combustível. Deve-se prestar uma atenção especial aos tempos de resposta dos diferentes instrumentos. Essas diferenças serão tomadas em conta através do alinhamento de tempo dos sinais.

No que diz respeito às partículas, os sinais do caudal mássico dos gases de escape são utilizados para controlar o sistema de diluição do escoamento parcial para se obter uma amostra proporcional ao caudal mássico dos gases de escape. Verifica-se a qualidade da proporcionalidade aplicando uma análise de regressão entre os caudais da amostra e dos gases de escape conforme descrito no n.º 2.4 do apêndice 1 do anexo III.

2.1.2 — *Determinação dos componentes gasosos:*

2.1.2.1 — *Cálculo das emissões mássicas.* — Determina-se a massa dos poluentes M_{gas} (g/ensaio) através do cálculo das emissões mássicas instantâneas a partir das concentrações brutas dos poluentes, dos valores u do quadro seguinte, conforme também no n.º 1.3.4, e do caudal mássico dos gases de escape, alinhados no que diz respeito ao tempo de transformação e integrando os valores instantâneos ao longo do ciclo. De preferência as concentrações devem ser medidas em base húmida. Se forem medidas em base seca, aplica-se a correcção base seca/base húmida, descrita a seguir, aos valores da concentração instantânea antes de se fazerem outros cálculos.

QUADRO

Valores dos coeficientes u - húmido para vários componentes dos gases de escape

Gás	u	conc
NO _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 métrica carbono/hidrogénio de 1:1,85.

Aplicam-se as seguintes fórmulas:

$$M_{gas} = \sum_{i=1}^{i=n} u \times conc_i \times G_{EXHW,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{em g/ensaio})$$

em que:

- u = relação entre a densidade do componente dos gases de escape e a densidade dos gases de escape;
- conci = concentração instantânea do componente nos gases de escape brutos (ppm);
- $G_{EXHW,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape (kg/s)
- f = razão de recolha de dados (Hz)
- n = número de medições.

Para o cálculo de NO_x, utiliza-se o factor de correcção da humidade k_{H_2} , 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:

$$conc_{húmido} = kw \times conc_{seco}$$

em que:

$$K_{w,r,i} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 (conc_{co} + conc_{co2}) + k_{w2}} \right)$$

com

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

em que:

- $conc_{CO_2}$ = concentração do CO₂ em seco (%);
- $conc_{CO}$ = concentração do CO em seco (%);
- H_a = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco):

$$H_a = \frac{6,2220 \times R_a \times P_a}{P_B - P_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

- R_a : humidade relativa do ar de admissão (%);
- P_a : pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa);
- P_B : pressão barométrica total (kPa).

Nota. — H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.1.2.3 — *Correcção quanto à humidade e temperatura dos NO_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_B : pressão barométrica total (kPa).

Nota. — H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.1.2.4 — *Cálculo das emissões específicas*. — Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{Gás individual} = M_{\text{gás}} / W_{\text{act}}$$

em que:

W_{act} = trabalho real realizado no ciclo (kWh), conforme determinado no n.º 4.6.2 do anexo III.

2.1.3. — *Determinação das partículas:*

2.1.3.1 — *Cálculo da emissão mássica*. — Calcula-se a massa das partículas MPT (g/ensaio) por qualquer um dos seguintes métodos:

a) A

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{EDFW}}{1000}$$

em que:

M_f = massa de partículas recolhida durante o ciclo (mg);
 M_{SAM} = massa dos gases de escape diluídos que passam pelos filtros de recolha de partículas (kg);
 M_{EDFW} = massa dos gases de escape diluídos durante o ciclo (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 = 2relação instantânea de diluição;

$G_{TOTW,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape diluídos através do túnel de diluição (kg/s);

$G_{DILW,i}$ = caudal mássico instantâneo do ar de diluição (kg/s);

f = razão de recolha de dados (Hz);

n = número de medições.

b)

$$M_{PT} = \frac{M_f}{r_s \times 1000}$$

em que:

M_f = massa de partículas recolhida durante o ciclo (mg);

r_s = relação média de recolha de amostras durante o ciclo de ensaio.

com:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \times \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

M_{SE} = massa de escape recolhida durante o ensaio (kg);

M_{EXHW} = escoamento mássico total dos gases de escape durante o ciclo (kg);

M_{SAM} = massa dos gases de escape diluídos que passa através dos 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 do sistema de recolha total de amostras, os valores M_{SAM} e M_{TOTW} são idênticos.

2.1.3.2 — *Factor de correcção da concentração das partículas em função da humidade*. — Dado que a emissão de partículas pelos motores diesel depende das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor K_p dado pela seguinte fórmula:

$$k_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]}$$

em que:

H_a = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco):

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times P_a}{P_B - P_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a : humidade relativa do ar de admissão (%);

P_a : pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa);

P_B : pressão barométrica total (kPa).

Nota. — H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.1.3.3 — *Cálculo das emissões específicas*. — As emissões de partículas (g/kWh) são calculadas do seguinte modo:

$$PT = M_{PT} \times K_p / W_{act}$$

em que:

W_{act} = trabalho real realizado no ciclo (kWh), conforme determinado no n.º 4.6.2 do anexo III.

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 MTO-TW (kg/ensaio) a partir dos valores de medição durante o ciclo e dos dados de calibração correspondentes e podem-se utilizar os dados de calibração correspondentes do dispositivo de medição de escoamentos (V_0 para PDP, K_v para CFV, C_d para SSV) por qualquer um dos métodos descritos no n.º 2.2.1. Se as massas totais das amostras de partículas (M_{SAM}) e de poluentes gasosos exceder em 0,5 % do caudal total dado pelo CVS (M_{TOTW}), o caudal dado pelo CVS deve ser corrigido pelo M_{SAM} , ou o caudal de amostras de partículas deve voltar ao CVS antes do dispositivo de medição de caudais.

2.2.1 — *Determinação do escoamento dos gases de escape diluídos.* — Sistema PDPCVS.

O cálculo do escoamento mássico durante o ciclo faz-se do seguinte modo, se a temperatura dos gases de escape diluídos for mantida a ± 6 K durante o ciclo utilizando um permutador de calor:

$$MTOTW = 1,293 \times V_0 \times N_p \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

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).

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento, por exemplo sem permutador de calor, calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluídos é calculada do seguinte modo:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times V_0 \times N_{p,i} \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

em que:

$N_{p,i}$ = rotações totais da bomba por intervalo de tempo, s

Sistema CFV CVS. — O cálculo do escoamento mássico durante o ciclo faz-se do seguinte modo, se a temperatura dos gases do escape diluídos for mantida a ± 11 k durante o ciclo utilizando um permutador de calor:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times t \times K_v \times p_a / T^{0,5}$$

em que:

- M_{TOTW} = massa dos gases de escape diluídos em base húmida durante o ciclo
- t = tempo do ciclo (s)

- K_v = função de calibração do tubo de Venturi
- P_A = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)
- T = temperatura absoluta à entrada do tubo de Venturi (K)

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento, por exemplo sem permutador de calor, calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluídos é calculada do seguinte modo:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_v \times P_A / T^{0,5}$$

em que:

Δt_i = intervalos de tempo (Δ)

Sistema SSV CVS. — O cálculo do escoamento mássico durante o ciclo é feito do modo indicado a seguir, se a temperatura dos gases de escape diluídos for mantida com uma tolerância de ± 11 K durante o ciclo utilizando um permutador de calor:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV}$$

em que:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left(\frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}$$

A_0 = conjunto de constantes e conversões de unidades

$$= 0,006111 \text{ em unidades SI de } \left(\frac{m^3}{min} \right) \left(\frac{k^2}{kPa} \right) \left(\frac{1}{mm^2} \right)$$

d = diâmetro da garganta do SSV (m)

C_d = coeficiente de descarga do SSV

P_A = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi (kPa)

T = temperatura à entrada do tubo de Venturi (K)

r = razão entre a pressão na garganta do SSV e a pressão absoluta à entrada = $1 - (\Delta P / P_A)$

β = razão entre o diâmetro da garganta do SSV, d , e o diâmetro interno do tubo de entrada = d/D

Se se utilizar um sistema com compensação do escoamento, por exemplo sem permutador de calor, calculam-se as emissões mássicas instantâneas que são integradas ao longo do ciclo. Neste caso, a massa instantânea dos gases de escape diluídos é calculada do seguinte modo:

$$MTOTW = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

em que:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\frac{1}{T} (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \left(\frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}$$

Δt_i = 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 utilizado para obter a curva de calibração desenvolvida no n.º 3.2 do apêndice 2 do anexo III.

2.2.2 — *Correcção da humidade para o NO_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:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

em que:

T_a = temperatura do ar (K)
H_a = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

com

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

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:

$$M_{GAS} = u \times \text{conc} \times M_{TOTW}$$

em que:

u = razão entre a densidade dos componentes dos gases de escape e a densidade dos gases de escape diluídos, conforme indicada no quadro do n.º 2.1.2.1

conc = concentrações médias corrigidas quanto às condições de fundo durante o ciclo resultantes da integração, sendo obrigatória para os NO_x e HC, ou medição em saco (ppm)

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (kg), de acordo com o n.º 2.2.1

Dado que as emissões de NO_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 n.º 2.2.2.

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida de acordo com o n.º 1.3.2.

2.2.3.1.1 — *Determinação das concentrações corrigidas quanto às condições de fundo.* — Subtrai-se a concentração média de fundo dos gases poluentes no ar de diluição das concentrações medidas para obter as concentrações líquidas dos poluentes. Os valores médios das concentrações de fundo podem ser determinados pelo método do saco de recolha de amostras ou por medição contínua com integração. Utiliza-se a seguinte fórmula:

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

em que:

conc = concentração do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos corrigida da

concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm)

conc_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.

Calcula-se o factor de diluição do seguinte modo:

$$DF = \frac{13,4}{\text{conc}_{eCO_2} + (\text{conc}_{eHC} + \text{conc}_{eCO}) \times 10^{-4}}$$

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:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times \text{conc}_{e,i} \times u) - [M_{TOTW} \times \text{conc}_d \times (1 - 1/DF) \times u]$$

em que:

conc_{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 do n.º 2.1.2.1

M_{TOTW,i} = massa instantânea dos gases de escape diluídos, conforme n.º 2.2.1 (kg)

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo, conforme n.º 2.2.1 (kg)

DF = factor de diluição conforme determinado no n.º 2.2.3.1.1

Dado que as emissões de NO_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 n.º 2.2.2.

2.2.4 — *Cálculo das emissões específicas.* — Calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\text{Gás individual} = M_{gas} / W_{act}$$

em que:

W_{act} = trabalho real realizado no ciclo (kWh), conforme determinado no n.º 4.6.2 do anexo III.

2.2.5 — Cálculo das emissões de partículas:

2.2.5.1 — Cálculo do escoamento mássico. — Calcula-se o escoamento mássico das partículas M_{PT} (g/ensaio) do seguinte modo:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

M_f = massa de partículas recolhida durante o ciclo (mg)

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo, de acordo com o n.º 2.2.1 (kg)

M_{SAM} = massa dos gases de escape diluídos retirados do túnel de diluição para a recolha das 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, subtrai-se a massa do ar secundário de diluição da massa total dos gases de escape duplamente diluídos recolhidos através dos filtros de partículas.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

em que:

M_{TOT} = massa dos gases de escape duplamente diluídos através do filtro de partículas (kg)

M_{SEC} = massa do ar de diluição secundária (kg)

Se o nível de fundo das partículas do ar de diluição for determinado de acordo com o n.º 4.4.4 do anexo III, a massa de partículas pode ser corrigida quanto às condições de fundo. Neste caso, calcula-se a massa de partículas do seguinte modo:

$$M_{PT} = \left\{ \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left[\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right] \right\} \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

em que:

M_f , M_{SAM} , M_{TOTW} , = definições anteriores

M_{DIL} = massa do ar de diluição primária recolhido pelo sistema de recolha de partículas de fundo (kg)

M_d = massa das partículas de fundo recolhidas do ar de diluição primária (mg)

DF = factor de diluição, conforme determinado no n.º 2.2.3.1.1

2.2.5.2 — Factor de correcção das partículas quanto à humidade. — Dado que a emissão de partículas pelos motores diesel depende das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração das partículas em função da humidade do ar ambiente através do factor k_p dado pela seguinte fórmula:

$$k_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]}$$

em que:

H_a = humidade do ar de admissão (g de água por kg de ar seco)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

em que:

R_a : humidade relativa do ar de admissão (%)

p_a : pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa)

p_B : pressão barométrica total (kPa)

Nota. — H_a pode ser derivada da medição da humidade relativa, conforme acima descrito, ou da medição do ponto de orvalho, da medição

da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

2.2.5.3 — Cálculo das emissões específicas:

As emissões de partículas (g/kWh) são calculadas do seguinte modo:

$$PT = M_{PT} \times K_p / W_{act}$$

em que:

W_{act} = trabalho real realizado no ciclo (KWh), conforme determinado no n.º 4.6.2 do anexo III.

(1) No caso dos NO_x , a sua concentração ($NO_x conc$ ou $NO_x conc_c$) tem de ser multiplicada por K_{HNOx} factor de correcção da humidade para os NO_x , indicados no n.º 1.3.3 do seguinte modo:

$$K_{HNOx} \times conc_c$$

(2) O caudal mássico de partículas PT_{mass} tem de se multiplicar por K_p (factor de correcção da humidade para as partículas referido no n.º 1.4.1).

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
40	31	0
41	22	27
42	33	43
43	80	49
4	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

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
56	82	0	133	101	63
57	47	1	134	102	54
58	23	1	135	102	52
59	1	3	136	102	51
60	1	8	137	103	40
61	1	3	138	104	34
62	1	5	139	102	36
63	1	6	140	104	44
64	1	4	141	103	44
65	1	4	142	104	33
66	0	6	143	102	27
67	1	4	144	103	26
68	9	21	145	79	53
69	25	56	146	51	37
70	64	26	147	24	23
71	60	31	148	13	33
72	63	20	149	19	55
73	62	24	150	45	30
74	64	8	151	34	7
75	58	44	152	14	4
76	65	10	153	8	16
77	65	12	154	15	6
78	68	23	155	39	47
79	69	30	156	39	4
80	71	30	157	35	26
81	74	15	158	27	38
82	71	23	159	43	40
83	73	20	160	14	23
84	73	21	161	10	10
85	73	19	162	15	33
86	70	33	163	35	72
87	70	34	164	60	39
88	65	47	165	55	31
89	66	47	166	47	30
90	64	53	167	16	7
91	65	45	168	0	6
92	66	38	169	0	8
93	67	49	170	0	8
94	69	39	171	0	2
95	69	39	172	2	17
96	66	42	173	10	28
97	71	29	174	28	31
98	75	29	175	33	30
99	72	23	176	36	0
100	74	22	177	19	10
101	75	24	178	1	18
102	73	30	179	0	16
103	74	24	180	1	3
104	77	6	181	1	4
105	76	12	182	1	5
106	74	39	183	1	6
107	72	30	184	1	5
108	75	22	185	1	3
109	78	64	186	1	4
110	102	34	187	1	4
111	103	28	188	1	6
112	103	28	189	1	18
113	103	19	190	20	51
114	103	32	191	49	19
115	104	25	192	41	13
116	103	38	193	31	16
117	103	39	194	28	21
118	103	34	195	21	17
119	102	44	196	31	21
120	103	38	197	21	8
121	102	43	198	0	14
122	103	34	199	0	12
123	102	41	200	3	8
124	103	44	201	3	22
125	103	37	202	12	20
126	103	27	203	14	20
127	104	13	204	16	17
128	104	30	205	20	18
129	104	19	206	27	34
130	103	28	207	32	33
131	104	40	208	41	31
132	104	32	209	43	31
			210	37	33

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
211	26	18	287	81	71
212	18	29	288	71	60
213	14	5	289	92	65
214	13	11	290	82	63
215	12	9	291	61	47
216	15	33	292	52	37
217	20	25	293	24	0
218	25	17	294	20	7
219	31	29	295	39	48
220	36	66	296	39	54
221	66	40	297	63	58
222	50	13	298	53	31
223	16	24	299	51	24
224	26	50	300	48	40
225	64	23	301	39	0
226	81	20	302	35	18
227	83	11	303	36	16
228	79	23	304	29	17
229	76	31	305	28	21
230	68	24	306	31	15
231	59	33	307	31	10
232	59	3	308	43	19
233	25	7	309	49	63
234	21	10	310	78	61
235	20	19	311	78	46
236	4	10	312	66	65
237	5	7	313	78	97
238	4	5	314	84	63
239	4	6	315	57	26
240	4	6	316	36	22
241	4	5	317	20	34
242	7	5	318	19	8
243	16	28	319	9	10
244	28	25	320	5	5
245	52	53	321	7	11
246	50	8	322	15	15
247	26	40	323	12	9
248	48	29	324	13	27
249	54	39	325	15	28
250	60	42	326	16	28
251	48	18	327	16	31
252	54	51	328	15	20
253	88	90	329	17	0
254	103	84	330	20	34
255	103	85	331	21	25
256	102	84	332	20	0
257	58	66	333	23	25
258	64	97	334	30	58
259	56	80	335	63	96
260	51	67	336	83	60
261	52	96	337	61	0
262	63	62	338	26	0
263	71	6	339	29	44
264	33	16	340	68	97
265	47	45	341	80	97
266	43	56	342	88	97
267	42	27	343	99	88
268	42	64	344	102	86
269	75	74	345	100	82
270	68	96	346	74	79
271	86	61	347	57	79
272	66	0	348	76	97
273	37	0	349	84	97
274	45	37	350	86	97
275	68	96	351	81	98
276	80	97	352	83	83
277	92	96	353	65	96
278	90	97	354	93	72
279	82	96	355	63	60
280	94	81	356	72	49
281	90	85	357	56	27
282	96	65	358	29	0
283	70	96	359	18	13
284	55	95	360	25	11
285	70	96	361	28	24
286	79	96	362	34	53

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
363	65	83	439	88	71
364	80	44	440	87	72
365	77	46	441	85	71
366	76	50	442	88	72
367	45	52	443	88	72
368	61	98	444	84	72
369	61	69	445	83	73
370	63	49	446	77	73
371	32	0	447	74	73
372	10	8	448	76	72
373	17	7	449	46	77
374	16	13	450	78	62
375	11	6	451	79	35
376	9	5	452	82	38
377	9	12	453	81	41
378	12	46	454	79	37
379	15	30	455	78	35
380	26	28	456	78	38
381	13	9	457	78	46
382	16	21	458	75	49
383	24	4	459	73	50
384	36	43	460	79	58
385	65	85	461	79	71
386	78	66	462	83	44
387	63	39	463	53	48
388	32	34	464	40	48
389	46	55	465	51	75
390	47	42	466	75	72
391	42	39	467	89	67
392	27	0	468	93	60
393	14	5	469	89	73
394	14	14	470	86	73
395	24	54	471	81	73
396	60	90	472	78	73
397	53	66	473	78	73
398	70	48	474	76	73
399	77	93	475	79	73
400	79	67	476	82	73
401	46	65	477	86	73
402	69	98	478	88	72
403	80	97	479	92	71
404	74	97	480	97	54
405	75	98	481	73	43
406	56	61	482	36	64
407	42	0	483	63	31
408	36	32	484	78	1
409	34	43	485	69	27
410	68	83	486	67	28
411	102	48	487	72	9
412	62	0	488	71	9
413	41	39	489	78	36
414	71	86	490	81	56
415	91	52	491	75	53
416	89	55	492	60	45
417	89	56	493	50	37
418	88	58	494	66	41
419	78	69	495	51	61
420	98	39	496	68	47
421	64	61	497	29	42
422	90	34	498	24	73
423	88	38	499	64	71
424	97	62	500	90	71
425	100	53	501	100	61
426	81	58	502	94	73
427	74	51	503	84	73
428	76	57	504	79	73
429	76	72	505	75	73
430	85	72	506	78	73
431	84	60	507	80	73
432	83	72	508	81	73
433	83	72	509	81	73
434	86	72	510	83	73
435	89	72	511	85	73
436	86	72	512	84	73
437	87	72	513	85	73
438	88	72	514	86	73

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
515	85	73	591	104	59
516	85	73	592	103	54
517	85	72	593	102	56
518	85	73	594	102	56
519	83	73	595	103	61
520	79	73	596	102	64
521	78	73	597	103	60
522	81	73	598	93	72
523	82	72	599	86	73
524	94	56	600	76	73
525	66	48	601	59	49
526	35	71	602	46	22
527	51	44	603	40	65
528	60	23	604	72	31
529	64	10	605	72	27
530	63	14	606	67	44
531	70	37	607	68	37
532	76	45	608	67	42
533	78	18	609	68	50
534	76	51	610	77	43
535	75	33	611	58	4
536	81	17	612	22	37
537	76	45	613	57	69
538	76	30	614	68	38
539	80	14	615	73	2
540	71	18	616	40	14
541	71	14	617	42	38
542	71	11	618	64	69
543	65	2	619	64	74
544	31	26	620	67	73
545	24	72	621	65	73
546	64	70	622	68	73
547	77	62	623	65	49
548	80	68	624	81	0
549	83	53	625	37	25
550	83	50	626	24	69
551	83	50	627	68	71
552	85	43	628	70	71
553	86	45	629	76	70
554	89	35	630	71	72
555	82	61	631	73	69
556	87	50	632	76	70
557	85	55	633	77	72
558	89	49	634	77	72
559	87	70	635	77	72
560	91	39	636	77	70
561	72	3	637	76	71
562	43	25	638	76	71
563	30	60	639	77	71
564	40	45	640	77	71
565	37	32	641	78	70
566	37	32	642	77	70
567	43	70	643	77	71
568	70	54	644	79	72
569	77	47	645	78	70
570	79	66	646	80	70
571	85	53	647	82	71
572	83	57	648	84	71
573	86	52	649	83	71
574	85	51	650	83	73
575	70	39	651	81	70
576	50	5	652	80	71
577	38	36	653	78	71
578	30	71	654	76	70
579	75	53	655	76	70
580	84	40	656	76	71
581	85	42	657	79	71
582	86	49	658	78	71
583	86	57	659	81	70
584	89	68	660	83	72
585	99	61	661	84	71
586	77	29	662	86	71
587	81	72	663	87	71
588	89	69	664	92	72
589	49	56	665	91	72
590	79	70	666	90	71

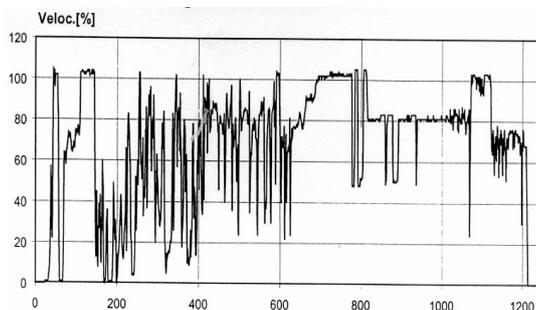
Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
667	90	71	743	102	46
668	91	71	744	104	46
669	90	70	745	103	49
670	90	72	746	102	45
671	91	71	747	103	42
672	90	71	748	103	46
673	90	71	749	103	38
674	92	72	750	102	48
675	93	69	751	103	35
676	90	70	752	102	48
677	93	72	753	103	49
678	91	70	754	102	48
679	89	71	755	102	46
680	91	71	756	103	47
681	90	71	757	102	49
682	90	71	758	102	42
683	92	71	759	102	52
684	91	71	760	102	57
685	93	71	761	102	55
686	93	68	762	102	61
687	98	68	763	102	61
688	98	67	764	102	58
689	100	69	765	102	58
690	99	68	766	102	59
691	100	71	767	102	54
692	99	68	768	102	63
693	100	69	769	102	61
694	102	72	770	103	55
695	102	69	771	102	60
696	100	69	772	102	72
697	102	71	773	103	56
698	102	71	774	102	55
699	102	69	775	102	67
700	102	71	776	103	56
701	102	68	777	84	42
702	100	69	778	48	7
703	102	70	779	48	6
704	102	68	780	48	6
705	102	70	781	48	7
706	102	72	782	48	6
707	102	68	783	48	7
708	102	69	784	67	21
709	100	68	785	105	59
710	102	71	786	105	96
711	101	64	787	105	74
712	102	69	788	105	66
713	102	69	789	105	62
714	101	69	790	105	66
715	102	64	791	89	41
716	102	69	792	52	5
717	102	68	793	48	5
718	102	70	794	48	7
719	102	69	795	48	5
720	102	70	796	48	6
721	102	70	797	48	4
722	102	62	798	52	6
723	104	38	799	51	5
724	104	15	800	51	6
725	102	24	801	51	6
726	102	45	802	52	5
727	102	47	803	52	5
728	104	40	804	57	44
729	101	52	805	98	90
730	103	32	806	105	94
731	102	50	807	105	100
732	103	30	808	105	98
733	103	44	809	105	95
734	102	40	810	105	96
735	103	43	811	105	92
736	103	41	812	104	97
737	102	46	813	100	85
738	103	39	814	94	74
739	102	41	815	87	62
740	103	41	816	81	50
741	102	38	817	81	46
742	103	39	818	80	39

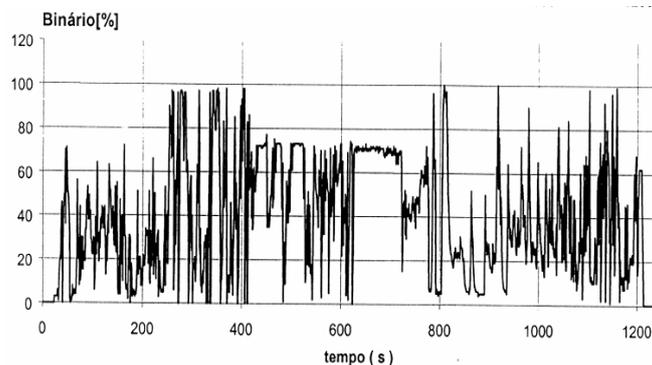
Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
819	80	32	895	81	23
820	81	28	896	80	24
821	80	26	897	81	24
822	80	23	898	81	28
823	80	23	898	81	27
824	80	20	900	81	22
825	81	19	901	81	19
826	80	18	902	81	17
827	81	17	903	81	17
828	80	20	904	81	17
829	81	24	905	81	15
830	81	21	906	80	15
831	80	26	907	80	28
832	80	24	908	81	22
833	80	23	909	81	24
834	80	22	910	81	19
835	81	21	911	81	21
836	81	24	912	81	20
837	81	24	913	83	26
838	81	22	914	80	63
839	81	22	915	80	59
840	81	21	916	83	100
841	81	31	917	81	73
842	81	27	918	83	53
843	80	26	919	80	76
844	80	26	920	81	61
845	81	25	921	80	50
846	80	21	922	81	37
847	81	20	923	82	49
848	83	21	924	83	37
849	83	15	925	83	25
850	83	12	926	83	17
851	83	9	927	83	13
852	83	8	928	83	10
853	83	7	929	83	8
854	83	6	930	83	7
855	83	6	931	83	7
856	83	6	932	83	6
857	83	6	933	83	6
858	83	6	934	83	6
859	76	5	935	71	5
860	49	8	936	49	24
861	51	7	937	69	64
862	51	20	938	81	50
863	78	52	939	81	43
864	80	38	940	81	42
865	81	33	941	81	31
866	83	29	942	81	30
867	83	22	943	81	35
868	83	16	944	81	28
869	83	12	945	81	27
870	83	9	946	80	27
871	83	8	947	81	31
872	83	7	948	81	41
873	83	6	949	81	41
874	83	6	950	81	37
875	83	6	951	81	43
876	83	6	952	81	34
877	83	6	953	81	31
878	59	4	954	81	26
879	50	5	955	81	23
880	51	5	956	81	27
881	51	5	957	81	38
882	51	5	958	81	40
883	50	5	959	81	39
884	50	5	960	81	27
885	50	5	961	81	33
886	50	5	962	80	28
887	50	5	963	81	34
888	51	5	964	83	72
889	51	5	965	81	49
890	51	5	966	81	51
891	63	50	967	80	55
892	81	34	968	81	48
893	81	25	969	81	36
894	81	29	970	81	39

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
971	81	38	1047	80	44
972	80	41	1048	84	20
973	81	30	1049	79	31
974	81	23	1050	87	29
975	81	19	1051	82	49
976	81	25	1052	84	21
977	81	29	1053	82	56
978	83	47	1054	81	30
979	81	90	1055	85	21
980	81	75	1056	86	16
981	80	60	1057	79	52
982	81	48	1058	78	60
983	81	41	1059	74	55
984	81	30	1060	78	84
985	80	24	1061	80	54
986	81	20	1062	80	35
987	81	21	1063	82	24
988	81	29	1064	83	43
989	81	29	1065	79	49
990	81	27	1066	83	50
991	81	23	1067	86	12
992	81	25	1068	64	14
993	81	26	1069	24	14
994	81	22	1070	49	21
995	81	20	1071	77	48
996	81	17	1072	103	11
997	81	23	1073	98	48
998	83	65	1074	101	34
999	81	54	1075	99	39
1000	81	50	1076	103	11
1001	81	41	1077	103	19
1002	81	35	1078	103	7
1003	81	37	1079	103	13
1004	81	29	1080	103	10
1005	81	28	1081	102	13
1006	81	24	1082	101	29
1007	81	19	1083	102	25
1008	81	16	1084	102	20
1009	80	16	1085	96	60
1010	83	23	1086	99	38
1011	83	17	1087	102	24
1012	83	13	1088	100	31
1013	83	27	1089	100	28
1014	81	58	1090	98	3
1015	81	60	1091	102	26
1016	81	46	1092	95	64
1017	80	41	1093	102	23
1018	80	36	1094	102	25
1019	81	26	1095	98	42
1020	86	18	1096	93	68
1021	82	35	1097	101	25
1022	79	53	1098	95	64
1023	82	30	1099	101	35
1024	83	29	1100	94	59
1025	83	32	1101	97	37
1026	83	28	1102	97	60
1027	76	60	1103	93	98
1028	79	51	1104	98	53
1029	86	26	1105	103	13
1030	82	34	1106	103	11
1031	84	25	1107	103	11
1032	86	23	1108	103	13
1033	85	22	1109	103	10
1034	83	26	1110	103	10
1035	83	25	1111	103	11
1036	83	37	1112	103	10
1037	84	14	1113	103	10
1038	83	39	1114	102	18
1039	76	70	1115	102	31
1040	78	81	1116	101	24
1041	75	71	1117	102	19
1042	86	47	1118	103	10
1043	83	35	1119	102	12
1044	81	43	1120	99	56
1045	81	41	1121	96	59
1046	79	46	1122	74	28

Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)	Tempo (s)	Normas Velocidade (%)	Normas Binário (%)
1123	66	62	1182	76	11
1124	74	29	1183	76	14
1125	64	74	1184	74	11
1126	69	40	1185	74	18
1127	76	2	1186	73	22
1128	72	29	1187	74	20
1129	66	65	1188	74	19
1130	54	69	1189	70	22
1131	69	56	1190	71	23
1132	69	40	1191	73	19
1133	73	54	1192	73	19
1134	63	92	1193	72	20
1135	61	67	1194	64	60
1136	72	42	1195	70	39
1137	78	2	1196	66	56
1138	76	34	1197	68	64
1139	67	80	1198	30	68
1140	70	67	1199	70	38
1141	53	70	1200	66	47
1142	72	65	1201	76	14
1143	60	57	1202	74	18
1144	74	29	1203	69	46
1145	69	31	1204	68	62
1146	76	1	1205	68	62
1147	74	22	1206	68	62
1148	72	52	1207	68	62
1149	62	96	1208	68	62
1150	54	72	1209	68	62
1151	72	28	1210	54	50
1152	72	35	1211	41	37
1153	64	68	1212	27	25
1154	74	27	1213	14	12
1155	76	14	1214	0	0
1156	69	38	1215	0	0
1157	66	59	1216	0	0
1158	64	99	1217	0	0
1159	51	86	1218	0	0
1160	70	53	1219	0	0
1161	72	36	1220	0	0
1162	71	47	1221	0	0
1163	70	42	1222	0	0
1164	67	34	1223	0	0
1165	74	2	1224	0	0
1166	75	21	1225	0	0
1167	74	15	1226	0	0
1168	75	13	1227	0	0
1169	76	10	1228	0	0
1170	75	13	1229	0	0
1171	75	10	1230	0	0
1172	75	7	1231	0	0
1173	75	13	1232	0	0
1174	76	8	1232	0	0
1175	76	7	1233	0	0
1176	67	45	1234	0	0
1177	75	13	1235	0	0
1178	75	12	1236	0	0
1179	73	21	1237	0	0
1180	68	46	1238	0	0
1181	74	8			

Indica-se a seguir uma visualização gráfica do programa do dinamómetro para o ensaio NRTC





APÊNDICE 5

Requisitos de durabilidade

1 — *Período de durabilidade e factores de deterioração das emissões.* — O presente apêndice aplica-se apenas aos motores de ignição por compressão das fases III-A, III-B e IV.

1.1 — Os fabricantes devem determinar um valor para o factor de deterioração (DF) para cada poluente regulamentado relativamente a todas as famílias de motores das fases III-A e III-B. Esses DF serão utilizados na homologação e nos ensaios com motores retirados da linha de produção.

1.1.1 — O ensaio para determinar os DF é a realizado do seguinte modo:

1.1.1.1 — O fabricante efectua ensaios de durabilidade para acumular horas do funcionamento do motor de acordo com um programa de ensaios seleccionado com base na boa prática de engenharia como sendo representativo do funcionamento do motor em utilização em relação à caracterização da deterioração do comportamento funcional das emissões. O período de ensaio de durabilidade deve representar tipicamente o equivalente a pelo menos um quarto do período de durabilidade das emissões (EDP).

As horas de funcionamento em serviço podem ser acumuladas através do funcionamento dos motores num banco de ensaios dinâmico ou do funcionamento da máquina em condições reais. Podem-se efectuar ensaios de durabilidade acelerados, que implicam que o programa de ensaio de acumulação de horas seja realizado a um factor de carga mais elevado do que o aplicado em serviço normal. O factor de aceleração que relaciona o número de horas de ensaio de durabilidade do motor ao número equivalente de horas de EDP é determinado pelo fabricante do motor com base na boa prática de engenharia.

Durante o período de ensaio de durabilidade, não se pode fazer a manutenção ou substituição de componentes sensíveis às emissões para além do programa de serviço de rotina recomendado pelo fabricante.

O motor, subsistemas ou componentes de ensaio a utilizar para determinar os meios DF das emissões de escape para uma família de motores, ou para famílias de motores que utilizam a mesma tecnologia do sistema de controlo das emissões, são seleccionados pelos fabricantes de motores com base na boa prática de engenharia. O critério é que o motor de ensaio deve representar a característica de deterioração das emissões das famílias de motores que aplicarão os valores resultantes de DF para a homologação. Podem ser considerados motores com cilindros de diferentes diâmetros e cursos, com diferentes configurações, diferentes sistemas de gestão do ar, diferentes sistemas de combustível como sendo equivalentes no que diz respeito

às características de deterioração das emissões se houver uma base técnica razoável para tal determinação.

Podem ser aplicados valores de DF de outro fabricante se houver uma base razoável para considerar uma equivalência das tecnologias em relação à deterioração das emissões e evidência de que os ensaios foram efectuados de acordo com os requisitos especificados.

O ensaio das emissões é efectuado de acordo com os procedimentos definidos no presente diploma para o motor em ensaio após a rodagem inicial mas antes de qualquer acumulação de tempo de serviço e no final do ensaio de durabilidade. Os ensaios de emissões podem também ser realizados em intervalos durante o período de ensaio de acumulação do tempo de serviço e aplicado na determinação da tendência de deterioração.

1.1.1.2 — Os ensaios de acumulação de tempo de serviço ou os ensaios de emissões realizados para determinar a deterioração não devem ser acompanhados pela autoridade de homologação.

1.1.1.3 — *Determinação dos valores dos DF a partir dos ensaios de durabilidade.* — Um DF aditivo é definido como o valor obtido por subtração do valor das emissões determinado no início do EDP, do valor das emissões determinado para representar o comportamento funcional em termos de emissões no final do EDP.

Um DF multiplicativo é definido como o número de emissões determinado no final do EDP dividido pelo valor das emissões registado no início do EDP.

Determinam-se valores separados de DF para cada um dos poluentes abrangidos pela legislação. No caso da determinação de um valor de DF relativo ao conjunto $\text{NO}_x + \text{HC}$, para um DF aditivo, parte-se da soma dos poluentes mesmo que uma deterioração negativa em relação a um poluente possa não desviar a deterioração de um outro. Para um DF multiplicativo para o $\text{NO}_x + \text{HC}$, determinam-se DF separados para o HC e os NO_x que são aplicados separadamente ao calcular os níveis de emissões deteriorados a partir do resultado do ensaio de emissões antes de combinar os valores deteriorados resultantes dos NO_x e dos HC para determinar o cumprimento da norma.

Nos casos em que o ensaio não é realizado durante o EDP completo determinam-se os valores de emissões no final do EDP por extrapolação da tendência da deterioração as emissões determinado para o período de ensaio, em relação ao EDP completo.

Se os resultados dos ensaios das emissões tiverem sido registados periodicamente durante o ensaio do tempo de acumulação de serviço, aplicam-se técnicas de processamento estatísticos standard baseados na boa prática

para determinar os níveis de emissões no final do EDP. Podem-se aplicar ensaios de significância estatística para determinação dos valores finais das emissões.

Se 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 respectivamente 1,00 ou 0,00.

1.1.1.4 — Um fabricante pode, com a autorização da autoridade de homologação, utilizar valores de DF determinados a partir de resultados de ensaios de durabilidade realizados para obter valores de DF para a homologação de motores de ignição por compressão para veículos rodoviários pesados. Tal é admitido se houver equivalência tecnológica entre o motor rodoviário e as famílias de motores não rodoviários que aplicam os valores DF para a homologação. Os valores de DF resultantes de um ensaio de durabilidade das emissões de um motor rodoviário devem ser calculados com base nos valores do EDP definidos no n.º 2.

1.1.1.5 — No caso de uma família de motores utilizar uma tecnologia estabelecida, pode-se utilizar uma análise base numa boa prática de engenharia em vez de um ensaio para determinar um factor de deterioração para essa família de motores desde que se obtenha a autorização da autoridade de homologação.

1.2 — Informação relativa aos DF nos pedidos de homologação:

1.2.1 — Os DF aditivos são especificados para cada poluente no pedido de homologação de uma família de motores no que diz respeito aos motores de ignição por compressão que não utilizam qualquer dispositivo de pós-tratamento.

1.2.2 — Os DF multiplicativos são especificados para cada poluente no pedido de homologação de uma família

de motores no que diz respeito aos motores de ignição por compressão que utilizam qualquer dispositivo de pós-tratamento.

1.2.3 — O fabricante deve fornecer à autoridade de homologação, a pedido desta, informações que apoiem os valores de DF determinados. Tais informações devem incluir tipicamente os resultados dos ensaios de emissões, o programa de emissões de acumulação de tempo de serviço, procedimentos de manutenção e outras informações que apoiem as decisões de engenharia de equivalência tecnológica, se aplicável.

2 — períodos de durabilidade das emissões para os motores das fases III-A, III-B e IV

2.1 — Os fabricantes devem utilizar os EDP do quadro 1.

QUADRO 1

Categorias de EDP para motores de ignição por compressão das fases III-A, III-B e IV

Categoria (gama de potências)	Vida útil (horas) EDP
≤ 37 kW (motores de velocidade constante)	3 000
≤ 37 kW (motores que não sejam de velocidade constante)	5 000
> 37 kW	8 000
Motores a utilizar em embarcações de navegação interior	10 000
Motores de automotoras	10 000

ANEXO IV

Características técnicas do combustível de referência prescrito para os ensaios de homologação e para verificar a conformidade da produção.

1 — Combustível de referência para as máquinas móveis não rodoviárias com motores de ignição por compressão homologados para satisfazer os valores - limite das fases I e II ⁽¹⁾ e para os motores a utilizar em embarcações de navegação interior.

	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⁾

	Limites e unidades ⁽²⁾	Método de ensaio
Teor de água	Máximo 0,05% em massa.	ASTM D 95, D 1744
Índice de neutralização (ácido forte)	Máximo 0,20 mg KOH/g.	
Estabilidade de oxidação ⁽⁵⁾	Máximo 2,5 mg/100 ml.	ASTM D 2274
Aditivos ⁽⁶⁾		

⁽¹⁾ Se for necessário calcular o rendimento térmico de um motor ou veículo, o poder calorífico do combustível pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Energia específica (valor calorífico) ; (líquido) em MJ/kg} = (46,423 - 8,792 \cdot d^2 + 3,17 \cdot d) \times [1 - (x + y + s)] + 9,42 \cdot s - 2,499 \cdot x$$

em que:

- d: densidade a 288 K (15% C),
- x: proporção, em massa, de água (% dividida por 100),
- y: proporção, em massa, de cinzas (% dividida por 100),
- s: proporção, em massa, de enxofre (% dividida por 100).

⁽²⁾ Os valores indicados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ASTM D 3244 «Defining a basis for petroleum products disputes» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2 R acima de zero; na fixação de um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4 R (R = reprodutibilidade).

Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas o fabricante de combustível deve, no entanto, tentar obter um valor zero quando o valor máximo estabelecido for 2 R e um valor médio no caso de serem indicados os limites máximo e mínimo. Se for necessário determinar se um combustível satisfaz ou não as condições da especificação, aplicam-se os termos constantes da Norma ASTM D 3244.

⁽³⁾ Os valores indicados correspondem às quantidades totais evaporadas (percentagem recuperada + percentagem perdida).

⁽⁴⁾ O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4 R. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ASTM D 3244, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, sendo preferível proceder a tais medições do que a uma determinação única.

⁽⁵⁾ Embora a estabilidade de oxidação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade.

⁽⁶⁾ Este combustível deve ser fabricado a partir de destilados directos ou por *cracking*; é permitida a dessulfurização. Não deve conter quaisquer aditivos metálicos nem melhoradores de índice de cetano.

⁽⁷⁾ São permitidos valores inferiores, caso em que o índice de cetano do combustível de referência utilizado deve ser comunicado.

⁽⁸⁾ São admitidos valores mais elevados, caso em que o teor de enxofre do combustível de referência utilizado deve ser comunicado.

⁽⁹⁾ A manter em exame constante à luz das tendências dos mercados. Para efeitos da homologação inicial de um motor sem pós-tratamento dos gases de escape, é admissível, a pedido do fabricante, um teor nominal de 0,05 % de enxofre, em massa, mínimo 0,03%, caso em que o nível de partículas medido deve ser corrigido por excesso para o valor médio nominal especificado para o teor de enxofre do combustível (0,15% em massa), de acordo com a seguinte equação:

$$PT_{adj} = PT + [SFC \times 0,0917 \times (NSLF - FSF)]$$

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 do enxofre, isto é 0,15%/100

FSF = fracção em massa do teor do enxofre do combustível (%/100)

Equação para o cálculo do consumo específico ponderado do combustível:

$$SFC = \frac{\sum_{i=1}^n G_{FUEL_i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

em que:

$$P_i = P_{mi} + P_{Aei}$$

Para efeito da avaliação da conformidade da produção de acordo com o n.º 4.3.2 do anexo I, os requisitos devem ser satisfeitos utilizando combustível de referência com um teor de enxofre que respeite o nível mínimo/máximo de 0,1/0,2% em massa.

⁽¹⁰⁾ São admitidos valores mais elevados até 855 Kg/m³, caso em que a densidade do combustível de referência deve ser comunicada. Para efeito da avaliação da conformidade da produção de acordo com o n.º 4.3.2. do anexo I, os requisitos devem ser satisfeitos utilizando combustível de referência que respeite o nível mínimo/máximo de 835/845 kg/m³.

⁽¹¹⁾ Todas as características e valores-limite do combustível devem ser mantidos em análise à luz das tendências dos mercados.

⁽¹²⁾ A substituir pela norma EN/ISO 6245 a partir da data de implementação.

2 — Combustível de referência para as máquinas móveis não rodoviárias com motores de ignição por compressão homologados para satisfazer os valores-limite da fase III-A

Parâmetro	Unidade	Limites ⁽¹⁾		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Índice de cetano ⁽²⁾		52	54,0	EN-ISO 5165

Parâmetro	Unidade	Limites ⁽¹⁾		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
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 2 R acima de zero; ao fixar um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4R (R = reprodutibilidade).

Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas, o fabricante de combustíveis deve, no entanto, tentar obter um valor nulo quando o valor máximo estipulado for 2 R e um valor médio no caso de serem indicados os limites máximo e mínimo. Se for necessário determinar se um combustível satisfaz ou não as condições das especificações, aplicam-se os termos constantes da norma ISO 4259.

⁽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 do que 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.

3 — Combustível de referência para as máquinas móveis não rodoviárias com motores de ignição por compressão homologados para satisfazer os valores-limite das fases III-B e IV.

Parâmetro	Unidade	Limites ⁽¹⁾		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Índice de cetano ⁽²⁾			54,0	EN-ISO 5165
Densidade a 15°C	Kg/m ³	833	837	EN-ISO 3675
Destilação:				
ponto 50%	°C	245	-	EN-ISO 3405
ponto de 95%	°C	345	350	EN-ISO 3405
ponto de ebulição final	°C	-	370	EN-ISO 3405
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

Parâmetro	Unidade	Limites (1)		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Número de neutra-lização (ácido forte).....	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Estabilidade de oxidação (4).....	mg/ml	-	0,025	EN-ISO 12205
Poder lubrificante (diâmetro da marca de desgaste em HFRR a 60 °C)	Mm	-	400	CEC F-06-A-96
FAME	Proibido			

(1) Os valores citados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ISO 4259, «Petroleum products - Determination and application of precision data in relation to methods of test» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2 R acima do zero; ao fixar um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4R (R = reprodutibilidade).

Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas, o fabricante de combustíveis deve, no entanto, tentar obter um valor nulo quando o valor máximo estipulado for 2 R e um valor médio no caso de serem indicados os limites máximo e mínimo. Se for necessário determinar se um combustível satisfaz ou não as condições das especificações, aplicam-se os termos constantes da norma ISO 4259.

(2) O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4 R. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ISO 4259, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, sendo preferível proceder a tais medições do que a uma determinação única.

(3) Deve ser indicado o teor real de enxofre do combustível utilizado para o ensaio do tipo I.

(4) Embora a estabilidade da oxigenação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade.

ANEXO V

Sistema de análise e de recolha de amostras

1 — Sistemas de recolha de amostras de gás e de partículas

Figura número	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 n.º 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 comutado-

res 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, CO₂, 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.

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

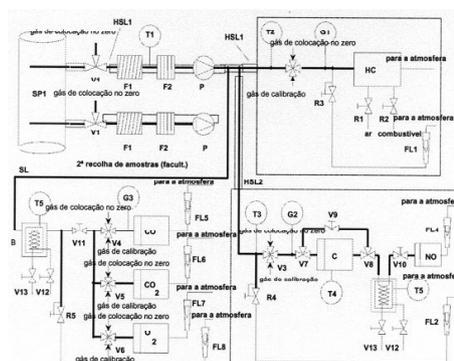
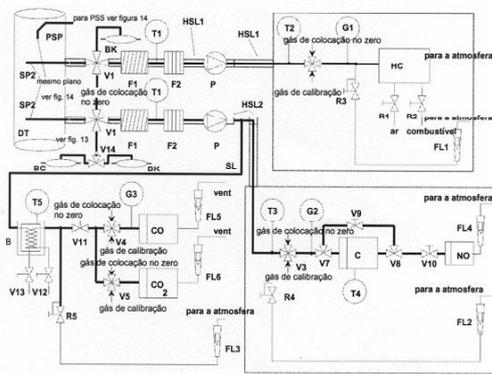


Figura 3 — Diagrama do sistema de análise dos gases de escape diluídos para o CO, CO₂, NO_x e HC



Descrições das 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, nº 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, CO₂ 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),

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 (CO₂). — 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 CO₂ 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, CO₂. — Analisadores NDIR para a determinação do monóxido de carbono e do dióxido de carbono.

NO₂. — 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 NO₂ 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 n.ºs 1.9.1 e 1.9.2 do apêndice 2 do anexo III.

Não são admitidos essicantes 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 NO₂ - 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 NO₂-NO

Válvula de agulha V9. — Para equilibrar o escoamento através do conversor NO₂-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 n.ºs 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.

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, n.º 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.

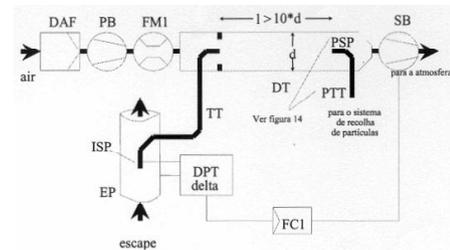
Recomendam-se os seguintes tipos:

- 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 traçadores, 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 figuras 9 e seguintes). 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.

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.

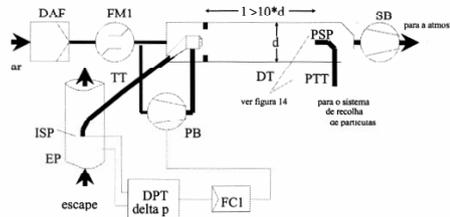
Os sistemas descritos têm em conta esses factores essenciais.

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)



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

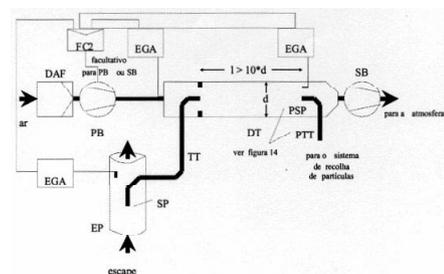
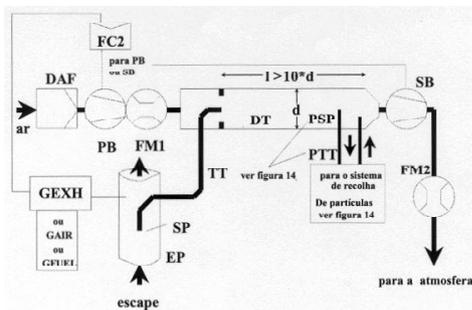


Figura 12 — Sistema de diluição parcial do fluxo com regulação do escoamento e recolha de amostras fraccionada



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. 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. Isto é possível desde que a amostra obtida pelo sistema de amostras de partículas seja reintroduzida em DT. G_{EXH} , G_{AIR} , ou G_{FUEL} podem ser utilizados como sinais de comando para FC2. O caudal do ar de diluição é medido com o debímetro FM1 e o caudal total com o debímetro FM2. A razão de diluição é calculada a partir desses dois caudais.

Descrição das 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 n.º 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.

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 FD 1, 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 FD 3 (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, isto é, os 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.

Analizador de gases de escape EGA (figuras 6 a 10). — Podem-se utilizar analisadores de CO_2 ou NO_x , unicamente com o método do balanço do carbono para o analisador de CO_2 . 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 $G_{EDFW,i}$ esteja dentro de uma margem de $\pm 4\%$.

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.

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 injeção 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 CO_2 ou NO_x .

Quando se utiliza um sistema de ar comprimido (figura 11), o FC2 regula directamente o caudal de ar.

Debitómetro FM1 (figuras 6, 7, 11 e 12). — Contador de gás ou outro aparelho adequado para medir o caudal do ar de diluição. FM 1 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 deve:

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, 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 CO₂ 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.

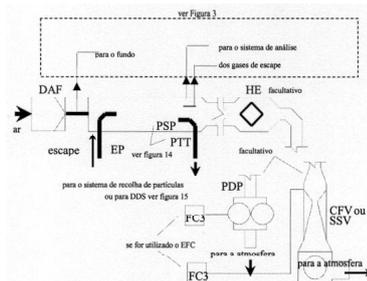
Para a recolha subsequente das partículas, faz-se passar uma amostra dos gases de escape diluídos para o sistema da recolha de amostras de partículas, n.º 1.2.2 (figuras 14 e 15). Se a operação for feita directamente, denomina-se diluição simples. Se a amostra for diluída uma vez mais no túnel de diluição 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 n.º 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 n.º 1.1.1.

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 turbo-compressor 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.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.

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 $\pm 1,5$ 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 $\pm 1,5$ 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, com 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, que:

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 n.º 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.

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, n.º 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 de 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, n.º 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 n.º 1.2.1.1 (figuras 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 12) e n.º 1.2.1.2 (figura 13) e de recolha de amostras formam usualmente unidades diferentes.

No presente diploma, 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.

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 desejados. A interferência da comutação nos circuitos de comando deve ser reduzida ao mínimo.

Descrições das 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:

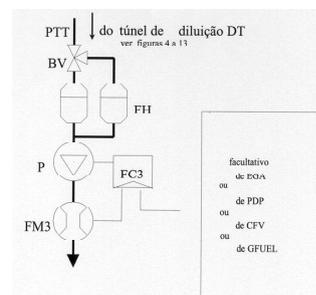
Deve ser instalada virada para montante num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados, isto é, na linha de eixo do túnel de diluição DT dos sistemas de diluição, n.º 1.2.1, a uma distância de cerca de 10 diâmetros do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram 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,

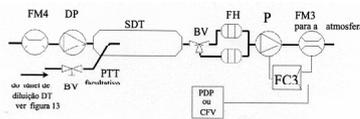
Pode(m) ser isolado(s).

Figura 14 — Sistema 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.

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).

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 n.º 1.5.1.3 do apêndice I 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 FC 3 (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 lo-

calizado 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).

(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 n.º 2.4. do apêndice 1 do anexo III, são aceites para o teste transiente (NRTC).

ANEXO VI

(modelo)

Certificado de homologação



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 n.º 97/68/CE, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 2004/26/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 motores (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 — Contra pressão máxima admissível: ... kPa

2 — Serviço técnico responsável pela execução dos ensaios (³): ...

3 — Data do relatório de ensaio: ...

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) pela autoridade 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,(4) se aplicável.

APÊNDICE 1

Resultados dos ensaios para motores de ignição por compressão (resultados dos ensaios)

1 — Informações relativas à condução do (s) ensaio (s) (1)

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 a percentagem de óleo na mistura se o lubrificante e o 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:

Material	Potência PAE (kw) absorvida às velocidades do motor (1)	
	Intermédia, se aplicável	Nominal
Total		

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

1.4 — Comportamento funcional do motor:

1.4.1 — Número de rotações do motor:

Em marcha lenta sem carga: ... rpm

Intermédia: ... rpm

Nominal: ... rpm

1.4.2 — Potência do motor (1):

Condição	Potência (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia, se aplicável	Nominal
Potência máxima medida no ensaio (P_M) (kW) (a)		
Potência total absorvida pelos equipamentos movidos pelo motor de acordo com o n.º 1.3.2. do presente apêndice, ou com o n.º 3.1. do anexo III (P _{AE}) (kW) (b)		

Condição	Potência (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia, se aplicável	Nominal
Potência líquida do motor conforme especificada no n.º 1.4 do anexo I (kW) (c)		
(c) = (a) + (b)		

(1) Potência não corrigida, medida nos termos do n.º 1.4 do anexo I.

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
10, se aplicável		
25, se aplicável		
50		
75		
100		

1.5.2 — Resultados das emissões no ciclo de ensaio NRSC:

CO: ... (g/kWh)

HC: ... (g/kWh)

NO_x: ... (g/kWh)

NMHC+NO_x: ... (g/kWh)

Partículas: ... (g/kWh)

1.5.3 — Sistema de recolha de amostras utilizado para o ensaio NRSC:

1.5.3.1 — Emissões gasosas (1): ...

1.5.3.2 — Partículas (1): ...

1.5.3.2.1 — Método (2): Filtro simples/filtros múltiplos.

2 — Informações relativas à condução do(s) ensaio(s) NRTC (1)

2.1 — Resultados das emissões no ciclo de ensaio NRTC:

CO: ... (g/kWh)

HC: ... (g/kWh)

NO_x: ... (g/kWh)

NMHC+NO_x: ... (g/kWh)

Partículas: ... (g/kWh)

2.2 — Sistema de recolha de amostras utilizado para o ensaio NRTC:

Emissões gasosas (2): ...

Partículas (2): ...

Método (3): Filtro simples/filtros múltiplos ...

(1) No caso de vários motores precursores a indicar para cada um deles.

(2) Indicar os números das figuras definidos no n.º 1 do anexo V.

(3) Riscar o que não interessa.

APÊNDICE 2

Equipamentos e dispositivos auxiliares a incluir para o ensaio com vista à determinação da potência do motor quando aplicáveis.

Número	Equipamentos e dispositivos auxiliares	Instalados para o ensaio de emissões
1	Sistema de admissão Colector de admissão Sistema de controlo das emissões do cárter	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série
1	Dispositivos de controlo para o sistema de indução dupla do colector de admissão Caudalímetro de ar Conduta de admissão de ar Filtro de ar Silencioso da admissão Dispositivo de limitação da velocidade	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim (a) Sim (a) Sim (a) Sim (a) Sim (a)

Número	Equipamentos e dispositivos auxiliares	Instalados para o ensaio de emissões
2	Dispositivo de aquecimento da indução do colectador de admissão	Sim, equipamento de série. Se possível, a instalar nas condições mais favoráveis
3	Sistema de escape Purificador do escape Colector do escape Tubos de ligação Silenciador Tubo de saída Travão accionado pelo escape Dispositivo de sobrealimentação	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim (b) Sim (b) Sim (b) Não (c) Sim, equipamento de série
4	Bomba de alimentação de combustível	Sim, equipamento de série (d)
5	Equipamento de carburação Carburador Sistema de controlo electrónico, caudalímetro de ar, etc. Equipamentos para motores a gás Redutor de pressão Evaporador Misturador	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série
6	Equipamento de injeção de combustível (combustível para motores diesel) Pré-filtro Filtro Bomba Tubo de alta pressão Injector Válvula de admissão de ar	Sim, equipamento de série ou de banco de ensaio Sim, equipamento de série ou de banco de ensaio Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série (e)
	Sistema de controlo electrónico, caudalímetro de ar, etc. Regulador/sistema de controlo Batente automático de plena carga da cremalheira de controlo dependendo das condições atmosféricas	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série
7	Equipamento de arrefecimento por líquido Radiador Ventoinha Carenagem da ventoinha Bomba de água Termóstato	Não Não Não Sim, equipamento de série (f) Sim, equipamento de série (g)
8	Arrefecimento por ar Carenagem Ventoinha ou insuflador Dispositivo de regulação da temperatura	Não (h) Não (h) Não
9	Equipamento eléctrico Gerador Sistema de distribuição das faíscas Bobina ou bobinas Cablagem Velas de ignição Sistema electrónico de controlo incluindo sensor de detonação/sistema de retardamento da ignição	Sim, equipamento de série (i) Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série
10	Equipamento de sobrealimentação Compressor accionado directamente pelo motor e ou pelos gases de escape Sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação Bomba ou ventoinha de refrigeração (accionada pelo motor) Dispositivo de controlo do caudal de líquido de refrigeração	Sim, equipamento de série Sim, equipamento de série ou de banco de ensaio (j) (l) Não (b) Sim, equipamento de série
11	Ventoinha auxiliar de banco de ensaio	Sim, se necessário
12	Dispositivo antipoluição	Sim, equipamento de série (m)
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 1000 Pa do limite superior especificado pelo fabricante.

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

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

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

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

(g) O termóstato 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 arrefecimentos 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.

(l) 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.

(m) A potência para os sistemas eléctricos ou outros de arranque será fornecido pelo banco de ensaio.

ANEXO VII

Sistema de numeração dos certificados de homologação

[v. alínea c) do n.º 1 do artigo 5.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:

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1 para a Alemanha; | 18 para a Dinamarca; |
| 2 para a França; | 20 para a Polónia; |
| 3 para a Itália; | 21 para Portugal; |
| 4 para os Países Baixos; | 23 para a Grécia; |
| 5 para a Suécia; | 24 para a Irlanda; |
| 6 para a Bélgica; | 26 para a Eslovénia; |
| 7 para a Hungria; | 27 para a Eslováquia; |
| 8 para a República Checa; | 29 para a Estónia; |
| 9 para a Espanha; | 32 para a Letónia; |
| 11 para o Reino Unido; | 36 para a Lituânia; |
| 12 para a Áustria; | CY para Chipre; |
| 13 para o Luxemburgo; | MT para Malta. |
| 17 para a Finlândia; | |

Secção 2 — O número da primeira directiva (97/68). 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 homologação foi concedida. O primeiro carácter é definido pela categoria definida nos artigos

8.º a 12.º O segundo caracter é definido pelo n.º 1 do artigo 2.º, tendo em conta o modo de ensaio definido no n.º 3.7 do anexo III.

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 (1):

e 11*97/68 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 (1):

e 1* 97/68 EA*00/000XX*0004*02

(1) V. Directiva n.º 97/68/CE.

ANEXO VIII

Lista de homologações emitidas para motores/famílias de motores

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.

ANEXO IX

Lista dos motores produzidos

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 do presente diploma:

Fabricante: ...

Marca: ...

Número de homologação: ...

Nome da família de motores (1): ...

Tipo de motor: 1: ... 2: ... n: ...

Números 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.

ANEXO X

Folha de dados relativos aos motores homologados

Número	Data da homologação	Fabricante	Tipo/família	Descrição do motor						Emissões (g/kWh)							
				Fluido de arrefecimento (1)	Número de cilindros	Volume varrido (cm³)	Potência (kW)	Velocidade nominal (min ⁻¹)	Combustão (2)	Pós-tratamento (3)	PT	NOx	CO	HC			

(1) Líquido ou ar.

(2) Abreviar: DI= injeção directa, PC= câmara de pré-combustão/turbulência, NA= aspiração natural, TC= turbo combustão, TCA= turbo combustão com pós-arrefecimento. Exemplos: DI NA, DI TC, DI TCA, PC NA, PC TC, PC TCA.

(3) Abreviar: CAT= catalisador, EGR= recirculação dos gases de escape.

ANEXO XI

Reconhecimento de homologações alternativas

1 — No que se refere aos motores das categorias D, E, F e G, fase II, referidos no artigo 28.º, as homologações que se seguem e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes são reconhecidas como equivalentes a uma homologação nos termos do presente diploma:

1.1 — Os certificados de homologação em conformidade com a Directiva n.º 2000/25/CE, fase II.

1.2 — Os certificados de homologação em conformidade com a Directiva n.º 88/77/CEE, alterada pela Directiva 99/96/CE, que observem os requisitos das fases A, B1, B2 ou C previstos no artigo 2.º e no n.º 6.2.1 do anexo I da Directiva n.º 88/77/CEE.

1.3 — Série de alterações constantes do Regulamento CEE-ONU 49.03.

1.4 — Regulamento CEE-ONU n.º 96, fase B, homologações, nos termos do n.º 5.2.1 da série de alterações 01 do Regulamento n.º 96.

2 — No que diz respeito aos motores das categorias H, I, e J, para a fase III-A e K, L e M, para a fase III-B, conforme definidas no artigo 9.º, as seguintes homologações e, se aplicável, as marcas de homologação correspondentes, são reconhecidas como sendo equivalentes a uma homologação nos termos do presente diploma:

2.1 — Homologações nos termos da Directiva n.º 88/77/CEE com a redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 99/96/CE, no caso dos motores que satisfaçam as fases B1, B2 ou C previstas no artigo 2.º e no n.º 6.2.1 do anexo I.

2.2 — Regulamento da UNECE 49 série 03 de alterações, no caso dos motores que satisfaçam as fases B1, B2 e C previstas no n.º 5.2.

ANEXO XII

Disposições relativas aos motores colocados no mercado ao abrigo do regime flexível

A pedido de um fabricante de equipamentos, e desde que a autoridade de homologação o tenha autorizado, um fabricante de motores poderá, durante o período compreendido entre duas fases sucessivas de valores-limite, colocar um número limitado de motores no mercado que apenas satisfaçam a fase anterior de valores-limite de emissões de acordo com as disposições seguintes.

1 — Diligências a efectuar pelo fabricante de motores e pelo fabricante de equipamentos

1.1 — Um fabricante de equipamentos de origem que pretenda utilizar o regime flexível deve solicitar autorização a uma autoridade de homologação para adquirir aos seus fornecedores de motores, no período compreendido entre duas fases de emissões, as quantidades de motores referidas nos n.ºs 1.2 e 1.3, que não satisfaçam os valores-limite de emissões em vigor no momento, mas que tenham sido aprovados para a fase de limites de emissões imediatamente anterior.

1.2 — O número de motores colocados no mercado ao abrigo do regime flexível não deve exceder, em cada categoria de motor, 20% das vendas anuais de equipamentos com motores dessa categoria, calculada como a média dos últimos cinco anos de vendas no mercado da União Europeia. Se um construtor de equipamentos comercializa equipamentos na União Europeia há menos de cinco anos,

a média é calculada com base no período durante o qual o fabricante de equipamentos os comercializou.

1.3 — Como variante opcional ao n.º 1.2, o fabricante de equipamentos pode solicitar autorização para a colocação no mercado por parte dos seus fabricantes de motores de um número fixo de motores ao abrigo do regime flexível, de acordo com o quadro seguinte:

Categoria de motor	Número de motores
19-37 kw	200
37-75 kw	150
75-130 kw	100
130-560 kw	50

1.4 — O construtor de equipamentos deve incluir as seguintes informações no seu pedido à autoridade de homologação:

- a) Uma amostra das etiquetas a apor em cada máquina móvel não rodoviária na qual será instalado um motor colocado no mercado ao abrigo do regime flexível. As etiquetas devem ostentar o seguinte texto: «MÁQUINA N.º ... (número sequencial das máquinas) de ... (número total de máquinas na respectiva gama de potências) COM MOTOR N.º ... COM HOMOLOGAÇÃO DE TIPO (Directiva n.º 97/68/CE) N.º ...»; e
- b) Uma amostra da etiqueta suplementar a ser aposta no motor, com o texto referido no n.º 2.2. deste anexo.

1.5 — O fabricante de equipamentos notifica o recurso ao regime flexível às autoridades de homologação de cada Estado-membro.

1.6 — O fabricante de equipamentos deve fornecer à autoridade de homologação quaisquer informações relacionadas com a aplicação do regime flexível que uma autoridade de homologação possa exigir por as considerar necessárias para a tomada de decisão.

1.7 — O construtor de equipamentos de origem apresenta, de seis em seis meses, às autoridades de homologação de cada Estado-membro um relatório sobre a aplicação dos regimes flexíveis que utiliza. Este relatório inclui os dados cumulativos sobre os números de motores e de máquinas móveis não rodoviárias colocados no mercado ao abrigo do regime flexível, os números de série dos motores e das máquinas móveis não rodoviárias e os Estados-membros onde as máquinas móveis não rodoviárias foram colocados no mercado. Este procedimento manter-se-á em funcionamento enquanto for aplicado o regime flexível.

2 — Diligências a efectuar pelo fabricante de motores

2.1 — Um fabricante de motores pode colocar no mercado motores ao abrigo do regime flexível abrangidos por uma homologação de acordo com o n.º 1 do presente anexo.

2.2 — O fabricante de motores deve apor nesses motores uma etiqueta com o seguinte texto: «motor a colocar no mercado ao abrigo do regime flexível».

3 — Diligências a efectuar pela autoridade de homologação

3.1 — A autoridade de homologação avalia o conteúdo do pedido de recurso ao regime flexível e os documentos que o acompanhem e, em seguida, informa o fabricante de equipamentos da sua decisão de autorizar ou não autorizar a utilização do regime flexível.

ANEXO XIII

Fase CCNR I (1)

P_N (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	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
$P_N \geq 130$	5,0	1,3	$n \geq 2 \text{ 800 tr/}$ $\text{/min} = 9,2$ $500 \leq n < 2 \text{ 800 tr/}$ $\text{min} = 45 \times n^{(-0,2)}$	0,54

(1) Protocolo (CNR 19, Resolução da Comissão Central de Navegação no Reno de 11 de Maio de 2000.)

ANEXO XIV

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	$n \geq 3150 \text{ min}^{-1}$ $= 6,0$ $343 \leq n < 3150$ $\text{min}^{-1} = 45 \times n^{(-0,2)}$ -3 $n < 343 \text{ min}^{-1}$ $= 11,0$	0,2

(1) Protocolo (CNR 21, Resolução da Comissão Central de Navegação no Reno de 31 de Maio de 2001.)

Decreto-Lei n.º 237/2005

de 30 de Dezembro

O Programa do XVII Governo Constitucional, ao estabelecer como um dos seus objectivos o relançamento da política de defesa dos consumidores, considera indispensável a revisão dos normativos legais sobre segurança de produtos e serviços de consumo, com particular relevo para os problemas da alimentação e da saúde pública.

Para alcançar aquele objectivo há que assegurar uma actuação credível ao nível da avaliação e comunicação dos riscos na cadeia alimentar, procurando restringir a ocorrência de danos sociais nas áreas da saúde, da economia e da defesa dos consumidores.

A experiência veio demonstrar que a existência de cerca de quatro dezenas de serviços e organismos públicos, a maioria dos quais integrados no Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, com atribuições e competências na área do controlo oficial dos géneros alimentícios, inviabiliza a eficácia desejável na actuação da prevenção e da repressão de comportamentos que ponham em risco a cadeia alimentar.

Entende-se, pois, que, a fim de aumentar a confiança dos consumidores, deve estabelecer-se um modelo que congregue num único organismo a quase totalidade dos serviços relacionados com a fiscalização e com a avaliação e comunicação dos riscos na cadeia alimentar

por forma a reforçar a relação entre avaliadores e gestores dos riscos, sem que a vertente de avaliação e comunicação perca o seu carácter independente, assegurando a cooperação com a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos, no âmbito das suas atribuições, conforme se dispõe no Regulamento (CE) n.º 178/2002, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de Janeiro.

Aproveita-se ainda a oportunidade para integrar no novo organismo as atribuições e competências actualmente detidas pela Inspeção-Geral das Actividades Económicas (IGAE) em matéria de controlo oficial dos géneros alimentícios, como em matéria de fiscalização do sector não alimentar, por forma que a articulação junto dos agentes económicos, que actuam cada vez em maior número simultaneamente nas duas áreas, garanta uma maior rentabilização dos recursos humanos e materiais envolvidos e permita uma melhor imagem da gestão de controlos junto do mesmo operador, evitando sobreposições em matéria de fiscalização de um mesmo estabelecimento, nas diferentes componentes do exercício da sua actividade.

A criação da Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE), que o presente decreto-lei materializa, pretende responder às preocupações acima enunciadas através de uma estrutura orgânica que permita, com significativos ganhos de eficiência e maior eficácia, proceder a uma avaliação científica independente dos riscos na cadeia alimentar e fiscalizar as actividades económicas a partir da produção e em estabelecimentos industriais ou comerciais, tirando partido do «saber fazer» anteriormente disperso por vários serviços e organismos e agora concentrado numa única entidade.

A opção pela criação de um novo organismo facilita a tarefa de eliminar deficiências e desadequações nas rotinas implantadas, permitindo passar para o consumidor uma mensagem clara de que se abre um novo ciclo ao nível da eficácia do sistema instituído, depois de vários anos de tentativas sempre adiadas.

Finalmente, a criação da ASAE insere-se na orientação geral do Governo, mormente na Resolução do Conselho de Ministros n.º 102/2005, de 24 de Junho, quanto à redução da despesa pública e de reforma estrutural da Administração, traduzida, neste caso, na concentração de funções e de serviços, com acréscimo de eficácia e racionalização de meios materiais e humanos, de que é exemplo a redução de três dezenas de cargos dirigentes.

Foram ouvidos os sindicatos representativos dos sectores.

Foram ouvidos os órgãos de governo próprio das Regiões Autónomas.

Assim:

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

CAPÍTULO I

Disposições gerais

Artigo 1.º

Objecto

É criada a Autoridade de Segurança Alimentar e Económica, doravante designada por ASAE.