

I

(Actos cuja publicação é uma condição da sua aplicabilidade)

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

de 16 de Dezembro de 1997

relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros respeitantes a medidas contra a emissão de poluentes gasosos e de partículas pelos motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias

O PARLAMENTO EUROPEU E O CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado que institui a Comunidade Europeia, nomeadamente o artigo 100ºA,

Tendo em conta a proposta da Comissão⁽¹⁾,

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

Deliberando nos termos do procedimento previsto no artigo 189ºB do Tratado⁽³⁾, tendo em conta o projecto comum aprovado em 11 de Novembro de 1997 pelo Comité do Conciliação,

- (1) Considerando que o programa comunitário de política e acção relacionado com o ambiente e o desenvolvimento sustentável⁽⁴⁾ reconhece como princípio fundamental que todas as pessoas devem ser efectivamente protegidas contra riscos de saúde reconhecidos causados pela poluição do ar e que esse facto torna necessário, em especial, o controlo das emissões de dióxido de azoto (NO₂), partículas (PT) — fumos negros, e outros poluentes tais como o monóxido de carbono (CO); que, no que diz respeito à prevenção da formação do ozono troposférico (O₃) e seu impacto associado na saúde e no ambiente, as emissões dos precursores de ozono — óxidos de azoto (NO_x) e hidrocarbonetos (HC) — devem ser reduzidas; que o dano ambiental causado pela acidificação exigirá também, nomeadamente, reduções das emissões de NO_x e HC;

- (2) Considerando que a Comunidade assinou o Protocolo da Comissão Económica para a Europa da Organização das Nações Unidas (CEE — ONU) sobre a redução de compostos orgânicos voláteis (COV) em Abril de 1992 e aderiu ao Protocolo sobre a redução de NO_x em Dezembro de 1993, ambos relacionados com a Convenção de 1979 sobre poluição atmosférica transfronteiras a longa distância, aprovada em Julho de 1982;

- (3) Considerando que o objectivo de redução do nível das emissões poluentes pelos motores das máquinas móveis não rodoviárias e o estabelecimento e funcionamento do mercado interno dos motores e máquinas não podem ser suficientemente realizados pelos Estados-membros a título individual e podem pois ser melhor alcançados pela aproximação das legislações dos Estados-membros respeitantes às medidas contra a poluição do ar pelos motores a instalar em máquinas móveis não rodoviárias;

- (4) Considerando que estudos recentes empreendidos pela Comissão demonstram que as emissões provenientes dos motores das máquinas móveis não rodoviárias constituem uma proporção significativa das emissões totais produzidas pelo Homem de determinados poluentes atmosféricos nocivos; que a categoria dos motores de ignição por compressão, que será regulamentada pela presente directiva, é responsável por uma parte considerável da poluição atmosférica pelos NO_x e PT, em especial quando comparada com a proveniente do sector dos transportes rodoviários;

- (5) Considerando que as emissões provenientes das máquinas móveis não rodoviárias a trabalhar em terra e equipadas com motores de ignição por compressão, especialmente as emissões de NO_x e PT, constituem um importante motivo de preocupação nesta área; que estas fontes devem ser regulamentadas; que, no entanto, será também adequado alargar posteriormente o âmbito da presente directiva por forma a incluir o controlo das emissões dos motores de outras máquinas móveis não rodo-

⁽¹⁾ JO C 328 de 7.12.1995, p. 1.

⁽²⁾ JO C 153 de 28.3.1996, p. 2.

⁽³⁾ Parecer do Parlamento Europeu de 25 de Outubro de 1995 (JO C 308 de 20.11.1995, p. 29); posição comum do Conselho de 20 de Janeiro de 1997 (JO C 123 de 21.4.1977, p. 1) e decisão do Parlamento Europeu de 13 de Maio de 1997 (JO C 167 de 2.7.1997, p. 22). Decisão do Parlamento Europeu de 16 de Dezembro de 1997. Decisão do Conselho de 4 de Dezembro de 1997.

⁽⁴⁾ Resolução do Conselho e dos representantes dos Governos dos Estados-membros, reunidos no Conselho, de 1 de Fevereiro de 1993 (JO C 138 de 17.5.1993, p. 1).

viárias, incluindo os grupos geradores transportáveis, com base nos ciclos de ensaio adequados, em particular dos motores a gasolina; que se poderá obter uma redução significativa das emissões de CO e HC através do projectado alargamento do âmbito de aplicação da presente directiva aos motores a gasolina;

- (6) Considerando que deve ser introduzida o mais rapidamente possível legislação sobre o controlo das emissões dos motores dos tractores agrícolas e florestais que garanta um nível de protecção do ambiente equivalente ao previsto na presente directiva, com normas e requisitos plenamente compatíveis com os do presente diploma;
- (7) Considerando que, em relação aos procedimentos de certificação, foi adoptada a abordagem da recepção que, como método europeu, tem sido sempre utilizada na recepção de veículos rodoviários e na homologação dos seus componentes; que foi introduzida como novo elemento a homologação de um motor precursor como representante de um grupo de motores (família de motores), construído com componentes semelhantes de acordo com princípios de fabrico semelhantes;
- (8) Considerando que os motores produzidos em conformidade com os requisitos da presente directiva terão de ser consequentemente marcados e notificados às autoridades de homologação; que, para manter reduzidos os encargos administrativos, não foi previsto nenhum controlo directo por parte das autoridades das datas de produção de motores relevantes para os requisitos reforçados; que esta liberdade concedida aos fabricantes exige que estes facilitem a preparação de verificações pontuais pelas autoridades e que ponham à disposição informações relevantes sobre o planeamento da produção a intervalos regulares; que o cumprimento absoluto da notificação feita de acordo com este processo não é obrigatório, embora um elevado grau de cumprimento facilitasse o planeamento das avaliações pelas autoridades de homologação e contribuisse para uma relação de maior confiança entre os fabricantes e as autoridades de homologação;
- (9) Considerando que as homologações concedidas de acordo com a Directiva 88/77/CEE⁽¹⁾ e com o Regulamento n.º 49, série 02, da CEE — ONU, enumeradas na parte II do anexo IV da Directiva 92/53/CEE⁽²⁾, são reconhecidas como equivalentes

(¹) Directiva 88/77/CEE do Conselho, de 3 de Dezembro de 1987, relativa à aproximação da legislação dos Estados-membros respeitantes às medidas a tomar contra a emissão de gases poluentes pelos motores disel utilizados em veículos (JO L 36 de 9.2.1988, p. 33). Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 96/1/CE (JO L 40 de 17.2.1996, p. 1).

(²) Directiva 92/53/CEE do Conselho, de 18 de Junho de 1992, que altera a Directiva 70/156/CEE relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros respeitantes à recepção dos veículos a motor e seus reboques (JO L 225 de 10.8.1992, p. 1).

às concedidas de acordo com a presente directiva na sua primeira fase;

- (10) Considerando que os motores em conformidade com os requisitos da presente directiva e abrangidos pelo seu âmbito de aplicação devem poder ser colocados no mercado nos Estados-membros; que esses motores não devem ser sujeitos a quaisquer outros requisitos nacionais de emissões; que o Estado-membro que concede a homologação deve tomar as medidas de controlo necessárias;
- (11) Considerando que, ao estabelecer os novos procedimentos de ensaio e valores-limite, é necessário ter em consideração os padrões específicos de utilização desses tipos de motores;
- (12) Considerando que é adequado introduzir essas novas normas de acordo com o princípio comprovado de uma abordagem em duas fases;
- (13) Considerando que a obtenção de uma substancial redução de emissões parece ser mais fácil para os motores com maior potência, dado que pode ser utilizada tecnologia existente desenvolvida para motores de veículos rodoviários; que, tendo em conta esse facto, foi prevista uma aplicação escalonada dos requisitos, começando pela mais elevada das três bandas de potência na fase I; que este princípio foi retido para a fase II, com a excepção de uma nova quarta banda de potência não abrangida pela fase I;
- (14) Considerando que há razões para se esperar uma redução considerável das emissões através da aplicação da presente directiva ao sector de máquinas móveis não rodoviárias, agora regulamentado e que é o mais importante em termos de emissões, para além dos tractores agrícolas, quando comparado com o sector dos transportes rodoviários; que, devido ao, em geral, muito bom comportamento dos motores diesel em relação às emissões de CO e HC, a margem para melhoramentos em relação à quantidade total emitida é muito pequena;
- (15) Considerando que, para atender a casos de circunstâncias técnicas ou económicas excepcionais, foram integrados procedimentos que poderão isentar os fabricantes das obrigações resultantes da presente directiva;
- (16) Considerando que, para assegurar a «conformidade de produção» (CdP) uma vez concedida a homologação a um motor, os fabricantes deverão providenciar disposições correspondentes; que foram tomadas disposições para o caso de não conformidade declarada que estabelecem procedimentos de informação, acções correctivas e um procedimento de cooperação que permitirão a resolução de possí-

veis diferenças de parecer entre os Estados-membros em relação à conformidade de motores certificados;

- (17) Considerando que o direito de os Estados-membros estabelecerem requisitos para assegurar a protecção dos trabalhadores quando utilizam máquinas móveis não rodoviárias não é afectado pelas disposições da presente directiva;
- (18) Considerando que as disposições técnicas de certos anexos da presente directiva devem ser complementadas e, se necessário, adaptadas ao progresso técnico mediante um procedimento de comitologia;
- (19) Considerando que devem ser adoptadas disposições para assegurar o ensaio dos motores de acordo com as regras da boa prática de laboratório;
- (20) Considerando que há necessidade de promover o comércio global neste sector mediante uma harmonização tão completa quanto possível das normas de emissão da Comunidade com as aplicadas ou previstas em países terceiros;
- (21) Considerando que é, portanto, necessário encarar a possibilidade de rever a situação com base na disponibilidade de novas tecnologias e na sua viabilidade económica e tendo em consideração os progressos alcançados na execução da segunda fase;
- (22) Considerando que, em 20 de Dezembro de 1994, se concluiu um *modus vivendi* entre o Parlamento Europeu, o Conselho e a Comissão em matéria de medidas de execução dos actos adoptados pelo procedimento previsto no artigo 189º B do Tratado⁽¹⁾,

ADOPTARAM A PRESENTE DIRECTIVA:

Artigo 1º

Objectivos

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

Artigo 2º

Definições

Para efeitos da presente directiva, entende-se por:

- *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 de mercadorias, em que esteja instalado um motor de combustão interna, tal como referido no ponto 1 do anexo I,
- *homologação*, o processo através do qual um Estado-membro certifica que um tipo de motor de combustão interna ou uma família de motores, no que se refere ao nível de emissão de poluentes gasosos e de partículas por esse motor ou motores, satisfaz os requisitos técnicos relevantes da presente directiva,
- *tipo de motor*, uma categoria de motores que não diferem no tocante às características essenciais dos motores referidas no apêndice 1 do anexo II,
- *família de motores*, um conjunto de motores, agrupados por um fabricante, que, pela sua concepção, são susceptíveis de apresentar características semelhantes em termos de emissões de escape e que satisfazem os requisitos da presente directiva,
- *motor precursor*, um motor seleccionado de uma família de motores de modo tal que satisfaça os requisitos dos pontos 6 e 7 do anexo I,
- *potência do motor*, a potência útil, tal como especificada no ponto 2.4 do anexo I,
- *data de produção do motor*, a data em que o motor foi submetido ao controlo final após ter saído da linha de produção. Nesta fase, o motor está pronto para ser entregue ou colocado em *stock*,
- *colocação no mercado*, a acção de tornar disponível no mercado comunitário, mediante pagamento ou gratuitamente, um produto abrangido pela presente directiva, com vista à sua distribuição e/ou utilização na Comunidade,
- *fabricante*, a pessoa ou entidade responsável perante as autoridades de homologação por todos os aspectos do processo de homologação e por assegurar a conformidade da produção. Não é essencial que essa pessoa ou entidade esteja directamente envolvida em todas as fases do fabrico do motor,
- *autoridades de homologação*, a autoridade ou autoridades competentes responsáveis por todos os aspectos da homologação de um motor ou de uma família de motores, pela emissão e revogação dos certificados de homologação, pela ligação com as autoridades de homologação dos outros Estados-membros e pela verificação das disposições tomadas pelo fabricante para assegurar a conformidade da produção,

⁽¹⁾ JO C 102 de 4.4.1996, p. 1.

- *serviço técnico*, a organização ou organizações ou organismo ou organismos designados como laboratórios de ensaios para efectuar os ensaios ou inspecções em nome das autoridades de homologação de um Estado-membro. Esta função pode também ser desempenhada pelas próprias autoridades de homologação,
- *ficha de informações*, a ficha constante do anexo II, que prescreve as informações a fornecer pelo requerente,
- *processo de fabrico*, o conjunto completo dos dados, desenhos, fotografias, etc., fornecidos pelo requerente ao serviço técnico ou às autoridades de homologação de acordo com as indicações da ficha de informações,
- *processo de homologação*, o processo de fabrico acompanhado dos relatórios de ensaios ou de outros documentos que lhe tenham sido apensos pelo serviço técnico ou pelas autoridades de homologação no desempenho das respectivas funções,
- *índice do processo de homologação*, o documento no qual se apresenta a conteúdo do processo de homologação, devidamente numerado ou marcado de forma a permitir identificar claramente todas as páginas.

Artigo 3.º

Pedido de homologação

1. O pedido de homologação de um motor ou de uma família de motores deve ser apresentado pelo fabricante às autoridades de homologação de um Estado-membro. O pedido deve ser acompanhado de um processo de fabrico, cujo conteúdo é dado na ficha de informações do anexo II. Deve ser apresentado ao serviço técnico responsável pela execução dos ensaios de homologação um motor conforme com as características do tipo de motor descritas no apêndice 1 do anexo II.
2. No caso dos pedidos de homologação de uma família de motores, se as autoridades de homologação determinarem que, no que diz respeito ao motor precursor seleccionado, o pedido apresentado não representa totalmente a família de motores descrita no apêndice 2 do anexo II devem ser fornecidos para a homologação, nos termos do n.º 1, um motor precursor alternativo e, se necessário, um outro motor precursor determinado pelas autoridades de homologação.
3. Nenhum pedido relativo a um tipo de motor ou a uma família de motores pode ser apresentado a mais de que um Estado-membro. Deve ser apresentado um pedido separado para cada tipo de motor ou família de motores a homologar.

Artigo 4.º

Procedimento de homologação

1. O Estado-membro que recebe o pedido deve conceder a homologação a quaisquer tipos de motor ou

famílias de motores que estejam em conformidade com as informações contidas no processo de fabrico e que satisfaçam os requisitos da presente directiva.

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

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

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

- a) Enviar mensalmente às autoridades de homologação dos outros Estados-membros uma lista (Contendo os elementos indicados no anexo VIII) das homologações de motores e famílias de motores que tiverem concedido, recusado conceder ou revogado durante esse mês;
- b) Ao receber um pedido das autoridades de homologação de outro Estado-membro, enviar sem demora:
 - um exemplar do certificado de homologação do motor ou família de motores acompanhado ou não de um processo de homologação para cada tipo de motor ou família de motores que tiverem homologado ou recusado homologar ou cuja homologação tiverem revogado, e/ou
 - a lista dos motores produzidos de acordo com as homologações concedidas, conforme descrita no n.º 3 do artigo 6.º, contendo os elementos indicados no anexo IX, e/ou
 - uma cópia da declaração prevista no n.º 4 do artigo 6.º

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

Artigo 5.º

Alteração das homologações

1. O Estado-membro que tiver concedido uma homologação deve tomar as medidas necessárias para ser

informado de qualquer alteração dos elementos constantes do processo de homologação.

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

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

- emitir, se necessário, as páginas revistas do processo de homologação, assinalando claramente em cada uma delas a natureza das alterações e a data da nova emissão. Sempre que for efectuada uma revisão, o índice do processo de homologação (anexo ao certificado de homologação) deve também ser alterado de modo a indicar as datas das últimas páginas revistas, e
- emitir um certificado de homologação revisto (identificado por um número de extensão) se qualquer informação nele contida (excluindo os anexos) tiver sido alterada ou se os requisitos da directiva tiverem sido alterados desde a data que consta no certificado de homologação. O certificado revisto deve indicar claramente os fundamentos da revisão e a data da nova emissão.

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

Artigo 6.º

Conformidade

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

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

3. O fabricante deve enviar às autoridades de homologação, a pedido destas, no prazo de 45 dias após o fim de

cada ano civil, sem demora após a data de cada pedido, quando os requisitos da presente directiva forem alterados, e imediatamente na sequência de qualquer data adicional que a autoridade possa estipular, uma lista com a gama de números de identificação para cada tipo de motor produzido de acordo com os requisitos da presente directiva desde o último envio equivalente ou desde que os requisitos da presente directiva começaram a ser aplicáveis. Se o sistema de codificação dos motores não permitir clarificar as correlações entre os números de identificação e os tipos de motor ou as famílias de motores correspondentes, por um lado, e os números de homologação, por outro, a referida lista deve especificá-las. Além disso, essa lista deve conter informações especiais se o fabricante deixar de produzir um tipo ou uma família de motores homologados. Se a lista não tiver de ser enviada com regularidade às autoridades de homologação, o fabricante deve manter esses elementos durante um período mínimo de 20 anos.

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

Artigo 7.º

Aceitação de homologações equivalentes

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

2. As homologações concedidas nos termos da Directiva 88/77/CEE que estejam de acordo com as fases A ou B, estabelecidas no artigo 2.º e no ponto 6.2.1 do anexo I da Directiva 91/542/CEE⁽¹⁾, e, quando aplicável, as marcas de homologação correspondentes, serão aceites para a fase I estabelecida no n.º 2 do artigo 9.º da presente directiva. A sua validade caduca a partir da data de aplicação obrigatória da fase II estabelecida no n.º 3 do artigo 9.º da presente directiva.

Artigo 8.º

Registo e colocação no mercado

1. Os Estados-membros não podem recusar o registo, quando aplicável, ou a colocação no mercado de novos

⁽¹⁾ JO L 295 de 25.10.1991, p. 1.

motores, já instalados ou não em máquinas, que satisfaçam os requisitos da presente directiva.

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

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

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

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

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

Artigo 9.º

Calendário

1. CONCESSÃO DAS HOMOLOGAÇÕES

Após 30 de Junho de 1998, os Estados-membros não poderão recusar a homologação de qualquer tipo de motor ou família de motores ou a emissão da ficha descrita no anexo VI, nem impor quaisquer outros requisitos em matéria de emissões poluentes para a atmosfera para efeitos da homologação de máquinas móveis não rodoviárias em que esteja instalado um motor, se este satisfizer os requisitos da presente directiva no que se refere às emissões de poluentes gasosos e de partículas.

2. HOMOLOGAÇÕES — FASE I (CATEGORIAS DE MOTORES: A, B e C)

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

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

— A: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$,

— B: $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$,

— C: $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.2.1 do anexo I.

3. HOMOLOGAÇÕES — FASE II (CATEGORIAS DE MOTORES: D, E, F e G)

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

— D: após 31 de Dezembro de 1999, no caso dos motores de potência de $18 \text{ kW} \leq P \leq 37 \text{ kW}$,

— E: após 31 de Dezembro de 2000, no caso dos motores de potência de $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$,

— F: após 31 de Dezembro de 2001, no caso dos motores de potência de $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$,

— G: após 31 de Dezembro de 2002, no caso dos motores de potência de $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,

se o motor não satisfizer os requisitos da presente directiva e se as emissões de poluentes gasosos e de partículas pelo motor não respeitarem os valores-limite estabelecidos no quadro do ponto 4.2.3 do anexo I.

4. REGISTO E COLOCAÇÃO NO MERCADO; DATAS DE PRODUÇÃO DOS MOTORES

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

Fase I

— categoria A: 31 de Dezembro de 1998,

— categoria B: 31 de Dezembro de 1998,

— categoria C: 31 de Março de 1999.

Fase II

- categoria D: 31 de Dezembro de 2000,
- categoria E: 31 de Dezembro de 2001,
- categoria F: 31 de Dezembro de 2002,
- categoria G: 31 de Dezembro de 2003.

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

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

*Artigo 10º***Isenções e processos alternativos**

1. Os requisitos dos nºs 1 e 2 do artigo 8º e do nº 4 do artigo 9º não se aplicam a:

- motores para uso das forças armadas,
- motores isentos de acordo com o nº 2.

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

- o fabricante deve apresentar um pedido às autoridades de homologação desse Estado-membro que homologaram o tipo ou tipos de motor ou a família ou famílias de motores correspondentes antes da entrada em vigor do prazo ou prazos,
- o pedido do fabricante deve incluir uma lista, conforme definida no nº 3 do artigo 6º, dos novos motores que não foram colocados no mercado dentro do prazo ou prazos; no caso dos motores que pela primeira vez sejam abrangidos pela presente directiva, o fabricante deve apresentar o pedido às autoridades de homologação do Estado-membro onde os motores se encontrem armazenados,
- o pedido deve especificar as razões técnicas e/ou económicas em que se baseia,
- os motores devem estar em conformidade com um tipo ou uma família para os quais a homologação já não seja válida, ou que não necessitassem de homologação anteriormente, mas que tenham sido produzidos de acordo com o prazo ou prazos,
- os motores devem ter sido fisicamente armazenados na Comunidade dentro do prazo ou prazos,

- o número máximo de novos motores de um ou mais tipos colocados no mercado em cada Estado-membro pela aplicação desta isenção não deve exceder 10 % dos novos motores de todos os tipos em questão colocados no mercado nesse Estado-membro durante o ano anterior,
- se o pedido for aceite pelo Estado-membro, este deve enviar, no prazo de um mês, às autoridades de homologação dos outros Estados-membros pormenores das isenções concedidas ao fabricante e os respectivos fundamentos,
- o Estado-membro que conceder isenções de acordo com o presente artigo tem a responsabilidade de assegurar que o fabricante satisfaz todas as obrigações correspondentes,
- as autoridades de homologação devem emitir, para cada motor em questão, um certificado de conformidade em que seja feita uma anotação especial. Se aplicável, pode ser utilizado um documento consolidado que contenha todos os números de identificação dos motores em questão,
- os Estados-membros devem enviar anualmente à Comissão uma lista das isenções concedidas, especificando os seus fundamentos.

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

*Artigo 11º***Disposições relativas à conformidade da produção**

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

*Artigo 12º***Não conformidade com o tipo ou a família homologados**

1. Considera-se que não há conformidade com o tipo ou a família homologados se forem encontradas discre-

pâncias em relação ao indicado no certificado de homologação e/ou ao processo de homologação e se essas discrepâncias não tiverem sido autorizadas, ao abrigo do n.º 3 do artigo 5.º, pelo Estado-membro que concedeu a homologação.

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

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

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

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

Artigo 13.º

Requisitos em matéria de protecção dos trabalhadores

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

Artigo 14.º

Adaptação ao progresso técnico

1. Com excepção dos requisitos especificados nos pontos 1, 2.1 a 2.8 e 4 do Anexo I, todas as alterações necessárias para adaptar os anexos da presente directiva

ao progresso técnico serão adoptadas pela Comissão, assistida pelo comité criado em conformidade com o artigo 13.º da Directiva 92/53/CEE e de acordo com o procedimento previsto no artigo 15.º da presente directiva.

Artigo 15.º

Procedimento do comité

1. O representante da Comissão submeterá à apreciação do comité um projecto das medidas a tomar. O comité emitirá o seu parecer sobre esse projecto num prazo que o presidente pode fixar em função da urgência da questão em causa. O parecer será emitido por maioria, nos termos previstos no n.º 2 do artigo 148.º do Tratado para a adopção das decisões que o Conselho é chamado a tomar sob proposta da Comissão. Nas votações no comité, os votos dos representantes dos Estados-membros estão sujeitos à ponderação definida no artigo atrás referido. O presidente não participa na votação.

2. a) A Comissão adoptará medidas que são imediatamente aplicáveis;

b) Todavia, se não forem conformes com o parecer emitido pelo comité, essas medidas serão imediatamente comunicadas pela Comissão ao Conselho. Nesse caso:

- a Comissão diferirá a aplicação das medidas que aprovou por um prazo não superior a três meses a contar da data da comunicação,
- o Conselho, deliberando por maioria qualificada, pode tomar uma decisão diferente no prazo previsto no primeiro travessão.

Artigo 16.º

Autoridades de homologação e serviços técnicos

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

Artigo 17.º

Transposição para o direito nacional

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

Quando os Estados-membros adoptarem essas disposições, estas devem incluir uma referência à presente direc-

tiva ou ser acompanhadas dessa referênica na publicação oficial. As modalidades dessa referênica serão adoptadas pelos Estados-membros.

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

Artigo 18º

Entrada em vigor

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

Artigo 19º

Reduções adicionais dos valores-limite das emissões

O Parlamento Europeu e o Conselho decidirão até ao final do ano 2000, sob proposta a apresentar pela

Comissão antes do fim de 1999, quanto a uma nova redução dos valores-limite das emissões, tendo em conta a disponibilidade global de técnicas de controlo das emissões poluentes da atmosfera provenientes dos motores de ignição por compressão e a situação em termos de qualidade do ar.

Artigo 20º

Destinatários

Os Estados-membros são os destinatários da presente directiva.

Feito em Bruxelas, em 16 de Dezembro de 1997.

Pelo Parlamento Europeu

O Presidente

J. M. GIL-ROBLES

Pelo Conselho

O Presidente

J. LAHURE

ANEXO I

ÂMBITO DE APLICAÇÃO, DEFINIÇÕES, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS, MARCAÇÕES DOS MOTORES, ESPECIFICAÇÕES E ENSAIOS, ESPECIFICAÇÃO DAS AVALIAÇÕES DA CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO, PARÂMETROS DE DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE MOTORES E ESCOLHA DO MOTOR PRECURSOR

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

A presente directiva aplica-se a motores a instalar em máquinas móveis não rodoviárias.

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

- veículos definidos pela Directiva 70/156/CEE⁽¹⁾, e pela Directiva 92/61/CEE⁽²⁾,
- tractores agrícolas definidos pela Directiva 74/150/CEE⁽³⁾.

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

- A. serem destinadas e adequadas para se movimentarem ou serem movimentadas no solo, com ou sem estrada, e para serem equipadas com motores de ignição por compressão de potência útil, conforme definida no ponto 2.4, superior a 18 kW mas não superior a 560 kW⁽⁴⁾, e que funcionem em regime intermitente e não a uma dada velocidade constante.

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

- aparelhos de perfuração industriais, compressores, etc.,
- equipamentos de construção, incluindo carregadores de rodas, bulldozers, tractores de lagartas, carregadoras de lagartas, carregadoras do tipo camião, camiões fora-de-estrada, escavadoras hidráulicas, etc.,
- equipamentos agrícolas, escarificadores rotativos,
- equipamentos florestais,
- veículos agrícolas autopropulsionados (excepto tractores, conforme definidos acima),
- equipamentos de movimentação de materiais,
- carros empilhadores de forquilha,
- equipamentos de manutenção de estradas (motoniveladoras, cilindros, pavimentadoras para betuminosos),
- equipamentos limpa-neve,
- equipamentos de apoio em aeroportos,
- plataformas elevatórias,
- gruas automóveis.

A presente directiva não se aplica a:

- B. Navios.
- C. Locomotivas de caminho-de-ferro.
- D. Aeronaves.
- E. Grupos geradores.

⁽¹⁾ JO L 42 de 23.2.1970, p. 1. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 93/81/CEE (JO L 264 de 23.10.1993, p. 49).

⁽²⁾ JO L 225 de 10.8.1992, p. 72.

⁽³⁾ JO L 84 de 28.3.1974, p. 10. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 88/297/CEE (JO L 126 de 20.5.1988, p. 52).

⁽⁴⁾ Uma homologação concedida nos termos do Regulamento n.º 49 da Comissão Económica para a Europa, série de alterações 02, corrigenda 1/2, será considerada equivalente a uma homologação concedida em conformidade com a Directiva 88/77/CEE (ver Directiva 92/53/CEE, anexo IV, parte II).

2. DEFINIÇÕES SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Para efeitos da presente directiva, entende-se por:

- 2.1. *Motor de ignição por compressão*, um motor que funciona segundo o princípio da ignição por compressão (p. ex., motor diesel).
- 2.2. *Poluentes gasosos*, o monóxido de carbono, os hidrocarbonetos (pressupondo-se uma razão de $C_1:H_{1,85}$) e os óxidos de azoto, expressos em equivalente de dióxido de azoto (NO_2).
- 2.3. *Partículas*, qualquer material recolhido num meio filtrante especificado após diluição dos gases de escape do motor de combustão interna com ar limpo filtrado, de modo a que a temperatura não exceda 325 K (52°C).
- 2.4. *Potência útil*, a potência em «kW CEE» obtida no banco de ensaios na extremidade da cambota ou seu equivalente, medida de acordo com o método CEE de medição da potência dos motores de combustão interna destinados aos veículos rodoviários estabelecido na Directiva 80/1269/CEE⁽¹⁾, sendo no entanto excluída neste caso a potência da ventoinha de arrefecimento⁽²⁾ e utilizando-se as condições de ensaio e o combustível de referência especificados na presente directiva.
- 2.5. *Velocidade nominal*, a velocidade máxima a plena carga admitida pelo regulador, conforme especificada pelo fabricante.
- 2.6. *Carga parcial*, a fracção do binário máximo disponível a uma dada velocidade do motor.
- 2.7. *Velocidade de binário máximo*, a velocidade do motor em que se obtém o binário máximo, conforme especificada pelo fabricante.
- 2.8. *Velocidade intermédia*, a velocidade do motor que satisfaz um dos seguintes requisitos:
- para os motores concebidos para funcionar a uma gama de velocidades na curva do binário a plena carga, a velocidade intermédia é a velocidade de binário máximo declarada, se ocorrer entre 60 % e 75 % da velocidade nominal,
 - se a velocidade binário máximo declarada for inferior a 60 % da velocidade nominal, a velocidade intermédia é 60 % da velocidade nominal,
 - se a velocidade binário máximo declarada for superior a 75 % da velocidade nominal, a velocidade intermédia é 75 % da velocidade nominal.

2.9. Símbolos e abreviaturas

2.9.1. Símbolos dos parâmetros de ensaio

Símbolo	Unidade	Descrição
A_p	m^2	Área da secção transversal da sonda isocinética de recolha de amostras.
A_T	m^2	Área da secção transversal do tubo de escape.
aver	m^3/h kg/h	Valores médios ponderados do: — caudal volúmico, — caudal mássico.
C1	—	Hidrocarbonetos C1 equivalentes.
conc	ppm Vol %	Concentração (com sufixo do componente).
conc _c	ppm Vol %	Concentração de fundo corrigida.
conc _d	ppm Vol %	Concentração do ar de diluição.

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

⁽²⁾ Isto significa que, ao contrário do previsto no ponto 5.1.1.1 do anexo I da Directiva 80/1269/CEE, a ventoinha de arrefecimento do motor não pode estar instalada durante o ensaio de verificação da potência útil do motor; se o fabricante realizar o ensaio com a ventoinha montada no motor, a potência absorvida pela ventoinha deve ser adicionada à potência medida.

DF	—	Factor de diluição.
f_a	—	Factor atmosférico do laboratório.
F_{FH}	—	Factor específico do combustível utilizado para os cálculos das concentrações em base húmida a partir das concentrações em base seca.
G_{AIRW}	kg/h	Caudal mássico do ar de admissão em base húmida.
G_{AIRD}	kg/h	Caudal mássico do ar de admissão em base seca.
G_{DILW}	kg/h	Caudal mássico do ar de diluição em base húmida.
G_{EDFW}	kg/h	Caudal mássico equivalente dos gases de escape diluídos em base húmida.
G_{EXHW}	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape em base húmida.
G_{FUEL}	kg/h	Caudal mássico de combustível.
G_{TOTW}	kg/h	Caudal mássico dos gases de escape diluídos em base húmida.
H_{REF}	g/kg	Valor de referência da humidade absoluta 10,71 g/kg para o cálculo dos factores de correcção da humidade do NO_x e das partículas.
H_a	g/kg	Humidade absoluta do ar de admissão.
H_d	g/kg	Humidade absoluta do ar de diluição.
i	—	Índice que denota um dado modo.
K_H	—	Factor de correcção da humanidade para o NO_x .
K_p	—	Factor de correcção em relação à humidade para as partículas.
$K_{W,a}$	—	Factor de correcção seco-húmido para o ar de admissão.
$K_{W,d}$	—	Factor de correcção seco-húmido para o ar de diluição.
$K_{W,e}$	—	Factor de correcção seco-húmido para os gases de escape diluídos.
$K_{W,r}$	—	Factor de correcção seco-húmido para os gases de escape brutos.
L	%	Percentagem do binário em relação ao binário máximo para a velocidade de ensaio.
mass	g/h	Índice que denota o caudal mássico das emissões.
M_{DIL}	kg	Massa da amostra de ar de diluição que passou através dos filtros de recolha de amostras de partículas.
M_{SAM}	kg	Massa da amostra de gases de escape diluídos que passou através dos filtros de recolha de amostras de partículas.
M_d	mg	Massa da amostra de partículas do ar de diluição recolhido.
M_f	mg	Massa da amostra de partículas recolhida.
p_a	kPa	Pressão do vapor de saturação do ar de admissão do motor (ISO 3046: $p_{sy} = PSY$ ambiente de ensaio).
p_B	kPa	Pressão barométrica total (ISO 3046: $P_x = PX$ pressão total ambiente do local; $P_y = PY$ pressão total ambiente de ensaio).
p_d	kPa	Pressão do vapor de saturação do ar de diluição.
p_s	kPa	Pressão atmosférica em seco.
P	kW	Potência, não corrigida do efeito do freio.
p_{AE}	kW	Potência total declarada absorvida pelos equipamentos auxiliares montados para o ensaio não exigidos pelo disposto no ponto 2.4 do presente anexo.

P_M	kW	Potência máxima medida à velocidade de ensaio em condições de ensaio (ver apêndice 1 do anexo VI).
P_m	kW	Potência medida nos diferentes modos de ensaio.
q	—	Razão de diluição.
r	—	Razão entre as áreas das secções transversais da sonda isocinética e do tubo de escape.
R_a	%	Humidade relativa do ar de admissão.
R_d	%	Humidade relativa do ar de diluição.
R_f	—	Factor de resposta do FID.
S	kW	Regulação do dinamómetro.
T_a	K	Temperatura absoluta do ar de admissão.
T_D	K	Temperatura absoluta do ponto de orvalho.
T_{ref}	K	Temperatura de referência (do ar de combustão: 298 K).
V_{AIRD}	m ³ /h	Caudal volúmico do ar de admissão em base seca.
V_{AIRW}	m ³ /h	Caudal volúmico do ar de admissão em base húmida.
V_{DIL}	m ³	Volume da amostra de ar de diluição que passou através dos filtros de recolha de amostras de partículas.
V_{DILW}	m ³ /h	Caudal volúmico do ar de diluição em base húmida.
V_{EDFW}	m ³ /h	Caudal volúmico equivalente dos gases de escape diluídos em base húmida.
V_{EXHD}	m ³ /h	Caudal volúmico dos gases de escape em base seca.
V_{EXHW}	m ³ /h	Caudal volúmico dos gases de escape em base húmida.
V_{SAM}	m ³	Volume da amostra que passou através dos filtros da recolha de amostras de partículas.
V_{TOTW}	m ³ /h	Caudal volúmico dos gases de escape diluídos em base húmida.
WF	—	Factor de ponderação.
WF _E	—	Factor de ponderação efectivo.

2.9.2. Símbolos dos componentes químicos

CO	Monóxido de carbono.
CO ₂	Dióxido de carbono.
HC	Hidrocarbonetos.
NO _x	Óxidos de azoto.
NO	Monóxido de azoto.
NO ₂	Dióxido de azoto.
O ₂	Oxigénio.
C ₂ H ₆	Etano.
PT	Partículas.
DOP	Ftalato de dioctilo.
CH ₄	Metano.
C ₃ H ₈	Propano.
H ₂ O	Água.
PTFE	Politetrafluoroetileno.

2.9.3. Abreviaturas

FID	Detector de ionização por chama.
HFID	Detector aquecido de ionização por chama.
NDIR	Analizador não dispersivo de infravermelhos.

CLD	Detector quimioluminiscente.
HCLD	Detector quimioluminiscente aquecido.
PDP	Bomba volumétrica.
CFV	Tubo de Venturi de escoamento crítico.

3. MARCAÇÕES DOS MOTORES

- 3.1. O motor recepcionado como unidade técnica deve ostentar:
 - 3.1.1. A marca ou nome do fabricante do motor;
 - 3.1.2. O tipo do motor, família (se aplicável) e um único número de identificação;
 - 3.1.3. O número de homologação CE, conforme descrito no anexo VII.
- 3.2. Essas marcas devem durar a vida útil do motor e ser claramente legíveis e indeléveis. Se forem utilizadas etiquetas ou chapas, devem ser apostas de modo tal que, além disso, a fixação dure a vida útil do motor e as etiquetas/chapas não possam ser removidas sem as destruir ou apagar.
- 3.3. 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.
 - 3.3.1. 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.
 - 3.3.2. Cada motor deve ser acompanhado de uma chapa amovível suplementar de um material duradouro, com todos os dados referidos no ponto 3.1, que deverá ser posicionada, se necessário, por forma a que a marcação referida no ponto 3.1 fique prontamente visível para uma pessoa de estatura média e facilmente acessível quando o motor estiver montado na máquina.
- 3.4. O código dos motores em conjugação com os números de identificação deve ser tal que permita, sem quaisquer dúvidas, a sequência de produção.
- 3.5. Antes de sair da linha de produção, os motores devem ostentar todas as marcações.
- 3.6. A localização exacta das marcações do motor deve ser indicada na parte 1 do modelo que consta do anexo VI.

4. ESPECIFICAÇÕES E ENSAIOS

4.1. Generalidades

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

As medidas técnicas tomadas pelo fabricante devem ser de modo a assegurar que as emissões acima mencionadas sejam efectivamente limitadas, nos termos da presente directiva, durante a vida normal do motor e em condições normais de utilização. Presume-se que essas disposições são satisfeitas se forem satisfeitas as disposições dos pontos 4.2.1, 4.2.3 e 5.3.2.1.

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

4.2. 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:

- no que diz respeito às emissões gasosas medidas nos gases de escape brutos, o sistema indicado na figura 2 do anexo V,
- 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,
- para as emissões de partículas, o sistema de diluição do escoamento total a funcionar quer com um filtro separado para cada modo quer pelo método do filtro único, indicado na figura 13 do anexo V.

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

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

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

4.2.1. 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

4.2.2. Os valores-limite das emissões dados no ponto 4.2.1 referem-se à saída do motor e devem ser conseguidos antes de qualquer dispositivo de pós-tratamento do escape.

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

Potência útil (P) (kW)	Monóxido de carbono (CO) (g/kWh)	Hidrocarbonetos (HC) (g/kWh)	Óxidos de azoto (NO _x) (g/kWh)	Partículas (PT) (g/kWh)
130 ≤ 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

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

4.3. Instalação na máquina móvel

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

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

5. ESPECIFICAÇÃO DAS AVALIAÇÕES DA CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

- 5.1. Em relação à verificação da existência de disposições e processos satisfatórios para assegurar o controlo efectivo da conformidade da produção antes da concessão da homologação, as autoridades de homologação devem também aceitar como satisfazendo os 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 ponto 4.2 são sempre satisfeitos, devem ser efectuados controlos adequados de produção.
- 5.2. O titular da homologação deve, em especial:
- 5.2.1. Assegurar a existência de processos para o controlo efectivo da qualidade do produto;
- 5.2.2. Ter acesso aos equipamentos de controlo necessários para verificar a conformidade com cada tipo homologado;
- 5.2.3. Assegurar que os dados relativos aos resultados dos ensaios sejam registados e que os documentos anexos fiquem disponíveis durante um período a determinar de acordo com as autoridades de homologação.
- 5.2.4. Analisar os resultados de cada tipo de ensaio, para verificar e assegurar a estabilidade das características do motor, com margens para variações no processo de produção industrial.
- 5.2.5. Assegurar que qualquer amostra de motores ou componentes que indique não conformidade com o tipo de ensaio considerado dê origem a outra amostragem e outro ensaio. Devem ser tomadas todas as medidas necessárias para restabelecer a conformidade de produção correspondente.
- 5.3. A autoridade competente que concedeu a homologação pode verificar em qualquer altura os métodos de controlo da conformidade aplicáveis a cada unidade da produção.
- 5.3.1. Devem ser apresentados ao inspector visitante, em cada inspecção, os documentos relativos aos ensaios e os registos dos exames da produção.
- 5.3.2. Quando o nível da qualidade parecer insatisfatório ou quando parecer ser necessário verificar a validade dos dados apresentados em aplicação do disposto no ponto 4.2, será adoptado o seguinte procedimento:
- 5.3.2.1. Retira-se um motor da série e submete-se esse motor ao ensaio descrito no anexo III. Os valores das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos, de óxidos de azoto e de partículas obtidos não devem exceder os valores indicados no quadro do ponto 4.2.1, sujeitos aos requisitos do ponto 4.2.2, ou os indicados no quadro do ponto 4.2.3.
- 5.3.2.2. Se o motor retirado da série não satisfizer os requisitos do ponto 5.3.2.1, o fabricante pode solicitar que se efectuem medições numa amostra de motores com a mesma especificação retirada da série e que inclua o motor inicialmente retirado. O fabricante estabelece a dimensão *n* da amostra, de acordo com o serviço técnico. Todos os motores, com excepção do inicialmente retirado, são sujeitos a um ensaio.

Determina-se então, a média aritmética (\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:

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

em que:

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

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

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

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

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

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

6. PARÂMETROS DE DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE MOTORES

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

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

6.1. Ciclo de combustão:

- 2 ciclos,
- 4 ciclos.

6.2. Meio de arrefecimento:

- ar,
- água,
- óleo.

6.3. Cilindrada unitária:

- admitem-se motores cujas cilindradas unitárias estejam situadas numa banda de 15 %,
- número de cilindros para os motores com dispositivos pós-tratamento.

6.4. Método de aspiração do ar:

- aspiração natural,
- sobrealimentação.

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

- 6.5. Tipo/concepção da câmara de combustão:
- pré-câmara,
 - câmara de turbulência,
 - câmara aberta.
- 6.6. Válvulas e janelas — configuração, dimensões e número:
- cabeça do cilindro,
 - parede do cilindro,
 - cárter.
- 6.7. Sistema de combustível:
- bomba-tubagem-injector,
 - bomba em linha,
 - bomba distribuidora,
 - elemento único,
 - injector unitário.
- 6.8. Características várias:
- recirculação dos gases de escape,
 - injeção/emulsão de água,
 - injeção de ar,
 - sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação.
- 6.9. Pós-tratamento dos gases de escape:
- catalisador por oxidação,
 - catalisador por redução,
 - reactor térmico,
 - filtro de partículas.

7. ESCOLHA DO MOTOR PRECURSOR

- 7.1. O motor precursor da família deve ser seleccionado utilizando o critério primário do débito de combustível mais elevado por curso do êmbolo à velocidade de binário máximo declarada. No caso de dois ou mais motores partilharem este critério primário, o motor precursor deve ser seleccionado utilizando o critério secundário do débito de combustível mais elevado por curso do êmbolo à velocidade nominal. Em determinadas circunstâncias, as autoridades de homologação podem concluir que o pior caso de taxa de emissões da família pode ser caracterizado através do ensaio de um segundo motor. Assim, as autoridades de homologação podem seleccionar um motor adicional para os ensaios com base em características que indiquem que esse motor pode ter os níveis de emissão mais elevados dos motores dessa família.
- 7.2. Se os motores de uma família possuírem outras características variáveis que possam ser consideradas como afectando as emissões de escape, essas características devem também ser identificadas e tidas em conta na selecção do motor precursor.
-

ANEXO II

FICHA DE INFORMAÇÕES Nº ...

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

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

Motor precursor/tipo de motor⁽¹⁾:

0. Generalidades

0.1. Marca (firma):

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

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

0.4. Especificação das máquinas a propulsionar pelo motor⁽²⁾:

0.5. Nome e endereço do fabricante:

Nome e endereço do eventual mandatário do fabricante:

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

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

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

Anexos

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

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

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

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

3. Fotografias do motor precursor

4. Lista de outros eventuais anexos

Data, processo

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

⁽²⁾ Conforme definido no ponto 1 do anexo I (por exemplo: «A»).

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

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

⁽²⁾ Riscar o que não interessa.

⁽³⁾ Especificar a tolerância.

- 1.16. Sobrealimentador: sim/não⁽¹⁾
- 1.16.1. Marca:
- 1.16.2. Tipo:
- 1.16.3. Descrição do sistema (por exemplo, pressão máxima de sobrealimentação, válvula de descarga, se aplicável):
- 1.16.4. Permutador de calor: sim/não⁽¹⁾
- 1.17. Sistema de admissão: depressão máxima admissível na admissão à velocidade nominal do motor e a 100 % da carga: kPa
- 1.18. Sistema de escape: contrapressão máxima admissível no escape à velocidade nominal do motor e a 100 % da carga: kPa
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⁽²⁾ ou diagrama característico: kPa
- 3.2. **Sistema de injeção**
- 3.2.1. *Bomba*
- 3.2.1.1. Marca(s):
- 3.2.1.2. Tipo(s):
- 3.2.1.3. Débito: ... e ... mm³ (2) por curso 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⁽¹⁾
- 3.2.1.4. Avanço da injeção
- 3.2.1.4.1. Curva de avanço da injeção⁽²⁾:
- 3.2.1.4.2. Regulação da injeção⁽²⁾:
- 3.2.2. *Tubagem de injeção*
- 3.2.2.1. Comprimento: mm
- 3.2.2.2. Diâmetro interno: mm
- 3.2.3. *Injector(es)*
- 3.2.3.1. Marca(s):
- 3.2.3.2. Tipo(s):
- 3.2.3.3. Pressão de abertura⁽²⁾ ou diagrama característico: kPa
- 3.2.4. *Regulador*
- 3.2.4.1. Marca(s):
- 3.2.4.2. Tipo(s):
- 3.2.4.3. Velocidade a que o corte tem início em plena carga⁽²⁾: rpm
- 3.2.4.4. Velocidade máxima sem carga⁽²⁾: rpm
- 3.2.4.5. Velocidade de marcha lenta sem carga⁽²⁾: rpm
- 3.3. **Sistema de arranque a frio**
- 3.3.1. Marca(s):
- 3.3.2. Tipo(s):
- 3.3.3. Descrição:

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

⁽²⁾ Especificar a tolerância.

- 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⁽¹⁾

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

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⁾:
 - injeção/emulsão de água⁽²⁾:
 - injeção 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)					
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.

⁽¹⁾ A completar em conjunto com as especificações dadas nos pontos 6 e 7 do anexo I.
⁽²⁾ Se não aplicável, escrever «não aplicável».

Apêndice 3

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

1. DESCRIÇÃO DO MOTOR
 - 1.1. Fabricante:
 - 1.2. Código do fabricante 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⁾ A apresentar para cada motor da família.

⁽²⁾ Riscar o que não interessa.

⁽³⁾ Especificar a tolerância.

- 1.15.5. Temperatura do lubrificante: mín: K
máx: K
- 1.16. Sobrealimentador: sim/não⁽¹⁾
- 1.16.1. Marca:
- 1.16.2. Tipo:
- 1.16.3. Descrição do sistema (por exemplo, pressão máxima de sobrealimentação, válvula de descarga, se aplicável):
- 1.16.4. Permutador de calor: sim/não⁽¹⁾
- 1.17. Sistema de admissão: depressão máxima admissível à admissão à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga: kPa
- 1.18. Sistema de escape: contrapressão máxima admissível no escape à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga: kPa
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⁽²⁾ ou diagrama característico: kPa
- 3.2. **Sistema de injeção**
- 3.2.1. *Bomba*
- 3.2.1.1. Marca(s):
- 3.2.1.2. Tipo(s):
- 3.2.1.3. Débito: ... e ... mm³⁽²⁾ por curso 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⁽¹⁾
- 3.2.1.4. *Avanço da injeção*
- 3.2.1.4.1. Curva de avanço da injeção⁽²⁾:
- 3.2.1.4.2. Regulação da injeção⁽²⁾:
- 3.2.2. *Tubagem de injeção*
- 3.2.2.1. Comprimento: mm
- 3.2.2.2. Diâmetro interno: mm
- 3.2.3. *Injector(es)*
- 3.2.3.1. Marca(s):
- 3.2.3.2. Tipo(s):
- 3.2.3.3. Pressão de abertura⁽²⁾ ou diagrama característico: kPa
- 3.2.4. *Regulador*
- 3.2.4.1. Marca(s):
- 3.2.4.2. Tipo(s):
- 3.2.4.3. Velocidade a que o corte tem início a plena carga⁽²⁾: rpm
- 3.2.4.4. Velocidade máxima sem carga⁽²⁾: rpm
- 3.2.4.5. Velocidade de marcha lenta sem carga⁽²⁾: rpm

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

⁽²⁾ Especificar a tolerância.

- 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⁽¹⁾:
-

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

ANEXO III

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

2. CONDIÇÕES DE ENSAIO

2.1. Requisitos gerais

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

2.2. Condições de ensaio do motor

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

Motores com aspiração normal e motores com sobrealimentação mecânica:

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

Motores turbocomprimidos com ou sem arrefecimento do ar de admissão:

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

2.2.2. Validade do ensaio

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

$$0,98 \leq f_a \leq 1,02$$

2.2.3. Motores com arrefecimento do ar de sobrealimentação

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

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 no limite superior 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.

Pode ser utilizado 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 a ensaiar deve ser equipado com um sistema de escape que apresente uma contrapressão no escape no limite superior especificado pelo fabricante para as condições normais de funcionamento, de modo a obter-se a potência máxima declarada do motor.

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 pontos 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).

2.8. Determinação das regulações do dinamómetro

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

Os valores do binário máximo às velocidades de ensaio especificadas devem ser determinados experimentalmente a fim de se calcularem os valores do binário para os modos de ensaio especificados. No caso dos motores que não sejam concebidos para funcionar ao longo de uma gama de velocidades na 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 pelas autoridades de recepção.

3. ENSAIO

3.1. Preparação dos filtros de recolha de amostras

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

3.2. 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.

3.3. Arranque do sistema de diluição e do motor

O sistema de diluição e o motor devem começar a funcionar e aquecer até que todas as temperaturas e pressões tenham estabilizado a plena carga e à velocidade nominal (ponto 3.6.2).

3.4. Ajustamento da razão de diluição

O sistema de recolha de amostras de partículas deve começar a funcionar em derivação (*bypass*) para o método do filtro único (facultativo para o método dos filtros múltiplos). A concentração de fundo de partículas no ar de diluição pode ser determinada passando o ar de diluição através dos filtros de partículas. Se for utilizado ar de diluição filtrado, pode ser feita uma única medição em qualquer altura antes, durante ou após o ensaio. Se o ar de diluição não for filtrado, são necessárias medições em pelo menos três pontos, após o início, antes do fim e num ponto próximo do meio do ciclo, calculando-se a média dos valores.

O ar de diluição deve ser regulado de modo a obter uma temperatura igual ou inferior a 325 K (52 °C) em cada modo. A razão total de diluição não deve ser inferior a quatro.

Para o método do filtro único, 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

$\pm 5\%$, 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 $\pm 5\%$ 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 CO₂ ou NO_x, o teor de CO₂ 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 CO₂ e 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.

3.5. Verificação dos analisadores

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

3.6. Ciclo do ensaio

3.6.1. Especificação «A» das máquinas de acordo com o ponto 1 do anexo I

3.6.1.1. No tocante ao funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar deve ser utilizado o seguinte ciclo de oito modos⁽¹⁾:

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	0,1
5	Intermédia	100	0,1
6	Intermédia	75	0,1
7	Intermédia	50	0,1
8	Marcha lenta sem carga	—	0,15

3.6.2. 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.

3.6.3. Sequência do ensaio

Dá-se início à sequência do ensaio. O ensaio deve ser executado pela ordem dos números dos modos conforme indicado acima no ciclo de ensaio.

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

⁽¹⁾ Idêntico ao ciclo C1 do projecto de norma ISO 8178-4.

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 definida pelo fabricante, e os fins 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.

3.6.4. *Resposta do analisador*

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

3.6.5. *Recolha de amostras de partículas*

A recolha de amostras de partículas pode ser feita quer com o método do filtro único quer pelo método dos filtros múltiplos (ponto 1.5 do apêndice 1). Dado que os resultados dos métodos podem diferir ligeiramente, o método utilizado deve ser declarado com os resultados.

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

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

3.6.6. *Parâmetros do motor*

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

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

Quaisquer outros dados necessários para os cálculos devem ser registados (ver pontos 1.1 e 1.2 do apêndice 3).

3.7. **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%.

*Apêndice 1***1. MÉTODOS DE MEDIÇÃO E DE RECOLHA DE AMOSTRAS**

Os componentes gasosos e 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 (ponto 1.1) e os sistemas de diluição e de recolha de amostras de partículas recomendados (ponto 1.2).

1.1. Especificação do dinamómetro

Deve utilizar-se um dinamómetro para motores com características adequadas para realizar o ciclo de ensaio descrito no ponto 3.6.1 do anexo III. A instrumentação para a medição do binário e da velocidade deve permitir a medição da potência no veio dentro dos limites dados. Podem ser necessários cálculos adicionais.

A precisão do equipamento de medição deve ser tal que não sejam excedidas as tolerâncias máximas dos valores dadas no ponto 1.3.

1.2. Caudal dos gases de escape

O caudal dos gases de escape deve ser determinado através de um dos métodos mencionados nos pontos 1.2.1 a 1.2.4.

1.2.1. Método de medição directa

Trata-se da medição directa do caudal dos gases de escape através de uma tubeira de escoamento ou sistema de medição equivalente (para pormenores, ver norma ISO 5167).

Nota: A medição directa de um caudal de gás é uma tarefa difícil. Devem ser tomadas precauções para evitar erros de medição que teriam influência nos erros dos valores de emissões.

1.2.2. Método de medição do ar e do combustível

Trata-se da medição do caudal de ar e do caudal de combustível.

Utilizam-se caudalímetros de ar e de combustível com a precisão definida no ponto 1.3.

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

$$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}} \quad (\text{para a massa de gases de escape em base húmida})$$

ou:

$$V_{\text{EXHD}} = V_{\text{AIRD}} - 0,766 \times G_{\text{FUEL}} \quad (\text{para o volume dos gases de escape em base seca})$$

ou:

$$V_{\text{EXHW}} = V_{\text{AIRW}} + 0,746 \times G_{\text{FUEL}} \quad (\text{para o volume dos gases de escape em base húmida})$$

1.2.3. Método do balanço do carbono

Trata-se do cálculo da massa dos gases de escape a partir do consumo de combustível e das concentrações de gases de escape utilizando o método do balanço do carbono (ver apêndice 3 do anexo III).

1.2.4. Caudal total dos gases de escape diluídos

Quando se utiliza um sistema de diluição total de fluxo, deve-se medir o caudal total dos gases de escape diluídos (G_{TOTW} , V_{TOTW}) com um PDP ou CFV — ponto 1.2.1.2 do anexo V. A precisão deve estar em conformidade com as disposições do ponto 2.2 do apêndice 2 do anexo III.

1.3. **Exactidão**

A calibração de todos os instrumentos de medida deve ser feita com base em normas nacionais (internacionais) e satisfazer os seguintes requisitos:

Número	Parâmetro	Desvio admissível (± valores baseados nos valores máximos dos motores)	Desvio admissível (± valores de acordo com a norma ISO 3046)	Intervalos de calibração (meses)
1	Velocidade no motor	2 %	2 %	3
2	Binário	2 %	2 %	3
3	Potência	2 % ⁽¹⁾	3 %	não aplicável
4	Consumo de combustível	2 % ⁽¹⁾	3 %	6
5	Consumo específico de combustível	não aplicável	3 %	não aplicável
6	Consumo de ar	2 % ⁽¹⁾	5 %	6
7	Caudal de gases de escape	4 % ⁽¹⁾	não aplicável	6
8	Temperatura do fluido de arrefecimento	2 K	2 K	3
9	Temperatura do lubrificante	2 K	2 K	3
10	Pressão dos gases de escape	5 % do máximo	5 %	3
11	Depressões no colector de admissão	5 % do máximo	5 %	3
12	Temperatura dos gases de escape	15 K	15 K	3
13	Temperatura à entrada do ar (ar de combustão)	2 K	2 K	3
14	Pressão atmosférica	0,5 % da leitura	0,5 %	3
15	Humidade (relativa) do ar de admissão	3 %	não aplicável	1
16	Temperatura do combustível	2 K	5 K	3
17	Temperatura no túnel de diluição	1,5 K	não aplicável	3
18	Humidade do ar de diluição	3 %	não aplicável	1
19	Caudal dos gases de escape diluídos	2 % da leitura	não aplicável	24 (fluxo parcial) (fluxo total) ⁽²⁾

Chave:

⁽¹⁾ Os cálculos das emissões de escape descritos na presente directiva são, nalguns casos, baseados em diferentes métodos de medida e/ou de cálculo. Devido ao facto de as tolerâncias totais para o cálculo das emissões de escape serem limitadas, os valores admissíveis para alguns parâmetros, utilizados nas equações adequadas, devem ser inferiores às tolerâncias admitidas indicadas na norma ISO 3046-3.

⁽²⁾ Sistemas de escoamento total — a bomba volumétrica CVS ou o tubo de Venturi de escoamento crítico devem ser calibrados a seguir à instalação inicial, grande manutenção ou conforme necessário quando indicado pela verificação do sistema CVS descrita no anexo V.

1.4. **Determinação dos componentes gasosos**1.4.1. *Especificações gerais dos analisadores*

Os analisadores devem ter uma gama de medida adequada à precisão necessária para medir as concentrações dos componentes dos gases de escape (ponto 1.4.1.1). Recomenda-se que os analisadores funcionem de modo tal que as concentrações medidas fiquem compreendidas entre 15 % e 100 % da escala completa.

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

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

1.4.1.1. Erros de medida

O erro total de medida, incluindo a sensibilidade a outros gases — ver ponto 1.9 do apêndice 2 do anexo III — não deve exceder $\pm 5\%$ da leitura ou $3,5\%$ da escala completa, conforme o valor menor. Para concentrações inferiores a 100 ppm, o erro de medida não deve exceder ± 4 ppm.

1.4.1.2. Repetibilidade

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

1.4.1.3. Ruído

A resposta pico a pico do analisador a gases de colocação no zero e 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 pontos 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) $\pm 10\text{ K}$.

1.4.3.4. Análise dos óxidos de azoto (NO_x)

O analisador de óxidos de azoto deve ser do tipo de quimioluminiscência (CLD) ou do tipo de quimioluminiscência aquecido (HCLD) com conversor NO₂/NO, se a medição for feita em base seca. Se a medição for feita em base húmida, deve ser utilizado um analisador HCLD com conversor mantido acima de 333 K (60 °C), desde que a verificação do efeito de atenuação da água (ponto 1.9.2.2 do apêndice 2 do anexo III) tenha sido satisfatória.

1.4.4. *Recolha de amostras das emissões gasosas*

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

No caso de um motor multicilindros com um colector de escape ramificado, a entrada da sonda deve estar localizada suficientemente longe, a jusante, de modo a assegurar que a amostra seja representativa das emissões médias de escape de todos os cilindros. Nos motores multicilindros com grupos distintos de colectores, por exemplo nos motores em «V», é admissível obter uma amostra para cada grupo individualmente e calcular uma emissão média de escape. Podem ser utilizados outros métodos em relação aos quais se tenha podido demonstrar haver uma correlação com os métodos acima. Para o cálculo das emissões de escape, deve ser utilizado o caudal 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 a montante desse dispositivo nos ensaios da fase I e a jusante desse dispositivo nos ensaios da fase II. Quando for utilizado um sistema de diluição total do fluxo para a determinação das partículas, as emissões gasosas podem também ser determinadas nos gases de escape diluídos. As sondas de recolha de amostras devem estar próximas da sonda de recolha de partículas no túnel de diluição [ponto 1.2.1.2 (DT) e ponto 1.2.2 (PSP) do anexo 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 fluxo ou um sistema de diluição total do fluxo. 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 de 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.

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

O sistema de diluição 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 da diluição seja determinada com muita exactidão. Podem ser aplicados diferentes métodos de separação; o tipo de separação utilizado dita, em grau significativo, os equipamentos e os processos de recolha de amostras a utilizar (ponto 1.2.1.1 do anexo 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:

- O *método do filtro único* utiliza um par de filtros (ver ponto 1.5.1.3 do presente apêndice) para todos os modos do ciclo de ensaio. Deve-se prestar uma atenção considerável aos tempos e caudais da recolha de amostras durante a fase de recolha do ensaio. Todavia, apenas será necessário um par de filtros para o ciclo do ensaio.
- O *método dos filtros múltiplos* exige que seja utilizado um par de filtros (ver ponto 1.5.1.3 do presente apêndice) para cada um dos modos individuais do ciclo de ensaios. Este método permite processos de recolha de amostras mais fáceis, mas utiliza mais filtros.

1.5.1. *Filtros de recolha de amostras de partículas*

1.5.1.1. Especificação dos filtros

São necessários filtros de fibra de vidro revestidos de fluorocarbono ou filtros de membrana com base em fluorocarbono para os ensaios de certificação. Para aplicações especiais podem ser utilizados diferentes materiais de filtragem. Todos os tipos de filtro devem ter um rendimento de recolha de 0,3 μm DOP (ftalato de dioctilo) de pelo menos 95 % a uma velocidade nominal do gás compreendida entre 35 e 80 cm/s. Quando se efectuarem ensaios de correlação entre laboratórios ou entre um fabricante e uma autoridade de recepção, devem ser utilizados filtros de qualidade idêntica.

1.5.1.2. Dimensão dos filtros

Os filtros de partículas devem ter um diâmetro mínimo de 47 mm (diâmetro da mancha de 37 mm). São aceitáveis filtros de maiores diâmetros (ponto 1.5.1.5).

1.5.1.3. Filtros primário e secundário

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

1.5.1.4. Velocidade nominal no filtro

Deve-se obter uma velocidade nominal do gás através do filtro compreendida entre 35 e 80 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

A carga mínima recomendada para o filtro deve ser de 0,5 mg para uma superfície da mancha de 1 075 mm², com o método do filtro único. Os valores para as dimensões de filtros mais correntes são os seguintes:

Diâmetro do filtro (mm)	Diâmetro recomendado da mancha (mm)	Carga mínima recomendada (mg)
47	37	0,5
70	60	1,3
90	80	2,3
110	100	3,6

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

1.5.2. *Especificações da câmara de pesagem e da balança analítica*

1.5.2.1. Condições na câmara de pesagem

A temperatura da câmara (ou sala) em que os filtros de partículas são condicionados e pesados deve ser mantida a 295 K (22 °C) \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 %.

1.5.2.2. Pesagem dos filtros de referência

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

Se o peso médio dos filtros de referência (pares de filtros de referência) variar entre pesagens dos filtros de recolha de amostras em \pm 5 % (\pm 7,5 % para o par de filtros) da carga mínima recomendada para os filtros (ponto 1.5.1.5), todos os filtros de recolha devem ser deitados fora, repetindo-se o ensaio de emissões.

Se não forem satisfeitos os critérios de estabilidade da câmara de pesagem indicados no ponto 1.5.2.1, mas a pesagem dos filtros (pares) de 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.

1.5.2.3. Balança analítica

A balança analítica utilizada para determinar os pesos de todos os filtros deve ter uma precisão (desvio-padrão) de 20 μg e uma resolução de 10 μg (1 dígito = 10 μg). Para os filtros de diâmetro inferior a 70 mm, a precisão e a resolução devem ser, respectivamente 2 μg e 1 μg .

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.

*Apêndice 2***1. CALIBRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISE****1.1. Introdução**

Cada analisador deve ser calibrado tantas vezes quantas as necessárias para satisfazer os requisitos de precisão da presente norma. O método de calibração a utilizar para os analisadores indicados no ponto 1.4.3 do apêndice 1 está descrito no presente ponto.

1.2. Gases de calibração

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

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

1.2.1. Gases puros

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

- Azoto purificado
(contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
- Oxigénio purificado
(pureza $> 99,5\%$ vol O₂)
- Mistura hidrogénio-hélio
(40 % $\pm 2\%$ de hidrogénio, restante hélio)
(contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO)
- Ar de síntese purificado
(contaminação ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ 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:

- C₃H₈ e ar de síntese purificado (ver ponto 1.2.1),
- CO e azoto purificado,
- NO e azoto purificado (a quantidade de NO₂ contida neste gás de calibração não deve exceder 5 % do teor de NO),
- O₂ e azoto purificado,
- CO₂ e azoto purificado,
- CH₄ e ar de síntese purificado,
- C₂H₆ e ar de síntese purificado.

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

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

Os gases utilizados para a 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 $\pm 2\%$.

1.3. Processo de funcionamento dos analisadores e do sistema de recolha de amostras

O processo de funcionamento dos analisadores deve ser o indicado nas instruções de arranque e funcionamento do respectivo fabricante. Devem ser respeitados os requisitos mínimos indicados nos pontos 1.4 a 1.9.

1.4. Ensaio de estanquidade

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

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

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

1.5. Processo de calibração

1.5.1. Conjunto do instrumento

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

1.5.2. Tempo de aquecimento

O tempo de aquecimento deve ser conforme com as recomendações do fabricante. Se não for especificado, recomenda-se um mínimo de duas horas para o aquecimento dos analisadores.

1.5.3. Analisador NDIR e HFID

O analisador NDIR deve ser regulado conforme necessário e a chama de combustão do analisador HFID optimizada (ponto 1.8.1).

1.5.4. Calibração

Calibra-se cada uma das gamas de funcionamento normalmente utilizadas.

Utilizando ar de síntese purificado (ou azoto), põe-se em zero os analisadores de CO, 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 ponto 1.5.6.

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

1.5.5. Estabelecimento da curva de calibração

1.5.5.1. Orientações gerais

A curva de calibração do analisador é estabelecida por pelo menos cinco pontos de calibração (excluindo o zero) espaçados tão uniformemente quanto possível. A concentração nominal mais elevada deve ser igual ou superior a 90 % da escala completa.

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

A curva de calibração não deve afastar-se mais de $\pm 2\%$ do valor nominal de cada ponto de calibração e mais de $\pm 1\%$ 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 gama de medida,
- a sensibilidade,
- a data de realização da calibração.

1.5.5.2. Calibração abaixo dos 15 % da escala completa

A curva de calibração do analisador é 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 quadrados mínimos.

A curva de calibração não deve afastar-se mais de $\pm 4\%$ do valor nominal de cada ponto de calibração e mais de $\pm 1\%$ da escala completa no zero.

1.5.5.3. Métodos alternativos

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

1.6. Verificação da calibração

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

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

Se, para dois pontos dados, o valor encontrado não diferir do valor de referência declarado em mais de $\pm 4\%$ 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 ponto 1.5.4.

1.7. Ensaio de eficiência do conversor de NO_x

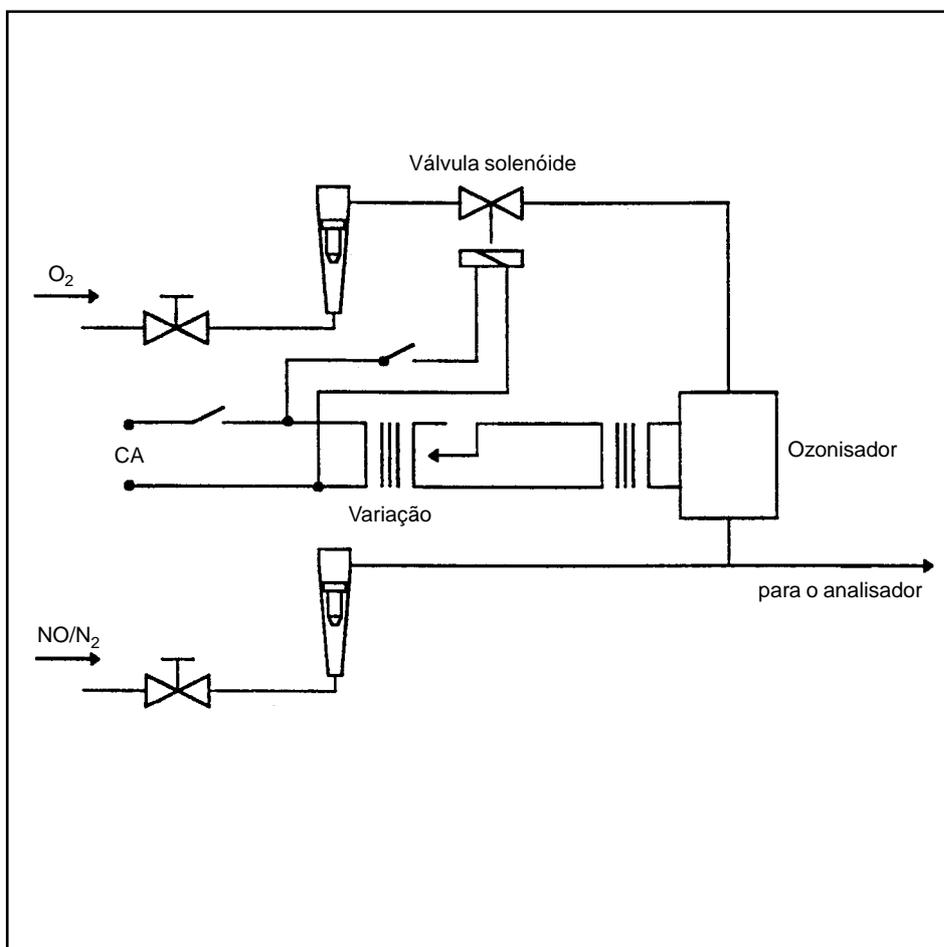
A eficiência do conversor utilizado para a conversão de NO_2 em NO é ensaiada conforme indicado nos pontos 1.7.1 a 1.7.8 (figura 1).

1.7.1. Instalação de ensaio

Usando a instalação indicada na figura 1 (ver também ponto 1.4.3.5 do apêndice 1) e o processo abaixo indicado, a eficiência dos conversores pode ser ensaiada através de um ozonizador.

Figura 1

Esquema de um conversor de NO_2



1.7.2. Calibração

O CLD e o HCLD devem ser calibrados na gama de funcionamento mais comum seguindo as especificações do fabricante e utilizando um gás de colocação no zero e um gás de calibração (cujo teor de NO deve ser igual a cerca de 80 % da gama de funcionamento; a concentração de NO_2 da mistura de gases deve ser inferior a 5 % da concentração de NO). O analisador de NO_x deve estar no modo NO para que o gás de calibração não passe através do conversor. A concentração indicada tem que ser registada.

1.7.3. Cálculos

A eficiência do conversor de NO_x calcula-se do seguinte modo:

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

- a) Concentração de NO_x de acordo com o ponto 1.7.6;
- b) Concentração de NO_x de acordo com o ponto 1.7.7;
- c) Concentração de NO de acordo com o ponto 1.7.4;
- d) Concentração de NO de acordo com o ponto 1.7.5.

1.7.4. Adição de oxigénio

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

Regista-se a concentração na alínea c) indicada. O 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 % (mínimo 10 %) da concentração de calibração indicada no ponto 1.7.2. Regista-se a concentração indicada na alínea d). (O analisador está no modo NO.)

1.7.6. Modo NO_x

Comuta-se então o analisador de NO para o modo NO_x para que a mistura de gases (constituída de NO, 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 ponto 1.7.6 passa através do conversor para o detector. Regista-se a concentração indicada na alínea b). (O analisador está no modo NO_x.)

1.7.8. Modo NO

Comutado para o modo NO com o 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 ± 5 % do valor medido de acordo com o ponto 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 ponto 1.7.5, deve-se utilizar a gama mais alta que dê esta redução.

1.8. Ajustamento do FID

1.8.1. Optimização da resposta do detector

O HFID deve ser ajustado conforme especificado pelo fabricante do instrumento. Deve-se utilizar um gás de calibração contendo propano no ar para 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 ± 75 ppm. A resposta com um dado caudal de combustível deve ser determinada a partir da diferença entre a resposta com um gás de calibração e a resposta com um gás de colocação no zero. O caudal de combustível deve ser aumentado e reduzido progressivamente em relação à especificação do fabricante. Registam-se as respostas com o gás de calibração e a aumentado e gás de colocação no zero a esses caudais de combustível. Desenha-se a curva da diferença entre as duas respostas, e ajusta-se o caudal de combustível em função da parte mais rica da curva.

1.8.2. *Factores de resposta para hidrocarbonetos*

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

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

A concentração do gás de ensaio deve situar-se a um nível que dê uma resposta de cerca de 80 % da escala completa. A concentração deve ser conhecida com uma precisão de $\pm 2\%$ 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.

O factor de resposta é definido e deve ser determinado conforme descrito no ponto 1.8.2. O gás de ensaio a utilizar e a gama de factores de resposta recomendada são os seguintes:

- propano e azoto: $0,95 \leq R_f \leq 1,05$

Este valor tem como referência factor de resposta (R_f) de 1,00 para o propano e o ar de síntese purificado.

A concentração de oxigénio no ar do queimador do FID deve estar a $\pm 1\%$ de mol da concentração de oxigénio do ar do queimador utilizado na última verificação da interferência no oxigénio. Se a diferença for superior, a interferência do oxigénio deve ser verificada e o analisador ajustado, se necessário.

1.9. **Efeitos de interferência com os analisadores NDIR e CLD**

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

1.9.1. *Verificação da interferência no analisador de CO*

A água e o 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:

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

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 de 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. Determinam-se a pressão absoluta de funcionamento do analisador e a temperatura da 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:

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

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

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

e registada como De. Para os gases de escape dos motores diesel, a concentração máxima de vapor de água (em %) prevista durante o ensaio deve ser estimada, na hipótese de uma relação atómica H/C do combustível de 1,8 para 1, a partir da concentração do gás de calibração do CO₂ não diluído (A, medido como se indica no ponto 1.9.2.1) do seguinte modo:

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

e registada como Hm.

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

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

em que:

De: concentração prevista do NO diluído (ppm)

C: concentração do NO diluído (ppm)

Hm: 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 ponto 1.5 pelo menos de três em três meses ou sempre que haja uma reparação ou mudança do sistema que possa influenciar a calibração.

2. CALIBRAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DAS PARTÍCULAS

2.1. Introdução

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

2.2. Medição dos caudais

Os contadores de gás ou os debitómetros devem ser calibrados de acordo com normas nacionais e/ou internacionais.

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

Se o caudal de gás for determinado por medição diferencial do fluxo, o erro máximo da diferença deve ser tal que a exactidão de G_{EDF} seja de $\pm 4\%$ (ver também ponto 1.2.1.1, EGA, do anexo V). O cálculo pode ser feito tirando 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 (ponto 1.2.1.1 do anexo V), verifica-se a razão de diluição para cada motor novo com o motor a funcionar e utilizando as medições das concentrações de CO_2 ou de NO_x nos gases de escape brutos e diluídos.

A razão de diluição medida deve estar a $\pm 10\%$ 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 ponto 1.2.1.1, EP, do anexo V, se aplicável.

2.5. Intervalos de calibração

Os debitómetros devem ser calibrados pelo menos de três em três meses ou sempre que haja uma reparação ou alteração do sistema que possa influenciar a calibração.

—

Apêndice 3

1. AVALIAÇÃO DOS DADOS E CÁLCULOS

1.1. Avaliação dos dados relativos às emissões gasosas

Para a avaliação das emissões gasosas, toma-se a média das leituras dos registadores de agulhas dos últimos 60 segundos de cada modo e determinam-se para cada modo as concentrações médias (conc) de CH₄, CO, NO_x e CO₂ 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 as massas ou volumes totais de amostras (M_{SAM,i}) ou (V_{SAM,i}), respectivamente, que passam através dos filtros.

Levam-se os filtros para a câmara de pesagem, condicionam-se durante pelo menos uma hora, mas não mais de 80 horas, e pes. Regista-se a massa bruta dos filtros e subtrai-se a tara (ver ponto 3.1 do anexo III). A massa de partículas (M_f para o método do filtro único, M_{f,i} para o método dos filtros múltiplos) é a soma das massas das partículas recolhidas nos filtros primário e secundário.

Se tiver de ser aplicada uma correcção de fundo, registam-se a massa ou o volume do ar de diluição (M_{DIL}) ou (V_{DIL}) respectivamente, através dos filtros e a massa das partículas (M_d). Se tiver sido feita mais de uma medição, calcula-se o quociente M_d/M_{DIL} ou M_d/V_{DIL} para cada medição e calcula-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}, V_{EXHW} ou V_{EXHD}) para cada modo, de acordo com os pontos 1.2.1 a 1.2.3 do apêndice 1 do anexo III.

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

1.3.2. Correcção para a passagem de base seca a base húmida

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

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

Para os gases de escape brutos:

$$k_{w,r,1} = \left(1 - F_{FH} \times \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} \right) - k_{w2}$$

ou:

$$k_{w,r,2} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\% \text{ CO [seco]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [seco]})} \right) - k_{w2}$$

Para os gases de escape diluídos:

$$k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{1,88 \times \text{CO}_2 \% \text{ (húmido)}}{200} \right) - k_{w1}$$

ou:

$$k_{w,e,2} = \left(\frac{1 - k_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times \text{CO}_2 \% \text{ (seco)}}{200}} \right)$$

F_{FH} pode ser calculado através de:

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRW}} \right)}$$

Para o ar de diluição:

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

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

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

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

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

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

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

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.

1.3.3. Correção 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:

$$K_H = \frac{1}{1 + A \times (H_a - 10,71) + B \times (T_a - 298)}$$

em que:

A: $0,309 \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} - 0,0266$

B: $-0,209 \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} + 0,00954$

T: temperaturas do ar em K

$$\frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} = \text{relação combustível/ar (base seca)}$$

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

1.3.4. Cálculo dos caudais mássicos das emissões

Calculam-se os caudais mássicos das emissões para cada modo como se indica a seguir:

a) Para os gases de escape brutos⁽¹⁾:

$$G_{\text{ás}_{\text{mass}}} = u \times \text{conc} \times G_{\text{EXHW}}$$

ou:

$$G_{\text{ás}_{\text{mass}}} = v \times \text{conc} \times V_{\text{EXHD}}$$

ou:

$$G_{\text{ás}_{\text{mass}}} = w \times \text{conc} \times V_{\text{EXHW}}$$

b) Para os gases de escape diluídos⁽¹⁾:

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

ou:

$$G_{\text{ás}_{\text{mass}}} = w \times \text{conc}_c \times V_{\text{TOTW}}$$

em que:

conc_c : é a concentração de fundo corrigida

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

$$DF = 13,4 / (\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concCH}) \times 10^{-4})$$

ou:

$$DF = 13,4 / \text{concCO}_2$$

Utilizam-se os coeficientes u — húmido; v — seco; w — húmido, de acordo com o seguinte quadro:

Gás	u	v	w	conc
NO _x	0,001587	0,002053	0,002053	ppm
CO	0,000966	0,00125	0,00125	ppm
HC	0,000479	—	0,000619	ppm
CO ₂	15,19	19,64	19,64	%

A densidade de HC é calculada com base numa relação média carbono/hidrogénio de 1/1,85.

⁽¹⁾ No caso do NO_x, a concentração de NO_x ($\text{NO}_x \text{conc}$ ou $\text{NO}_x \text{conc}_c$) tem de ser multiplicada por K_{HNO_x} (factor de correcção da humidade para o NO_x indicado no ponto 1.3.3):

$$K_{\text{HNO}_x} \times \text{conc} \text{ ou } K_{\text{HNO}_x} \times \text{conc}_c$$

1.3.5. *Cálculo das emissões específicas*

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

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

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

Os factores de ponderação e o número de modos (n) utilizados na fórmula acima são os indicados no ponto 3.6.1 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:

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

H_a : humidade do ar de admissão, g de água por kg de ar seco

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

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

1.4.2. *Sistema de diluição do fluxo parcial*

Os resultados finais dos ensaios de emissão de partículas a indicar são deduzidos de modo a seguir especificado. 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} ou caudais volúmicos de gases de escape diluídos equivalentes V_{EDF} . Todos os cálculos se devem basear nos valores médios dos modos individuais (i) durante o período de recolha de amostras.

1.4.2.1. *Sistemas isocinéticos*

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

ou:

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

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

ou:

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

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 CO₂ ou NO_x

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

ou:

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

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

em que:

Conc_E: concentração em base húmida do gás marcador nos gases de escape brutosConc_D: concentração em base húmida do gás marcador nos gases de escape diluídosConc_A: concentração em base húmida do gás marcador no ar de diluição

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

1.4.2.3. Sistemas com medição de CO₂ e método do balanço do carbono

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{\text{CO}_{2D,i} - \text{CO}_{2A,i}}$$

em que:

CO_{2D}: concentração do CO₂ nos gases de escape diluídosCO_{2A}: concentração do CO₂ no ar de diluição

[concentrações em volume (%) em base húmida]

Esta equação baseia-se na hipótese do balanço do carbono (os átomos de carbono fornecidos ao motor são emitidos como CO₂) e deduz-se do seguinte modo:

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

e

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

1.4.2.4. Sistemas com medição do caudal

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

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

1.4.3. Sistema de diluição total do fluxo

Os resultados finais dos ensaios de emissão de partículas a indicar são obtidos como se indica a seguir.

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

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

ou:

$$V_{EDFW,i} = V_{TOTW,i}$$

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:

$$PT_{\text{mass}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \times \frac{(G_{EDFW})_{\text{aver}}}{1\ 000}$$

ou:

$$PT_{\text{mass}} = \frac{M_f}{V_{\text{SAM}}} \times \frac{(V_{EDFW})_{\text{aver}}}{1\ 000}$$

em que:

$(G_{EDFW})_{aver}$, $(V_{EDFW})_{aver}$, $(M_{SAM})_{aver}$, $(V_{SAM})_{aver}$ ao longo do ciclo de ensaio são determinados fazendo o somatório dos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$(V_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n V_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^n M_{SAM,i}$$

$$V_{SAM} = \sum_{i=1}^n V_{SAM,i}$$

em que $i = 1, \dots, n$.

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT_{mass,i} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{(G_{EDFW,i})}{1\ 000}$$

ou:

$$PT_{mass,i} = \frac{M_{f,i}}{V_{SAM,i}} \times \frac{(V_{EDFW,i})}{1\ 000}$$

em que $i = 1, \dots, n$.

O caudal mássico das partículas pode ser corrigido em relação ao fundo do seguinte modo:

Para o método do filtro único:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \left[\frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1\ 000} \right]$$

ou:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{V_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{V_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \left[\frac{(V_{EDFW})_{aver}}{1\ 000} \right]$$

Se for efectuada mais de uma medição, (M_d/M_{DIL}) ou (M_d/V_{DIL}) são substituídos por $(M_d/M_{DIL})_{aver}$ ou $(M_d/V_{DIL})_{aver}$, respectivamente.

$$DF = \frac{13,4}{\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4}}$$

ou:

$$DF = 13,4/\text{concCO}_2$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT_{mass,i} = \left[\frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \left[\frac{G_{EDFW,i}}{1\ 000} \right]$$

ou:

$$PT_{mass,i} = \left[\frac{M_{f,i}}{V_{SAM,i}} - \left(\frac{M_d}{V_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \left[\frac{V_{EDFW,i}}{1\ 000} \right]$$

Se for efectuada mais de uma medição, (M_d/M_{DIL}) ou (M_d/V_{DIL}) são substituídos por $(M_d/M_{DIL})_{aver}$ ou $(M_d/V_{DIL})_{aver}$, respectivamente.

$$DF = \frac{13,4}{\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4}}$$

ou:

$$DF = 13,4/\text{concCO}_2$$

1.4.5. *Cálculo das emissões específicas*

Calcula-se a emissão específica de partículas PT (g/kWh) do seguinte modo⁽¹⁾:

Para o método do filtro único:

$$PT = \frac{PT_{\text{mass}}}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

Para o método dos filtros múltiplos:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n PT_{\text{mass},i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

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

1.4.6. *Factor de ponderação efectivo*

Para o método do filtro único, calcula-se o factor de ponderação efectivo $WF_{E,i}$ para cada modo como se indica a seguir:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{\text{SAM},i} \times (G_{\text{EDFW}})_{\text{aver}}}{M_{\text{SAM}} \times (G_{\text{EDFW},i})}$$

ou:

$$WF_{E,i} = \frac{V_{\text{SAM},i} \times (V_{\text{EDFW}})_{\text{aver}}}{V_{\text{SAM}} \times (V_{\text{EDFW},i})}$$

em que $i = 1, \dots, n$.

Os valores dos factores de ponderação efectivos devem estar a $\pm 0,005$ (valor absoluto) dos factores de ponderação indicados no ponto 3.6.1 do anexo III.

⁽¹⁾ O caudal mássico de partículas PT_{mass} deve ser multiplicado por K_p (factor de correcção de humidade para as partículas, referido no ponto 1.4.1).

ANEXO IV

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

COMBUSTÍVEL DE REFERÊNCIA PARA AS MÁQUINAS MÓVEIS NÃO RODOVIÁRIAS⁽¹⁾

Nota: As propriedades-chave para o comportamento funcional do motor emissões de escape estão a negro.

	Limites e unidades ⁽²⁾	Método de ensaio
Índice de cetano ⁽⁴⁾	Mínimo 45 ⁽⁷⁾ Máximo 50	ISO 5165
Densidade a 15 °C	Mínimo 835 kg/m ³ Máximo 845 kg/m ³ ⁽¹⁰⁾	ISO 3675, ASTM D 4052
Destilação ⁽³⁾ ponto de 95 % vol	Máximo 370 °C	ISO 3405
Viscosidade a 40 °C	Mínimo 2,5 mm ² /s Máximo 3,5 mm ² /s	ISO 3104
Teor de enxofre	Mínimo 0,1 % em massa ⁽⁹⁾ Máximo 0,2 % em massa ⁽⁸⁾	ISO 8754, EN 24260
Ponto de inflamação	Mínimo 55 °C	ISO 2719
Ponto de colmatação do filtro frio	Mínimo — Máximo + 5 °C	EN 116
Ensaio de corrosão em cobre	Máximo 1	ISO 2160
Resíduo carbonoso Conradson no resíduo de destilação (10 %)	Máximo 0,3 % em massa	ISO 10370
Teor de cinzas	Máximo 0,01 % em massa	ASTM D 482 ⁽¹²⁾
Teor de água	Máximo 0,05 % em massa	ASTM D 95, D 1744
Índice de neutralização (ácido forte)	Mínimo 0,20 mg KOH/g	
Estabilidade de oxidação ⁽⁵⁾	Máximo 2,5 mg/100 ml	ASTM D 2274
Aditivos ⁽⁶⁾		

Nota 1: Se for necessário o calcular o rendimento térmico de um motor ou veículo, o poder calorífico do combustível pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Energia específica (valor calorífico) (líquido) em MJ/kg} = (46,423 - 8,792 \cdot d^2 + 3,17 \cdot d) \times (1 - (x + y + s)) + 9,42 \cdot s - 2,499 \cdot x$$

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).

Nota 2: Os valores indicados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ASTM D 3244 «Defining a basis for petroleum products disputes» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2 R acima de zero; na fixação de um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4 R (R = 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.

- Nota 3:* Os valores indicados correspondem às quantidades totais evaporadas (percentagem recuperada + percentagem perdida).
- Nota 4:* O intervalo indicado para o cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de 4 R. No entanto, em caso de diferendo entre o 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.
- Nota 5:* Embora a estabilidade de oxidação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se que se peça conselho ao fornecedor sobre as condições de armazenamento e o prazo de validade.
- Nota 6:* Este combustível deve ser fabricado a partir de destilados directos ou por *cracking*; é permitida a dessulfurização. Não deve conter quaisquer aditivos metálicos nem melhoradores de índice de cetano.
- Nota 7:* São permitidos valores inferiores, caso em que o índice de cetano do combustível da referência utilizado deve ser comunicado.
- Nota 8:* São admitidos valores mais elevados, caso em que o teor de enxofre do combustível de referência utilizado deve ser comunicado.
- Nota 9:* A manter em exame constante à luz das tendências dos mercados. Para efeitos da homologação inicial de um motor sem pós-tratamento dos gases de escape, é admissível, a pedido do fabricante, um mínimo de 0,050 % de enxofre, em massa, caso em que o nível de partículas medido deve ser corrigido por excesso para o valor médio nominal especificado para o teor de enxofre do combustível (0,150 % em massa), de acordo com a seguinte equação:

$$PT_{\text{adj}} = PT + [SFC \times 0,0917 \times (NSLF - FSF)]$$

em que:

PT_{adj} = valor ajustado de PT (g/kWh)

PT = valor medido ponderado das emissões específicas para a emissão de partículas (g/kWh)

SFC = consumo específico ponderado de combustível (g/kWh) calculado de acordo com a fórmula apresentada abaixo

NSLF = média da especificação nominal da fracção em massa do teor de enxofre (isto é, 0,15 %/100)

FSF = fracção em massa do teor de enxofre do combustível (%/100)

Equação para o cálculo do consumo específico ponderado de combustível:

$$SFC = \frac{\sum_{i=1}^n G_{\text{FUEL},i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

em que:

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

Para efeito da avaliação da conformidade da produção de acordo com o ponto 5.3.2 do anexo I, os requisitos devem ser satisfeitos utilizando combustível de referência com um teor de enxofre que respeite o nível mínimo/máximo de 0,1/0,2 % em massa.

- Nota 10:* São admitidos valores mais elevados até 855 kg/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 ponto 5.3.2 do anexo I, os requisitos devem ser satisfeitos utilizando combustível de referência que respeite o nível mínimo/máximo de 835/845 kg/m³.

Nota 11: Todas as características e valores-limite do combustível devem ser mantidos em análise à luz das tendências dos mercados.

Nota 12: A substituir pela norma EN/ISO 6245 a partir da data de implementação.

ANEXO V

1. SISTEMA DE ANÁLISE E DE RECOLHA DE AMOSTRAS

SISTEMAS DE RECOLHA DE AMOSTRAS DE GÁS E DE PARTÍCULAS

Número da figura	Descrição
2	Sistema de análise dos gases de escape brutos
3	Sistema de análise dos gases de escape diluídos
4	Diluição parcial do fluxo, escoamento isocinético, regulação pela ventoinha de aspiração e recolha de amostras fraccionada
5	Diluição parcial do fluxo, escoamento isocinético, regulação pela ventoinha de pressão, recolha de amostras fraccionada
6	Diluição parcial do fluxo, medição do CO ₂ ou NO _x , recolha de amostras fraccionada
7	Diluição parcial do fluxo, medição do CO ₂ e balanço do carbono, recolha de amostras total
8	Diluição parcial do fluxo, Venturi único, e medição da concentração, recolha de amostras fraccionada
9	Diluição parcial do fluxo, Venturi duplo ou orifício duplo e medição da concentração, recolha de amostras fraccionada
10	Diluição parcial do fluxo, separação por tubos múltiplos e medição da concentração, recolha de amostras fraccionada
11	Diluição parcial do fluxo, regulação do escoamento, recolha de amostras total
12	Diluição parcial do fluxo, regulação do escoamento, recolha de amostras fraccionada
13	Diluição total do fluxo, 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 diluição total do fluxo

1.1. Determinação das emissões gasosas

O ponto 1.1.1 e as figuras 2 e 3 contêm descrições pormenorizadas dos sistemas recomendados de recolha de amostras e de análise. Dado que várias configurações podem produzir resultados equivalentes, não é necessário respeitar rigorosamente estas figuras. Podem ser utilizados componentes adicionais tais como instrumentos, válvulas, solenóides, bombas e comutadores para obter outras informações e coordenar as funções dos sistemas. Outros componentes que não sejam necessários para manter a precisão em alguns sistemas podem ser excluídos se a sua exclusão se basear no bom senso técnico.

1.1.1. Componentes CO, CO₂, HC, NO_x dos gases de escape

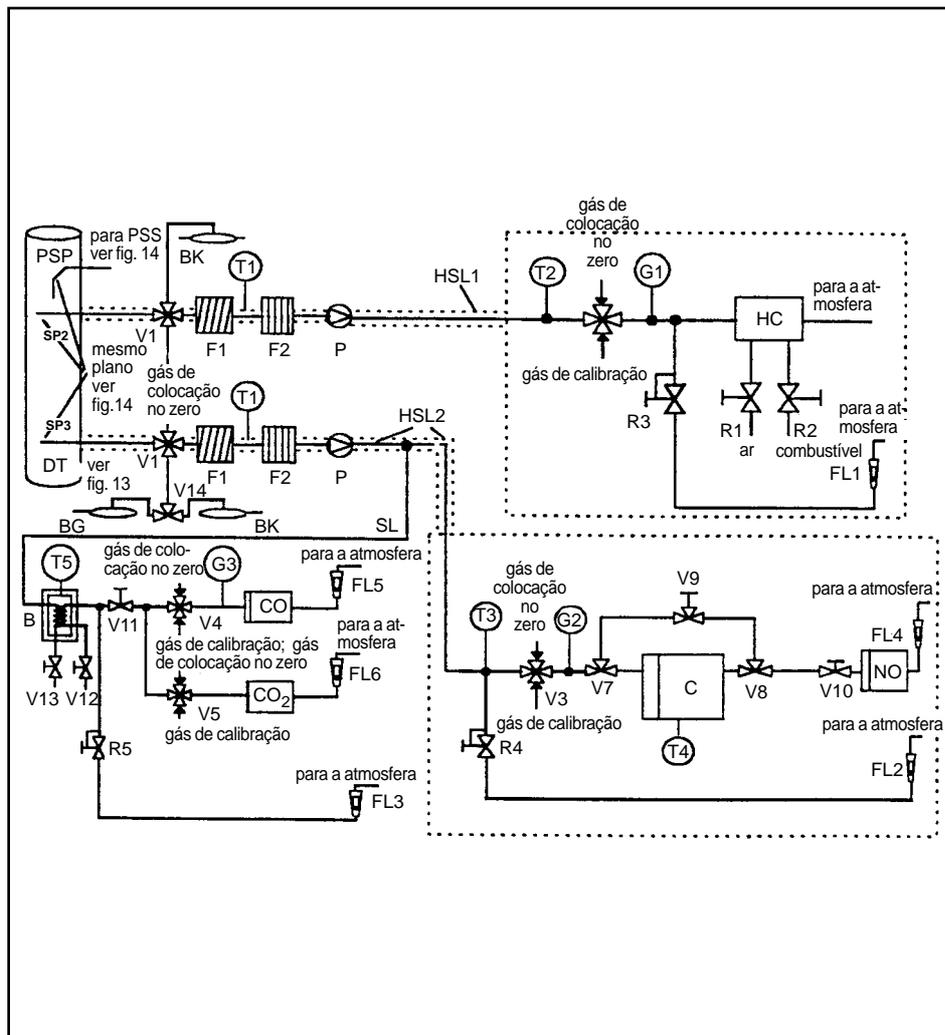
O sistema de análise para a determinação das emissões gasosas nos gases de escape brutos ou diluídos compreende os seguintes elementos:

- 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 (ver 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 (ver 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 3

Diagrama do sistema de análise dos gases de escape diluídos para o CO, CO₂, NO_x e HC

Descrições — figuras 2 e 3

Nota geral:

Todos os componentes no percurso do gás a ser recolhido devem ser mantidos à temperatura especificada para os sistemas respectivos.

— Sonda SP1 de recolha de gases de escape brutos (figura 2 apenas)

Recomenda-se uma sonda de aço inoxidável rectilínea, fechada na extremidade e contendo vários orifícios. O diâmetro interior não deve ser maior do que o diâmetro interior da conduta de recolha. A espessura da parede da sonda não deve ser superior a 1 mm. 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, por definição, constituída pela primeira secção de 254 mm a 762 mm da conduta de recolha de hidrocarbonetos (HSL3),
- ter um diâmetro interior mínimo de 5 mm,
- ser instalada no túnel de diluição DT (ponto 1.2.1.2) num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados (isto é, aproximadamente a uma distância de 10 vezes o diâmetro do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram no túnel de diluição),

- estar suficientemente afastada (radialmente) de outras sondas e da parede do túnel de modo a não sofrer a influência de quaisquer ondas ou turbilhões,
- ser aquecida de modo a aumentar a temperatura da corrente de gás até 463 K (190 °C) ± 10 K à saída da sonda.

— *Sonda SP3 de recolha de CO, 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 serve de passagem aos gases recolhidos desde a sonda única até ao(s) de amostras 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 de recolha de NO_x aquecida 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*

Analísadores NDIR para a determinação do monóxido de carbono e do dióxido de carbono.
- *NO₂*

Analísador (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 pontos 1.9.1 e 1.9.2 do apêndice 3 do anexo III.

Não são admitidos exsiccantes 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 fluxo para os analisadores.
- *Debitómetros FL1, FL2, FL3*

Para monitorizar o caudal de derivação das amostras.
- *Debitómetros FL4 a FL7 (facultativos)*

Para monitorizar o caudal 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 fluxo para os analisadores.

— *Válvula de purga V12, V13*

Para drenar o condensado do banho B.

— *Válvula selectora V14*

Para seleccionar o saco de amostras ou o saco dos elementos de fundo.

1.2. Determinação das partículas

Os pontos 1.2.1 e 1.2.2 e as figuras 4 a 15 contêm descrições pormenorizadas dos sistemas recomendados de diluição e de recolha de amostras. Dado que várias configurações podem produzir resultados equivalentes, não é necessário respeitar rigorosamente estas figuras. Podem ser utilizados componentes adicionais tais como instrumentos, válvulas, solenóides, bombas e comutadores para obter outras informações e coordenar as funções dos sistemas. Outros componentes que não sejam necessários para manter a precisão em alguns sistemas podem ser excluídos se a sua exclusão se basear no bom senso técnico.

1.2.1. Sistema de diluição

1.2.1.1. Sistema de diluição parcial do fluxo (figuras 4 a 12)

O sistema de diluição apresentado baseia-se na diluição de uma parte da corrente de gases de escape. A separação dessa corrente e o por meio processo de diluição que se lhe segue podem ser efectuados de diferentes tipos de sistemas de diluição. Para a subsequente recolha das partículas, pode-se passar para os sistema de recolha de amostras de partículas a totalidade dos gases de escape diluídos ou apenas uma porção destes (ponto 1.2.2, figura 14). 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 fluxo para o tubo de transferência deve ter as mesmas características que o fluxo total dos gases de escape em termos de velocidade e/ou pressão dos gases, exigindo assim um fluxo 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 caudais e medição das concentrações (figuras 6 a 10)*

Com estes sistemas, retira-se uma amostra da corrente total dos gases de escape ajustando o caudal do ar de diluição e o caudal total dos gases diluídos. A razão de diluição é determinada a partir das concentrações dos gases marcadores, tais como CO₂ 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 caudal 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 caudal que entra no tubo de transferência (figuras 8, 9 e 10).

— *Sistemas com regulação dos caudais e medição do caudal (figuras 11 e 12)*

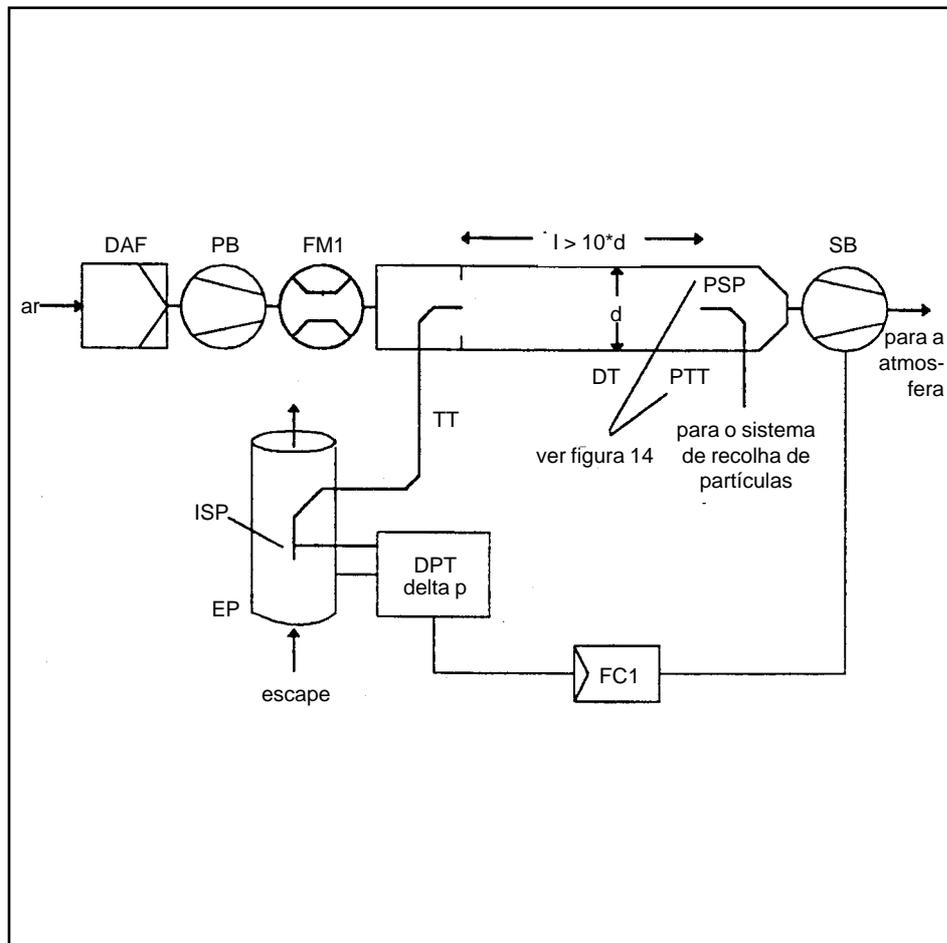
Com estes sistemas, retira-se uma amostra da corrente total dos gases de escape ajustando o caudal do ar de diluição e o caudal total dos gases de escape diluídos. A razão de diluição é determinada pela diferença entre os dois caudais. Este método exige uma calibração precisa dos debitómetros entre si, dado que a grandeza relativa dos dois caudais pode levar a erros significativos com razões de diluição mais elevadas (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 parcial do fluxo, é necessário evitar os problemas potenciais 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

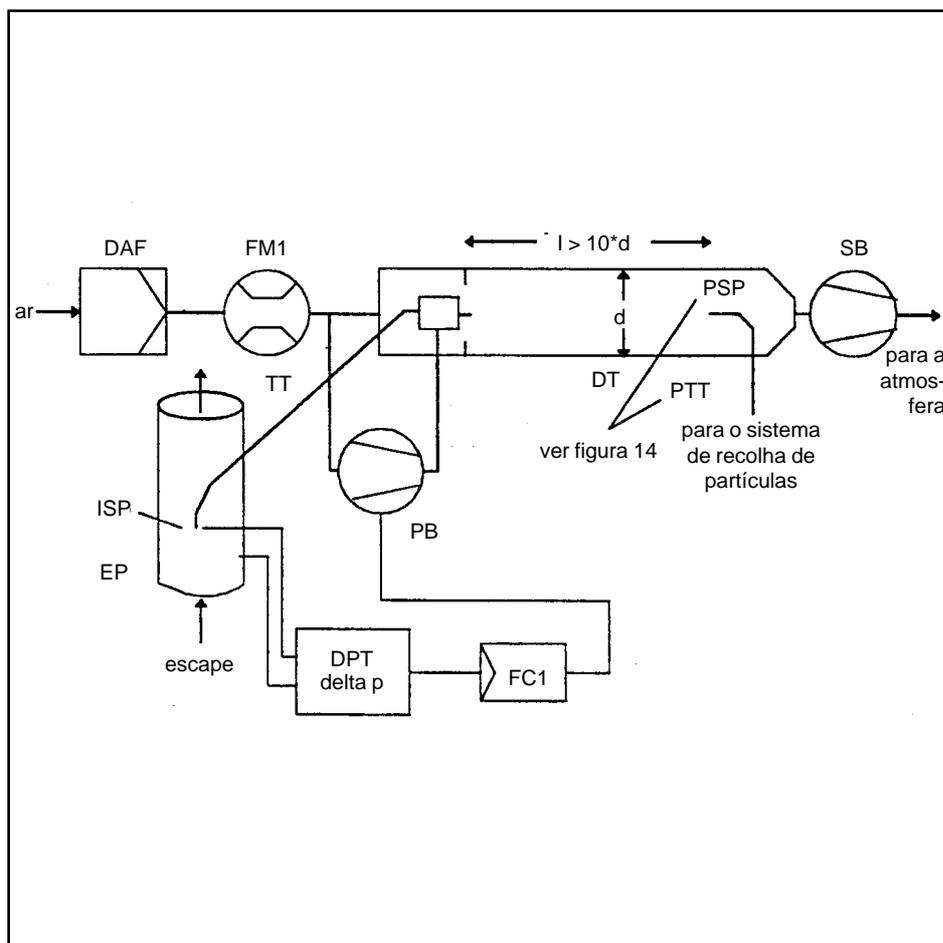
Sistema de diluição parcial do fluxo com sonda isocinética e recolha de amostras fraccionada (regulação pela SB)



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 fluxo através de ISP e TT é uma fracção constante do fluxo 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

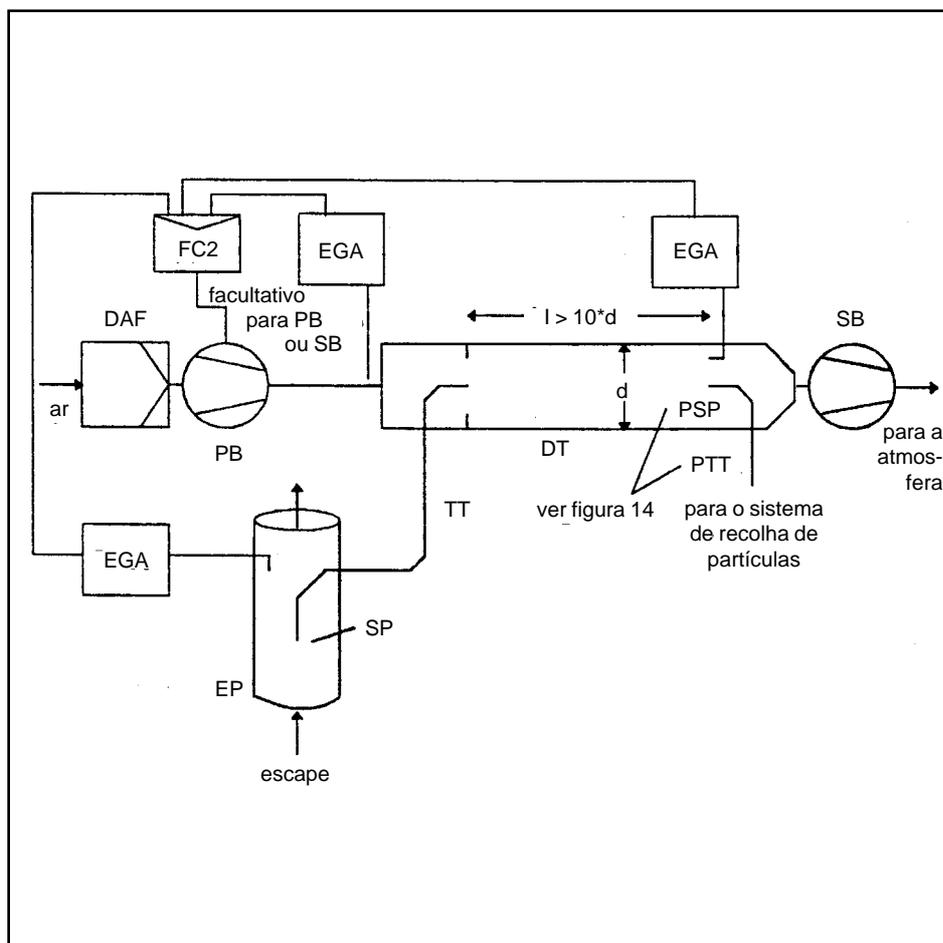
Sistema de diluição parcial do fluxo com sonda isocinética e recolha de amostras fraccionada (regulação pela PB)



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 fluxo através de ISP e TT é uma fracção constante do fluxo 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

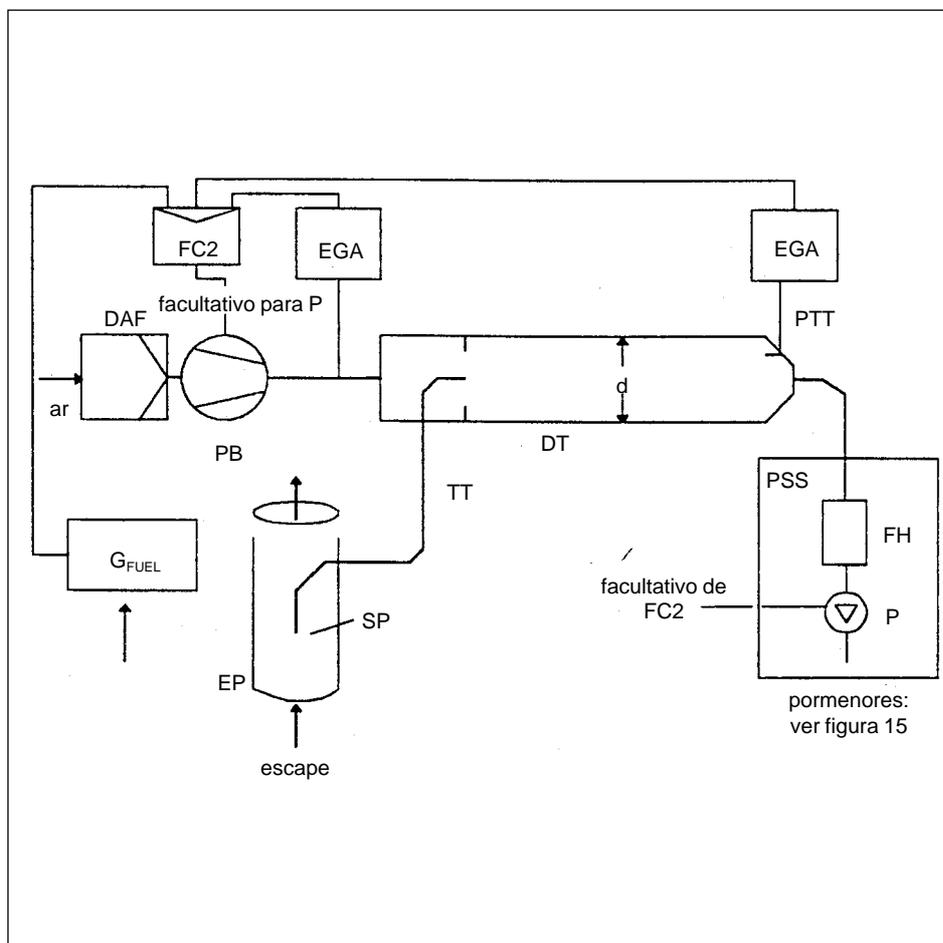
Sistema de diluição parcial do fluxo com medição das concentrações do CO₂ ou NO_x e recolha de amostras fraccionada



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. Medem-se as concentrações de um gás marcador (CO₂ ou NO_x) nos gases de escape brutos e diluídos bem como no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Estes sinais são transmitidos ao regulador de caudal FC2 que regula quer a ventoinha de pressão PB quer a ventoinha de aspiração SB, para manter a separação e a razão de diluição dos gases de escape desejadas em DT. A razão de diluição calcula-se a partir das concentrações dos gases marcadores nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição.

Figura 7

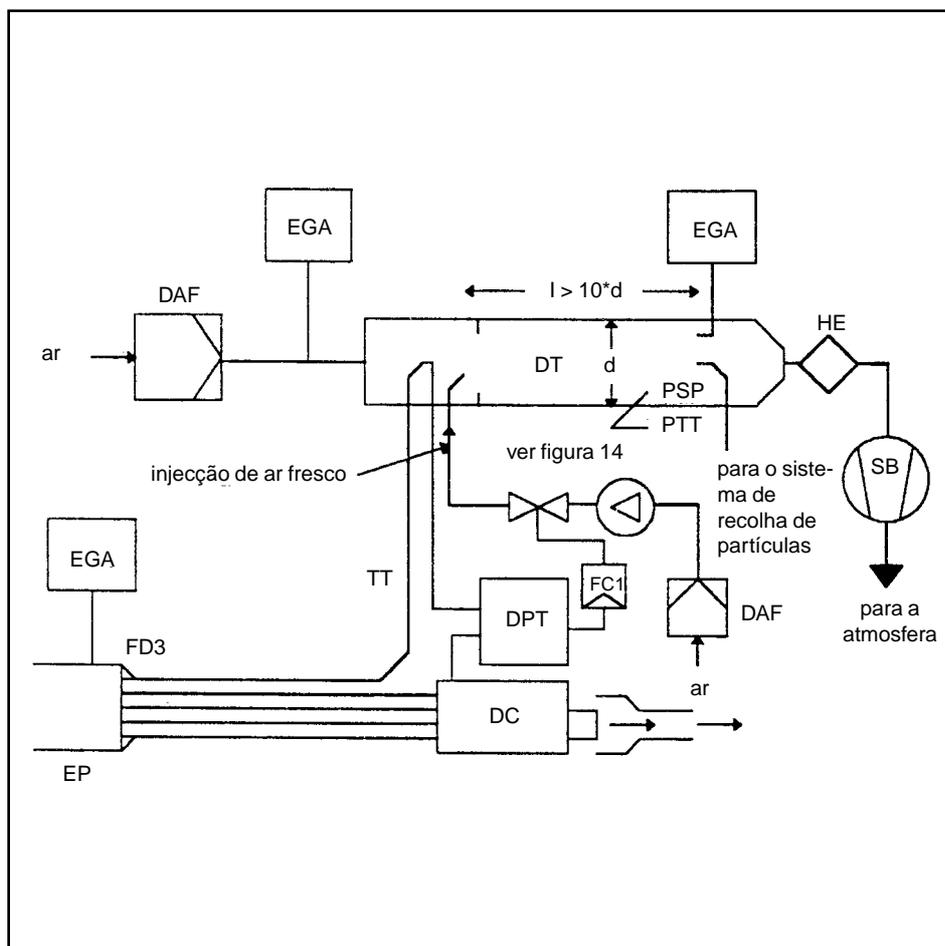
Sistema de diluição parcial do fluxo com medição das concentrações do CO₂, balanço do carbono e recolha de amostras total



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. Medem-se as concentrações de CO₂ nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Os sinais referentes à concentração de CO₂ e do caudal de combustível G_{FUEL} são transmitidos quer ao regulador de caudal FC2 quer ao regulador de caudal FC3 do sistema de recolha de amostras de partículas (ver figura 14). FC2 comanda a ventoinha de pressão PB, enquanto FC3 comanda o sistema de recolha de amostras de partículas (ver figura 14), ajustando assim os fluxos que entram e saem do sistema de modo a manter a razão de separação e a razão de diluição dos gases de escape desejadas em DT. A razão de diluição calcula-se a partir das concentrações do CO₂ e de G_{FUEL} utilizando a hipótese do balanço do carbono.

Figura 10

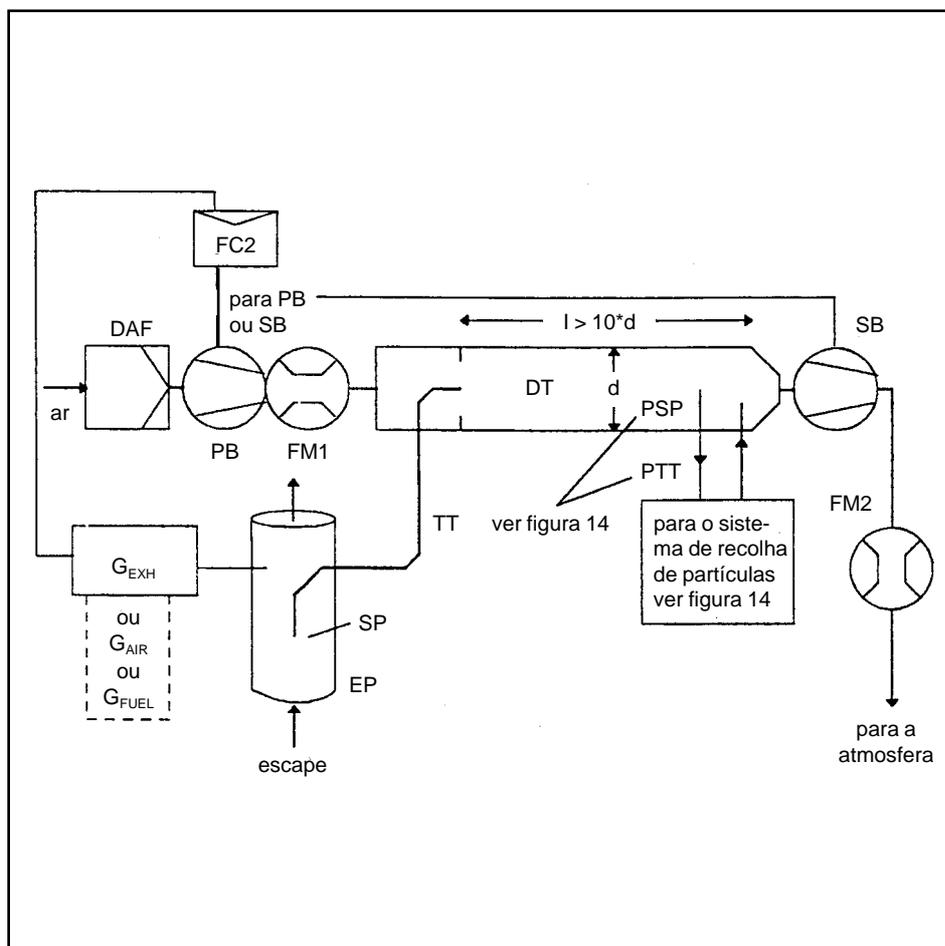
Sistema de diluição parcial do fluxo com separação por tubos múltiplos, medição das concentrações e recolha de amostras fraccionada



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através do tubo de transferência TT pelo separador de fluxos FD3, que é constituído por uma série de tubos com as mesmas dimensões (diâmetros, comprimentos e raios de curvatura idênticos) instalados em EP. Os gases de escape através de um destes tubos são levados para DT e os gases de escape através do resto dos tubos são conduzidos através da câmara de amortecimento DC. A separação dos gases de escape é assim determinada pelo número total de tubos. Uma regulação constante da separação exige uma diferença de pressão nula entre DC e a saída de TT, que é medida com o transdutor de pressão diferencial DPT. Obtem-se uma diferença de pressão nula injectando ar fresco em DT à saída de TT. Medem-se as concentrações do gás marcador (CO₂ ou NO_x) nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Estas concentrações são necessárias para verificar a separação dos gases de escape e podem ser utilizadas para regular o caudal de ar de injeção para se obter uma regulação precisa da separação. A razão de diluição é calculada a partir das concentrações dos gases marcadores.

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. 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 debitómetro FM1 e o caudal total com o debitómetro FM2. A razão de diluição é calculada a partir desses dois caudais.

Descrição — figuras 4 a 12**— Tubo de escape EP**

O tubo de escape pode ser isolado. Para reduzir a inércia térmica do tubo do 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)

O diâmetro interior mínimo deve ser de 4 mm. A relação de diâmetros mínima entre o tubo de escape e a sonda deve ser de quatro. A sonda deve ser um tubo aberto virado para montante e situado na linha de eixo do tubo de escape, ou uma sonda com orifícios múltiplos descrita em SP1 no ponto 1.1.1.

— Sonda isocinética de recolha de amostras ISP (figuras 4 e 5)

A sonda isocinética de recolha de amostras deve ser instalada virada para montante na linha de eixo do tubo de escape, na zona onde são satisfeitas as condições de escoamento na secção EP, e deve ser concebida para fornecer uma amostra proporcional dos gases de escape brutos. O diâmetro interior mínimo deve ser de 12 mm.

É necessário prever um sistema de regulação para a separação isocinética dos gases de escape através da manutenção de uma diferença de pressão nula entre EP e ISP. Nestas condições, as velocidades dos gases de escape em EP e ISP são idênticas e o caudal mássico através de ISP é uma fracção constante do caudal total dos gases de escape. A ISP tem de ser ligada a um transdutor de pressão diferencial. Para obter uma diferença de pressão nula entre EP e ISP utiliza-se um regulador de velocidade da ventoinha ou um regulador de caudal.

— Separadores de fluxo FD1, FD2 (figura 9)

Coloca-se um conjunto de Venturis ou de orifícios no tubo de escape EP e no tubo de transferência TT, respectivamente, para se obter uma amostra proporcional dos gases de escape brutos. Utiliza-se um sistema de regulação da pressão com duas válvulas de regulação PCV1 e PCV2 para obter uma separação proporcional, através da regulação das pressões em EP e DT.

— Separador de fluxo FD3 (figura 10)

Instala-se um conjunto de tubos (unidade de tubos múltiplos) no tubo de escape EP para se obter uma amostra proporcional dos gases de escape brutos. Um dos tubos leva os gases de escape ao túnel de diluição DT, enquanto que os outros tubos levam os gases de escape para uma câmara de amortecimento DC. Os tubos devem ter as mesmas dimensões (mesmos diâmetros, comprimentos e raios de curvatura), pelo que a separação dos gases de escape dependerá do número total de tubos. É necessário um sistema de regulação para se obter uma separação proporcional através da manutenção de uma diferença de pressão nula entre a saída da unidade de tubos múltiplos para DC e a saída de TT. Nestas condições, as velocidades dos gases de escape em EP e FD3 são proporcionais, e o caudal em TT é uma fracção constante do caudal dos gases de escape. Os dois pontos têm de ser ligados a um transdutor de pressão diferencial DPT. 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 CO₂ ou NO_x (unicamente com o método do balanço do carbono para o analisador de CO₂). Os analisadores devem ser calibrados como os utilizados para a medição das emissões gasosas. Podem-se utilizar um ou vários analisadores para determinar as diferenças de concentração.

A precisão dos sistemas de medida deve ser tal que a precisão de $G_{EDFW,i}$ ou $V_{EDFW,i}$ 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. As variações de pressão no túnel de diluição não devem exceder ± 250 Pa em média.

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 CO₂ 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. FM1 é facultativo se PB for calibrada para medir o caudal.

— *Debitómetro FM2* (figura 12)

Contador de gás ou outro aparelho adequado para medir o caudal dos gases de escape diluídos. FM2 é facultativo se a ventoinha de aspiração SB for calibrada para medir o caudal.

— *Ventoinha de pressão PB* (figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 12)

Para regular o caudal de ar de diluição, PB pode ser ligada aos reguladores de caudal FC1 ou FC2. PB não é necessária quando se utilizar uma válvula de borboleta. PB pode ser utilizada para medir o caudal de ar de diluição, se calibrada.

— *Ventoinha de aspiração SB* (figuras 4, 5, 6, 9, 10 e 12)

Utiliza-se apenas com sistemas de recolha de amostras fraccionada. SB pode ser utilizada para medir o caudal dos gases de escape diluídos, se calibrada.

— *Filtro do ar de diluição DAF* (figuras 4 a 12)

Recomenda-se que o ar de diluição seja filtrado e sujeito a uma depuração com carvão para eliminar os hidrocarbonetos de fundo. O ar de diluição deve ter uma temperatura de 298 K (25 °C) ± 5 K.

A pedido dos fabricantes, devem ser escolhidas amostras do ar de diluição de acordo com as boas práticas de engenharia, para determinar os níveis das partículas de fundo, que podem então ser subtraídos dos valores medidos nos gases de escape diluídos.

— *Sonda de recolha de amostras de partículas PSP* (figuras 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 12)

A sonda é o primeiro elemento do tubo de transferência de partículas PTT, e:

— deve ser instalada virada para montante num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados, isto é, na linha de eixo do túnel de diluição DT dos sistemas de diluição, a uma distância de cerca de 10 diâmetros do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram no túnel de diluição,

— deve ter um diâmetro interno mínimo de 12 mm,

— pode ser aquecida 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) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode ser isolada.

— *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,

O tubo de diluição pode ser isolado.

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 4 pontos de medida igualmente espaçados). Se necessário, pode-se utilizar um orifício de mistura.

Nota: Se a temperatura ambiente na vizinhança do túnel de diluição (DT) for inferior a 293 K (20 °C), devem-se tomar precauções para evitar perdas de partículas nas paredes frias do túnel de diluição. Assim sendo, recomenda-se aquecer e/ou isolar o túnel dentro dos limites indicados acima.

A cargas elevadas do motor, o túnel pode ser arrefecido por meios não agressivos tais como um ventilador de circulação, desde que a temperatura do fluido de arrefecimento não seja inferior a 293 K (20 °C).

— *Permutador de calor HE* (figuras 9 e 10)

O permutador de calor deve ter uma capacidade suficiente para manter a temperatura à entrada da ventoinha de aspiração SB a ± 11 K da temperatura média observada durante o ensaio.

1.2.1.2. Sistema de diluição total do fluxo (figura 13)

O sistema de diluição descrito baseia-se na diluição da totalidade do fluxo de gases de escape, utilizando o conceito da recolha de amostras a volume constante (CVS). Há que medir o volume total da mistura dos gases de escape e do ar de diluição. Pode ser utilizado um sistema PDP ou CFV.

Para a recolha subsequente das partículas, faz-se passar uma amostra dos gases de escape diluídos para o sistema da recolha de amostras de partículas (ponto 1.2.2, figuras 14 e 15). Se a operação for feita directamente, denomina-se diluição simples. Se a amostra for diluída uma vez mais no túnel de diluição secundário, denomina-se «diluição dupla». A segunda operação é útil se a temperatura exigida à superfície do filtro não puder ser obtida com uma diluição simples. Apesar de constituir em parte um sistema de diluição, o sistema de diluição dupla pode ser considerado como uma variante de um sistema de recolha de partículas tal como descrito no ponto 1.2.2, figura 15, dado que compartilha a maioria das peças com um sistema de recolha de partículas tipo.

As emissões gasosas podem também ser determinadas no túnel de diluição de um sistema de diluição total do fluxo. Assim sendo, as sondas de recolha dos componentes gasosos estão indicadas na figura 13 mas não aparecem na lista descritiva. As condições a satisfazer são descritas no ponto 1.1.1.

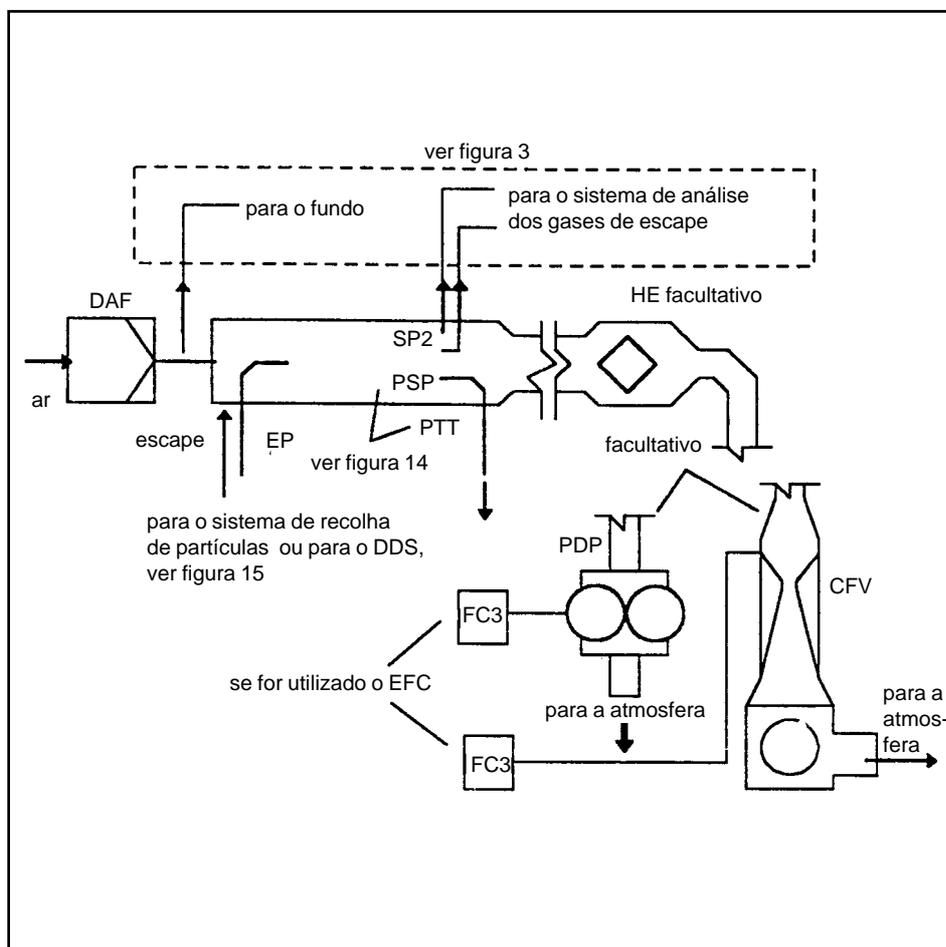
Descrições — figura 13

— *Tubo de escape EP*

O comprimento do tubo de escape desde a saída do colector de escape do motor, a saída do turbocompressor ou o dispositivo de pós-tratamento até ao túnel de diluição não deve ser superior a 10 m. Se o comprimento for superior a 4 m, toda a tubagem para além dos 4 m deve ser isolada, excepto a parte necessária para a montagem em linha de um aparelho para medir os fumos, se necessário. A espessura radial do isolamento deve ser de 25 mm pelo menos. 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 $\pm 1,5$ 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.

— *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 (ver figuras 14 e 15).

— *Túnel de diluição DT*

O túnel de diluição:

- deve ter um diâmetro suficientemente pequeno para provocar escoamentos turbulentos (números de Reynolds superiores a 4 000) e um comprimento suficiente para assegurar uma mistura completa dos gases de escape e do ar de diluição. Pode-se utilizar um orifício de mistura,
- deve ter pelo menos 75 mm de diâmetro,
- pode ser isolado.

Os gases de escape do motor são dirigidos a jusante para o ponto em que são introduzidos no túnel de diluição, e bem misturados.

Quando se utiliza a diluição simples, transfere-se uma amostra do túnel de diluição para o sistema da recolha de partículas (ponto 1.2.2, figura 14). A capacidade de escoamento da PDP ou do CFV devem ser suficientes para manter os gases de escape diluídos a uma temperatura igual ou inferior a 325 K (52 °C) imediatamente antes do filtro de partículas primário.

Quando se utiliza a diluição dupla, transfere-se uma amostra do túnel de diluição para o túnel de diluição secundário, onde é mais diluída, só depois sendo passada através dos filtros de recolha (ponto 1.2.2, figura 15).

A capacidade de escoamento da PDP ou do CFV deve ser suficiente para manter a corrente de gases de escape diluídos no DT a uma temperatura igual ou inferior a 464 K (191 °C) na zona de recolha. O sistema de diluição secundária deve fornecer um volume suficiente de ar de diluição secundário para manter a corrente de gases de escape duplamente diluída a uma temperatura igual ou inferior a 325 K (52 °C) imediatamente antes do filtro de partículas primário.

— *Filtro de ar de diluição DAF*

Recomenda-se que o ar de diluição seja filtrado e sujeito a uma depuração com carvão para eliminar os hidrocarbonetos de fundo. O ar de diluição deve ter uma temperatura de 298 K (25 °C) \pm 5 K. A pedido dos fabricantes, devam ser colhidas amostras do ar de diluição de acordo com as boas práticas de engenharia para determinar os níveis de partículas de fundo, que podem então ser subtraídos dos valores medidos nos gases de escape diluídos.

— *Sonda da recolha de partículas PSP*

A sonda é o primeiro elemento do tubo de transferência de partículas PTT, e:

- deve ser instalada virada para montante num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados, isto é, na linha de eixo do túnel de diluição DT dos sistemas de diluição, a uma distância de cerca de 10 diâmetros do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram no túnel de diluição,
- deve ter um diâmetro interno mínimo de 12 mm,
- pode ser aquecida 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) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,
- pode ser isolada.

1.2.2. *Sistema de recolha de amostras de partículas* (figuras 14 e 15)

O sistema de recolha de amostras de partículas serve para recolher as partículas em filtros. No caso da diluição parcial do fluxo com recolha total de amostras, que consiste em fazer passar a totalidade da amostra dos gases de escape diluídos através dos filtros, o sistema de diluição (ponto 1.2.1.1, figuras 7 e 11) e de recolha formam usualmente uma só unidade. No caso da diluição total do fluxo ou da diluição parcial do fluxo com recolha de amostras fraccionada, que consiste na passagem através dos filtros de apenas uma parte dos gases de escape diluídos, os sistemas de diluição (ponto 1.2.1.1, figuras 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 12 e ponto 1.2.1.2, figura 13) e de recolha de amostras formam usualmente unidades diferentes.

Na presente directiva, o sistema de diluição dupla, DDS, (figura 15) de um sistema de diluição total do fluxo é considerado como uma variante específica de um sistema típico de recolha de partículas conforme indicado na figura 14. O sistema de diluição dupla inclui todas as peças importantes do sistema de recolha de partículas, tais como suportes de filtros e bomba de recolha de amostras, e além disso algumas características relativas à diluição, como a alimentação em ar de diluição e um túnel de diluição secundária.

Para evitar qualquer impacto nos circuitos de comando, recomenda-se que a bomba de recolha de amostras funcione durante todo o processo de ensaio. Para o método do filtro único, deve-se utilizar um sistema de derivação para fazer passar a amostra através dos filtros nos momentos desejadas. A interferência da comutação nos circuitos de comando deve ser reduzida ao mínimo.

Descrições — figuras 14 e 15

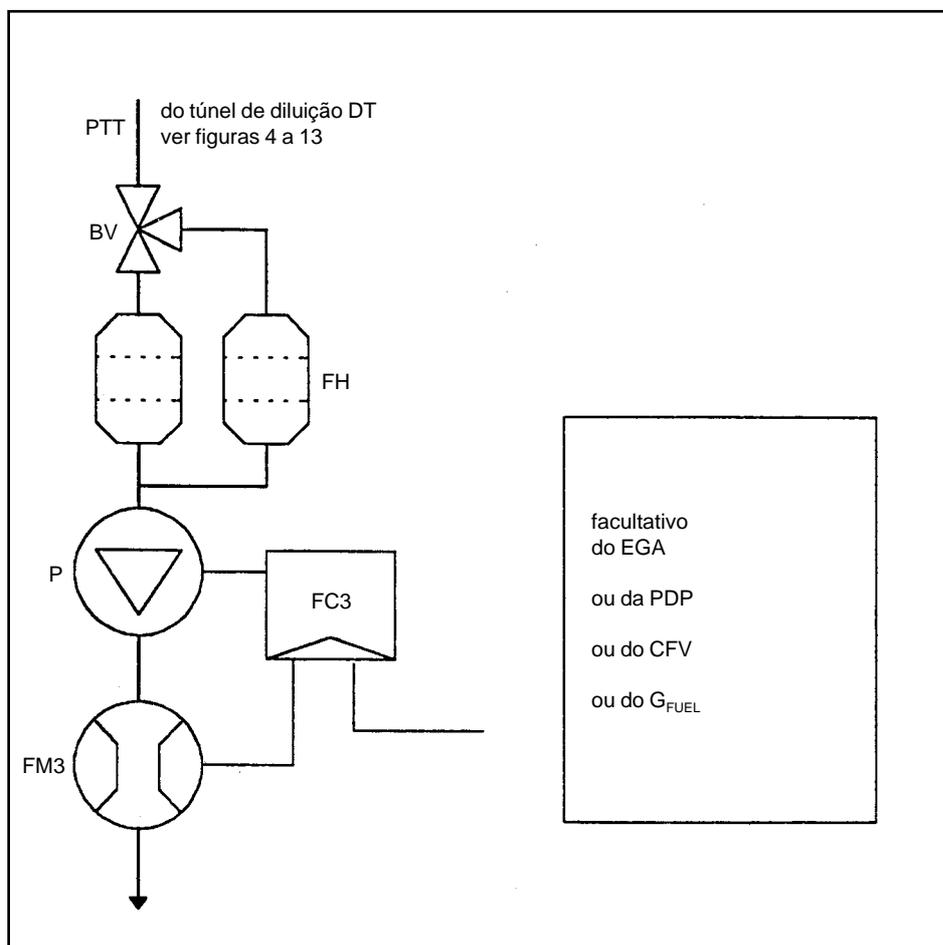
— *Sonda de recolha de amostras de partículas PSP* (figuras 14 e 15)

A sonda de recolha de amostras de partículas representada nas figuras é o primeiro elemento do tubo de transferência de partículas PTT, e:

- deve ser instalada virada para montante num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados, isto é, na linha de eixo do túnel de diluição DT dos sistemas da diluição (ver ponto 1.2.1), a uma distância de cerca de 10 diâmetros do túnel a jusante do ponto em que os gases de escape entram no túnel de diluição,
- deve ter um diâmetro interior mínimo de 12 mm,
- pode ser aquecida até se obter uma temperatura de paredes não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar da 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 ser isolada.

Figura 14

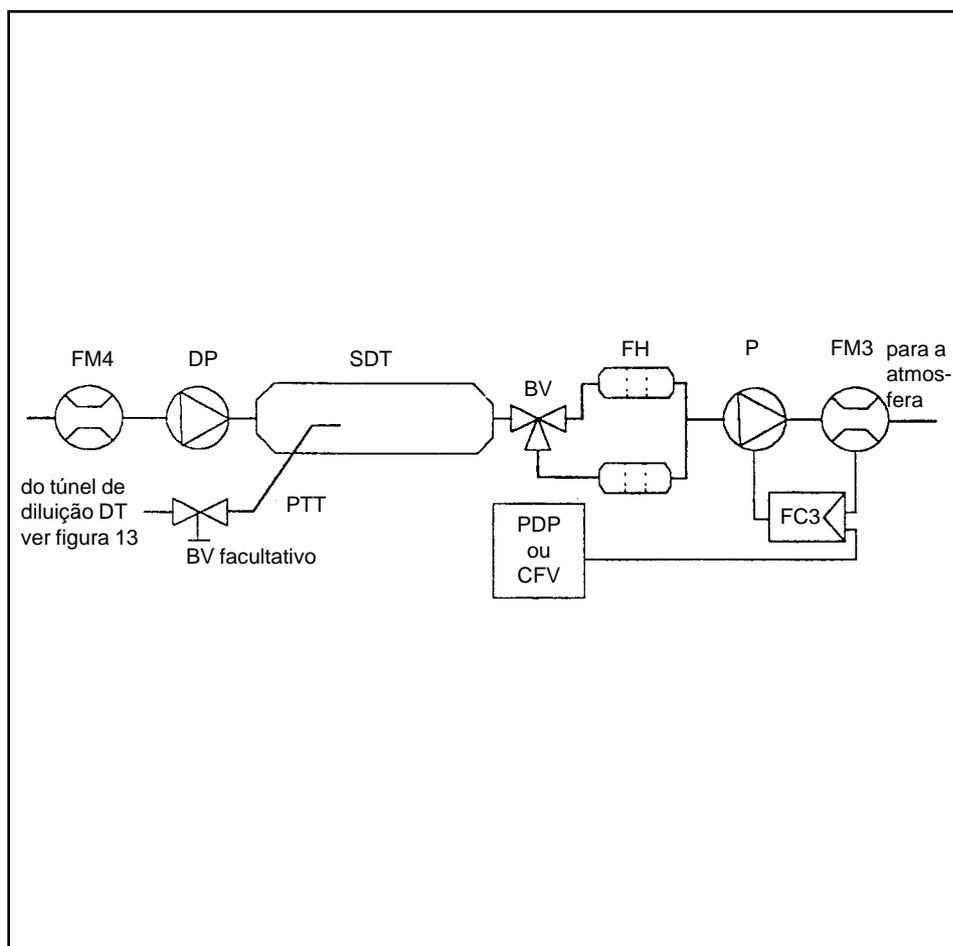
Sistema de recolha de amostras de partículas



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 (ver 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 (ver 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:

- pode ser aquecido 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 tempera-

tura do ar não exceda 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode ser isolado.

— *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:

— pode ser aquecido 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) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode ser isolado.

— *Suporte(s) dos filtros FH* (figuras 14 e 15)

Para os filtros primário e secundário, pode-se utilizar uma única caixa de filtros, ou caixas separadas. É necessário respeitar as disposições do ponto 1.5.1.3 do apêndice 1 do anexo III.

O(s) suporte(s) dos filtros:

— pode(m) ser aquecido(s) até se obter uma temperatura de paredes não superior a 325 K (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C),

— pode(m) ser isolado(s).

— *Bomba de recolha de amostras P* (figuras 14 e 15)

A bomba de recolha de amostras de partículas deve estar localizada suficientemente longe do túnel, para manter constante (± 3 K) a temperatura do gás de admissão, se não for utilizada correcção do caudal pelo FC3.

— *Bomba do ar de diluição DP* (figura 15) (apenas diluição dupla do fluxo total)

A bomba do ar de diluição deve ser localizada de modo a que o ar de diluição secundária seja fornecido a uma temperatura de 298 K (25 °C) ± 5 K.

— *Regulador de caudal FC3* (figuras 14 e 15)

Utiliza-se um regulador de caudal para compensar o efeito das variações de temperatura e contrapressão no caudal da amostra de partículas ao longo da sua trajectória, se não existirem outros meios. O regulador de caudal é necessário se se utilizar o sistema electrónico de compensação de caudal EFC (ver figura 13).

— *Debitómetro FM3* (figuras 14 e 15) (caudal da amostra de partículas)

O contador de gás ou outro aparelho deve estar localizado suficientemente longe do túnel para manter constante (± 3 K) a temperatura do gás de admissão, se não for utilizada correcção do caudal pelo FC3.

— *Debitómetro FM4* (figura 15) (ar de diluição, apenas diluição dupla do fluxo total)

O contador de gás ou outro aparelho deve estar localizado de modo que a temperatura do gás de admissão se mantenha a 298 K (25 °C) ± 5 K.

— *Válvula de esfera BV* (facultativa)

A válvula de esfera deve ter um diâmetro não inferior ao diâmetro interior do tubo de recolha de amostras e um tempo de comutação inferior a 0,5 segundos.

Nota: Se a temperatura ambiente na vizinhança de PSP, PTT, SDT e FH for inferior a 239 K (20 °C), devem-se tomar precauções para evitar perdas de partículas nas paredes frias dessas peças. Assim, recomenda-se aquecer e/ou isolar essas peças dentro dos limites dados nas descrições respectivas. Recomenda-se também que a temperatura à superfície do filtro durante a recolha não seja inferior a 293 K (20 °C).

A cargas de motor elevadas, as peças acima indicadas podem ser arrefecidas por um meio não agressivo, tal como um ventilador de circulação, desde que a temperatura do fluido de arrefecimento não seja inferior a 293 K (20 °C).

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

Número de homologação Número de extensão:

Razão da extensão (se aplicável):

SECÇÃO I

0. Generalidades

0.1. Marca (firma):

0.2. Designação pelo fabricante do(s) tipo(s) de motor(es) precursor(es) e (se aplicável) do(s) tipo(s) da família de motor(es)⁽¹⁾:

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

Localização:

Método de aposição:

0.4. Especificação das máquinas a propulsionar pelo motor⁽²⁾:

.

0.5. Nome e endereço do fabricante:

.

Nome e endereço do eventual mandatário do fabricante:

.

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

.

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

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

.

SECÇÃO II

1. Restrições de utilização (se existirem):

1.1. Condições especiais a respeitar na instalação do(s) motor(es) na máquina

1.1.1. Depressão máxima admissível à admissão: kPa

1.1.2. Contrapressão máxima admissível: kPa

2. Serviço técnico responsável pela execução dos ensaios⁽³⁾:

.

3. Data do relatório de ensaio:

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.⁽²⁾ Conforme definidas no ponto 1 do anexo I (por exemplo: «A»).⁽³⁾ Preencher com n.a. se os ensaios forem efectuados pelas próprias autoridades de homologação.

4. Número do relatório de ensaio:
5. O abaixo assinado certifica que a descrição do(s) motor(es) acima descrito(s) é exacta e que os resultados dos ensaios em anexo são aplicáveis ao tipo. A(s) amostra(s) foi(foram) seleccionada(s) pelas autoridades de homologação e apresentada(s) pelo fabricante como o(s) tipo(s) de motor precursor⁽¹⁾.

A homologação é concedida/estendida/recusada/revogada⁽¹⁾:

Local:

Data:

Assinatura:

Anexos: Processo de homologação.

Resultados dos ensaios (ver apêndice 1)

Estudo de correlação relativo aos sistemas de recolha de amostras utilizados que sejam diferentes dos sistemas de referência⁽²⁾ (se aplicável).

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

⁽²⁾ Especificados no ponto 4.2 do anexo I.

Apêndice 1

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):

Equipamento	Potência P _{AE} (kW) absorvida às velocidades do motor ⁽¹⁾	
	Intermédia	Nominal
Total:		

⁽¹⁾ Não deve ser superior a 10 % da potência medida durante o ensaio.

1.4. Comportamento funcional do motor

1.4.1. Velocidades do motor:

Em marcha lenta sem carga: rpm

Intermédia: rpm

Nominal: rpm

1.4.2. Potência do motor⁽²⁾

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

⁽¹⁾ No caso de haver vários motores precursores, a apresentar para cada um deles.⁽²⁾ Potência não corrigida medida de acordo com as disposições do ponto 2.4 do anexo I.

1.5. *Níveis de emissões*

1.5.1. Regulação do dinamómetro (kW)

Percentagem de carga	Regulação do dinamómetro (kW) a várias velocidades do motor	
	Intermédia	Nominal
10		
50		
75		
100		

1.5.2. Resultados dos ensaios de emissão em 8 modos:

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWh

Partículas: g/kWh

1.5.3. Sistema de recolha de amostras utilizado para o ensaio:

1.5.3.1. Emissões gasosas⁽¹⁾:1.5.3.2. Partículas⁽¹⁾:1.5.3.2.1. Método⁽²⁾: Filtro simples/filtros múltiplos⁽¹⁾ Indicar os números das figuras dadas no ponto I do anexo V.⁽²⁾ Riscar o que não interessa.

ANEXO VII

SISTEMA DE NUMERAÇÃO DOS CERTIFICADOS DE HOMOLOGAÇÃO

(ver n.º 2 do artigo 4.º)

1. O número deve ser constituído por 5 secções separadas por um asterisco «*».

Secção 1: A letra minúscula «e», seguida das letras ou números distintivos do Estado-membro que procede à homologação:

1	para a Alemanha	13	para o Luxemburgo
2	para a França	17	para a Finlândia
3	para a Itália	18	para a Dinamarca
4	para os Países Baixos	21	para Portugal
5	para a Suécia	23	para a Grécia
6	para a Bélgica	IRL	para a Irlanda
9	para Espanha		
11	para o Reino Unido		
12	para a Áustria		

Secção 2: O número da presente directiva. Como contém diferentes datas de aplicação e diferentes normas técnicas, acrescentam-se dois caracteres alfabéticos. Esses caracteres referem-se às diferentes datas de aplicação das fases de rigor e à aplicação do motor às diferentes especificações de máquinas móveis, com base nas quais a recepção foi concedida. O primeiro carácter é definido no artigo 9.º O segundo carácter é definido no ponto 1 do anexo I tendo em conta o modo de ensaio definido no ponto 3.6 do anexo III.

Secção 3: O número da última directiva de alteração aplicável à homologação. Se aplicável, são acrescentados dois outros caracteres alfabéticos, dependendo das condições descritas na secção 2, mesmo que apenas deva ser alterado um dos caracteres devido aos novos parâmetros. Se não houver alteração desses caracteres, estes devem ser omitidos.

Secção 4: Um número de ordem de 4 algarismos (eventualmente com zeros iniciais) a identificar o número da homologação de base. A sequência deve começar em 0001.

Secção 5: Um número de ordem de 2 algarismos (eventualmente com um zero inicial) a identificar a extensão. A sequência deve começar em 01 para cada número de homologação de base.

2. Exemplo da terceira homologação (sem nenhuma extensão ainda) correspondente à data de aplicação A (fase I, banda de potências superior) e à aplicação do motor à especificação A das máquinas móveis, emitida pelo Reino Unido

e 11*98/...AA*00/000XX*0003*00

3. Exemplo da segunda extensão da quarta homologação correspondente à data de aplicação E (fase II, banda de potências média) para a mesma especificação de máquinas (A), emitida pela Alemanha:

e 1*01/...EA*00/000XX*0004*02

ANEXO VIII

LISTA DE HOMOLOGAÇÕES EMITIDAS PARA MOTORES/
/FAMÍLIAS DE MOTORES

Carimbo da
autoridade
administrativa

Número da lista:

Abrange o período de a

Devem-se fornecer as seguintes informações acerca de cada homologação concedida, recusada ou revogada no período acima indicado:

Fabricante:

Número de homologação:

Razão da extensão (se aplicável):

Marca:

Tipo de motor, família de motores⁽¹⁾:

Data de emissão:

Data da primeira emissão (no caso das extensões):

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

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 da presente directiva:

Fabricante:

Marca:

Número de homologação:

Nome da família de motores⁽¹⁾:

Tipo de motor: 1: 2: n:

Numeros de identi- ... 001 ... 001 ... 001
ficação dos motores:

 ... 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


 Carimbo da
autoridade
administrativa

N.º	Data da homologação	Fabricante	Tipo/ /Família	Descrição do motor							Emissões (g/kWh)			
				Fluido de arrefecimento ⁽¹⁾	Número de cilindros	Volume varrido (cm ³)	Potência (kW)	Velocidade nominal (min ⁻¹)	Combustão ⁽²⁾	Pós-tratamento ⁽³⁾	PT	NO _x	CO	HC

⁽¹⁾ Líquido ou ar.

⁽²⁾ Abreviar DI = injeção directa, PC = câmara de pré-combustão/turbulência, NA = aspiração natural, TC = turbocombustão, TCA = turbocombustão com pós-arrefecimento.
Exemplos: DI NA, DI TC, DI TCA, PC NA, PC TC, PC TCA.

⁽³⁾ Abreviar: CAT = catalisador, TP = filtro de partículas, EGR = recirculação dos gases de escape.