

PRESIDÊNCIA DO CONSELHO DE MINISTROS

Declaração de Rectificação n.º 3/2002

Para os devidos efeitos se declara que o Decreto-Lei n.º 8-A/2002, publicado no *Diário da República*, 1.ª série, n.º 9 (2.º suplemento), de 11 de Janeiro de 2002, cujo original se encontra arquivado nesta Secretaria-Geral, saiu com a seguinte inexactidão, que assim se rectifica:

No sumário e na epígrafe, onde se lê «Decreto-Lei n.º 8-A/2002» deve ler-se «Decreto-Lei n.º 8-C/2002».

Secretaria-Geral da Presidência do Conselho de Ministros, 22 de Janeiro de 2002. — O Secretário-Geral, *Alexandre Figueiredo*.

MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO INTERNA

Decreto-Lei n.º 13/2002

de 26 de Janeiro

Com a emissão do presente diploma pretende-se transpor para o direito interno a Directiva n.º 1999/96/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Dezembro, que veio regulamentar as medidas a tomar contra a emissão de gases e partículas poluentes provenientes dos motores de ignição por compressão e a emissão de gases poluentes provenientes dos motores de ignição comandada, alimentados a gás natural ou a gás de petróleo liquefeito, utilizados em automóveis.

Pretende-se, com o presente diploma, adoptar medidas contra a poluição atmosférica causada pelas emissões gasosas dos automóveis que, pelo desenvolvimento dos transportes, causam grandes pressões no ambiente.

São estabelecidos valores limite das emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos não queimados e óxidos de azoto dos motores diesel, utilizados nos automóveis, com base num método de ensaio representativo das condições de condução, tendo em conta os progressos técnicos relativos à revisão de tais limites das emissões de poluentes, sendo introduzidos valores limite de emissão facultativos, que são aplicáveis aos veículos definidos como «veículos ecológicos avançados» (VEA).

Os métodos de ensaio dos motores são revistos, para se reduzirem as emissões de poluentes, tendo em conta o programa europeu sobre a qualidade do ar, as emissões do tráfego rodoviário, os combustíveis e as tecnologias dos motores (programa «Auto-Oil»).

Segundo um custo/eficácia efectuado no âmbito do programa «Auto-Oil», ficou estabelecido que era necessária uma nova melhoria da tecnologia dos motores diesel, no que respeita aos veículos pesados, com vista a atingir em 2010 a qualidade do ar descrita na comunicação da Comissão sobre o referido programa.

Pelo presente Regulamento pretende-se proceder à regulamentação do n.º 3 do artigo 114.º do Código da Estrada, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 114/94, de 3 de Maio, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 2/98, de 3 de Janeiro.

Assim:

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

Artigo 1.º

Aprovação

1 — O presente diploma transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 1999/96/CE, do Parlamento

Europeu e do Conselho, de 13 de Dezembro, aprovando o Regulamento Respeitante ao Nível das Emissões Poluentes Provenientes dos Motores Alimentados a Diesel, Gás Natural Comprimido ou Gás de Petróleo Liquefeito Utilizados em Automóveis, cujo texto se publica em anexo ao presente diploma e dele faz parte integrante.

2 — Os anexos ao Regulamento a que se refere o número anterior e que a seguir se indicam fazem do mesmo parte integrante:

- a) Anexo 1.º, «Quadros e figuras referentes ao capítulo I»;
- b) Anexo 2.º, «Fórmulas referentes ao capítulo II»;
- c) Anexo 3.º, «Método de ensaio no que diz respeito à conformidade da produção quando o desvio padrão for considerado satisfatório»;
- d) Anexo 4.º, «Método de ensaio no que diz respeito à conformidade da produção quando o desvio padrão for considerado não satisfatório ou não for conhecido»;
- e) Anexo 5.º, «Método de ensaio no que diz respeito à conformidade da produção efectuado a pedido do fabricante»;
- f) Anexo 6.º, «Ficha de informações, nos termos do anexo I da Directiva n.º 70/156/CEE, do Conselho, relativa à homologação CE»;
- g) Anexo 6.º-A, «Características essenciais do motor (protótipo) e informações relativas à condução dos ensaios»;
- h) Anexo 6.º-B, «Características essenciais da família de motores»;
- i) Anexo 6.º-C, «Características essenciais do tipo de motor dentro da família»;
- j) Anexo 6.º-D, «Características das peças do veículo relacionadas com o motor»;
- l) Anexo 7.º, «Ciclos de ensaio ESC e ELR»;
- m) Anexo 8.º, «Ciclo de ensaio ETC»;
- n) Anexo 9.º, «Programa do dinamómetro para motores no ensaio ETC»;
- o) Anexo 10.º, «Métodos de medição e de recolha de amostras»;
- p) Anexo 11.º, «Método de calibração»;
- q) Anexo 12.º, «Características técnicas do combustível de referência prescrito para os ensaios de homologação e para verificar a conformidade da produção»;
- r) Anexo 13.º, «Sistemas de análise e de recolha de amostras»;
- s) Anexo 14.º, «Certificado de homologação CE»;
- t) Anexo 14.º-A «Ao certificado de homologação CE relativo à homologação de um modelo/tipo de veículo/unidade técnica/componente»;
- u) Anexo 15.º, «Exemplo do método de cálculo».

Artigo 2.º

Revogação

É revogado o anexo I da Portaria n.º 517-A/96, de 27 de Setembro, com a redacção que lhe foi dada pela Portaria n.º 1080/97, de 29 de Outubro, no que se refere aos motores diesel (gases e partículas poluentes).

Artigo 3.º

Entrada em vigor

1 — O Regulamento ora aprovado entra em vigor no 1.º dia do mês seguinte ao da sua publicação.

2 — A partir da data de entrada em vigor do presente diploma, a Direcção-Geral de Viação não pode, se os veículos satisfizerem os valores limite estabelecidos no Regulamento ora aprovado, em particular na linha A, B1 ou B2, ou os valores limite facultativos estabelecidos na linha C dos quadros referidos no artigo 14.º, por motivos relacionados com os gases e partículas poluentes e com a opacidade dos fumos emitidos pelos motores:

- a) Recusar a homologação CE, a homologação de âmbito nacional ou a emissão do certificado de homologação a um modelo de veículo movido por um motor de ignição por compressão ou a gás;
- b) Proibir a matrícula, venda, entrada em circulação ou utilização de tais veículos novos;
- c) Recusar a homologação CE a um tipo de motor de ignição por compressão ou a gás;
- d) Proibir a venda ou a utilização de novos motores de ignição por compressão ou a gás.

3 — A partir da data de entrada em vigor do presente diploma, a Direcção-Geral de Viação, se os veículos não satisfizerem os valores limite estabelecidos no Regulamento ora aprovado, em particular na linha A dos quadros constantes do artigo 14.º, por motivos relacionados com os gases e partículas poluentes e com a opacidade dos fumos emitidos pelos motores, deve:

- a) Recusar a homologação CE, ou a emissão do certificado de homologação;
- b) Recusar a homologação de âmbito nacional.

4 — A partir da data de entrada em vigor do presente diploma, a Direcção-Geral de Viação, à excepção para os veículos e motores destinados à exportação para países terceiros e os motores de substituição para veículos antigos em circulação, se as emissões de gases e partículas poluentes e a opacidade dos fumos do motor não respeitarem os valores limite estabelecidos na linha A dos quadros referidos no artigo 14.º do presente Regulamento, deve:

- a) Considerar que os certificados de conformidade que acompanham os veículos novos ou os motores novos deixam de ser válidos;
- b) Proibir a matrícula, venda, entrada em circulação ou utilização de veículos novos movidos por motores de ignição por compressão ou a gás e a venda e utilização de motores de ignição por compressão ou a gás novos.

5 — A partir de 1 de Outubro de 2005, a Direcção-Geral de Viação, no que respeita aos tipos de motores de ignição por compressão ou a gás e aos modelos de veículos movidos por motores de ignição por compressão ou a gás, cujas emissões de gases e partículas poluentes e opacidade dos fumos do motor não respeitarem os valores limite estabelecidos na linha B1 dos quadros referidos no artigo 14.º do presente Regulamento, deve:

- a) Deixar de poder conceder a homologação CE e a emissão do certificado de homologação;
- b) Recusar a homologação de âmbito nacional.

6 — A partir de 1 de Outubro de 2006, a Direcção-Geral de Viação, à excepção para os veículos e motores destinados à exportação para países terceiros e os motores de substituição para veículos antigos em circulação, se as emissões de gases e partículas poluentes e a opacidade dos fumos do motor não respeitarem os valores

limite estabelecidos na linha B1 dos quadros referidos no artigo 14.º do presente Regulamento, deve:

- a) Deixar de considerar válidos os certificados de conformidade que acompanham os veículos novos ou os motores novos;
- b) Proibir a matrícula, venda, entrada em circulação ou utilização de veículos novos movidos por motores de ignição por compressão ou a gás e a venda e utilização de motores de ignição por compressão ou a gás novos.

7 — A partir de 1 de Outubro de 2008, a Direcção-Geral de Viação, no que respeita aos tipos de motores de ignição por compressão ou a gás e aos modelos de veículos movidos por motores de ignição por compressão ou a gás, cujas emissões de gases e partículas poluentes e opacidade dos fumos do motor não respeitarem os valores limite estabelecidos na linha B2 dos quadros referidos no artigo 14.º do presente Regulamento, deve:

- a) Deixar de considerar válidos os certificados de conformidade e de poder conceder a homologação CE;
- b) Recusar a homologação de âmbito nacional.

8 — A partir de 1 de Outubro de 2009, a Direcção-Geral de Viação, à excepção para os veículos e motores destinados à exportação para países terceiros e os motores de substituição para veículos antigos em circulação, se as emissões de gases e partículas poluentes e a opacidade dos fumos do motor não respeitarem os valores limite estabelecidos na linha B2 dos quadros referidos no artigo 14.º do presente Regulamento, deve:

- a) Deixar de considerar válidos os certificados de conformidade que acompanham os veículos novos ou os motores novos;
- b) Proibir a matrícula, venda, entrada em circulação ou utilização de veículos novos movidos por motores de ignição por compressão ou a gás e a venda e utilização de motores novos de ignição por compressão ou a gás.

9 — A partir de 1 de Outubro de 2005, os novos modelos de veículos e, a partir de 1 de Outubro de 2006, todos os modelos de veículos, deverão estar equipados com um sistema de diagnóstico a bordo, designado «OBD», ou um sistema de medição a bordo, designado «OBM», para controlar em funcionamento as emissões gasosas.

10 — A partir de 1 de Outubro de 2005, quanto aos novos tipos e, a partir de 1 de Outubro de 2006, quanto a todos os tipos, os certificados de homologação dos motores e veículos confirmarão igualmente o bom funcionamento dos dispositivos de redução das emissões durante o tempo de vida normal do veículo ou motor.

11 — A partir de 1 de Outubro de 2005, quanto aos novos tipos e, a partir de 1 de Outubro de 2006, quanto a todos os tipos, os certificados de homologação dos veículos deverão confirmar igualmente o bom funcionamento dos dispositivos de controlo das emissões durante o tempo de vida normal do veículo, em condições normais de funcionamento.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 20 de Setembro de 2001. — *António Manuel de Oliveira Guterres — Jaime José Matos da Gama — Guilherme d'Oliveira Martins — Henrique Nuno Pires Severiano Tei-*

xeira — António Luís Santos Costa — Luís Garcia Braga da Cruz — José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa.

Promulgado em 14 de Novembro de 2001.

Publique-se.

O Presidente da República, JORGE SAMPAIO.

Referendado em 15 de Novembro de 2001.

O Primeiro-Ministro, António Manuel de Oliveira Guterres.

ANEXO

REGULAMENTO RESPEITANTE AO NÍVEL DAS EMISSÕES POLUENTES PROVENIENTES DOS MOTORES ALIMENTADOS A DIESEL, GÁS NATURAL COMPRIMIDO OU GÁS DE PETRÓLEO LIQUEFEITO UTILIZADOS EM AUTOMÓVEIS.

CAPÍTULO I

Âmbito, definições, pedido de homologação CE, especificações e ensaios e conformidade da produção

SECÇÃO I

Do âmbito e das definições

Artigo 1.º

Âmbito

O presente Regulamento aplica-se:

- 1) Aos gases e às partículas poluentes provenientes de todos os automóveis equipados com motores de ignição por compressão;
- 2) Aos gases poluentes provenientes de todos os automóveis equipados com motores de ignição comandada alimentados a gás natural comprimido (GNC) ou a gás de petróleo liquefeito (GPL);
- 3) Aos motores de ignição por compressão e de ignição comandada, com excepção dos veículos das categorias N₁, N₂ e M₂, homologados ao abrigo do Regulamento das Homologações CE de Veículos, Sistemas e Unidades Técnicas Relativamente às Emissões Poluentes.

Artigo 2.º

Definições

Para efeitos do disposto no presente Regulamento, entende-se por:

- 1) Auto-adaptabilidade: qualquer dispositivo do motor que permita manter constante a proporção ar/combustível;
- 2) Ciclo de ensaios: uma sequência de pontos de ensaio, cada um com uma velocidade e um binário definidos, que devem ser seguidos pelo motor em condições de funcionamento em estado estacionário (ensaio ESC) ou transientes (ensaios ETC, ELR);
- 3) Dispositivo manipulador (*defeat device*): qualquer elemento que meça ou seja sensível à velocidade do veículo, à velocidade do motor, às mudanças de velocidade, à temperatura, à pressão de admissão ou a qualquer outro parâmetro, e destinado a activar, modular, atrasar ou desactivar o funcionamento de qualquer parte do sistema de controlo das emissões, de forma a redu-

zir a eficácia desse sistema, em circunstâncias que se verifiquem durante a utilização normal do veículo. O elemento aqui referido não é considerado como dispositivo manipulador, caso:

- a) Se justifique a necessidade do dispositivo, para proteger o motor de danos ou avarias e não sejam aplicáveis outras medidas para o mesmo efeito, que não reduzam a eficácia do sistema de controlo das emissões;
 - b) O dispositivo não funcione, para além do necessário, durante o arranque e ou aquecimento do motor e não sejam aplicáveis outras medidas para o mesmo efeito, que não reduzam a eficácia do sistema de controlo das emissões;
- 4) Ensaio ELR: um ciclo de ensaios, que consiste numa sequência de patamares de carga a velocidades de motor constantes, a aplicar de acordo com as artigos referidos no número anterior;
 - 5) Ensaio ESC: um ciclo de ensaios, que consiste em 13 modos em estado estacionário, a aplicar de acordo com os artigos 13.º a 16.º do presente Regulamento;
 - 6) Ensaio ETC: um ciclo de ensaios, que consiste em 1800 modos transientes segundo a segundo, a aplicar de acordo com os citados artigos;
 - 7) Factor de desvio λ (S_λ): uma expressão que descreve a flexibilidade exigida do sistema de gestão do motor, relativamente a uma alteração da razão λ do excesso de ar, no caso de o motor ser alimentado com um gás de composição diferente da do metano puro (v. o anexo 15.º para o cálculo de S_λ);
 - 8) Família de motores: o agrupamento pelo fabricante de motores que, através do respectivo projecto, conforme definido no anexo 6.º-B do presente Regulamento, tenha características de emissões de escape semelhantes e satisfaça os valores limite de emissões aplicáveis;
 - 9) Fumos: partículas suspensas na corrente de gases de escape de um motor diesel, que absorvem, reflectem ou refractam a luz;
 - 10) Gama de GNC: uma das gamas H ou L, definida na norma europeia EN 437, de Novembro de 1993;
 - 11) Gama de velocidades de funcionamento do motor: a gama de velocidades mais frequentemente utilizada durante o funcionamento do motor, que está compreendida entre as velocidades baixa e elevada, conforme estabelecido no capítulo II do presente Regulamento;
 - 12) Gases poluentes: o monóxido de carbono, os hidrocarbonetos (supondo uma proporção de $C/H_{1,85}$ para o combustível para motores diesel, de $C/H_{2,525}$ para o GPL e de $C/H_{2,93}$ para o GNC) (hidrocarbonetos não-metânicos — NMHC), metano (supondo uma proporção de C/H_4 para o GNC) e óxidos de azoto, estes últimos expressos em equivalentes de dióxido de azoto (NO_2);
 - 13) Homologação de um motor (família de motores): a homologação de um tipo de motor (família de motores) no que diz respeito ao nível das emissões de gases e partículas poluentes;
 - 14) Índice de Wobbe (inferior W₁ ou superior W_u): a razão entre o poder calorífico de um gás por unidade de volume e a raiz quadrada da sua

- densidade relativa nas mesmas condições de referência, segundo a fórmula constante do anexo 1.º ao presente Regulamento;
- 15) Motor a gás: um motor que é alimentado a gás natural comprimido (GNC) ou gás de petróleo liquefeito (GPL);
 - 16) Motor de ignição por compressão ou a gás: fonte de propulsão de um veículo, que pode ser homologada como unidade técnica distinta;
 - 17) Motor diesel: um motor que trabalha de acordo com o princípio da ignição por compressão;
 - 18) Motor protótipo: um motor seleccionado de uma família de motores, de tal modo que as suas características em termos de emissões sejam representativas dessa família de motores;
 - 19) Opacímetro: um instrumento concebido para medir a opacidade das partículas de fumo, através do princípio da extinção da luz;
 - 20) Partículas poluentes: quaisquer matérias recolhidas num meio filtrante especificado, após diluição dos gases de escape com ar limpo filtrado, até se obter uma temperatura não superior a 325 K (52°C);
 - 21) Por cento de carga: a fracção do binário máximo disponível a uma dada velocidade do motor;
 - 22) Potência máxima declarada (P_{max}): a potência máxima em kW CE (potência útil) declarada pelo fabricante no seu pedido de homologação;
 - 23) Potência útil: a potência em kW CE obtida no banco de rolos na extremidade do eixo de manivelas, ou seu equivalente, medida de acordo com o método comunitário de medida da potência estabelecido;
 - 24) Recalibração: uma afinação fina de um motor a GNC, de modo a ter o mesmo comportamento funcional (potência, consumo de combustível) numa gama diferente de gás natural comprimido;
 - 25) Tipo de motor: uma categoria de motores que não diferem entre si em aspectos essenciais, tais como as características dos motores definidas no anexo 6.º do presente Regulamento;
 - 26) VEA: um veículo ecológico avançado, ou seja, um veículo movido por um motor que respeita os valores limite de emissão facultativos, apresentados na linha C dos quadros constantes do anexo 1.º do presente Regulamento;
 - 27) Veículo: qualquer veículo movido por um motor de ignição por compressão ou a gás, com exclusão dos veículos da categoria M_1 com uma massa máxima em carga tecnicamente admissível igual ou inferior a 3,5 t;
 - 28) Velocidade baixa (n_{lo}): a mais baixa velocidade do motor, à qual ocorre 50% da potência máxima declarada;
 - 29) Velocidade de referência (n_{ref}): o valor de 100% da velocidade a utilizar para desnormalizar os valores relativos da velocidade do ensaio ETC, conforme estabelecido no anexo 8.º do presente Regulamento;
 - 30) Velocidade elevada (n_{hi}): a mais elevada velocidade do motor, à qual ocorre 70% da potência máxima declarada;
 - 31) Velocidades A, B e C do motor: as velocidades de ensaio, dentro da gama de velocidades de funcionamento do motor, a utilizar para o ensaio ESC e o ensaio ELR, conforme estabelecido no anexo 7.º do presente Regulamento;

- 32) Zona de controlo: a zona compreendida entre as velocidades A e C do motor e entre 25% e 100% da carga.

SECÇÃO II

Do pedido de homologação CE e das marcações

Artigo 3.º

Pedido de homologação CE

1 — O pedido de homologação CE, de um tipo de motor ou família de motores, enquanto unidade técnica, no que respeita ao nível das emissões de gases e partículas poluentes (motores diesel), e ao nível das emissões de gases poluentes (motores a gás), deve ser apresentado pelo fabricante do motor ou pelo seu mandatário.

2 — O pedido referido no número anterior deve ser acompanhado dos documentos a seguir mencionados, em triplicado, e dos seguintes elementos:

- a) Uma descrição do tipo de motor ou da família de motores, se aplicável, incluindo os elementos referidos no anexo 6.º do presente Regulamento, que estejam em conformidade com os requisitos dos artigos 4.º e 5.º do Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, Seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 72/2000, de 6 de Maio;
- b) Deve ser apresentado ao serviço técnico responsável pela realização dos ensaios de homologação, definidos nos artigos 12.º a 16.º, um motor conforme com as características do tipo de motor ou do motor protótipo, descrito no anexo 6.º do presente Regulamento.

3 — O pedido de homologação de um veículo, no que respeita à emissão de gases e partículas poluentes pelo seu motor ou família de motores diesel, e ao nível das emissões de gases poluentes pelo seu motor ou família de motores a gás, deve ser apresentado pelo fabricante do veículo ou pelo seu mandatário.

4 — O pedido referido no número anterior deve ser acompanhado, em triplicado, de uma descrição do modelo de veículo, das peças do veículo relacionadas com o motor e o tipo de motor ou da família de motores, se aplicável, incluindo os elementos referidos no anexo 6.º, juntamente com a documentação exigida, em aplicação do artigo 4.º do Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, Seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas.

5 — O pedido de homologação de um veículo, no que respeita à emissão de gases e partículas poluentes pelo seu motor ou família de motores diesel homologado e ao nível das emissões de gases poluentes pelo seu motor ou família de motores a gás homologado, deve ser apresentado pelo fabricante do veículo ou pelo seu mandatário.

6 — O pedido referido no número anterior deve ser acompanhado, em triplicado, de uma descrição do modelo de veículo e das peças do veículo relacionadas com o motor, incluindo os elementos referidos no anexo 6.º, conforme aplicável, e uma cópia do certificado de homologação CE, nos termos do anexo 14.º, do motor ou família de motores, se aplicável, enquanto unidade técnica, que está instalado no modelo de veículo, juntamente com a documentação exigida, em aplicação do

artigo 4.º do Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, Seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas.

Artigo 4.º

Homologação CE

1 — Caso os requisitos a seguir indicados forem satisfeitos, deve ser concedida a homologação CE universal, no que respeita ao combustível.

2 — No que respeita ao combustível para motores diesel, o motor protótipo deve satisfazer os requisitos do presente Regulamento relativos ao combustível de referência, especificado no anexo 12.º do presente Regulamento.

3 — No que respeita ao gás natural comprimido, o motor protótipo deve demonstrar a sua capacidade de se adaptar a qualquer composição do combustível, que possa ocorrer no mercado:

- a) Combustível de poder calorífico elevado (gás H);
- b) Combustível de poder calorífico baixo (gás L).

4 — Os combustíveis referidos no número anterior têm uma dispersão significativa em ambas as gamas, diferindo de modo significativo quanto ao seu conteúdo energético expresso pelo índice de Wobbe e quanto ao seu factor de desvio λ (S_λ), sendo as fórmulas para os cálculos do índice de Wobbe e do S_λ dadas nos anexos 1.º e 15.º ao presente Regulamento, reflectindo a composição dos combustíveis de referência as variações desses parâmetros.

5 — O motor protótipo deve satisfazer os requisitos do presente Regulamento, com os combustíveis de referência G20 e G25, conforme especificados no anexo 12.º, sem qualquer reajustamento da alimentação de combustível entre os dois ensaios, sendo permitida uma passagem de adaptação ao longo de um ciclo ETC sem medida após a mudança do combustível; antes do ensaio, o motor protótipo deve ser rodado, utilizando o método indicado no n.º 3 do anexo 8.º do presente Regulamento.

6 — No motor alimentado a gás natural, que seja auto-adaptativo, no que respeita à gama dos gases H, e à gama dos gases L, e que mude da gama H para a gama L, e vice-versa, através de um comutador, o motor protótipo deve ser ensaiado com os dois combustíveis de referência relevantes, especificados no anexo 12.º, para cada gama, em cada posição do comutador.

7 — Os combustíveis referidos no número anterior são o G20 (combustível 1) e o G23 (combustível 2) para os gases da gama H e o G23 (combustível 1) e o G25 (combustível 2) para os gases da gama L.

8 — O motor protótipo deve satisfazer os requisitos do presente Regulamento em ambas as posições do comutador, sem qualquer reajustamento da alimentação de combustível entre os dois ensaios em cada posição do comutador, sendo permitida uma passagem de adaptação ao longo de um ciclo ETC, sem medida após a mudança do combustível, devendo, antes do ensaio, o motor protótipo ser rodado, utilizando o processo indicado no n.º 3 do anexo 8.º do presente Regulamento.

9 — A pedido do fabricante, o motor pode ser ensaiado com um terceiro combustível (combustível 3), no caso de o factor de desvio λ (S_λ) estar compreendido entre os dos combustíveis G20 e G25, sendo os resultados deste ensaio utilizados como base para a avaliação da conformidade da produção.

10 — A determinação da relação r dos resultados das emissões, referentes aos números anteriores, é calculada segundo as fórmulas constantes do n.º 5 do anexo 1.º ao presente Regulamento.

11 — No caso do GPL, o motor protótipo deve demonstrar a sua capacidade de se adaptar a qualquer composição de combustível que possa ocorrer no mercado, havendo variações da composição C_3/C_4 , que se reflectem nos combustíveis de referência; o motor protótipo deve satisfazer os requisitos das emissões com os combustíveis de referência A e B, especificados no anexo 12.º, sem qualquer reajustamento da alimentação de combustível entre os dois ensaios, sendo permitida uma passagem de adaptação ao longo de um ciclo ETC sem medida após a mudança do combustível, devendo, antes do ensaio, o motor protótipo ser rodado, utilizando o método indicado no n.º 3 do anexo 8.º ao presente Regulamento.

12 — A determinação da relação r dos resultados das emissões para cada poluente, referido no número anterior, é calculada segundo a fórmula constante do n.º 6 do anexo 1.º ao presente Regulamento.

Artigo 5.º

Concessão de uma homologação CE para uma gama de combustíveis restrita

1 — No caso de um utilizador ter a garantia de abastecimento de um combustível de composição uniforme, pode optar por um motor de combustão pobre, para obter uma homologação para uma gama de combustíveis restrita.

2 — No interesse da harmonização internacional, é conveniente que um exemplar de tal motor obtenha uma homologação internacional.

3 — As variantes restritas em termos de combustível devem ser idênticas, excepto no que respeita ao conteúdo da base de dados da UCE (unidade de controlo electrónico) do sistema de alimentação de combustível e às peças desse sistema, nomeadamente os bicos dos injectores, que precisam de ser adaptadas aos diferentes fluxos de combustível.

4 — No caso de os requisitos indicados no artigo seguinte serem satisfeitos, deve ser concedida a homologação CE para uma gama de combustíveis restrita.

Artigo 6.º

Homologação no que respeita às emissões de escape de um motor a gás natural preparado para funcionar, quer com gases da gama H quer com gases da gama L.

1 — O motor protótipo deve ser ensaiado com os dois combustíveis de referência relevantes, conforme especificado no anexo 12.º do presente Regulamento, para a gama relevante.

2 — Os combustíveis referidos no número anterior são o G20 (combustível 1) e o G23 (combustível 2) para os gases da gama H e o G23 (combustível 1) e o G25 (combustível 2) para os gases da gama L.

3 — O motor protótipo deve satisfazer os requisitos das emissões sem qualquer reajustamento da alimentação de combustível entre os dois ensaios, sendo permitida uma passagem de adaptação ao longo de um ciclo ETC sem medida após a mudança do combustível.

4 — Antes do ensaio, o motor protótipo deve ser rodado, utilizando o método indicado no n.º 3 do anexo 8.º ao presente Regulamento.

5 — A pedido do fabricante, o motor pode ser ensaiado com um terceiro combustível (combustível 3), no caso de o factor de desvio λ (S_λ) estar compreendido, respectivamente, entre os dos combustíveis G20 e G23, ou G23 e G25, quando o combustível 3 for um combustível do mercado.

6 — Os resultados do ensaio podem ser utilizados como base para a avaliação da conformidade da produção.

7 — A determinação da relação r dos resultados das emissões referentes aos números anteriores é calculada segundo as fórmulas constantes do n.º 7 do anexo 1.º do presente Regulamento.

8 — O motor deve apresentar uma etiqueta, nos termos do artigo 11.º do presente Regulamento, indicando a gama de gases para a qual foi homologado.

Artigo 7.º

Homologação no que diz respeito às emissões de escape de um motor a gás natural ou GPL, preparado para funcionar com um combustível de composição específica.

1 — O motor protótipo deve satisfazer os requisitos das emissões com os combustíveis de referência G20 e G25, no caso do gás natural, ou com os combustíveis de referência A e B, no caso do GPL, conforme especificado no anexo 12.º do presente Regulamento.

2 — Nos intervalos dos ensaios admite-se a afinação fina do sistema de alimentação de combustível, devendo essa afinação fina consistir numa recalibração da base de dados do sistema de alimentação de combustível, sem qualquer alteração, quer da estratégia básica de controlo quer da estrutura básica da base de dados.

3 — No caso de ser necessário, admite-se a troca de peças directamente relacionadas com o fluxo do combustível, nomeadamente dos bicos dos injectores.

4 — O motor tem de ter a mesma potência, com ambos os combustíveis.

5 — No caso de o fabricante o desejar, o motor pode ser ensaiado com os combustíveis de referência G20 e G23 ou G23 e G25, caso em que a homologação apenas é válida para os gases da gama H ou da gama L, respectivamente.

6 — O motor deve apresentar uma etiqueta, conforme com o artigo 11.º do presente Regulamento, indicando a composição do combustível para a qual o motor foi homologado.

Artigo 8.º

Homologação de um membro de uma família de motores no que diz respeito às emissões de escape

1 — Com excepção do mencionado no número seguinte, a homologação de um motor protótipo é extensiva a todos os membros da família, sem mais ensaios, para qualquer composição do combustível, dentro da gama para a qual o motor protótipo foi homologado, no caso dos motores descritos no artigo anterior, ou para a mesma gama de combustíveis, no caso dos motores descritos no artigo 4.º ou nos artigos 5.º, 6.º e 7.º, para a qual o motor protótipo foi homologado.

2 — No caso de um pedido de homologação de um motor ou de um veículo em relação ao seu motor, pertencendo o motor a uma família de motores, se a Direcção-Geral de Viação determinar que, em relação ao motor protótipo seleccionado, o pedido apresentado não representa totalmente a família de motores, definida no anexo 3.º, pode seleccionar para ensaio um motor de ensaio de referência alternativo e, se necessário, outro motor.

Artigo 9.º

Certificado de homologação

Para uma homologação concedida, nos termos do artigo 3.º, deve ser emitido um certificado, conforme com o modelo especificado no anexo 14.º do presente Regulamento.

Artigo 10.º

Marcações do motor

1 — O motor homologado como unidade técnica deve apresentar:

- a) A marca ou firma comercial do fabricante do motor;
- b) A descrição comercial do fabricante;
- c) O número de homologação CE, precedido das letras ou número distintivos do Estado-Membro que concedeu a homologação CE, tal como definido no n.º 8 do anexo 1.º do presente Regulamento.

2 — No caso de um motor a GNC, deve ser colocada uma das seguintes marcações, após o número de homologação CE:

- a) H, no caso de o motor estar homologado e calibrado para gases da gama H;
- b) L, no caso de o motor estar homologado e calibrado para gases da gama L;
- c) HL, no caso de o motor estar homologado e calibrado para gases de ambas as gamas, H e L;
- d) H_t, no caso de o motor estar homologado e calibrado para uma composição específica de gás da gama H e ser transformável para outro gás específico da gama H, por afinação fina da alimentação de combustível do motor;
- e) L_t, no caso de o motor estar homologado e calibrado para uma composição específica de gás da gama L e ser transformável para outro gás específico da gama L, por afinação fina da alimentação de combustível do motor;
- f) HL_t, no caso de o motor estar homologado e calibrado para uma composição específica de gás, quer da gama H quer da gama L, e ser transformável para outro gás específico, quer da gama H quer da gama L, por afinação fina da alimentação de combustível do motor.

Artigo 11.º

Etiquetas

1 — No caso dos motores a GNC e a GPL, homologados para uma gama de combustíveis restrita, aplicam-se etiquetas com as seguintes informações:

- a) A etiqueta deve indicar «A SER UTILIZADO APENAS COM GÁS NATURAL DA GAMA H» e, se aplicável, o «H» é substituído por «L»;
- b) A etiqueta deve indicar «A UTILIZAR APENAS COM GÁS NATURAL COM A ESPECIFICAÇÃO . . .» ou «UTILIZAR APENAS COM GÁS DE PETRÓLEO LIQUEFEITO COM A ESPECIFICAÇÃO . . .», conforme aplicável; todas as informações contidas no ou nos quadros adequados do anexo 12.º devem ser dadas com os constituintes e limites individuais, especificados pelo fabricante do motor.

2 — As letras e algarismos que constituem as etiquetas devem ter, pelo menos, 4 mm de altura.

3 — No caso de haver falta de espaço, e não seja possível apresentar as informações referidas no n.º 1, pode ser utilizado um código simplificado, devendo neste caso estar acessível a qualquer pessoa que esteja a encher o depósito de combustível ou a efectuar operações de manutenção ou reparação do motor e dos seus acessórios.

4 — As autoridades interessadas podem solicitar notas explicativas com todas as informações referidas no número anterior.

5 — A localização e o conteúdo das notas explicativas referidas no número anterior são determinados de comum acordo entre o fabricante e a Direcção-Geral de Viação.

6 — As etiquetas devem durar a vida útil do motor, ser claramente legíveis e as suas letras e algarismos indeleveis, devendo ser fixadas de tal modo que a sua fixação dure a vida útil do motor, sem poderem ser removidas, sem serem destruídas.

7 — As etiquetas devem ser fixadas a uma peça do motor, necessária para o seu normal funcionamento, e que não tenha normalmente de ser substituída durante a vida do motor, devendo todas as peças auxiliares necessárias para o seu funcionamento, depois de montadas no motor, estar localizadas de modo a serem rapidamente visíveis por qualquer pessoa.

8 — No caso do pedido de homologação CE de um modelo de veículo no que respeita ao seu motor, a marcação especificada no n.º 1 deve também ser colocada próximo da abertura de abastecimento de combustível.

9 — No caso do pedido de homologação CE de um modelo de veículo com um motor homologado, a marcação especificada no n.º 1 deve também ser colocada próximo da abertura de abastecimento de combustível.

SECÇÃO III

Das especificações e ensaios, da família de motores e da conformidade da produção

Artigo 12.º

Generalidades

1 — Os componentes susceptíveis de afectar as emissões de gases e partículas poluentes dos motores diesel e as emissões de gases poluentes dos motores a gás devem ser concebidos, construídos e montados de forma a permitir que o motor satisfaça, em utilização normal, as disposições do presente Regulamento.

2 — É proibida a utilização de dispositivos manipuladores ou de estratégias pouco razoáveis de controlo das emissões.

3 — Se a Direcção-Geral de Viação suspeitar que um modelo de veículo utiliza mecanismos manipuladores ou qualquer estratégia pouco razoável de controlo das emissões em determinadas condições de funcionamento, o fabricante deve fornecer, a pedido, informações sobre o funcionamento e o efeito sobre as emissões da utilização de tais dispositivos e estratégia de controlo, devendo essas informações conter uma descrição de todos os componentes de controlo das emissões, da lógica do sistema de controlo do combustível, incluindo as estratégias de temporização e os pontos de comutação durante todos os modos de funcionamento.

4 — As informações referidas no número anterior devem permanecer estritamente confidenciais e não ser apensadas à documentação exigida no artigo 3.º do presente Regulamento.

Artigo 13.º

Especificações relativas à emissão de gases e partículas poluentes e fumos

1 — Para a homologação, de acordo com a linha A dos quadros constantes no anexo 1.º do presente Regulamento, determinam-se as emissões com os ensaios ESC e ELR utilizando motores diesel convencionais, incluindo os munidos de equipamento de injeção electrónica de combustível, recirculação dos gases de escape (EGR) ou catalisadores de oxidação.

2 — Os motores diesel equipados com sistemas avançados de pós-tratamento dos gases de escape, incluindo catalisadores de eliminação dos NO_x ou colectores de partículas, devem ser sujeitos adicionalmente ao ensaio ETC.

3 — Para a homologação, de acordo com a linha B1, B2 ou C dos quadros constantes do anexo 1.º, determinam-se as emissões com os ensaios ESC, ELR e ETC.

4 — No que respeita aos motores a gás, as emissões gasosas são determinadas com o ensaio ETC.

5 — Os métodos de ensaios ESC e ELR estão descritos no anexo 7.º e o método de ensaio ETC nos anexos 8.º e 9.º do presente Regulamento.

6 — As emissões de gases e partículas poluentes, se aplicável, e dos fumos, se aplicável, produzidas pelo motor apresentado a ensaio são medidas pelos métodos descritos no anexo 10.º do presente Regulamento.

7 — O anexo 13.º do presente Regulamento descreve os sistemas de análise recomendados para os poluentes gasosos, os sistemas de recolha de amostras de partículas recomendados e o sistema recomendado de medida dos fumos.

8 — Podem ser aprovados pelo serviço técnico outros sistemas ou analisadores se determinar que produzem resultados equivalentes no ciclo de ensaios respectivo.

9 — A determinação da equivalência de sistemas baseia-se num estudo de correlação de sete pares de amostras, ou mais, entre o sistema em estudo e um dos sistemas de referência do presente Regulamento.

10 — No que respeita às emissões de partículas, apenas o sistema de diluição total do fluxo é reconhecido como sistema de referência e os resultados referem-se ao valor das emissões do ciclo específico.

11 — O ensaio de correlação realiza-se no mesmo laboratório, célula de ensaio e com o mesmo motor, preferindo-se que decorra em paralelo, sendo o critério de equivalência definido como uma concordância, com uma tolerância de $\pm 5\%$, das médias dos pares de amostras.

12 — Para a introdução de um novo sistema no Regulamento, a determinação da equivalência baseia-se no cálculo da repetibilidade e da reprodutibilidade, conforme descritas na norma ISO 5725.

Artigo 14.º

Valores limite

1 — As massas específicas do monóxido de carbono, hidrocarbonetos totais, óxidos de azoto e partículas, determinadas no ensaio ESC, e a opacidade dos fumos, determinada no ensaio ELR, não devem exceder os valores indicados no quadro n.º 1 constante no anexo 1.º do presente Regulamento.

2 — No que respeita aos motores diesel que são adicionalmente sujeitos ao ensaio ETC, e especificamente, no que respeita aos motores a gás, as massas específicas de monóxido de carbono, hidrocarbonetos não-metânicos, metano, quando aplicável, óxidos de azoto e partículas, quando aplicável, não devem exceder os valores indicados no quadro n.º 2 constante do anexo 1.º do presente Regulamento.

Artigo 15.º

Medição dos hidrocarbonetos no que diz respeito aos motores diesel e a gás

1 — Um fabricante pode escolher medir a massa de hidrocarbonetos totais (THC) com o ensaio ETC, em vez de medir a massa dos hidrocarbonetos não-metânicos.

2 — No caso referido no número anterior, o limite para a massa de hidrocarbonetos totais, é o mesmo do que para a massa de hidrocarbonetos não-metânicos, como indicado no quadro n.º 2, constante no anexo 1.º do presente Regulamento.

Artigo 16.º

Requisitos específicos para os motores diesel

1 — A massa específica dos óxidos de azoto, medida nos pontos de ensaio aleatórios dentro da zona de controlo do ensaio ESC, não deve exceder em mais de 10% os valores interpolados a partir dos modos de ensaio adjacentes, tal como referido nos n.ºs 4.6.2 e 4.6.3 do anexo 7.º ao presente Regulamento.

2 — O valor dos fumos com a velocidade aleatória do ensaio ELR não deve exceder o valor mais elevado dos fumos das duas velocidades de ensaio adjacentes em mais de 20%, ou mais de 5% do valor limite, conforme o que for maior.

Artigo 17.º

Instalação no veículo

A instalação do motor no veículo deve obedecer às seguintes características, em relação à homologação do motor:

- a) A depressão à admissão não deve exceder a especificada no anexo 14.º para o motor homologado;
- b) A contrapressão de escape não deve exceder a especificada no anexo 14.º para o motor homologado;
- c) O volume do sistema de escape não deve diferir em mais de 40% do especificado no anexo 14.º para o motor homologado;
- d) A potência absorvida pelos equipamentos auxiliares necessários para o funcionamento do motor não deve exceder a especificada no anexo 14.º para o motor homologado.

Artigo 18.º

Família de motores

1 — A família de motores, conforme determinada pelo fabricante dos motores, pode ser definida através de características básicas que devem ser comuns aos motores dentro da família, podendo, nalguns casos, haver interacção de parâmetros.

2 — Os efeitos referidos no número anterior podem também ser tidos em consideração para assegurar que apenas os motores com características semelhantes de emissões de escape sejam incluídos numa família de motores.

3 — Para que os motores possam ser considerados como pertencendo à mesma família de motores, devem ser comuns os parâmetros básicos indicados na lista referida no n.º 9 do anexo 1.º ao presente Regulamento.

Artigo 19.º

Escolha do motor protótipo (motores diesel)

1 — Selecciona-se o motor protótipo da família utilizando o critério primário do débito de combustível mais elevado, por curso à velocidade correspondente ao binário máximo declarado.

2 — No caso de dois ou mais motores satisfazerem o critério primário referido no número anterior, selecciona-se o motor protótipo utilizando o critério secundário do débito de combustível mais elevado, por curso à velocidade nominal.

3 — Em determinadas circunstâncias, a Direcção-Geral de Viação pode concluir que a maneira de caracterizar o pior caso de emissões da família consiste em ensaiar um segundo motor, podendo seleccionar um motor adicional para o ensaio com base em características que indiquem ser este o que detém o nível de emissões mais elevado dos motores da família.

4 — Caso os motores dentro da família tenham outras características variáveis, que possam ser consideradas como afectando as emissões de escape, tais características devem também ser identificadas e tidas em conta na selecção do motor protótipo.

Artigo 20.º

Escolha do motor protótipo (motores a gás)

1 — Selecciona-se o motor protótipo da família utilizando o critério primário da cilindrada mais elevada.

2 — No caso de dois ou mais motores satisfazerem o critério primário referido no número anterior, selecciona-se o motor protótipo utilizando os critérios secundários na seguinte ordem:

- a) Débito de combustível mais elevado, por curso à velocidade correspondente à potência nominal declarada;
- b) Regulação mais avançada da ignição;
- c) Taxa de recirculação dos gases de escape mais baixa;
- d) Inexistência de bomba de ar ou fluxo real de ar fornecido pela bomba mais baixo.

3 — Em determinadas circunstâncias, a Direcção-Geral de Viação pode concluir que a maneira de caracterizar o pior caso de emissões da família consiste em ensaiar um segundo motor, podendo seleccionar um motor adicional para o ensaio com base em características que indiquem ser este o que detém o nível de emissões mais elevado dos motores da família.

Artigo 21.º

Conformidade da produção

1 — Devem ser tomadas medidas destinadas a assegurar a conformidade da produção, de acordo com as disposições do artigo 32.º do Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, Seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas.

2 — A conformidade da produção é verificada com base nos dados do certificado de homologação, que consta do anexo 14.º do presente Regulamento.

3 — Caso a Direcção-Geral de Viação considere não satisfatória a auditoria efectuada ao fabricante, aplicam-se as disposições dos n.ºs 2.4.2 e 2.4.3 do anexo X do Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, Seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas.

4 — Se for necessário medir emissões de poluentes e a homologação do motor tiver sido objecto de uma ou mais extensões, efectuem-se os ensaios com o ou os motores descritos no dossiê informativo relativo à extensão em causa.

Artigo 22.º

Conformidade do motor submetido ao ensaio das emissões de poluentes

1 — Depois de apresentado o motor à Direcção-Geral de Viação, o fabricante não pode efectuar qualquer regulação nos motores seleccionados.

2 — São retirados aleatoriamente três motores da série.

3 — Os motores sujeitos apenas aos ensaios ESC e ELR, ou apenas ao ensaio ETC, para efeitos de homologação, de acordo com a linha A dos quadros constantes no anexo 1.º são submetidos aos ensaios aplicáveis, para efeitos de verificação da conformidade da produção.

4 — Com a concordância da Direcção-Geral de Viação, todos os outros motores homologados, de acordo com as linhas A1, B1 e B2 ou C, dos quadros constantes no anexo 1.º, são submetidos aos ciclos de ensaio ESC e ELR ou ao ciclo de ensaio ETC, para verificação da conformidade de produção.

5 — Os valores limite encontram-se indicados nos quadros n.ºs 1 e 2 constantes no anexo 1.º ao presente Regulamento.

6 — Caso a Direcção-Geral de Viação considere satisfatório o desvio padrão da produção fornecido pelo fabricante, em conformidade com o anexo X do Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, Seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas, aplicável aos automóveis e seus reboques, os ensaios efectuem-se conforme previsto no anexo 3.º do presente Regulamento.

7 — Caso a Direcção-Geral de Viação considere não satisfatório o desvio padrão da produção fornecido pelo fabricante, em conformidade com o anexo X do Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, Seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas, aplicável aos automóveis e aos seus reboques, os ensaios efectuem-se conforme previsto no anexo 4.º do presente Regulamento.

8 — A pedido do fabricante, os ensaios podem ser efectuados conforme previsto no anexo 5.º do presente Regulamento.

9 — Na sequência de um ensaio de motores por amostragem, e de acordo com os critérios de ensaio previstos no referido anexo 3.º, uma série é considerada conforme se todos os poluentes forem objecto de uma decisão positiva ou não conforme se um determinado poluente for objecto de uma decisão negativa.

10 — Se um determinado poluente for objecto de uma decisão positiva, essa decisão não pode vir a ser alterada pelos ensaios efectuados para se tomar uma decisão em relação aos outros poluentes.

11 — Se não for tomada uma decisão positiva em relação a todos os poluentes e nenhum dos poluentes for

objecto de uma decisão negativa, ensaia-se outro motor, conforme a figura n.º 2 constante do anexo 1.º ao presente Regulamento.

12 — Caso não seja tomada qualquer decisão, o fabricante pode optar, em qualquer momento, por interromper os ensaios, sendo, neste caso, registada uma decisão negativa.

13 — Os ensaios devem ser efectuados com motores novos.

14 — Os motores a gás devem ser rodados utilizando o método definido no n.º 3 do anexo 8.º do presente Regulamento.

15 — A pedido do fabricante, podem ser ensaiados motores diesel ou a gás que tenham sido rodados durante um período superior ao indicado no número anterior, com um máximo de cem horas, sendo, nesse caso, a rodagem efectuada pelo fabricante, que se compromete a não fazer quaisquer regulações nos motores a ensaiar.

16 — Se o fabricante pretender efectuar uma rodagem de acordo com o número anterior, esta pode ser realizada em todos os motores a ensaiar, ou no primeiro motor a ensaiar, determinando-se depois um coeficiente de evolução, calculado do seguinte modo:

- a) As emissões de poluentes do primeiro motor a ensaiar são medidas às 0 e às x horas;
- b) O coeficiente de evolução das emissões entre as 0 e as x horas é calculado relativamente a cada poluente, podendo o coeficiente de evolução ser inferior a 1.

17 — Os outros motores não são submetidos ao processo de rodagem, mas as suas emissões às 0 horas são multiplicadas pelo coeficiente de evolução, tendo em conta os seguintes valores:

- a) No que se refere ao primeiro motor a ensaiar, os valores às x horas;
- b) No que se refere aos outros motores a ensaiar, os valores às 0 horas, multiplicados pelo coeficiente de evolução.

18 — No que diz respeito aos motores diesel e aos motores GPL, todos os ensaios referidos nos números anteriores podem ser efectuados com combustíveis comerciais, podendo, a pedido do fabricante, ser utilizados os combustíveis de referência descritos no anexo 12.º do presente Regulamento.

19 — O facto referido no número anterior implica ensaios, conforme descritos do artigo 4.º ao artigo 9.º, com, pelo menos, dois dos combustíveis de referência para cada motor a gás.

20 — No que respeita aos motores a GNC, todos os ensaios referidos podem ser efectuados com combustíveis comerciais do seguinte modo:

- a) Nos motores marcados H, com um combustível comercial dentro da gama H;
- b) Nos motores marcados L, com um combustível comercial dentro da gama L;
- c) Nos motores marcados HL, com um combustível comercial dentro da gama H ou da gama L.

21 — A pedido do fabricante, podem ser utilizados os combustíveis de referência descritos no anexo 12.º do presente Regulamento.

22 — O facto referido no número anterior implica ensaios, conforme descritos do artigo 4.º ao artigo 9.º, com, pelo menos, dois dos combustíveis de referência para cada motor a gás.

23 — Em caso de litígio causado pela não conformidade dos motores a gás, quando utilizam combustíveis comerciais, os ensaios devem ser efectuados com o combustível de referência com o qual o motor protótipo foi ensaiado, ou com o eventual combustível 3 adicional, referido no n.º 9 do artigo 4.º e no n.º 5 do artigo 6.º, com o qual o motor protótipo possa ter sido ensaiado.

24 — O resultado do ensaio tem de ser convertido através de um cálculo que aplica o ou os factores relevantes r , r_a ou r_b , conforme descrito nos n.ºs 10 e 12 do artigo 4.º e no n.º 7 do artigo 6.º e se r , ou r_b forem inferiores a 1, não é necessária nenhuma correcção.

25 — Os resultados medidos e os resultados calculados devem demonstrar que o motor satisfaz os valores limite com todos os combustíveis relevantes, combustíveis 1, 2 e, se aplicável, 3.

26 — Os ensaios relativos à conformidade da produção de um motor a gás, preparado para funcionar com um combustível de composição específica, devem ser realizados com o combustível para o qual o motor foi calibrado.

CAPÍTULO II

Método de ensaio

SECÇÃO I

Dos métodos de ensaio

Artigo 23.º

Introdução

1 — O presente capítulo descreve os métodos de determinação das emissões de componentes gasosos, partículas e fumos pelos motores a ensaiar, descrevendo os três ciclos de ensaio seguintes:

- a) O ensaio ESC, que consiste num ciclo de 13 modos em estado estacionário;
- b) O ensaio ELR, que consiste em patamares de carga transientes a diferentes velocidades que fazem parte integrante de um mesmo ensaio e são efectuados simultaneamente;
- c) O ensaio ETC, que consiste numa sequência segundo a segundo de modos transientes.

2 — Os ensaios referidos no número anterior são aplicados de acordo com as disposições dos artigos 13.º a 16.º do presente Regulamento.

3 — O ensaio é efectuado com o motor montado num banco de ensaio e ligado a um dinamómetro.

Artigo 24.º

Princípio da medição

1 — As emissões a medir, provenientes do escape do motor, incluem os componentes gasosos, nomeadamente monóxido de carbono, hidrocarbonetos totais, com as seguintes relações:

- a) Nos motores diesel no ensaio ESC apenas, hidrocarbonetos não-metânicos;
- b) Nos motores diesel e a GNC no ensaio ETC apenas, metano;
- c) Nos motores a gás no ensaio ETC apenas, óxidos de azoto, e as partículas (motores diesel apenas) e os fumos (motores diesel no ensaio ELR apenas).

2 — O dióxido de carbono é muitas vezes utilizado como gás marcador para determinar a razão de diluição de sistemas de diluição parcial e total do fluxo.

3 — É recomendada a medição geral do dióxido de carbono para a detecção de problemas de medição durante o ensaio.

Artigo 25.º

Ensaio ESC

1 — Durante uma sequência prescrita de condições de funcionamento do motor aquecido, examinam-se continuamente as quantidades das emissões de escape referidas no artigo anterior, retirando uma amostra dos gases de escape brutos.

2 — O ciclo de ensaio consiste num determinado número de modos de velocidade e potência que cobrem a gama de funcionamento típica dos motores diesel.

3 — Em cada modo, determinam-se a concentração de cada gás poluente, o caudal de escape e a potência, sendo os valores medidos ponderados.

4 — A amostra de partículas com ar ambiente condicionado é diluída, retirando-se uma amostra durante o procedimento de ensaio completo, que é recolhida em filtros adequados.

5 — Deve ser calculada a massa, em gramas, de cada poluente emitida por kWh, conforme descrito no anexo 7.º do presente Regulamento, medindo-se a concentração dos NO_x em três pontos de ensaio dentro da zona de controlo seleccionada pelo serviço técnico, sendo os valores medidos comparados com os valores calculados a partir dos modos do ciclo de ensaio que envolvem os pontos de ensaio seleccionados.

6 — A verificação do NO_x assegura a eficácia do controlo de emissões do motor, dentro da gama de funcionamento típica do motor.

Artigo 26.º

Ensaio ELR

1 — Durante o ensaio de reacção a uma carga prescrita, determinam-se os fumos de um motor aquecido através de um opacímetro.

2 — O ensaio referido no número anterior consiste em submeter o motor, a velocidade constante, a uma carga crescente de 10% a 100% a três velocidades diferentes do motor, efectuando-se um quarto patamar de carga seleccionada pelo serviço técnico, sendo o valor comparado com os valores dos patamares de carga anteriores.

3 — Os pontos de ensaio referidos no número anterior devem ser seleccionados, utilizando métodos estatísticos aprovados de aleatorização.

4 — O pico dos fumos deve ser determinado, utilizando um algoritmo de cálculo de médias, conforme descrito no anexo 7.º do presente Regulamento.

Artigo 27.º

Ensaio ETC

1 — Durante um ciclo transiente prescrita de condições de operação do motor aquecido, que é estreitamente baseado em padrões específicos da condução rodoviária de motores pesados instalados em camiões e autocarros, examinam-se os poluentes indicados, após diluição da totalidade dos gases de escape com ar ambiente condicionado.

2 — Utilizando os sinais de retroacção do binário e da velocidade do motor do dinamómetro, integra-se a potência em relação ao tempo do ciclo para se obter o trabalho produzido pelo motor durante o mesmo.

3 — As concentrações dos NO_x e do HC são determinadas ao longo do ciclo, através da integração do sinal do analisador.

4 — As concentrações de CO , de CO_2 e dos HC não-metânicos ($NMHC$), podem ser determinadas por integração do sinal do analisador ou por recolha de amostras em sacos.

5 — No que respeita às partículas, recolhe-se uma amostra proporcional em filtros adequados, determinando-se o caudal dos gases de escape diluídos ao longo do ciclo para calcular os valores das emissões mássicas dos poluentes.

6 — Os valores referidos no número anterior são relacionados com o trabalho do motor para se obter a massa de cada poluente emitida por kWh, conforme descrito no anexo 8.º do presente Regulamento.

SECÇÃO II

Das condições de ensaio

Artigo 28.º

Condições de ensaio do motor

Deve ser medida a temperatura absoluta T_a do ar de admissão do motor, à entrada deste, expressa em kelvin, e a pressão atmosférica seca P_s , expressa em kPa, e determina-se o parâmetro F de acordo com as disposições do n.º 1 do anexo 2.º ao presente Regulamento.

Artigo 29.º

Validade do ensaio

Para que um ensaio seja reconhecido como válido, o parâmetro F deve satisfazer relação referida no n.º 2 do anexo 2.º do presente Regulamento.

Artigo 30.º

Motores com arrefecimento do ar de sobrealimentação

1 — A temperatura do ar de sobrealimentação deve ser registada, devendo estar, à velocidade correspondente à potência máxima declarada e a plena carga, a ± 5 K da temperatura máxima do ar de sobrealimentação, especificada no n.º 1.16.3 do anexo 6.º-A ao presente Regulamento.

2 — A temperatura do fluido de arrefecimento deve ser, pelo menos, de 293 K (20°C).

3 — No caso de se utilizar um sistema da oficina de ensaios ou um ventilador externo, a temperatura do ar de sobrealimentação, deve estar a ± 5 K da temperatura máxima do ar de sobrealimentação especificada no n.º 1.16.3 do anexo 6.º-A, à velocidade correspondente à potência máxima declarada e a plena carga.

4 — A regulação do sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação, para satisfazer as condições referidas no número anterior, não é controlada, devendo ser utilizada para todo o ciclo de ensaio.

Artigo 31.º

Sistema de admissão de ar no motor

Deve ser utilizado um sistema de admissão de ar no motor que apresente uma restrição à entrada de ar a

± 100 Pa do limite superior do motor, a funcionar à velocidade da potência máxima declarada e a plena carga.

Artigo 32.º

Sistema de escape do motor

1 — Deve ser utilizado um sistema de escape que apresente uma contrapressão no escape situada a menos de ± 1000 Pa do limite superior do motor a funcionar à velocidade da potência máxima declarada e a plena carga e um volume situado entre $\pm 40\%$ que o especificado pelo fabricante.

2 — Pode-se utilizar um sistema da oficina de ensaios, desde que represente as condições reais de funcionamento do motor.

3 — O sistema de escape deve satisfazer os requisitos da recolha de amostras de gases de escape constantes do n.º 3.4 do anexo 10.º e dos n.ºs 2.2.1, tubo de escape EP, e 2.3.1, tubo de escape EP, do anexo 13.º ao presente Regulamento.

4 — No caso de o motor estar equipado com um dispositivo de pós-tratamento dos gases de escape, o tubo de escape deve ter o mesmo diâmetro que o tubo utilizado, normalmente, ao longo de, pelo menos, quatro diâmetros do tubo a montante da entrada do início da secção de expansão que contém o dispositivo de pós-tratamento.

5 — A distância da flange do colector de escape ou da saída da turbina de sobrealimentação ao dispositivo de pós-tratamento dos gases de escape deve ser a mesma que na configuração do veículo ou estar dentro das especificações relativas a distância do fabricante.

6 — A contrapressão ou a restrição de escape devem seguir os mesmos critérios que os indicados nos números anteriores, podendo ser regulados com uma válvula.

7 — O alojamento do sistema de pós-tratamento pode ser removido durante os ensaios em branco e durante o traçado do motor e substituído por um alojamento equivalente com um suporte catalisador inactivo.

Artigo 33.º

Sistema de arrefecimento

Deve ser utilizado um sistema de arrefecimento do motor com capacidade suficiente para manter o motor às temperaturas normais de funcionamento prescritas pelo fabricante.

Artigo 34.º

Lubrificante

As especificações do lubrificante utilizado para o ensaio devem ser registadas e apresentadas com os resultados do ensaio, conforme especificado no n.º 7.1 do anexo 6.º-A do presente Regulamento.

Artigo 35.º

Combustível

1 — O combustível deve ser o combustível de referência especificado no anexo 12.º ao presente Regulamento.

2 — A temperatura do combustível e o ponto de medição devem ser especificados pelo fabricante dentro dos limites dados no n.º 1.16.5 do anexo 6.º-A, devendo a temperatura do combustível não ser inferior a 306 K (33°C); se não especificada, deve ser de $311 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($38^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$) à entrada da linha de combustível.

3 — No que respeita aos motores a GNC e a GPL, a temperatura do combustível e o ponto de medição devem situar-se dentro dos limites dados no n.º 1.16.5 do anexo 6.º-A ou, quando o motor não seja protótipo, no n.º 1.16.5 do anexo 6.º-C, ambos do presente Regulamento.

Artigo 36.º

Ensaio dos sistemas de pós-tratamento dos gases de escape

1 — No caso de o motor estar equipado com um sistema de pós-tratamento dos gases de escape, as emissões medidas no ou nos ciclos de ensaio devem ser representativas das emissões no terreno.

2 — No caso de o disposto no número anterior não ser conseguido com um único ciclo de ensaio, nomeadamente em relação aos filtros de partículas com regeneração periódica, efectuam-se vários ciclos de ensaio, calculando-se a média dos resultados dos ensaios ou a sua ponderação, sendo o procedimento exacto acordado entre o fabricante do motor e o serviço técnico, com base no bom-senso técnico.

ANEXO 1.º

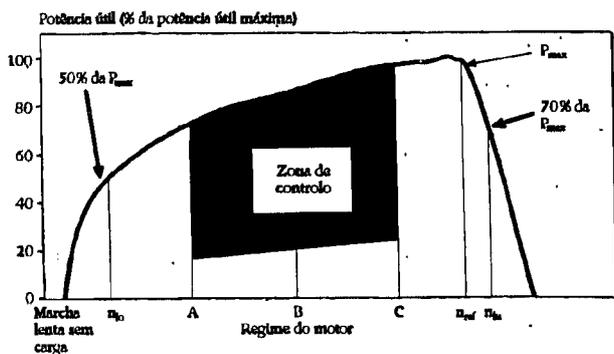
Quadros e figuras referentes ao capítulo I

1 — O índice de Wobbe (inferior W_1 ou superior W_u) é calculado segundo a seguinte fórmula:

$$W = H_{gás} \times \sqrt{\ell_{air} / \ell_{gás}}$$

Figura n.º 1

Definições específicas dos ciclos de ensaios



2 — Símbolos e abreviaturas:

Símbolos dos parâmetros de ensaio

Símbolo	Unidade	Expressão
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
CE_E	—	Eficiência do etano
CE_M	—	Eficiência do metano
C_1	—	Hidrocarboneto com um átomo de carbono equivalente
Conc	ppm/vol%	Índice que denota a concentração

Símbolo	Unidade	Expressão
D_o	m^3/s	Ordenada na origem da função de calibração da PDP
DF	—	Factor de diluição
D	—	Constante da função de Bessel
E	—	Constante da função de Bessel
E_z	g/kWh	Valor interpolado das emissões de NO_x do ponto de controlo
f_a	—	Factor atmosférico do laboratório
f_c	s^{-1}	Frequência de corte do filtro de Bessel
F_{FH}	—	Factor específico do combustível para o cálculo da concentração em base húmida a partir da concentração em base seca
F_S	—	Factor estequiométrico
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 do combustível
G_{TOTW}	Kg/h	Caudal mássico dos gases de escape diluídos em base húmida
H	MJ/m^3	Poder calorífico
H_{REF}	g/Kg	Valor de referência da humidade absoluta (10,71 g/Kg)
H_a	g/Kg	Humidade absoluta do ar de admissão
H_d	g/Kg	Humidade absoluta do ar de diluição
HTCRAT	mol/mol	Razão hidrogénio/carbono
I	—	Índice que denota um modo individual
K	—	Constante de Bessel
K	m^{-1}	Coefficiente de absorção da luz
$K_{H,D}$	—	Factor de correcção da humidade para os NO_x no que diz respeito aos motores diesel
$K_{H,G}$	—	Factor de correcção da humidade para os NO_x no que diz respeito aos motores a gás
K_V	—	Função de calibração do CFV
$K_{W,a}$	—	Factor de correcção base seca/base húmida para o ar de admissão
$K_{W,d}$	—	Factor de correcção base seca/base húmida para o ar de diluição
$K_{W,e}$	—	Factor de correcção base seca/base húmida para os gases de escape diluídos
$K_{W,r}$	—	Factor de correcção base seca/base húmida para os gases de escape brutos
L	%	Percentagem de binário em relação ao regime do motor de ensaio
L_a	m	Comprimento efectivo do percurso óptico
m	—	Declive da função de calibração do PDP
mass	g/h ou g	Índice que denota o caudal mássico ou o fluxo mássico das emissões
M_{DIL}	Kg	Massa da amostra de ar de diluição que passa através dos filtros de recolha de partículas
M_d	mg	Massa da amostra de partículas do ar de diluição recolhido
M_f	mg	Massa da amostra de partículas recolhida
$M_{f,p}$	mg	Massa da amostra de partículas recolhida no filtro primário
$M_{f,b}$	mg	Massa da amostra de partículas recolhida no filtro secundário

Símbolo	Unidade	Expressão
M _{SAM}	Kg	Massa da amostra de gases de escape diluídos que passam através dos filtros de recolha de partículas
M _{SEC}	Kg	Massa do ar de diluição secundária
M _{TOTW}	Kg	Massa total das amostras recolhidas a volume constante (CVS) ao longo do ciclo em base húmida
M _{TOTW,i}	Kg	Massa instantânea das amostras recolhidas a volume constante (CVS) em base húmida
N	%	Opacidade
N _P	—	Rotações totais da PDP ao longo do ciclo
N _{P,i}	—	Rotações da PDP durante um dado intervalo de tempo
n	min ⁻¹	Velocidade do motor
n _P	s ⁻¹	Velocidade da PDP
n _{hi}	min ⁻¹	Velocidade elevada do motor
n _{lo}	min ⁻¹	Velocidade baixa do motor
n _{ref}	min ⁻¹	Velocidade de referência do motor para o ensaio ETC
P _a	KPa	Pressão do vapor de saturação do ar de admissão do motor
P _A	KPa	Pressão absoluta
P _B	KPa	Pressão atmosférica total
P _d	KPa	Pressão do vapor de saturação do ar de diluição do motor
P _S	KPa	Pressão atmosférica em seco
P ₁	KPa	Depressão à entrada da bomba
P(a)	KW	Potência absorvida pelos equipamentos auxiliares a instalar para o ensaio
P(b)	KW	Potência absorvida pelos equipamentos auxiliares a remover para o ensaio
P(n)	KW	Potência útil não corrigida
P(m)	KW	Potência medida no banco de ensaios
Ω	—	Constante de Bessel
Q _S	m ³ /s	Caudal volúmico das amostras recolhidas a volume constante (CVS)
q	—	Razão de diluição
r	—	Relação 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
P	kg/m ³	Densidade
S	KW	Posição do dinamómetro
S _i	m ⁻¹	Valor instantâneo dos fumos
Sλ	—	Factor de desvio λ
T	K	Temperatura absoluta
T _a	K	Temperatura absoluta do ar de admissão
t	s	Tempo de medida
t _e	s	Tempo de resposta eléctrica
t _f	s	Tempo de resposta do filtro no que diz respeito à função de Bessel
t _p	s	Tempo de resposta física
Δt	s	Intervalo de tempo entre dados sucessivos relativos aos fumos (=1/taxa de recolha)
Δt _i	s	Intervalo de tempo para o fluxo instantâneo no CFV
τ	%	Transmitância dos fumos
V _O	m ³ /rev	Caudal volúmico da PDP em condições reais
W	—	Índice de wobbe
W _{act}	kWh	Trabalho do ciclo real do ETC
W _{ref}	kWh	Trabalho do ciclo de referência do ETC
WF	—	Factor de ponderação
WF _E	—	Factor de ponderação efectivo
X _O	m ³ /rev	Função de calibração do actual volúmico da PDP
Y _i	m ⁻¹	Valor dos fumos obtido como média de Bessel em 1 s

3 — Símbolos dos componentes químicos:

CH₄ — metano;
 C₂H₆ — etano;
 C₃H₈ — propano;
 CO — monóxido de carbono;
 DOP — ftalato de dioctilo;
 CO₂ — dióxido de carbono;
 HC — hidrocarbonetos;
 NMHC — hidrocarbonetos não metânicos;
 NO_x — óxidos de azoto;
 NO — óxido nítrico;
 NO₂ — dióxido de azoto;
 PT — partículas.

4 — Abreviaturas:

CFV — venturi de escoamento crítico;
 CLD — detector quimioluminescente;
 ELR — ensaio europeu de resposta a uma carga;
 ESC — ciclo europeu de estado estacionário;
 ETC — ciclo transiente europeu;
 FID — detector de ionização por chama;
 GC — cromatógrafo em fase gasosa;
 GNC — gás natural comprimido;
 GPL — gás de petróleo liquefeito;
 HCLD — detector quimioluminescente aquecido;
 HFID — detector aquecido de ionização por chama;
 NDIR — analisador de infra-vermelhos não dispersivos;
 NMC — separador de hidrocarbonetos não metânicos.

5 — Determina-se a relação "r" dos resultados das emissões do seguinte modo:

$$r = \frac{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 2}}{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 1}}$$

ou

$$r_a = \frac{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 2}}{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 3}}$$

e

$$r_b = \frac{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 1}}{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 3}}$$

6 — Determina-se a relação r dos resultados das emissões para cada poluente do seguinte modo:

$$r = \frac{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 2}}{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 1}}$$

7 — Determina-se a relação r dos resultados das emissões do seguinte modo:

$$r = \frac{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 2}}{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 1}}$$

ou

$$r_a = \frac{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 2}}{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 3}}$$

c

$$r_b = \frac{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 1}}{\text{Resultado das emissões com o combustível de referência 3}}$$

8 — Número de homologação CE precedido das letras ou número distintivos do Estado membro que concedeu a homologação CE:

1=Alemanha; 2=França; 3=Itália; 4=Países Baixos; 5=Suécia; 6=Bélgica; 9=Espanha; 11=Reino Unido; 12=Áustria; 13=Luxemburgo; 16=Noruega; 17=Finlândia; 18=Dinamarca; 21=Portugal; 23=Grecia; FL=Liechtenstein; IS=Islândia; IRL=Irlanda.

QUADRO N.º 1

Valores limite — Ensaios ESC e ELR

Linha	Massa de monóxido de carbono (CO) — g/kWh	Massa de hidrocarbonetos (HC) — g/kWh	Massa de óxidos de azoto (NO _x) — g/kWh	Massa de partículas (PT) — g/kWh	Fumos — m ⁻¹
A (2000) ...	2,1	0,66	5,0	0,10 (1) 0,15	0,8
B1 (2005) ...	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
B2 (2008) ...	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
C (VEA)	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

(1) Para motores de cilindrada inferior a 0,75 dm³ e velocidade à potência nominal superior a 3000 min⁻¹.

QUADRO N.º 2

Valores limite — Ensaios ETC (1)

Linha	Massa de monóxido de carbono (CO) — g/kWh	Massa de hidrocarbonetos não-metânicos (NMHC) — g/kWh	Massa de metano (CH ₄) (2)	Massa de óxidos de azoto (NO _x) — g/kWh	Massa de partículas (PT) (3)
A (2000) ...	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 (4) 0,21
B1 (2005) ...	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
B2 (2008) ...	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03
C (VEA)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02

(1) As condições de verificação da aceitabilidade dos ensaios ETC (v. anexo n.º 8, n.º 3.9) na medição das emissões dos motores a gás para ver se são respeitados os valores limite aplicáveis indicados na linha A serão reexaminadas e, se necessário, alteradas em conformidade com o procedimento previsto no artigo 13.º do Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, Seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas.

(2) Apenas no que diz respeito aos motores a gás natural comprimido.

(3) Não é aplicável a motores alimentados a gás na linha A e nas linhas B1 e B2.

(4) No que diz respeito aos motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm³ e velocidade à potência nominal superior a 3000 min⁻¹.

9 — Parâmetros que definem a família de motores:

a) Ciclo de combustão:

Dois ciclos;
Quatro ciclos;

b) Meio de arrefecimento:

Ar;
Água;
Óleo;

c) No que respeita aos motores a gás e aos motores com pós-tratamento:

Número de cilindros.

(Outros motores diesel com menos cilindros do que o motor protótipo podem ser considerados como pertencendo à mesma família de motores desde que o sistema de alimentação de combustível forneça o combustível a cada cilindro individualmente);

d) Cilindrada unitária:

Os motores devem estar dentro de um intervalo de 15%;

e) Método de aspiração do ar:

Normalmente aspirado;
Sobrealimentado;
Sobrealimentado com sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação;

f) Tipo/concepção da câmara de combustão:

Pré-câmara;
Câmara de turbulência;
Câmara aberta;

g) Válvulas e janelas - configuração, dimensão e número:

Cabeça dos cilindros;
Parede dos cilindros;
Cárter;

h) Sistema de injeção de combustível (motores diesel):

Bomba-linha-injector;
Bomba em linha;
Bomba de distribuição;
Elemento simples;
Injector unitário;

i) Sistema de alimentação de combustível (motores a gás):

Unidade misturadora;
Indução/injeção de gás (ponto único, multiponto);
Injeção de líquido (ponto único, multiponto);

j) Sistema de ignição (motores a gás);

k) Características várias:

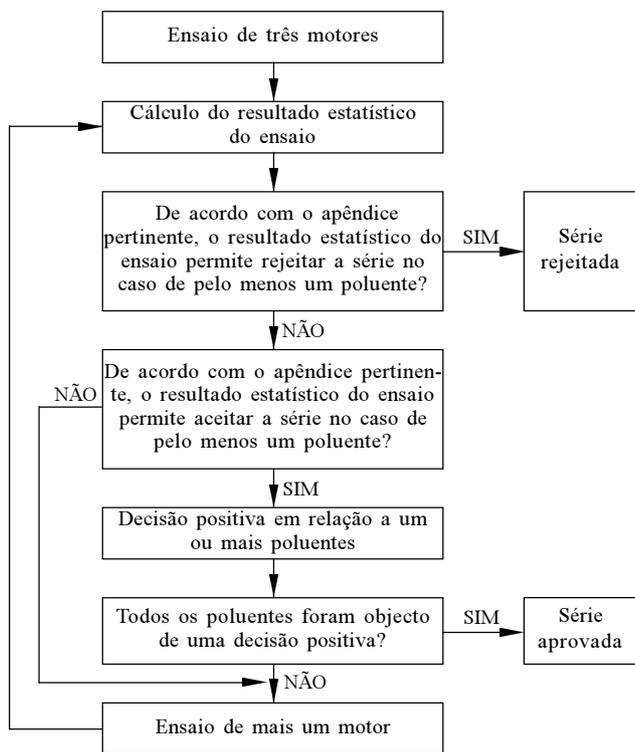
Recirculação dos gases de escape;
Injeção/emulsão de água;
Injeção de ar secundária;
Sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação;

l) Pós-tratamento dos gases de escape:

Catalisador de três vias;
Catalisador de oxidação;
Catalisador de redução;
Reactor térmico;
Colector de partículas.

Figura n.º 2

Diagrama esquemático dos ensaios de conformidade da produção



ANEXO 2.º

Fórmulas referentes ao capítulo II

1 — O parâmetro *F* é determinado de acordo com as seguintes disposições:

a) No que diz respeito aos motores diesel:

Motores com aspiração normal e motores com sobrealimentação mecânica:

$$F = \left(\frac{99}{P_s}\right) * \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7}$$

Motores turbocomprimidos com ou sem arrefecimento do ar de admissão:

$$F = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{0,7} * \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5}$$

b) No que diz respeito aos motores a gás:

$$F = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{1,2} * \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,6}$$

2 — O parâmetro *F* deve satisfazer a seguinte relação:

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

ANEXO 3.º

Método de ensaio no que diz respeito à conformidade da produção quando o desvio padrão for considerado satisfatório.

1 — O presente anexo descreve o método de verificação da conformidade da produção no que diz respeito às emissões de poluentes quando o desvio-padrão da produção indicado pelo fabricante for considerado satisfatório.

2 — Sendo 3 o tamanho mínimo da amostra, estabeleceu-se o método de recolha de amostras de modo que a probabilidade de ser aprovado um lote com 40 % de motores defeituosos seja de 0,95 (risco do fabricante: 5 %) e a probabilidade de ser aprovado um lote com 65 % de motores defeituosos seja de 0,10 (risco do consumidor: 10 %).

3 — O método a utilizar para cada um dos poluentes previstos no artigo 14.º do presente Regulamento é o seguinte (v. figura n.º 2, constante do anexo 1.º):

Sejam:

- L* = o logaritmo natural do valor limite do poluente em questão;
- X_i* = o logaritmo natural do valor medido para o motor *i* da amostra;
- s* = uma estimativa do desvio-padrão da produção (depois de calculados os logaritmos naturais dos valores medidos);
- n* = o tamanho da amostra.

4 — Em relação a cada amostra, o somatório dos desvios normalizados em relação ao valor-limite é calculado do seguinte modo:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=1}^n (L - X_i)$$

5 — Nestas circunstâncias:

Se o resultado estatístico do ensaio for superior ao número correspondente à decisão positiva prevista no quadro n.º 3 para o tamanho de amostra em questão, o poluente em causa será objecto de uma decisão positiva;

Se o resultado estatístico do ensaio for inferior ao número correspondente à decisão negativa prevista no quadro n.º 3 para o tamanho de amostra em questão, o poluente em causa será objecto de uma decisão negativa;

Nos restantes casos proceder-se-á ao ensaio de mais um motor, conforme referido no n.º 1 do artigo 22.º do presente Regulamento, aplicando-se depois o método de cálculo a uma amostra com mais uma unidade.

QUADRO N.º 3

Números correspondentes à decisão positiva e à decisão negativa do plano de amostragem do anexo 3.º

Dimensão mínima da amostra: 3

Número acumulado de motores ensaiados (tamanho da amostra)	Número correspondente à decisão positiva (<i>A_n</i>)	Número correspondente à decisão negativa (<i>B_n</i>)
3	3,327	- 4,724
4	3,261	- 4,790
5	3,195	- 4,856
6	3,129	- 4,922
7	3,063	- 4,988
8	2,997	- 5,054

Número acumulado de motores ensaiados (tamanho da amostra)	Número correspondente à decisão positiva (A _n)	Número correspondente à decisão negativa (B _n)
9	2,931	-5,120
10	2,865	-5,185
11	2,799	-5,251
12	2,733	-5,317
13	2,667	-5,383
14	2,601	-5,449
15	2,515	-5,515
16	2,469	-5,581
17	2,403	-5,647
18	2,337	-5,713
19	2,271	-5,779
20	2,205	-5,845
21	2,139	-5,911
22	2,073	-5,977
23	2,007	-6,043
24	1,941	-6,109
25	1,875	-6,175
26	1,809	-6,241
27	1,743	-6,307
28	1,677	-6,373
29	1,611	-6,439
30	1,545	-6,505
31	1,479	-6,571
32	-2,112	-2,112

ANEXO 4.º

Método de ensaio no que diz respeito à conformidade da produção quando o desvio padrão for considerado não satisfatório ou não for conhecido.

1 — O presente anexo descreve o método de verificação da conformidade da produção no que diz respeito às emissões de poluentes quando o desvio padrão da produção indicado pelo fabricante for considerado não satisfatório ou não for conhecido.

2 — Sendo 3 o tamanho mínimo da amostra, estabelece-se o método de recolha de amostras de modo que a probabilidade de ser aprovado um lote com 40 % de motores defeituosos seja de 0,95 (risco do fabricante: 5 %) e a probabilidade de ser aprovado um lote com 65 % de motores defeituosos seja de 0,10 (risco do consumidor: 10 %).

3 — Considera-se que os valores dos poluentes dados no artigo 14.º do presente Regulamento, seguem uma distribuição logarítmica normal, pelo que há que calcular os respectivos logaritmos naturais. Os tamanhos mínimo e máximo da amostra são designados, respectivamente, por m_o e m (m_o = 3 e m = 32) e o tamanho da amostra é designado por n.

4 — Se os logaritmos naturais da série de valores medidos forem x₁, x₂ ... x_i e se L for o logaritmo natural do valor limite do poluente em questão, então:

$$d_i = x_i - L$$

e

$$\bar{d}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$V_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_n)^2$$

5 — O quadro n.º 4 fornece os valores dos números correspondentes às decisões positiva (A_n) e negativa (B_n) em função do tamanho da amostra. Utilizando como resultado estatístico dos ensaios o quociente d_n/V_n as séries serão aprovadas ou rejeitadas com base nos seguintes critérios:

Para m_o ≤ n ≤ m:

$$se \frac{\bar{d}_n}{v_n} \leq A_n, \text{ a série é aprovada;}$$

$$se \frac{\bar{d}_n}{v_n} \geq B_n, \text{ a série é rejeitada;}$$

$$se A_n \leq \frac{\bar{d}_n}{v_n} \geq B_n, \text{ efectua-se uma nova medição.}$$

6 — Observações — as seguintes fórmulas interactivas são úteis para calcular os valores sucessivos do resultado estatístico do ensaio:

$$\bar{d}_n = (1 - \frac{1}{n})\bar{d}_{n-1} + \frac{1}{n}d_n$$

$$V_n^2 = (1 - \frac{1}{n})V_{n-1}^2 + \frac{(\bar{d}_n - d_n)^2}{n-1}$$

$$(n = 2,3,...; \bar{d}_1 = d_1; V_1 = 0)$$

QUADRO N.º 4

Números correspondentes à decisão negativa do plano de amostragem do anexo 4.º

Tamanho mínimo da amostra: 3

Número acumulado de motores ensaiados (tamanho da amostra)	Número correspondente à decisão positiva (A _n)	Número correspondente à decisão negativa (B _n)
3	-0,80381	16,64743
4	-0,76339	7,68627
5	-0,72982	4,67136
6	-0,69962	3,25573
7	-0,67129	2,45431
8	-0,64406	1,94369
9	-0,61750	1,59105
10	-0,59135	1,33295
11	-0,56542	1,13566
12	-0,53960	0,97970
13	-0,51379	0,85307
14	-0,58791	0,74801
15	-0,46191	0,65928
16	-0,43573	0,58321
17	-0,40933	0,51718
18	-0,38266	0,45922
19	-0,35570	0,40788
20	-0,32840	0,36203
21	-0,30072	0,32078
22	-0,27263	0,28343
23	-0,24410	0,24943
24	-0,21509	0,21831
25	-0,18557	0,18970
26	-0,15550	0,16328
27	-0,12483	0,13880

Número acumulado de motores ensaiados (tamanho da amostra)	Número correspondente à decisão positiva (A_n)	Número correspondente à decisão negativa (B_n)
28	- 0,09354	0,11603
29	- 0,06159	0,09480
30	- 0,02892	0,07493
31	- 0,00449	0,05629
32	- 0,03876	0,03876

ANEXO 5.º

Método de ensaio no que diz respeito ao ensaio de conformidade da produção efectuado a pedido do fabricante.

1 — O presente anexo descreve o método de verificação, a pedido do fabricante, da conformidade da produção no que diz respeito às emissões de poluentes.

2 — Sendo 3 o tamanho mínimo da amostra, estabelece-se o método de recolha de amostras de modo a que a probabilidade de ser aprovado um lote com 40 % de motores defeituosos seja de 0,95 (risco do fabricante: 5 %) e a probabilidade de ser aprovado um lote com 65 % de motores defeituosos seja de 0,10 (risco do consumidor: 10 %).

3 — O método a utilizar para cada um dos poluentes previstos no artigo 14.º do presente Regulamento, é o seguinte (v. a figura n.º 2):

Sejam:

L = o valor-limite do poluente em questão;

X_i = o valor medido para o motor i da amostra;

n = o tamanho da amostra.

4 — O número de motores não conformes (isto é, para os quais $x_i \geq L$), que constitui o resultado estatístico do ensaio, é calculado em relação a cada amostra considerada.

5 — Nestas circunstâncias:

Se o resultado estatístico do ensaio for inferior ou igual ao número correspondente à decisão positiva prevista no quadro n.º 5 para o tamanho de amostra em questão, o poluente em causa será objecto de uma decisão positiva;

Se o resultado estatístico do ensaio for superior ou igual ao número correspondente à decisão negativa prevista no quadro n.º 5 para o tamanho de amostra em questão, o poluente em causa será objecto de uma decisão negativa;

Nos restantes casos, proceder-se-á ao ensaio de mais um motor, conforme referido no n.º 1 do artigo 22.º do presente Regulamento, aplicando-se depois o método de cálculo a uma amostra com mais uma unidade.

Os números correspondentes às decisões positiva e negativa que figuram no quadro n.º 5 foram determinados com base na norma ISO 8422/1991.

QUADRO N.º 5

Números correspondentes à decisão positiva e à decisão negativa do plano de amostragem do anexo 5.º

Tamanho mínimo da amostra: 3

Número acumulado de motores ensaiados (tamanho da amostra)	Número correspondente à decisão positiva	Número correspondente à decisão negativa
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6
10	3	7
11	3	7
12	4	8
13	4	8
14	5	9
15	5	9
16	6	10
17	6	10
18	7	11
19	8	9

ANEXO 6.º

Ficha de informações n.º ...

(nos termos do anexo 1 da Directiva n.º 70/156/CEE, do Conselho, relativa à homologação CE)

No que diz respeito às medidas a tomar contra a emissão de gases e partículas poluentes provenientes dos motores de ignição por compressão utilizados em automóveis e a emissão de gases poluentes provenientes dos motores de ignição comandada alimentados a gás natural comprimido ou a gás de petróleo liquefeito utilizados em automóveis.

(Directiva n.º 88/77/CEE, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 1999/96/CE)

Modelo de automóvel/motor protótipo/tipo de motor (¹): ...

0 — Generalidades:

0.1 — Marca (firma): ...

0.2 — Modelo/designação comercial (mencionar eventuais variantes): ...

0.3 — Meios de identificação do modelo/tipo (¹), se marcados no veículo, e sua localização: ...

0.4 — Categoria do veículo (se aplicável): ...

0.5 — Categoria do motor: diesel/alimentado a GNC/alimentado a GPL (¹): ...

0.6 — Nome e endereço do fabricante: ...

0.7 — Localização das chapas e inscrições regulamentares e método de fixação: ...

0.8 — No caso de componentes e de unidades técnicas, localização e método de fixação da marca de homologação CE: ...

0.9 — Endereço(s) da(s) linha(s) de montagem: ...

Documentos anexos

1 — Características essenciais do motor (protótipo) e informações relativas à condução dos ensaios (anexo 6.º-A).

2 — Características essenciais da família de motores (anexo 6.º-B).

3 — Características essenciais dos tipos de motores dentro da família (anexo 6.º-C).

4 — Características das peças do veículo relacionadas com o motor (se aplicável) (anexo 6.º-D).

5 — Fotografias e/ou desenhos do motor protótipo/tipo de motor e, se aplicável, do compartimento do motor.

6 — Enumerar outros documentos, caso existam.

(Data, processo.)

(¹) Riscar o que não interessa.

ANEXO 6.º-A

Características essenciais do motor (protótipo) e informações relativas à condução dos ensaios (¹)

- 1 — Descrição do motor:
- 1.1 — Fabricante: ...
- 1.2 — Código do fabricante para o motor: ...
- 1.3 — Ciclo: quatro tempos/dois tempos (¹).
- 1.4 — Número e disposição dos cilindros: ...
- 1.4.1 — Diâmetro: ... mm.
- 1.4.2 — Curso: ... mm.
- 1.4.3 — Ordem de inflamação: ...
- 1.5 — Cilindrada: .. cm³.
- 1.6 — Taxa de compressão volumétrica (²): ...
- 1.7 — Desenhos da câmara de combustão e da face superior do êmbolo: ...
- 1.8 — Secções transversais mínimas das janelas de admissão e de escape: ... cm².
- 1.9 — Velocidade em marcha lenta sem carga: ... min⁻¹.
- 1.10 — Potência útil máxima: ... kW a ... min⁻¹ (valor declarado pelo fabricante).
- 1.11 — Velocidade máxima admitida do motor: ... min⁻¹.
- 1.12 — Binário útil máximo: ... Nm a ... min⁻¹.
- 1.13 — Sistema de combustão: ignição por compressão/ignição comandada (¹).
- 1.14 — Combustível: combustível para motores diesel/GPL/GNC-H/GNC-L/GH-HL (¹).
- 1.15 — Sistema de arrefecimento:
- 1.15.1 — Por líquido:
- 1.15.1.1 — Natureza do líquido: ...
- 1.15.1.2 — Bomba(s) de circulação: sim/não (¹).
- 1.15.1.3 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
- 1.15.1.4 — Relação(ões) de transmissão (se aplicável): ...
- 1.15.2 — Por ar:
- 1.15.2.1 — Insuflador: sim/não (¹).
- 1.15.2.2 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
- 1.15.2.3 — Relação(ões) de transmissão (se aplicável): ...
- 1.16 — Temperaturas admitidas pelo fabricante:
- 1.16.1 — Arrefecimento por líquido: temperatura máxima à saída: ... K.
- 1.16.2 — Arrefecimento por ar: ponto de referência: ... Temperatura máxima no ponto de referência: ... K.
- 1.16.3 — Temperatura máxima do ar à saída do permutador de calor do ar de sobrealimentação: ... K.
- 1.16.4 — Temperatura máxima de escape no(s) ponto(s) do(s) tubo(s) de escape adjacente(s) à(s) flange(s) exterior(es) do(s) colector(es) de escape ou da(s) turbina(s) de sobrealimentação: ... K.
- 1.16.5 — Temperatura do combustível: mínima: ... K, máxima: ... K.
- À entrada da bomba de injeção, no que diz respeito aos motores diesel, e no andar final do regulador de pressão, no que diz respeito aos motores a gás.
- 1.16.6 — Pressão do combustível: mínima: ... kPa, máxima: ... kPa.

(No andar final do regulador de pressão, para os motores alimentados a GNC apenas.)

1.16.7 — Temperatura do lubrificante: mínima: ... K, máxima: ... K.

1.17 — Sobrealimentador: sim/não (¹).

1.17.1 — Marca(s): ...

1.17.2 — Tipo(s): ...

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

1.17.4 — Permutador de calor do ar de sobrealimentação: sim/não (¹).

1.18 — Sistema de admissão:

Depressão máxima admissível na admissão à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga, conforme especificado nas condições de funcionamento da Directiva n.º 80/1269/CEE (⁴), com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 97/21/CE (⁵): ... kPa.

1.19 — Sistema de escape:

Contrapressão máxima admissível de escape à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga, conforme especificado nas condições de funcionamento da Directiva n.º 80/1269/CEE (⁴), com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 97/21/CE (⁵): ... kPa;

Volume do sistema de escape: ... cm³.

2 — Medidas adoptadas contra a poluição atmosférica:

2.1 — Dispositivo para reciclar os gases do cárter (descrição e desenhos): ...

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

2.2.1 — Catalisador: sim/não (¹).

2.2.1.1 — Marca(s): ...

2.2.1.2 — Tipo(s): ...

2.2.1.3 — Número de catalisadores e elementos: ...

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

2.2.1.5 — Tipo de acção catalítica: ...

2.2.1.6 — Carga total de metal precioso: ...

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

2.2.1.9 — Densidade das células: ...

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

2.2.1.11 — Localização do(s) catalisador(es) (lugar e distância de referência na linha de escape): ...

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

2.2.2.1 — Marca(s): ...

2.2.2.2 — Tipos: ...

2.2.3 — Injecção de ar: sim/não (1).

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

2.2.4 — Recirculação dos gases de escape: sim/não (¹).

2.2.4.1 — Características (caudal, etc.): ...

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

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

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

2.2.5.3 — Localização (distância de referência na linha de escape): ...

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

2.2.6 — Outros sistemas: sim/não (¹).

2.2.6.1 — Descrição e funcionamento: ...

- 3 — Alimentação de combustível:
- 3.1 — Motores diesel:
- 3.1.1 — Bomba de alimentação:
- Pressão ⁽²⁾ ... kPa ou diagrama característico ⁽¹⁾: ...
- 3.1.2 — Sistema de injeção:
- 3.1.2.1 — Bomba:
- 3.1.2.1.1 — Marca(s): ...
- 3.1.2.1.2 — Tipo(s): ...
- 3.1.2.1.3 — Débito máximo de combustível ⁽²⁾: ... mm³ por curso à velocidade do motor de ... min⁻¹ a injeção plena ou diagrama característico ⁽¹⁾ ⁽²⁾: ...
- Mencionar o método utilizado: no motor/no banco das bombas ⁽¹⁾.
- Se a pressão puder ser controlada, indicar o débito de combustível e a pressão característicos em relação à velocidade do motor.
- 3.1.2.1.4 — Avanço da injeção:
- 3.1.2.1.4.1 — Curva do avanço da injeção ⁽²⁾: ...
- 3.1.2.1.4.2 — Regulação estática da injeção ⁽²⁾: ...
- 3.1.2.2 — Tubagem de injeção:
- 3.1.2.2.1 — Comprimento: ... mm.
- 3.1.2.2.2 — Diâmetro interior: ... mm.
- 3.1.2.3 — Injector(es):
- 3.1.2.3.1 — Marca(s): ...
- 3.1.2.3.2 — Tipo(s): ...
- 3.1.2.3.3 — Pressão de abertura ⁽²⁾: ... kPa ou diagrama característico ⁽¹⁾ ⁽²⁾: ...
- 3.1.2.4 — Regulador:
- 3.1.2.4.1 — Marca(s): ...
- 3.1.2.4.2 — Tipo(s): ...
- 3.1.2.4.3 — Velocidade a que o corte tem início a plena carga: ... min⁻¹.
- 3.1.2.4.4 — Velocidade máxima sem carga: ... min⁻¹.
- 3.1.2.4.5 — Velocidade em marcha lenta sem carga: ... min⁻¹.
- 3.1.3 — Sistema de arranque a frio:
- 3.1.3.1 — Marca(s): ...
- 3.1.3.2 — Tipo(s): ...
- 3.1.3.3 — Descrição: ...
- 3.1.3.4 — Sistema auxiliar de arranque:
- 3.1.3.4.1 — Marca: ...
- 3.1.3.4.2 — Tipo: ...
- 3.2 — Motores a gás ⁽⁶⁾:
- 3.2.1 — Combustível: gás natural/GPL ⁽¹⁾.
- 3.2.2 — Regulador(es) de pressão ou vaporizador(es)/regulador(es) de pressão ⁽¹⁾:
- 3.2.2.1 — Marca(s): ...
- 3.2.2.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.2.3 — Número de andares de redução de pressão: ...
- 3.2.2.4 — Pressão no andar final: mínima: ... kPa, máxima: ... kPa.
- 3.2.2.5 — Número de pontos de regulação principais: ...
- 3.2.2.6 — Número de pontos de regulação da marcha lenta sem carga: ...
- 3.2.2.7 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...
- 3.2.3 — Sistema de alimentação de combustível: unidade de mistura/injeção de gás/injeção de líquido/injeção directa ⁽¹⁾:
- 3.2.3.1 — Regulação da riqueza da mistura: ...
- 3.2.3.2 — Descrição do sistema e ou diagrama e desenhos: ...
- 3.2.3.3 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...
- 3.2.4 — Unidade de mistura:
- 3.2.4.1 — Número: ...
- 3.2.4.2 — Marca(s): ...
- 3.2.4.3 — Tipo(s): ...
- 3.2.4.4 — Localização: ...
- 3.2.4.5 — Possibilidades de regulação: ...
- 3.2.4.6 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...
- 3.2.5 — Injeção no colector de admissão:
- 3.2.5.1 — Injeção: ponto único/multiponto ⁽¹⁾.
- 3.2.5.2 — Injeção: contínua/temporizada simultaneamente/temporizada sequencialmente ⁽¹⁾.
- 3.2.5.3 — Equipamento de injeção:
- 3.2.5.3.1 — Marca(s): ...
- 3.2.5.3.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.5.3.3 — Possibilidades de regulação: ...
- 3.2.5.3.4 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...
- 3.2.5.4 — Bomba de abastecimento (se aplicável):
- 3.2.5.4.1 — Marca(s): ...
- 3.2.5.4.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.5.4.3 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...
- 3.2.5.5 — Injector(es):
- 3.2.5.5.1 — Marca(s): ...
- 3.2.5.5.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.5.5.3 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...
- 3.2.6 — Injeção directa:
- 3.2.6.1 — Bomba de injeção/regulador de pressão ⁽¹⁾:
- 3.2.6.1.1 — Marca(s): ...
- 3.2.6.1.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.6.1.3 — Regulação da injeção: ...
- 3.2.6.1.4 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...
- 3.2.6.2 — Injector(es):
- 3.2.6.2.1 — Marca(s): ...
- 3.2.6.2.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.6.2.3 — Pressão de abertura ou diagrama característico ⁽²⁾: ...
- 3.2.6.2.4 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...
- 3.2.7 — Unidade electrónica de controlo:
- 3.2.7.1 — Marca(s): ...
- 3.2.7.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.7.3 — Possibilidades de regulação: ...
- 3.2.8 — Equipamentos específicos para o GNC:
- 3.2.8.1 — Variante I (apenas no caso da homologação de motores preparados para várias composições de um combustível específico):
- 3.2.8.1.1 — Composição do combustível:
- Metano (CH₄): típica: ... % (mol); mín: ... % (mol); máx: ... % (mol);
- Etano (C₂H₆): típica: ... % (mol); mín: ... % (mol); máx: ... % (mol);
- Propano (C₃H₈): típica: ... % (mol); mín: ... % (mol); máx: ... % (mol);
- Butano (C₄H₁₀): típica: ... % (mol); mín: ... % (mol); máx: ... % (mol);
- C5/C5+: típica: ... % (mol); mín: ... % (mol); máx: ... % (mol);

Oxigénio (O_2): típica: ... % (mol); mín: ... % (mol); máx: ... % (mol);
 Gases inertes (N_2 , He , etc.): típica: ... % (mol); mín: ... % (mol); máx: ... % (mol).

- 3.2.8.1.2 — Injector(es):
- 3.2.8.1.2.1 — Marca(s): ...
- 3.2.8.1.2.2 — Tipo(s): ...
- 3.2.8.1.3 — Outros (se aplicável):
- 3.2.8.2 — Variante 2 (apenas no caso da homologação de motores preparados para várias composições de um combustível específico):
 - 4 — Regulação das válvulas:
 - 4.1 — Elevação máxima das válvulas e ângulos de abertura e de fecho em relação aos pontos mortos superiores ou dados equivalentes: ...
 - 4.2 — Gammas de referência e/ou de regulação ⁽¹⁾: ...
 - 5 — Sistema de ignição (apenas motores de ignição comandada):
 - 5.1 — Tipo de sistema de ignição: bobina vulgar e velas/bobina individual e velas/bobina sobre vela/outro (especificar) ⁽¹⁾.
 - 5.2 — Unidade de controlo da ignição:
 - 5.2.1 — Marca(s): ...
 - 5.2.2 — Tipo(s): ...
 - 5.3 — Curva de avanço da ignição/traçado do avanço ⁽²⁾: ...
 - 5.4 — Regulação da ignição ⁽²⁾: ... graus antes do PMS a uma velocidade de ... min^{-1} e uma pressão absoluta no colector de ... kPa.
 - 5.5 — Velas de ignição:
 - 5.5.1 — Marca(s): ...
 - 5.5.2 — Tipo(s): ...
 - 5.5.3 — Regulação da folga: ... mm.
 - 5.6 — Bobina(s) de ignição:
 - 5.6.1 — Marca(s): ...
 - 5.6.2 — Tipo(s): ...
 - 6 — Equipamentos movidos pelo motor.

O motor deve ser apresentado aos ensaios com os equipamentos necessários ao seu funcionamento (por exemplo, ventoinha, bomba de água, etc.), conforme especificado nas condições de funcionamento do n.º 5.1.1 do anexo 1 da Directiva n.º 80/1269/CEE ⁽⁷⁾, com a redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 97/21/CE ⁽⁸⁾.

- 6.1 — Equipamentos a instalar para o ensaio.
 - Se for impossível ou inadequado instalar os equipamentos no banco de ensaios, determina-se a potência por eles absorvida, a subtrair da potência medida do motor ao longo de toda a gama de funcionamento do(s) ciclo(s) de ensaio.
 - 6.2 — Equipamentos a retirar para o ensaio.
 - Os equipamentos necessários apenas para o funcionamento do veículo (por exemplo compressor de ar, sistema de ar condicionado, etc.) devem ser retirados para o ensaio. Se não puderem ser retirados, a potência por eles absorvida pode ser determinada e adicionada à potência medida do motor ao longo de toda a gama de funcionamento do(s) ciclo(s) de ensaio.
 - 7 — Informações adicionais sobre as condições de ensaio.
 - 7.1 — Lubrificante utilizado:
 - 7.1.1 — Marca: ...
 - 7.1.2 — Tipo (indicar a percentagem de óleo na mistura se o lubrificante e o combustível estiverem misturados): ...
 - 7.2 — Equipamentos movidos pelo motor (se aplicável).
 - A potência absorvida por esses equipamentos apenas tem de ser determinada:
 - Se os equipamentos necessários para o funcionamento do motor não estiverem montados no motor; e ou
 - Se os equipamentos não necessários para o funcionamento do motor estiverem montados no motor.
- 7.2.1 — Enumeração e pormenores identificativos: ...
- 7.2.2 — Potência absorvida a várias velocidades do motor indicadas:

Equipamento	Potência absorvida (kW) a várias velocidades do motor						
	Marcha lenta sem carga	Velocidade baixa	Velocidade elevada	Velocidade A ⁽¹⁾	Velocidade B ⁽¹⁾	Velocidade C ⁽¹⁾	Velocidade de referência ⁽²⁾
<i>P</i> (a) — Equipamentos necessários para o funcionamento do motor (a subtrair da potência do motor medida) (v. n.º 6.1).							
<i>P</i> (b) — Equipamentos necessários para o funcionamento do motor (a subtrair da potência do motor medida) (v. n.º 6.1).							

⁽¹⁾ Ensaio ESC.
⁽²⁾ Apenas ensaio ETC.

8 — Comportamento funcional do motor:
 8.1 — Velocidades do motor ⁽⁹⁾:

Velocidade baixa (n_{lo}): ... min^{-1} ;
 Velocidade elevada (n_{hi}): ... min^{-1} .

Para os ciclos ESC e ELR:
 Marcha lenta sem carga:

Velocidade A: ... min^{-1} ;

Velocidade B: ... min^{-1} ;
 Velocidade C: ... min^{-1} .

Para o ciclo ETC:

Velocidade de referência: ... min^{-1} .

8.2 — Potência do motor [medida de acordo com as disposições da Directiva n.º 80/1269/CEE ⁽¹⁰⁾, com a última redacção que foi dada pela Directiva n.º 97/21/CE ⁽¹¹⁾], em kW.

	Velocidade do motor				
	Marcha lenta sem carga	Velocidade A (¹)	Velocidade B (¹)	Velocidade C (¹)	Velocidade de referência (²)
$P(m)$ — Potência medida no banco de ensaios					
$P(a)$ — Potência absorvida pelos equipamentos a montar para o ensaio (n.º 6.1):					
Se montados					
Se não montados	0	0	0	0	0
$P(b)$ — Potência absorvida pelos equipamentos a retirar para o ensaio (n.º 6.2):					
Se montados					
Se não montados	0	0	0	0	0
$P(n)$ — Potência útil do motor: $P(m) = P(a) + P(b)$					

(¹) Ensaio ESC.

(²) Apenas ensaio ETC.

8.3 — Posições do dinamómetro (kW) — as posições do dinamómetro para os ensaios ESC e ELR e para o ciclo de referência do ensaio ETC devem ser baseadas na potência útil do motor $P(n)$ do n.º 8.2. Recomenda-se instalar o motor no banco de ensaios na condição «útil». Neste caso, $P(m)$ e $P(n)$ são idênticas. Se for impossível ou inadequado fazer funcionar o motor em condições «úteis», as posições do dinamómetro devem ser corrigidas para as condições «úteis» utilizando a fórmula acima.

8.3.1 — Ensaio ESC e ELR — as posições do dinamómetro devem ser calculadas de acordo com a fórmula do n.º 1.2 ao anexo 7.º

Percentagem de carga	Velocidade do motor			
	Marcha lenta sem carga	Velocidade A	Velocidade B	Velocidade C
10	—			
25	—			
50	—			
75	—			
100	—			

8.3.2 — Ensaio ETC — se o motor não for ensaiado nas condições «úteis», a fórmula de correcção para converter a potência medida ou o trabalho do ciclo medido, conforme determinado de acordo com o n.º 2 do anexo 8.º, em potência útil ou trabalho do ciclo útil deve ser fornecida pelo fabricante do motor para toda a gama de funcionamento do ciclo, e aprovada pelo serviço técnico.

(¹) Riscar o que não interessa.
 (²) Especificar a tolerância.
 (³) No caso de motores e sistemas não convencionais, devem ser fornecidos pelo fabricante pormenores equivalentes aos aqui referidos.
 (⁴) JO, L 375, de 31 de Dezembro de 1980, p. 46.
 (⁵) JO, I 125, de 16 de Maio de 1997, p. 31.
 (⁶) No caso de sistemas dispostos de modo diferente, fornecer informações equivalentes (para o n.º 3.2).
 (⁷) JO, L 375, de 31 de Dezembro de 1980, p. 46.
 (⁸) JO, L 125, de 16 de Maio de 1997, p. 31.
 (⁹) Especificar a tolerância; devem ter uma aproximação de $\pm 3\%$ em relação aos valores declarados pelo fabricante.
 (¹⁰) JO, L 375, de 31 de Dezembro de 1980, p. 46.
 (¹¹) JO, L 125, de 16 de Maio de 1997, p. 31.

ANEXO 6.º-B

Características essenciais da família de motores

- 1 — Parâmetros comuns:
 - 1.1 — Ciclo de combustão: ...
 - 1.2 — Fluido de arrefecimento: ...
 - 1.3 — Número de cilindros (¹): ...
 - 1.4 — Cilindrada unitária: ...
 - 1.5 — Método de aspiração do ar: ...
 - 1.6 — Tipo/concepção da câmara de combustão: ...
 - 1.7 — Válvulas e janelas - configuração, dimensões e número: ...
 - 1.8 — Sistema de combustível: ...
 - 1.9 — Sistema de ignição (motores a gás): ...
 - 1.10 — Outros pontos:
- Sistema de arrefecimento do ar de sobrealimentação (¹): ...
 - Recirculação dos gases de escape (¹): ...
 - Injecção de água (¹): ...
 - Injecção de ar (¹): ...
- 1.11 — Sistema de pós-tratamento dos gases de escape (¹): ...
 - Prova de razão idêntica (ou mais baixa para o motor protótipo): 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 diesel: ...
 - 2.1.1 — Especificação dos motores dentro dessa família:

					Motor precursor
Tipo de motor					
Número de cilindros					
Velocidade nominal (min ⁻¹)					
Débito de combustível (mm³)					
Potência útil nominal (kW)					
Velocidade de binário máximo (min ⁻¹) ..					
Débito de combustível por curso (mm³)					
Binário máximo (Nm)					
Velocidade em marcha lenta sem carga (min ⁻¹)					
Cilindrada unitária (em percentagem em relação ao motor protótipo)					100

- 2.2 — Designação da família de motores a gás: ...
- 2.2.1 — Especificação dos motores dentro dessa família:

					Motor protótipo
Tipo de motor					
Número de cilindros					
Velocidade nominal (min ⁻¹)					
Débito de combustível por curso (mm ³)					
Potência útil nominal (kW)					
Velocidade de binário máximo (min ⁻¹) ...					
Débito de combustível por curso (mm ³)					
Binário máximo (Nm)					
Velocidade em marcha lenta sem carga (min ⁻¹)					
Cilindrada unitária (em percentagem em relação ao motor protótipo)					100
Regulação da ignição					
Fluxo da recirculação dos gases de escape					
Bomba de ar: sim/não.					
Fluxo real da bomba de ar					

(¹) Se não aplicável escrever «n. a».

ANEXO 6.º-C

Características essenciais do tipo de motor dentro da família (³)

- 1 — Descrição do motor:
 - 1.1 — Fabricante: ...
 - 1.2 — Código do fabricante para o motor: ...
 - 1.3 — Ciclo: quatro tempos/dois tempos (¹).
 - 1.4 — Número e disposição dos cilindros: ...
 - 1.4.1 — Diâmetro: ... mm.
 - 1.4.2 — Curso: ... mm.
 - 1.4.3 — Ordem de inflamação: ...
 - 1.5 — Cilindrada: ... cm³.
 - 1.6 — Taxa de compressão volumétrica (²): ...
 - 1.7 — Desenhos da câmara de combustão e da face superior do êmbolo: ...
 - 1.8 — Secções transversais mínimas das janelas de admissão e de escape: ... cm².
 - 1.9 — Velocidade em marcha lenta sem carga: ... min⁻¹.
 - 1.10 — Potência útil máxima: ... Kw a ... min⁻¹.
 - 1.11 — Velocidade máxima admitida do motor: ...min⁻¹.
 - 1.12 — Binário útil máximo: ... Nm a ... min⁻¹.
 - 1.13 — Sistema de combustão: ignição por compressão/ignição comandada (¹).
 - 1.14 — Combustível: combustível para motores diesel/GPL/GNC-H/GNC-L/GH-HL (¹).
 - 1.15 — Sistema de arrefecimento:
 - 1.15.1 — Por líquido:
 - 1.15.1.1 — Natureza do líquido: ...
 - 1.15.1.2 — Bomba(s) de circulação: sim/não (¹).
 - 1.15.1.3 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
 - 1.15.1.4 — Relação(ões) de transmissão (se aplicável): ...
 - 1.15.2 — Por ar:
 - 1.15.2.1 — Insuflador: sim/não (¹).
 - 1.15.2.2 — Características ou marca(s) e tipo(s) (se aplicável): ...
 - 1.15.2.3 — Relação(ões) de transmissão (se aplicável): ...
 - 1.16 — Temperaturas admitidas pelo fabricante:
 - 1.16.1 — Arrefecimento por líquido: temperatura máxima à saída: ...K.

- 1.16.2 — Arrefecimento por ar:
 - Ponto de resistência: ...
 - Temperatura máxima no ponto de referência: ... K.
- 1.16.3 — Temperatura máxima do ar à saída do permutador de calor do ar de sobrealimentação: ...K.
- 1.16.4 — Temperatura máxima de escape no(s) ponto(s) do(s) tubo(s) adjacente(s) à(s) flange(s) exterior(es) do(s) colector(es) de escape ou da(s) turbina(s) de sobrealimentação: ... K.
- 1.16.5 — Temperatura do combustível: mínima: ... K, máxima ...K à entrada da bomba de injeção, no que diz respeito aos motores diesel, e no andar final do regulador de pressão, no que diz respeito aos motores a gás.
- 1.16.6 — Pressão do combustível: mínima: ... kPa, máxima: ... kPa no andar final do regulador de pressão, para os motores alimentados a GNC apenas.
- 1.16.7 — Temperatura do lubrificante: mínima: ... K, máxima: ... K.
- 1.17 — Sobrealimentador: sim/não (¹).
 - 1.17.1 — Marca(s): ...
 - 1.17.2 — Tipo(s): ...
 - 1.17.3 — Descrição do sistema (por exemplo, pressão máxima de sobrealimentação, válvula de descarga, se aplicável) ...
 - 1.17.4 — Permutador de calor do ar de sobrealimentação: sim/não (¹).
- 1.18 — Sistema de admissão:
 - Depressão máxima admissível na admissão à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga, conforme especificado nas condições de funcionamento da Directiva n.º 80/1269/CEE (⁴), com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 97/21/CE (⁵): ...kPa.
- 1.19 — Sistema de escape:
 - Contrapressão máxima admissível de escape à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga, conforme especificado nas condições de funcionamento da Directiva n.º 80/1269/CEE (⁴), com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 97/21/CE (⁵): ... kPa;
 - Volume do sistema de escape: ... cm³.
- 2 — Medidas tomadas contra a poluição atmosférica:
 - 2.1 — Dispositivo para reciclar os gases do cárter (descrição e desenhos): ...
 - 2.2 — Dispositivos antipoluição adicionais (se existirem e se não forem abrangidos por outra rubrica): ...
 - 2.2.1 — Catalisador: sim/não (¹).
 - 2.2.1.1 — Número de catalisadores e elementos: ...
 - 2.2.1.2 — Dimensões, forma e volume do(s) catalisador(es): ...
 - 2.2.1.3 — Tipo de acção catalítica: ...
 - 2.2.1.4 — Carga total de metal precioso: ...
 - 2.2.1.5 — Concentração relativa: ...
 - 2.2.1.6 — Substrato (estrutura e material): ...
 - 2.2.1.7 — Densidade das células: ...
 - 2.2.1.8 — Tipo de alojamento do(s) catalisador(es): ...
 - 2.2.1.9 — Localização do(s) catalisador(es) (lugar e distância de referência na linha de escape): ...
 - 2.2.2 — Sensor de oxigénio: sim/não (¹).

2.2.2.1 — Tipo(s): ...

2.2.3 — Injecção de ar: sim/não ⁽¹⁾.

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

2.2.4 — Recirculação dos gases de escape: sim/não ⁽¹⁾.

2.2.4.1 — Características (caudal, etc.): ...

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

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

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

2.2.5.3 — Localização (distância de referência na linha de escape): ...

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

2.2.6 — Outros sistemas: sim/não ⁽¹⁾.

2.2.6.1 — Descrição e funcionamento: ...

3 — Alimentação de combustível:

3.1 — Motores diesel:

3.1.1 — Bomba de alimentação:

Pressão ⁽²⁾: ... kPa ou diagrama característico ⁽¹⁾: ...

3.1.2 — Sistema de injecção:

3.1.2.1 — Bomba:

3.1.2.1.1 — Marca(s): ...

3.1.2.1.2 — Tipo(s): ...

3.1.2.1.3 — Débito máximo de combustível ⁽²⁾: ... mm³ por curso à velocidade do motor de ... min⁻¹ a injecção plena ou diagrama característico ⁽¹⁾ ⁽²⁾: ...

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

Se a pressão puder ser controlada, indicar o débito de combustível e a pressão característicos em relação à velocidade do motor.

3.1.2.1.4 — Avanço da injecção: ...

3.1.2.1.4.1 — Curva do avanço da injecção ⁽²⁾: ...

3.1.2.1.4.2 — Regulação estática da injecção ⁽²⁾: ...

3.1.2.2 — Tubagem de injecção:

3.1.2.2.1 — Comprimento: ... mm.

3.1.2.2.2 — Diâmetro interno: ... mm.

3.1.2.3 — Injector(es):

3.1.2.3.1 — Marca(s): ...

3.1.2.3.2 — Tipo(s): ...

3.1.2.3.3 — Pressão de abertura ⁽²⁾ ... kPa ou diagrama característico ⁽¹⁾ ⁽²⁾: ...

3.1.2.4 — Regulador:

3.1.2.4.1 — Marca(s): ...

3.1.2.4.2 — Tipo(s): ...

3.1.2.4.3 — Velocidade a que o corte tem início a plena carga: ... min⁻¹.

3.1.2.4.4 — Velocidade máxima sem carga: ... min⁻¹.

3.1.2.4.5 — Velocidade em marcha lenta sem carga: ... min⁻¹.

3.1.3 — Sistema de arranque a frio:

3.1.3.1 — Marca(s): ...

3.1.3.2 — Tipo(s): ...

3.1.3.3 — Descrição: ...

3.1.3.4 — Sistema auxiliar de arranque: ...

3.1.3.4.1 — Marca: ...

3.1.3.4.2 — Tipo: ...

3.2 — Motores a gás ⁽⁶⁾:

3.2.1 — Combustível: gás natural/GPL ⁽¹⁾.

3.2.2 — Regulador(es) de pressão ou vaporizador(es)/regulador(es) de pressão ⁽¹⁾.

3.2.2.1 — Marca(s): ...

3.2.2.2 — Tipo(s): ...

3.2.2.3 — Número de andares de redução de pressão: ...

3.2.2.4 — Pressão no andar final: mínima: ... kPa, máxima: ... kPa.

3.2.2.5 — Número de pontos de regulação principais: ...

3.2.2.6 — Número de pontos de regulação da marcha lenta sem carga: ...

3.2.2.7 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...

3.2.3 — Sistema de alimentação de combustível: unidade de mistura/injecção de gás/injecção de líquido/injecção directa ⁽¹⁾.

3.2.3.1 — Regulação da riqueza da mistura: ...

3.2.3.2 — Descrição do sistema e/ou diagrama e desenhos: ...

3.2.3.3 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...

3.2.4 — Unidade de mistura:

3.2.4.1 — Número: ...

3.2.4.2 — Marca(s): ...

3.2.4.3 — Tipo(s): ...

3.2.4.4 — Localização: ...

3.2.4.5 — Possibilidades de regulação: ...

3.2.4.6 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...

3.2.5 — Injecção no colector de admissão:

3.2.5.1 — Injecção: ponto único/multiponto ⁽¹⁾.

3.2.5.2 — Injecção contínua/temporizada simultaneamente/temporizada sequencialmente ⁽¹⁾.

3.2.5.3 — Equipamento de injecção:

3.2.5.3.1 — Marca(s): ...

3.2.5.3.2 — Tipo(s): ...

3.2.5.3.3 — Possibilidades de regulação: ...

3.2.5.3.4 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...

3.2.5.4 — Bomba de abastecimento (se aplicável):

3.2.5.4.1 — Marca(s): ...

3.2.5.4.2 — Tipo(s): ...

3.2.5.4.3 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...

3.2.5.5 — Injector(es):

3.2.5.5.1 — Marca(s): ...

3.2.5.5.2 — Tipo(s): ...

3.2.5.5.3 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...

3.2.6 — Injecção directa:

3.2.6.1 — Bomba de injecção/regulador de pressão ⁽¹⁾.

3.2.6.1.1 — Marca(s): ...

3.2.6.1.2 — Tipo(s): ...

3.2.6.1.3 — Regulação da injecção: ...

3.2.6.1.4 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...

3.2.6.2 — Injector(es):

3.2.6.2.1 — Marca(s): ...

3.2.6.2.2 — Tipo(s): ...

3.2.6.2.3 — pressão de abertura ou diagrama característico ⁽²⁾.

3.2.6.2.4 — Número de certificação nos termos da Directiva n.º 1999/96/CE: ...

3.2.7 — Unidade electrónica de controlo:

3.2.7.1 — Marca(s): ...

3.2.7.2 — Tipo(s): ...

3.2.7.3 — Possibilidades de regulação: ...

3.2.8 — Equipamentos específicos para o GNC.

3.2.8.1 — Variante 1 (apenas no caso da homologação de motores preparados para várias composições de um combustível específico).

3.2.8.1.1 — Composição do combustível:

- Metano (CH_4): típica: ... % (mol); mín.: ... (mol); máx.: ... % (mol);
- Etano (C_2H_6): típica: ... % (mol); mín.: ... (mol); máx.: ... % (mol);
- Propano (C_3H_8): típica: ... % (mol); mín.: ... (mol); máx.: ... % (mol);
- Butano (C_4H_{10}): típica: ... % (mol); mín.: ... (mol); máx.: ... % (mol);
- C5/C5+: típica: ... % (mol); mín.: ... (mol); máx.: ... % (mol);
- Oxigénio (O_2): típica: ... % (mol); mín.: ... (mol); máx.: ... % (mol);
- Gases inertes (N_2 , He , etc.): típica: ... % (mol); mín.: ... (mol); máx.: ... % (mol).

3.2.8.1.2 — Injetor(es):

3.2.8.1.2.1 — Marca(s): ...

3.2.8.1.2.2 — Tipo(s): ...

3.2.8.1.3 — Outros (se aplicável)

3.2.8.2 — Variante 2 (apenas no caso da homologação de motores preparados para várias composições de um combustível específico).

4 — Regulação das válvulas:

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

4.2 — Gammas de referências e/ou de regulação ⁽¹⁾: ...

5 — Sistema de ignição (apenas motores de ignição comandada):

5.1 — Tipo de sistema de ignição: bobina vulgar e velas/bobina individual e velas/bobina sobre vela/outro (especificar) ⁽¹⁾.

5.2 — Unidade de controlo da ignição:

5.2.1 — Marca(s): ...

5.2.2 — Tipo(s): ...

5.3 — Curva de avanço da ignição/traçado do avanço ⁽¹⁾ ⁽²⁾: ...

5.4 — Regulação da ignição ⁽²⁾: ... graus antes do PMS a uma velocidade de ... min^{-1} e uma pressão absoluta no colector de kPa.

5.5 — Velas de ignição:

5.5.1 — Marca(s): ...

5.5.2 — Tipo(s): ...

5.5.3 — Regulação da folga: ... mm.

5.6 — Bobina(s) de ignição:

5.6.1 — Marca(s): ...

5.6.2 — Tipo(s): ...

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

⁽²⁾ Especificar a tolerância.

⁽³⁾ A apresentar para cada motor da família.

⁽⁴⁾ JO, L 375, de 31 de Dezembro de 1980, p. 46.

⁽⁵⁾ JO, L 125, de 16 de Maio de 1997, p. 31.

⁽⁶⁾ No caso de sistemas dispostos de modo diferente, fornecer as informações equivalentes (para o n.º 3.2).

ANEXO 6.º-D

Características das peças do veículo relacionadas com o motor

1 — Depressão no sistema de admissão à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga: ... kPa.

2 — Contrapressão no sistema de escape à velocidade nominal do motor e a 100 % de carga: ... kPa.

3 — Volume do sistema de escape: ... cm^3 .

4 — Potência absorvida pelos equipamentos necessários ao funcionamento do motor conforme especificado nas condições de funcionamento do n.º 5.1.1 do anexo 1 da Directiva n.º 80/1269/CEE ⁽¹⁾, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 97/21/CE ⁽²⁾.

Equipamento	Potência absorvida (kW) a várias velocidades do motor						
	Marcha lenta sem carga	Velocidade baixa	Velocidade elevada	Velocidade A ⁽¹⁾	Velocidade B ⁽¹⁾	Velocidade C ⁽¹⁾	Velocidade de referência ⁽²⁾
<i>P</i> (a) — Equipamentos necessários para o funcionamento do motor (a subtrair da potência do motor medida) (v. n.º 6.1 do apêndice n.º 1).							

⁽¹⁾ Ensaio ESC.

⁽²⁾ Apenas ensaio ETC.

⁽¹⁾ JO, L 375, de 31 de Dezembro de 1980, p. 46.

⁽²⁾ JO, L 125, de 16 de Maio de 1997, p. 31.

ANEXO 7.º

Ciclos de ensaio ESC e ELR

1 — Posições do motor e do dinamómetro:

1.1 — Determinação das velocidades A, B e C do motor — as velocidades A, B e C do motor devem ser declaradas pelo fabricante de acordo com as seguintes disposições:

Determina-se a velocidade superior n_{hi} calculando 70 % da potência útil máxima declarada $P(n)$, conforme determinada no n.º 8.2 do anexo 6.º-A. A velocidade mais elevada do motor em que este valor de potência ocorre na curva da potência é definido como n_{hi} ;

Determina-se a velocidade inferior n_{lo} calculando 50 % da potência útil máxima declarada $P(n)$, conforme determinada no n.º 8.2 do anexo 6.º-A. A velocidade mais baixa do motor em que este valor de potência ocorre na curva da potência é definido como n_{lo} ;

Calculam-se as velocidades A, B e C do motor do seguinte modo:

$$\text{Velocidade A} = n_{lo} + 25 \% (n_{hi} - n_{lo});$$

$$\text{Velocidade B} = n_{lo} + 50 \% (n_{hi} - n_{lo});$$

$$\text{Velocidade C} = n_{lo} + 75 \% (n_{hi} - n_{lo}).$$

Podem-se verificar as velocidades A, B e C do motor através de qualquer dos seguintes métodos:

a) Medem-se pontos de ensaio adicionais durante a homologação no que diz respeito à potência do motor de acordo com a Directiva n.º 80/1269/

CEE, para se obter uma determinação exacta de n_{hi} e n_{lo} . Determinam-se a potência máxima, n_{hi} e n_{lo} a partir da curva da potência, e calculam-se as velocidades A, B e C do motor de acordo com as disposições acima;

- b) Executa-se o traçado do motor ao longo da curva de plena carga, desde a velocidade máxima sem carga até à velocidade em marcha lenta sem carga, utilizando pelo menos 5 pontos de medição por intervalos de 1000 min^{-1} e pontos de medição a $\pm 50 \text{ min}^{-1}$ da velocidade à potência máxima declarada. Determinam-se a potência máxima, n_{hi} e n_{lo} a partir desta curva de mapeamento, e calculam-se as velocidades A, B e C do motor de acordo com as disposições acima.

Se as velocidades A, B e C medidas do motor estiverem entre + e - 3 % em relação às velocidades do motor declaradas pelo fabricante, utilizam-se estas velocidades para o ensaio das emissões. Se a tolerância for excedida em relação a qualquer das velocidades do motor, utilizam-se as velocidades medidas do motor para o ensaio das emissões.

1.2 — Determinação das posições do dinamómetro — determina-se por experimentação a curva do binário a plena carga para calcular os valores do binário para os modos de ensaio especificados em condições "úteis", conforme especificado no n.º 8.2 do anexo 6.º-A. Toma-se em conta a potência absorvida pelos equipamentos movidos pelo motor, se aplicável. Calcula-se a posição do dinamómetro para cada modo de ensaio utilizando as seguintes fórmulas:

$$s = P(n) * \frac{L}{100} \text{ se ensaiado em condições «úteis»}$$

$$s = P(n) * \frac{L}{100} + [P(a) - P(b)] \text{ se ensaiado não em condições «úteis»}$$

em que:

s = posição do dinamómetro (Kw);

$P(n)$ = potência útil do motor conforme indicada no n.º 8.2 do anexo 6.º-A (Kw);

L = percentagem de carga conforme indicada no n.º 2.7.1 (%);

$P(a)$ = potência absorvida pelos equipamentos a instalar conforme indicado no n.º 6.1 do anexo 6.º-A;

$P(b)$ = potência absorvida pelos equipamentos a retirar conforme indicado no n.º 6.2 do anexo 6.º-A.

2 — Ensaio ESC — a pedido do fabricante, pode-se realizar um ensaio em branco para condicionar o motor e o sistema de escape antes do ciclo de medição.

2.1 — Preparação dos filtros de recolha de amostras — pelo menos uma hora antes do ensaio, coloca-se cada filtro (par) numa placa de Petri, fechada mas não selada, numa câmara de pesagem, para efeitos de estabilização. No final do período de estabilização, pesa-se cada filtro (par) e regista-se a tara. Armazena-se então o filtro (par) numa placa Petri fechada ou num suporte de filtro selado até ser necessário para o ensaio. Se não se utilizar o filtro (par) no prazo de oito horas a seguir à sua remoção da câmara

de pesagem, há que condicioná-lo e pesá-lo novamente antes da utilização.

2.2 — Instalação do equipamento de medida — instalam-se os instrumentos e as sondas de recolha de amostras conforme necessário. Quando se utilizar um sistema de diluição total do fluxo para a diluição dos gases de escape, liga-se o tubo de escape ao sistema.

2.3 — Arranque do sistema de diluição e do motor — põe-se o sistema de diluição e o motor a funcionar e a aquecer até que todas as temperaturas e pressões tenham estabilizado à potência máxima de acordo com a recomendação do fabricante e a boa prática de engenharia.

2.4 — Arranque do sistema de recolha de amostras de partículas — põe-se o sistema de recolha de amostras de partículas a funcionar em derivação (*by pass*). Pode-se determinar a concentração de fundo de partículas no ar de diluição passando o ar de diluição através dos filtros de partículas. Se se utilizar ar de diluição filtrado, pode-se efectuar uma medição antes ou depois do ensaio. Se o ar de diluição não for filtrado, podem-se efectuar medições no início e no final do ciclo, calculando-se a média dos valores.

2.5 — Ajustamento da razão de diluição — regula-se o ar de diluição de modo a obter uma temperatura dos gases de escape diluídos, medida imediatamente antes do filtro primário, não superior a 325 K (52º C) em cada modo. A razão de diluição q não deve ser inferior a 4.

Para os sistemas que utilizam a medição de concentração de CO_2 ou NO_x para o controlo da razão de diluição, medem-se os teores de CO_2 ou NO_x do ar de diluição no início e no fim de cada ensaio. As medições das concentrações de fundo de CO_2 e NO_x do ar de diluição antes e após o ensaio devem ficar compreendidas, respectivamente, dentro de um intervalo de 100 ppm e 5 ppm.

2.6 — Verificação dos analisadores — os analisadores das emissões devem ser colocados em 0 e calibrados.

2.7 — Ciclo de ensaio:

2.7.1 — No tocante ao funcionamento do dinamómetro com o motor a ensaiar, utiliza-se o seguinte ciclo de 13 modos:

Número do modo	Velocidade do motor	Percentagem de carga	Factor de ponderação	Duração do modo (minutos)
1	Marcha lenta sem carga.	—	0,13	4
2	A	100	0,08	2
3	B	50	0,10	2
4	B	75	0,10	2
5	A	50	0,05	2
6	A	75	0,05	2
7	A	25	0,05	2
8	B	100	0,09	2
9	B	25	0,10	2
10	C	100	0,08	2
11	C	25	0,05	2
12	C	75	0,05	2
13	C	50	0,05	2

2.7.2 — Sequência do ensaio — dá-se início à sequência do ensaio. O ensaio deve ser executado pela ordem dos números dos modos conforme indicado no n.º 2.7.1.

O motor deve funcionar durante o tempo prescrito em cada modo, completando as mudanças de velocidade e de carga do motor nos primeiros 20 segundos. A velocidade

especificada deve ser mantida com uma aproximação de $\pm 50 \text{ min}^{-1}$ e o binário especificado com uma aproximação de $\pm 2\%$ do binário máximo à velocidade de ensaio.

A pedido do fabricante, a sequência do ensaio pode ser repetida um número suficiente de vezes para recolher uma maior massa de partículas no filtro. O fabricante deve fornecer uma descrição pormenorizada dos procedimentos de avaliação e de cálculo dos dados. Determinam-se as emissões gasosas apenas no primeiro ciclo.

2.7.3 — 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 com os gases de escape a passar através dos analisadores durante o ciclo de ensaio.

2.7.4 — Recolha de amostras de partículas — utiliza-se um par de filtros (filtros primário e secundário, v. anexo 10.º) para o procedimento completo de ensaio. Tomam-se em consideração os factores de ponderação modais especificados no procedimento do ciclo de ensaio, retirando uma amostra proporcional ao caudal mássico dos gases de escape durante cada modo do ciclo. Isto pode ser conseguido ajustando o caudal da amostra, o tempo de recolha de amostras e ou a razão de diluição de modo a satisfazer o critério dos factores de ponderação efectivos do n.º 5.6.

O tempo de recolha de amostras por modo deve ser de pelo menos 4 segundos por centésima (0,01) de factor de ponderação. A recolha de amostras deve ser efectuada o mais tarde possível dentro de cada modo. A recolha de partículas deve ser concluída não mais cedo do que 5 segundos antes do fim de cada modo.

2.7.5 — Parâmetros do motor — durante cada modo, registam-se a velocidade e a carga do motor, a temperatura e a depressão do ar de admissão, a temperatura e a contrapressão de escape, o caudal de combustível e o caudal do ar ou dos gases de escape, a temperatura do ar de sobrealimentação, a temperatura e a humidade do combustível, sendo os requisitos relativos à velocidade e à carga (ver n.º 2.7.2) satisfeitos durante o tempo de recolha de partículas, mas pelo menos durante o último minuto de cada modo.

Registam-se quaisquer outros dados exigidos para os cálculos (v. n.ºs 4 e 5).

2.7.6 — Verificação dos NO_x dentro da zona de controlo — a verificação dos NO_x dentro da zona de controlo deve ser efectuada imediatamente depois de concluído o modo 13. Condiciona-se o motor no modo 13 durante um período de três minutos antes do início das medições. Efectuam-se três medições em diferentes locais dentro da zona de controlo, seleccionados pelo serviço técnico (1). O tempo para cada medição é de 2 minutos.

O procedimento de medição é idêntico ao da medição dos NO_x no ciclo de 13 modos e é executado de acordo com os n.ºs 2.7.3, 2.7.5 e 4.1 do presente anexo, e o n.º 3 do anexo 10.º do presente Regulamento.

Efectua-se o cálculo de acordo com o n.º 4.

2.7.7 — Reverificação dos analisadores — após o ensaio das emissões, utiliza-se um gás de colocação no 0 e o mesmo gás de calibração para a reverificação. O ensaio será considerado aceitável se a diferença entre os resultados antes do ensaio e depois do ensaio for inferior a 2% do valor do gás de calibração.

3 — Ensaio ELR:

3.1 — Instalação do equipamento de medição — instala-se o opacímetro e as sondas de recolha de amostras, se aplicável, após o silencioso ou qualquer dispositivo de pós-tratamento, se montado, de acordo com os procedimentos gerais de instalação especificados pelo fabricante do instrumento. Além disso, observam-se, quando adequado, os requisitos do n.º 10 da norma ISO DIS 11614.

Antes de quaisquer verificações do zero e da escala completa aquece-se e estabiliza-se o opacímetro de acordo com as recomendações do seu fabricante. Se o opacímetro estiver equipado com um sistema de purga por ar para impedir que a parte óptica do aparelho fique suja de fuligem, activa-se e ajusta-se este sistema também de acordo com as recomendações do fabricante.

3.2 — Verificação do opacímetro — as verificações do 0 e da escala completa efectuam-se no modo de leitura da opacidade, uma vez que a escala de opacidade oferece dois pontos de calibração verdadeiramente definíveis, ou seja, 0% de opacidade e 100% de opacidade. Calcula-se então correctamente o coeficiente de absorção da luz com base na opacidade medida e no valor L_A conforme apresentado pelo fabricante do opacímetro, quando o instrumento voltar ao modo de leitura K para ensaio.

Sem bloqueamento do feixe de luz do opacímetro, ajusta-se a leitura para uma opacidade de $0,0\% \pm 1,0\%$. Estando a luz impedida de atingir o receptor, ajusta-se a leitura para uma opacidade de $100,0\% \pm 1,0\%$.

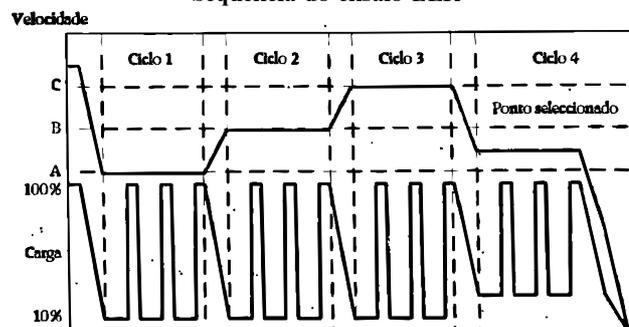
3.3 — Ciclo do ensaio:

3.3.1 — Condicionamento do motor — efectua-se o aquecimento do motor e do sistema à potência máxima de modo a estabilizar os parâmetros do motor de acordo com a recomendação do fabricante. A fase de pré-condicionamento deve também proteger a medição real contra a influência de depósitos no sistema de escape provenientes de um ensaio anterior. Quando o motor estiver estabilizado, dá-se início ao ciclo dentro do intervalo de 20 ± 2 s após a fase de pré-condicionamento. A pedido do fabricante, pode-se efectuar um ensaio em branco para condicionamento adicional antes do ciclo de medição.

3.3.2 — Sequência do ensaio — o ensaio consiste numa sequência de três patamares de carga a cada uma das três velocidades do motor A (ciclo 1), B (ciclo 2) e C (ciclo 3), determinados de acordo com o n.º 1 do artigo 23.º do presente Regulamento, seguida pelo ciclo 4 a uma velocidade dentro da zona de controlo e uma carga compreendida entre 10% e 100%, seleccionada pelo serviço técnico (1). Executa-se a sequência adiante descrita para a operação do dinamómetro com o motor de ensaio, conforme indicado na figura n.º 3.

Figura n.º 3

Sequência do ensaio ELR



a) Faz-se funcionar o motor à velocidade A e 10 % de carga durante 20 ± 2 s. Mantém-se a velocidade especificada com uma aproximação de $\pm 20 \text{ min}^{-1}$ e o binário especificado com uma aproximação de ± 2 % do binário máximo à velocidade de ensaio.

b) No final do segmento anterior, move-se rapidamente a alavanca de comando da velocidade para a posição tudo aberto, mantendo-se nessa posição durante 10 ± 1 s. Aplica-se a carga necessária ao dinamómetro de modo a manter a velocidade do motor com uma aproximação de ± 150 min durante os primeiros 3 s e $\pm 20 \text{ min}^{-1}$ durante o resto do segmento.

c) Repete-se a sequência descrita em a) e b) duas vezes.

d) Após o termo do terceiro patamar de carga, ajusta-se o motor para a velocidade B e 10 % de carga durante 20 ± 2 s.

e) Efectua-se a sequência a) a c) com o motor a funcionar na velocidade B.

f) Após o termo do terceiro patamar de carga, ajusta-se o motor para a velocidade C e 10 % de carga durante 20 ± 2 s.

g) Efectua-se a sequência a) a c) com o motor a funcionar à velocidade C.

h) Após o termo do terceiro patamar de carga, ajusta-se o motor para a velocidade seleccionada do motor e qualquer carga acima de 10 % durante 20 ± 2 s.

i) Efectua-se a sequência a) a c) com o motor a funcionar na velocidade seleccionada.

3.4 — Validação do ciclo — os desvios padrão relativos dos valores médios do fumo em cada velocidade de ensaio (A, B, C) devem ser inferiores a 15 % do valor médio correspondente (SV_A , SV_B , SV_C , calculado de acordo com o n.º 6.3.3 a partir dos três patamares de carga sucessivos em cada velocidade de ensaio) ou a 10 % do valor limite indicado no quadro n.º 1 do anexo 1.º, conforme o que for maior. Se a diferença for superior, repete-se a sequência até que três patamares de carga sucessivos satisfaçam os critérios de validação.

3.5 — Reverificação do opacímetro — o valor do desvio do 0 do opacímetro após o ensaio não deve exceder $\pm 5,0$ % do valor limite indicado no quadro n.º 1 do anexo 1.º ao presente Regulamento.

4 — Cálculo das emissões gasosas:

4.1 — Avaliação dos dados — para a avaliação das emissões gasosas, toma-se a média das leituras dos registadores de agulhas dos últimos 30 segundos de cada modo e determinam-se para cada modo as concentrações médias (conc) de HC, CO e NO_x a partir das leituras médias e dos dados de calibração correspondentes. Pode-se utilizar um tipo diferente de registo se assegurar uma aquisição de dados equivalente.

No que diz respeito à verificação dos NO_x dentro da zona de controlo, os requisitos acima indicados aplicam-se unicamente aos NO_x .

Determinam-se o escoamento dos gases de escape G_{EXHW} ou o escoamento dos gases de escape diluídos G_{TOTW} , se utilizados facultativamente, de acordo com o n.º 2.3 do anexo 10.º ao presente Regulamento.

4.2 — Correção para a passagem de base seca a base húmida — 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.

$$\text{conc (húmido)} = KW \cdot \text{conc (seco)}$$

Para os gases de escape brutos:

$$K_{W,r} = \left(1 - F_{FH} * \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} \right) - K_{W2}$$

e:

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

para os gases de escape diluídos:

$$K_{W,e,1} = \left(1 - \frac{HTCRAT * CO_2 \% (\text{húmido})}{200} \right) - K_{W1}$$

ou:

$$K_{W,e,2} = \left(\frac{(1 - K_{W1})}{1 + \frac{HTCRAT * CO_2 \% (\text{seco})}{200}} \right)$$

Para o ar de diluição:

$$K_{W,d} = 1 - K_{W1}$$

$$K_{W1} = \frac{1,608 * H_d}{1000 + (1,608 * H_d)}$$

$$H_d = \frac{6,220 * R_d * P_d}{P_B - P_d * R_d * 10^{-2}}$$

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

$$K_{W,a} = 1 - K_{W2}$$

$$K_{W2} = \frac{1,608 * H_a}{1000 + (1,608 * H_a)}$$

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * P_a}{P_B - P_a * R_a * 10^{-2}}$$

em que:

H_d , H_a = gramas de água por quilograma de ar seco;
 R_d , R_a = humidade relativa do ar de diluição/de admissão (%);

P_d , P_a = pressão do vapor de saturação do ar de diluição/de admissão (kPa);

P_B = pressão barométrica total (kPa);

4.3 — Correção quanto à humidade e temperatura dos NO_x — dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO_x em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor a seguir indicado:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 + A * (H_a - 10,71) + B * (T_a - 298)}$$

em que:

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

$$B = 0,209 \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} + 0,00954;$$

T_a = temperatura do ar de admissão (K) (a temperatura e a humidade devem ser medidas na mesma posição);

H_a = humidade do ar de admissão (grama de água por quilograma de ar seco);

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * P_a}{P_B - P_a * R_a * 10^{-2}}$$

em que:

R_a = humidade relativa do ar de admissão (%);

P_a = pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa);

P_B = pressão barométrica total (kPa).

4.4 — Cálculo dos caudais mássicos das admissões — Calculam-se os caudais mássicos das emissões (g/h) para cada modo como se indica a seguir, partindo do princípio de que a densidade dos gases de escape é de 1,293 Kg/m³: a 273 K (0° C) e 101,3 kPa:

$$(1) NO_{Xmass} = 0,001587 * NO_{Xconc} * K_{H,D} * G_{EXHW};$$

$$(2) CO_{mass} = 0,000966 * CO_{conc} * G_{EXHW};$$

$$(3) HC_{mass} = 0,000479 * HC_{conc} * G_{EXHW};$$

em que NO_{Xconc} , CO_{conc} , HC_{conc} (2) são as concentrações médias (ppm) nos gases de escape brutos, determinadas no n.º 4.1.

Se, facultativamente, as emissões gasosas forem determinadas com um sistema de diluição completa do fluxo, aplicam-se as seguintes fórmulas:

$$(1) NO_{Xmass} = 0,001587 * NO_{Xconc} * K_{H,D} * G_{TOTW};$$

$$(2) CO_{mass} = 0,000966 * CO_{conc} * G_{TOTW};$$

$$(3) HC_{mass} = 0,000479 * HC_{conc} * G_{TOTW};$$

em que NO_{Xconc} , CO_{conc} , HC_{conc} são as concentrações médias corrigidas em relação às condições de fundo (ppm) de cada modo nos gases de escape diluídos, determinadas no n.º 4.3.1.1 do anexo 8.º ao presente Regulamento.

4.5 — Cálculo das emissões específicas — calculam-se as emissões específicas (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\overline{NO_x} = \frac{\sum NO_{X,mass} * WF_i}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

$$\overline{CO} = \frac{\sum CO_{mass} * WF_i}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

$$\overline{HC} = \frac{\sum HC_{mass} * WF_i}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

Os factores de ponderação (WF) utilizados nos cálculos acima são os indicados no n.º 2.7.1.

4.6 — Cálculo dos valores da zona de controlo — no que diz respeito aos três pontos de controlo seleccionados de acordo com o n.º 2.7.6, medem-se e calculam-se as emissões de NO_x de acordo com o n.º 4.6.1, procedendo-se também à sua determinação por interpolação a partir dos modos do ciclo de ensaio mais próximos do ponto de controlo respectivo de acordo com o n.º 4.6.2. Comparam-se então os valores medidos com os valores interpolados de acordo com o n.º 4.6.3.

4.6.1 — Cálculo das emissões específicas — as emissões de NO_x para cada um dos pontos de controlo (Z) devem ser calculadas do seguinte modo:

$$NO_{Xmass,Z} = 0,001587 * NO_{Xconc,Z} * K_{H,D} * G_{EXHW}$$

$$NO_{X,Z} = NO_{Xmass,Z} / P(n)_Z$$

4.6.2 — Determinação do valor das emissões do ciclo de ensaio — as emissões de NO_x para cada um dos pontos de controlo devem ser interpolados a partir dos quatro modos mais próximos do ciclo de ensaio que envolvem o ponto de controlo Z seleccionado conforme indicado na figura n.º 4. Para esses modos (R, S, T, U) aplicam-se as seguintes definições:

Velocidade (R) = Velocidade (T) = n_{RT} ;

Velocidade (S) = Velocidade (U) = n_{SU} ;

Carga em percentagem (R) = Carga em percentagem (S);

Carga em percentagem (T) = Carga em percentagem (U).

As emissões de NO_x do ponto de controlo Z seleccionado devem ser calculadas do seguinte modo:

$$E_Z = E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) * (M_Z - M_{RS}) / (M_{TU} - M_{RS})$$

e:

$$E_{TU} = E_T + (E_U - E_T) * (n_z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$E_{RS} = E_R + (E_S - E_R) * (n_z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$M_{TU} = M_T + (M_U - M_T) * (n_z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

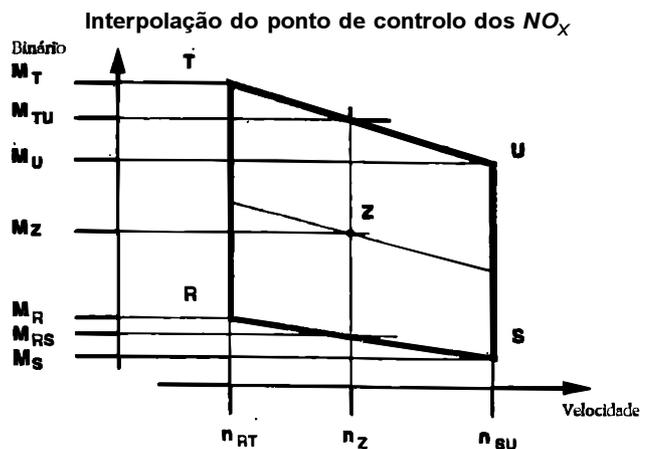
$$M_{RS} = M_R + (M_S - M_R) * (n_z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

em que:

E_R , E_S , E_T , E_U = emissões específicas de NO_x dos modos envolventes calculadas de acordo com o n.º 4.6.1.

M_R , M_S , M_T , M_U = binário do motor dos modos envolventes.

Figura n.º 4



4.6.3 — Comparação dos valores das emissões de NO_x — compara-se o valor das emissões específicas de NO_x medidas do ponto de controlo Z ($NO_{x,Z}$) com o valor interpolado (E_Z) do seguinte modo:

$$NO_{x,diff} = 100 \cdot (NO_{x,Z} - E_Z) / E_Z$$

5 — Cálculo das emissões de partículas

5.1 — Avaliação dos dados — para a avaliação das partículas, registam-se para cada modo as massas totais das amostras ($M_{SAM,i}$) que passam através dos filtros.

Levam-se os filtros para a câmara de pesagem, condicionam-se durante pelo menos uma hora, mas não mais de oitenta horas, e pesam-se. Regista-se a massa bruta dos filtros e subtrai-se a tara (v. n.º 2.1 do presente anexo). A massa de partículas M_f é a soma das massas das partículas recolhidas nos filtros primário e secundário.

Se tiver de ser aplicada uma correcção em relação às condições de fundo, registam-se a massa do ar de diluição (M_{DIL}) através dos filtros e a massa de partículas (M_d). Se tiver sido feita mais de uma medição, calcula-se o quociente M_d/M_{DIL} para cada medição e calcula-se a média dos valores.

5.2 — Sistema de diluição parcial do fluxo — os resultados finais do ensaio de emissões de partículas a notar são obtidos como se indica a seguir. Dado que podem ser utilizados vários tipos de controlo da taxa de diluição, são aplicáveis diferentes métodos de cálculo para G_{EDFW} . Todos os cálculos se baseiam nos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras.

5.2.1 — Sistemas isocinéticos:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

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

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

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

5.2.2 — Sistemas com medição da concentração de CO_2 ou NO_x :

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{conc_{E,i} - conc_{A,i}}{conc_{D,i} - conc_{A,i}}$$

em que:

$conc_E$ = concentração em base húmida do gás marcador nos gases de escape brutos;

$conc_D$ = concentração em base húmida do gás marcador nos gases de escape diluídos;

$conc_A$ = concentração em base húmida do gás marcador no ar de diluição.

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida de acordo com o n.º 4.2 do presente anexo.

5.2.3 — Sistemas com medição de CO_2 e método do balanço do carbono (³):

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

em que:

CO_{2D} = concentração de CO_2 nos gases de escape diluídos;

CO_{2A} = concentração do CO_2 no ar de diluição.
(concentrações em vol% em base húmida).

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

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

e:

$$q_i = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} * (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

5.2.4 — Sistemas com medição do caudal:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

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

5.3 — Sistema de diluição total do fluxo — os resultados finais do ensaio de emissões de partículas a notar são obtidos como se indica a seguir. Todos os cálculos se baseiam nos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras:

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

5.4 — Cálculo do caudal mássico de partículas — o caudal mássico de partículas deve ser calculado do seguinte modo:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} * \frac{G_{EDFW}}{1000}$$

em que:

$$\overline{G_{EDFW}} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{EDFW,i} * WF_i$$

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

$$i = 1, \dots, n$$

são determinados ao longo do ciclo de ensaio pelo somatório dos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras.

O caudal mássico de partículas pode ser corrigido em relação às condições de fundo do seguinte modo:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} * \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) * WF_i \right) \right) \right] * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1000}$$

Se for efectuada mais de uma medição, (M_d/M_{DIL}) é substituído por (M_d/M_{DIL}) :

$$DF_i = 13,4/[concCO_2 + (concCO + concHC)*10^{-4}]$$

para os modos individuais;

ou:

$$DF_i = 13,4/concCO_2 \text{ para os modos individuais.}$$

5.5 — Cálculo das emissões específicas — a emissão específica de partículas deve ser calculada do seguinte modo:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{mass}}{\sum P^{(n)}_i * WF_i}$$

5.6 — Factor de ponderação efectivo — o factor de ponderação efectivo $WF_{E,i}$ para cada modo deve ser calculado como se indica a seguir:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} * \overline{G_{EDFW}}}{M_{SAM} * G_{EDFW,i}}$$

Os valores dos factores de ponderação efectivos devem ser compreendidos entre + e - 0,003 ($\pm 0,005$ para o modo de marcha lenta sem carga) em relação aos factores de ponderação indicados no n.º 2.7.1.

6 — Cálculo dos valores dos fumos:

6.1 — Algoritmo de Bessel — utiliza-se o algoritmo de Bessel para calcular os valores médios em 1 s das leituras instantâneas de fumos, convertidas de acordo com o n.º 6.3.1. O algoritmo simula um filtro passa-baixo de segunda ordem, e a sua utilização exige cálculos iterativos para determinar os coeficientes. Estes coeficientes são função do tempo de resposta do opacímetro e da taxa de recolha de amostras. Assim sendo, o disposto no n.º 6.1.1 deve ser repetido sempre que o tempo de resposta do sistema e ou a taxa de recolha de amostras variar.

6.1.1 — Cálculo do tempo de resposta do filtro e constantes de Bessel — o tempo de resposta de Bessel (t_F) é função dos tempos de resposta física e eléctrica do opacímetro, conforme especificado no n.º 5.2.4 do anexo 10.º ao presente Regulamento, e calcula-se através da seguinte equação:

$$t_F = \sqrt{1 - (t_p^2 + t_e^2)}$$

em que

$$t_p = \text{tempo de resposta física (s);}$$

$$t_e = \text{tempo de resposta eléctrica (s).}$$

Os cálculos para estimar a frequência de corte do filtro (f_c) baseiam-se numa entrada em degrau de 0 a 1 em $< 0,01$ s (v. anexo 15.º). Define-se o tempo de resposta como o tempo que decorre entre o momento em que a saída de Bessel atinge 10 % (t_{10}) e o momento em que atinge 90 % (t_{90}) desta função em degrau. Isto deve ser obtido fazendo a iteração de f_c até $t_{90} - t_{10} = t_F$. A primeira iteração de f_c é dada pela seguinte fórmula:

$$f_c = \pi / (10 * t_F)$$

As constantes de Bessel E e K devem ser calculadas através das seguintes equações:

$$E = \frac{1}{1 + \Omega * \sqrt{3 * D + D * \Omega^2}}$$

$$K = 2 * E * (D * \Omega^2 - 1) - 1$$

em que

$$D = 0,618034;$$

$$\Delta t = 1/\text{taxa de recolha de amostras};$$

$$W = 1/[\tan(p * D * f_c)].$$

6.1.2 — Cálculo do algoritmo de Bessel — utilizando os valores de E e K , calcula-se a resposta média de Bessel em 1 s a uma entrada em degrau Si do seguinte modo:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

em que:

$$S_{i-2} = S_{i-1} = 0;$$

$$S_i = 1;$$

$$Y_{i-2} = Y_{i-1} = 0.$$

Os tempos t_{10} e t_{90} são interpolados. A diferença de tempo entre t_{90} e t_{10} define o tempo de resposta t_F para esse valor de f_c . Se este tempo de resposta não for suficientemente próximo do tempo de resposta requerido, continua-se a iteração até o tempo de resposta real estar a 1 % da resposta requerida como segue:

$$|(t_{90} - t_{10}) - t_F| \leq 0,01 * t_F$$

6.2 — Avaliação dos dados — recolhem-se os valores de medição dos fumos com uma frequência mínima de 20 Hz.

6.3 — Determinação dos fumos:

6.3.1 — Conversão dos dados — uma vez que a unidade básica de medição de todos os opacímetros é a transmitância, convertem-se os valores dos fumos da transmitância (τ) para o coeficiente de absorção da luz (k) do seguinte modo:

$$K = -\frac{1}{L_A} * \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

e:

$$N = 100 - \tau$$

em que:

$$k = \text{coeficiente de absorção da luz (min}^{-1}\text{);}$$

$$L_A = \text{comprimento do trajecto óptico efectivo, apresentado pelo fabricante do instrumento (m);}$$

$$N = \text{opacidade (\%);}$$

$$\tau = \text{transmitância (\%)}.$$

Aplica-se a conversão antes de se fazer qualquer outro tratamento dos dados.

6.3.2 — Cálculos da média de Bessel dos fumos — a frequência de corte correcta f_c é a que produz o tempo de resposta do filtro t_F requerido. Logo que esta frequência tenha sido determinada através do processo iterativo do

n.º 6.1.1, calculam-se constantes E e K do algoritmo de Bessel. Aplica-se então o algoritmo de Bessel aos vestígios instantâneos de fumo (valor K) conforme se descreve no n.º 6.1.2:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

O algoritmo de Bessel é recursivo por natureza. Assim sendo, são precisos alguns valores de entrada iniciais de S_{i-1} e S_{i-2} e valores de saída iniciais Y_{i-1} e Y_{i-2} para se arrancar com o algoritmo. Pode-se por hipótese tomá-los como 0.

Para cada patamar de carga das três velocidades A, B e C, selecciona-se o valor máximo Y_{max} em 1 s dos valores Y_i individuais de cada vestígio de fumo.

6.3.3 — Resultado final — os valores médios do fumo (SV) de cada ciclo (velocidade de ensaio) devem ser calculados do seguinte modo:

Para a velocidade de ensaio A:

$$SV_A = (Y_{max1,A} + Y_{max2,A} + Y_{max3,A})/3$$

Para a velocidade de ensaio B:

$$SV_B = (Y_{max1,B} + Y_{max2,B} + Y_{max3,B})/3$$

Para a velocidade de ensaio C:

$$SV_C = (Y_{max1,C} + Y_{max2,C} + Y_{max3,C})/3$$

em que:

$Y_{max1}, Y_{max2}, Y_{max3}$ = valor mais elevado da média de Bessel dos fumos em 1 s em cada um dos três patamares de carga.

O valor final calcula-se do seguinte modo:

$$SV = (0,43 * SV_A) + (0,56 * SV_B) + (0,01 * SV_C)$$

(1) Os pontos de ensaio devem ser seleccionados utilizando métodos estatísticos aprovados de aleatorização.

(2) Expressas em equivalente C1.

(3) O valor apenas é válido para o combustível de referência especificado no anexo 12.º ao presente Regulamento.

ANEXO 8.º

Ciclo de ensaio ETC

1 — Procedimento de traçado do motor:

1.1 — Determinação da gama das velocidades do traçado — para gerar o ETC na célula de ensaio, o motor precisa de ser traçado antes do ciclo de ensaio para determinar a curva da velocidade em função do binário. Definem-se as velocidades mínima e máxima do traçado como segue:

Velocidade mínima do traçado = marcha lenta sem carga;

Velocidade máxima do traçado = n_{hi} * 1,02 ou velocidade em que o binário a plena carga cai para 0;

conforme o que for menor.

1.2 — Execução do traçado da potência do motor — aquece-se o motor até à potência máxima de modo a estabilizar os parâmetros do motor de acordo com as recomendações do fabricante e a boa prática de engenharia.

Quando o motor estiver estabilizado, efectua-se o traçado do motor do seguinte modo:

- Retira-se a carga e faz-se funcionar o motor em velocidade de marcha lenta sem carga;
- Faz-se funcionar o motor em condições de plena carga e de plena abertura da admissão na velocidade mínima do traçado;
- Aumenta-se a velocidade do motor a uma taxa média de $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$ da velocidade mínima do traçado para a velocidade máxima do traçado. Registam-se os pontos de velocidade e binário do motor a uma taxa de pelo menos um ponto por segundo.

1.3 — Geração da curva do traçado — ligam-se todos os pontos correspondentes aos dados registados nos termos do n.º 1.2 utilizando a interpolação linear entre pontos. A curva de binários resultante é a curva do traçado, utilizada para converter os valores normalizados do binário do ciclo do motor em valores de binário reais para o ciclo de ensaio, conforme se descreve no n.º 2.

1.4 — Traçado alternativo — se um fabricante pensar que as técnicas de traçado acima indicadas não são seguras nem representativas de nenhum motor dado, podem-se utilizar técnicas de traçado alternativas. Essas técnicas alternativas devem satisfazer a intenção dos métodos de traçado especificados para determinar o binário máximo disponível em todas as velocidades do motor atingidas durante os ciclos do ensaio. Quaisquer desvios das técnicas de traçado aqui especificadas por razões de segurança ou representatividade devem ser aprovadas pelo serviço técnico, juntamente com a justificação da sua utilização. Em caso algum, todavia, se utilizarão varrimentos descendentes contínuos da velocidade do motor para motores regulados ou turbocomprimidos.

1.5 — Ensaio repetido — um motor não precisa de ser traçado antes de cada ciclo de ensaio. Volta-se a fazer o traçado de um motor antes de um ciclo de ensaio se:

Tiver passado um período de tempo não razoável desde o último traçado, segundo critérios técnicos usuais; ou

Tiverem sido feitas alterações físicas ou calibrações ao motor que possam afectar potencialmente o comportamento funcional do motor.

2 — Geração do ciclo de ensaio de referência — o ciclo de ensaio transiente está descrito no anexo 9.º ao presente Regulamento. Os valores normalizados do binário e da velocidade devem ser transformados nos valores reais, como a seguir se indica, daí resultando o ciclo de referência.

2.1 — Velocidade real — desnormaliza-se a velocidade utilizando a seguinte equação:

$$\text{Velocidade real} = \frac{\text{velocidade em \% (velocidade de referência - velocidade de marcha lenta sem carga)}}{100} + \text{velocidade de marcha lenta sem carga.}$$

A velocidade de referência (n_{ref}) corresponde aos valores da velocidade a 100 % especificados no programa do

dinamómetro do motor do anexo 9.º Define-se do seguinte modo (v. figura n.º 1 do anexo 1.º):

$$n_{ref} = n_{lo} + 95 \% * (n_{hi} - n_{lo})$$

em que n_{hi} e n_{lo} são ou especificados de acordo com o artigo 2.º ou determinados de acordo com o n.º 1.1 do anexo 7.º do presente Regulamento.

2.2 — Binário real — o binário é normalizado ao máximo na velocidade respectiva. Desnormalizam-se os valores do binário do ciclo de referência utilizando a curva do traçado determinada de acordo com o n.º 1.3, como segue:

$$\text{Binário real} = \frac{\text{Binário em \%} * \text{binário máx.}}{100}$$

para a velocidade real respectiva determinada no n.º 2.1.

Os valores de binário negativos dos pontos de rotação sem alimentação [«motoring» («m»)] tomarão, para efeitos da geração do ciclo de referência, valores desnormalizados determinados de qualquer uma das seguintes formas:

40 % negativos do binário positivo disponível no ponto de velocidade associado;

Traçado do binário negativo necessário para levar o motor sem alimentação da velocidade mínima de traçado à velocidade máxima do traçado;

Determinação do binário negativo necessário para fazer rodar o motor sem alimentação na velocidade de marcha lenta sem carga e na velocidade de referência e interpolação linear entre esses dois pontos.

2.3 — Exemplo do procedimento de desnormalização — como exemplo, desnormaliza-se o seguinte ponto de ensaio:

Regime em percentagem = 43;
Binário em percentagem = 82.

Dados os seguintes valores:

Velocidade de referência = 2200 min⁻¹;
Velocidade em marcha lenta sem carga = 600 min⁻¹;

obtém-se:

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

$$\text{binário real} = \frac{82 * 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

em que o binário máximo observado retirado da curva do traçado a 1288 min⁻¹ é 700 Nm.

3 — Ensaio de emissões — a pedido do fabricante, pode-se realizar um ensaio em branco para condicionar o motor e o sistema de escape antes do ciclo de medição.

Os motores a GNC e a GPL são rodados utilizando o ensaio ETC. Roda-se o motor pelo menos em dois ciclos ETC e até que o valor da emissão de CO medido num ciclo ETC não exceda em mais de 25 % o valor medido no ciclo ETC anterior.

3.1 — Preparação dos filtros de recolha de amostras (motores diesel apenas) — pelo menos uma hora antes do ensaio, coloca-se cada filtro (par) numa placa de Petri, fe-

chada mas não selada, numa câmara de pesagem, para efeitos de estabilização: No final do período de estabilização, pesa-se cada filtro (par) e regista-se a tara. Armazena-se então o filtro (par) numa placa de Petri fechada ou num suporte de filtro selado até ser necessário para o ensaio. Se não se utilizar o filtro (par) no prazo de oito horas a seguir à sua remoção da câmara de pesagem há que condicioná-lo e pesá-lo novamente antes da utilização.

3.2 — Instalação do equipamento de medida — instalam-se os instrumentos e as sondas de recolha de amostras conforme necessário. Liga-se o tubo de escape ao sistema de diluição total do fluxo.

3.3 — Arranque do sistema de diluição e do motor — põe-se o sistema de diluição e o motor a funcionar e a aquecer até que todas as temperaturas e pressões tenham estabilizado à potência máxima de acordo com a recomendação do fabricante e a boa prática de engenharia.

3.4 — Arranque do sistema de recolha de amostras de partículas (motores diesel apenas) — põe-se o sistema de recolha de amostras de partículas a funcionar em derivação (*by pass*). Pode-se determinar a concentração de fundo de partículas no ar de diluição passando o ar de diluição através dos filtros de partículas. Se se utilizar o ar de diluição filtrado, pode-se efectuar uma medição antes ou depois do ensaio. Se o ar de diluição não for filtrado, podem-se efectuar medições no início e no final do ciclo, calculando-se a média dos valores.

3.5 — Ajustamento do sistema de diluição total do fluxo — regula-se o fluxo total dos gases de escape diluídos de modo a eliminar a condensação da água no sistema e a obter uma temperatura máxima da face do filtro igual ou inferior a 325 K (52° C) (v. n.º 2.3.1, DT, anexo 13.º ao presente Regulamento).

3.6 — Verificação dos analisadores — os analisadores das emissões devem ser colocados em zero e calibrados. Se forem utilizados sacos de recolha de amostras, devem ser evacuados.

3.7 — Procedimento de arranque do motor — faz-se arrancar o motor estabilizado de acordo com o procedimento de arranque recomendado pelo fabricante no manual, utilizando quer um motor de arranque de produção quer o dinamómetro. Em alternativa, o ensaio pode começar directamente a partir da fase de pré-condicionamento do motor sem o desligar, quando o motor tiver atingido a velocidade de marcha lenta sem carga.

3.8 — Ciclo de ensaio:

3.8.1 — Sequência do ensaio — dá-se início à sequência do ensaio, se o motor tiver atingido a velocidade de marcha lenta sem carga. Efectua-se o ensaio de acordo com o ciclo de referência estabelecido no n.º 2 do presente anexo. Determinam-se os pontos de controlo da velocidade e do binário do motor a intervalos de 5 Hz ou superiores (recomenda-se 10 Hz). Registam-se a velocidade e o binário de retroacção do motor pelo menos uma vez em cada segundo durante o ciclo do ensaio, podendo os sinais ser electronicamente filtrados.

3.8.2 — Resposta do analisador — ao fazer arrancar o motor ou a sequência de ensaio, se o ciclo começar directamente a partir do pré-condicionamento, faz-se arrancar simultaneamente o equipamento de medição:

Começa-se a recolher ou analisar o ar de diluição;
Começa-se a recolher ou analisar os gases de escape diluídos;

Começa-se a medir a quantidade de gases de escape diluídos (CVS) e as temperaturas e pressões requeridas;

Começa-se a registar os dados de retroacção da velocidade e binário do dinamómetro.

Medem-se continuamente o HC e os NO_x no túnel de diluição com uma frequência de 2 Hz. Determinam-se as concentrações médias integrando os sinais do analisador ao longo do ciclo de ensaio. O tempo de resposta do sistema não deve ser superior a 20 s, e deve ser coordenado com as flutuações de fluxo do CVS e os desvios do tempo de recolha de amostras/ciclo de ensaio, se necessário. Determinam-se o CO , o CO_2 , os HC não-metânicos e o CH_4 , por integração ou analisando as concentrações no saco de recolha de amostras, obtidas durante o ciclo. Determinam-se as concentrações dos gases poluentes no ar de diluição por integração ou por recolha no saco de gases de fundo. Registam-se todos os outros valores com um mínimo de uma medição por segundo (1 Hz).

3.8.3 — Recolha de amostras de partículas (motores diesel apenas) — ao arranque do motor ou da sequência de ensaio, se o ciclo começar directamente a partir do pré-condicionamento, comuta-se o sistema de recolha de amostras de partículas do desvio *by-pass* para a recolha de partículas.

Se não se utilizar a compensação do fluxo, ajusta(m)-se a(s) bomba(s) de recolha de modo que o caudal através da sonda de recolha ou do tubo de transferência de partículas se mantenha a $\pm 5\%$ do caudal regulado. Se se utilizar compensação do fluxo (isto é, controlo proporcional do fluxo de amostras), deve-se demonstrar que a relação entre o fluxo no túnel principal e o fluxo de amostras de partículas não varia em mais de $\pm 5\%$ do seu valor regulado (excepto no que diz respeito aos primeiros 10 segundos de recolha de amostras).

Nota. — No caso do funcionamento com diluição dupla, o caudal das amostras é a diferença líquida entre o caudal através dos filtros de recolha e o caudal do ar de diluição secundária.

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

3.8.4 — Paragem do motor — se o motor for abaixo durante o ciclo de ensaio, pré-condiciona-se e faz-se arrançar novamente o motor, repetindo-se o ensaio. Se ocorrer uma avaria em qualquer dos equipamentos de ensaio durante o ciclo de ensaio, anula-se o ensaio.

3.8.5 — Operações após o ensaio — ao completar o ensaio, termina-se a medição do volume dos gases de escape diluídos e o escoamento do gás para os sacos de recolha e pára-se a bomba de recolha de amostras de partículas. No caso de um sistema analisador por integração, a recolha continua até que os tempos de resposta do sistema tenham passado.

Analisam-se as concentrações dos sacos de recolha, se utilizados, tão rapidamente quanto possível e nunca passados mais de 20 minutos após o fim do ciclo de ensaios.

Após o ensaio de emissões, utilizam-se um gás de colação no zero e o mesmo gás de calibração para reverificar

os analisadores. O ensaio será considerado aceitável se a diferença entre os resultados antes do ensaio e depois do ensaio for inferior a 2 % do valor do gás de calibração.

No que diz respeito aos motores diesel apenas, os filtros de partículas devem voltar para a câmara de pesagem o mais tardar uma hora após a conclusão do ensaio, sendo condicionados numa placa de Petri fechada mas não selada durante pelo menos uma hora mas não mais do que 80 horas antes da pesagem.

3.9 — Verificação do ensaio:

3.9.1 — Desvio dos dados — para minimizar a influência do intervalo de tempo entre os valores de retroacção e do ciclo de referência, toda a sequência do sinal de retroacção da velocidade e do binário do motor pode ser avançada ou atrasada no tempo em relação à sequência da velocidade e do binário de referência. Se os sinais de retroacção forem desviados, tanto a velocidade como o binário devem ser desviados da mesma quantidade no mesmo sentido.

3.9.2 — Cálculo do trabalho efectuado no ciclo — calcula-se o trabalho W_{act} (kWh) efectuado no ciclo real utilizando cada par registado de valores de retroacção da velocidade e do binário do motor. Esta operação deve ser efectuada após ter ocorrido qualquer desvio dos dados de retroacção, se esta opção tiver sido seleccionada. O trabalho W_{act} efectuado no ciclo real é utilizado para efeitos de comparação com o trabalho W_{ref} efectuado no ciclo de referência e para calcular as emissões específicas do freio (v. n.ºs 4.4 e 5.2). Utiliza-se a mesma metodologia para integrar a potência de referência e a potência real do motor. Se tiverem de ser determinados valores entre valores de referência adjacentes ou valores medidos adjacentes, utiliza-se a interpolação linear.

Ao integrar o trabalho efectuado no ciclo de referência e no ciclo real, todos os valores de binário negativos devem ser reduzidos a zero e incluídos. Se a integração for realizada a uma frequência inferior a 5 Hz e se, durante um dado intervalo de tempo, o valor do binário variar de positivo para negativo ou negativo para positivo, calcula-se a porção negativa, que é seguidamente reduzida a 0. A porção positiva é incluída no valor integrado.

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

3.9.3 — Estatística de validação do ciclo de ensaios — Efectuam-se regressões lineares dos valores de retroacção em relação aos valores de referência para a velocidade, o binário e a potência. Esta operação deve ser efectuada após a ocorrência de qualquer desvio dos dados de retroacção, se esta opção tiver sido seleccionada. Utiliza-se o método dos mínimos quadrados, tendo a melhor equação a seguinte fórmula:

$$Y = mx + b$$

em que:

Y = valor de retroacção (real) da velocidade (min^{-1}), binário (Nm) ou potência (Kw);

m = declive da linha de regressão;

x = valor de referência da velocidade (min^{-1}), binário (Nm) ou potência (Kw);

b = ordenada da linha de regressão com origem no ponto y .

Calculam-se, para cada linha de regressão, o erro padrão de estimativa (SE) de y em relação a x e o coeficiente de r^2 .

Recomenda-se que esta análise seja realizada a 1 Hz. Eliminam-se do cálculo da estatística de validação do binário e da potência do ciclo todos os valores de referência do binário negativos e os valores de retroacção a ele associados. Para que um ensaio seja considerado válido, devem ser satisfeitos os critérios do quadro n.º 6.

QUADRO N.º 6

Tolerâncias da linha de regressão

	Velocidade	Binário	Potência
Erro padrão de estimativa (SE) de y em relação a x.	Máx. 100 min ⁻¹	Máx. 13 % do binário máximo do motor do traçado de potência.	Máx. 8 % da potência máxima do motor do traçado de potência.
Declive da linha de regressão (m).	0,95 a 1,03	0,83 — 1,03 ...	0,89 — 1,03 ...
Coefficiente de determinação (r ²).	Min. 0,9700	Min. 0,8800	Min. 0,9100
Ordenada da linha de regressão com origem no ponto y (b).	± 50 min ⁻¹	± 20 Nm ou ± 2 % do binário máx., conforme o que for maior.	± 4 kW ou ± 2 % da potência máx., conforme o que for maior.

Admitem-se exclusões de pontos da análise de regressão nos casos indicados no quadro n.º 7.

QUADRO N.º 7

Pontos que é admissível excluir da análise de regressão

Condição	Pontos a excluir
Plena carga/plena abertura da admissão e retroacção do binário < referência do binário.	Binário e ou potência.
Sem carga, não ser um ponto de marcha lenta sem carga, e retroacção do binário > que referência do binário.	Binário e ou potência.
Sem carga/admissão fechada, ponto de marcha lenta sem carga e velocidade > velocidade de referência em marcha lenta sem carga.	Velocidade e ou potência.

4 — Cálculo das emissões gasosas:

4.1 — Determinação do fluxo dos gases de escape diluídos — calcula-se o fluxo total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (kg/ensaio) a partir dos valores de medição ao longo do ciclo e dos dados de calibração correspondentes do dispositivo de medição do fluxo (V_O para PDP ou K_V para CVF, conforme determinado no n.º 2 do anexo 11.º). Aplicam-se as seguintes fórmulas, se a temperatura dos gases de escape diluídos se mantiver constante durante o ciclo através da utilização de um permutador de calor (± 6 K

para um PDP-CVS, ± 11 K para um CFV-CVS, v. n.º 2.3 do anexo 13.º ao presente Regulamento).

Para o sistema PDP-CVS:

$$M_{TOTW} = 1,293 * V_O * N_P * (PB - P1) * 273 / (101,3 * T)$$

em que:

M_{TOTW} = massa dos gases de escape diluídos em base húmida durante o ciclo (Kg);

V_O = volume de gás bombeado por rotação nas condições de ensaio (m³/rot);

N_P = número de rotações totais da bomba por ensaio;

PB = pressão atmosférica na célula de ensaio (kPa);

$P1$ = depressão abaixo da pressão atmosférica à entrada da bomba (kPa);

T = temperatura média dos gases de escape diluídos à entrada da bomba durante o ciclo (K).

Para o sistema CFV-CVS:

$$M_{TOTW} = 1,293 * t * K_V * P_A / T^{0,5}$$

em que:

M_{TOTW} = massa dos gases de escape diluídos em base húmida durante o ciclo (kg);

t = tempo do ciclo (s);

K_V = coeficiente de calibração do venturi de escoamento crítico para as condições *standard*;

P_A = pressão absoluta à entrada do venturi (kPa);

T = temperatura absoluta à entrada do venturi (K).

Se utilizar um sistema com compensação do fluxo (isto é, sem permutador de calor), calculam-se e integram-se ao longo do ciclo as emissões mássicas instantâneas. Neste caso, calcula-se a massa instantânea dos gases de escape diluídos do seguinte modo:

Para o sistema PDP-CVS:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 * V_O * N_{P,i} * (PB - P1) * 273 / (101,3 * T)$$

em que:

$M_{TOTW,i}$ = massa instantânea dos gases de escape diluídos em base húmida (kg);

$N_{P,i}$ = número total de rotações da bomba por intervalo de tempo.

Para o sistema CFV-CVS:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 * \Delta t_i * K_V * P_A / T^{0,5}$$

em que:

$M_{TOTW,i}$ = massa instantânea dos gases de escape diluídos em base húmida (kg);

Δt_i = intervalo de tempo (s).

Se a massa total de amostras de partículas (M_{SAM}) e gases poluentes exceder 0,5 % de fluxo total no CVS (M_{TOTW}), corrige-se o fluxo no CVS em função da M_{SAM} ou o fluxo da amostra de partículas volta para o sistema CVS antes do dispositivo de medição do fluxo (PDP ou CFV).

4.2 — 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 NOX em função da

humidade do ar ambiente através dos factores dados nas seguintes fórmulas:

a) Para os motores diesel:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (H_a - 10,71)}$$

b) Para os motores a gás:

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (H_a - 10,71)}$$

em que:

H_a = humidade do ar de admissão, gramas de água por quilograma de ar seco;

em que:

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * P_a}{PB - P_a * R_a * 10^{-2}}$$

R_a = humidade relativa do ar de admissão (%);

P_a = pressão do vapor de saturação do ar de admissão (kPa);

PB = pressão barométrica total (kPa);

4.3 — Cálculo do caudal mássico das emissões:

4.3.1 — Sistemas com caudal mássico constante — no que diz respeito aos sistemas com permutador de calor, determina-se a massa dos poluentes (g/ensaio) a partir das seguintes equações:

- (1) $NO_{Xmass} = 0,001587 * NO_{Xconc} * K_{H,D} * M_{TOTW}$ (motores diesel);
- (2) $NO_{Xmass} = 0,001587 * NO_{Xconc} * K_{H,G} * M_{TOTW}$ (motores a gás);
- (3) $CO_{mass} = 0,000966 * CO_{conc} * M_{TOTW}$;
- (4) $HC_{mass} = 0,000479 * HC_{conc} * M_{TOTW}$ (motores diesel);
- (5) $HC_{mass} = 0,000502 * HC_{conc} * M_{TOTW}$ (motores a GPL);
- (6) $NMHC_{mass} = 0,000516 * NMHC_{conc} * M_{TOTW}$ (motores a GNC);
- (7) $CH_{4mass} = 0,000552 * CH_{4conc} * M_{TOTW}$ (motores a GNC);

em que:

NO_{Xconc} , CO_{conc} , HC_{conc} (1), $NMHC_{conc}$ = concentrações médias corrigidas quanto às condições de fundo durante o ciclo resultantes da integração (obrigatória para os NO_X e os HC) ou medição em saco (ppm);

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo conforme determinada no n.º 4.1 (kg);

$K_{H,D}$ = factor de correcção da humidade no que diz respeito aos motores diesel, conforme determinado no n.º 4.2;

$K_{H,G}$ = factor de correcção da humidade no que diz respeito aos motores a gás, conforme determinado no n.º 4.2.

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida, de acordo com o n.º 4.2 do anexo 7.º ao presente Regulamento.

A determinação da $NMHC_{conc}$ depende do método utilizado (v. n.º 3.3.4 do anexo 10.º). Em ambos os casos, determina-se a concentração de CH_4 que é subtraída da concentração de HC do seguinte modo:

a) Cromatografia em fase gasosa (GC):

$$NMHC_{conc} = HC_{conc} - CH_{4conc}$$

b) Separador de hidrocarbonetos não-metânicos (NMC):

$$NMHC_{CONC} = \frac{HC(sem\ Cutter) * (1 - CE_M) - HC(com\ Cutter)}{CE_E - CE_M}$$

em que:

HC (com Cutter) = concentração de HC com a amostra de gás a passar através do NMC;

HC (sem Cutter) = concentração de HC com a amostra de gás a passar fora do NMC;

CE_M = eficiência do metano determinada de acordo com o n.º 1.8.4.1 do anexo 11.º ao presente Regulamento;

CE_E = eficiência do etano determinada de acordo com o n.º 1.8.4.2 do anexo 11.º ao presente Regulamento.

4.3.1.1 — Determinação das concentrações corrigidas quanto às condições de fundo.

Subtrai-se a concentração média de fundo dos gases poluentes no ar de diluição das concentrações medidas para obter as concentrações líquidas dos poluentes. Os valores médios das concentrações de fundo podem ser determinadas pelo método do saco de recolha de amostras ou por medição contínua com integração. Utiliza-se a seguinte fórmula:

$$conc = conc_e - conc_d * [1 - (1/DF)]$$

em que:

$conc$ = concentração do poluente respectivo nos gases de escape diluídos, corrigida da quantidade do poluente respectivo contida no ar de diluição (ppm);

$conc_e$ = concentração do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos, ppm;

$conc_d$ = concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm);

DF = factor de diluição.

Calcula-se o factor de diluição do seguinte modo:

a) No que diz respeito aos motores diesel e a GPL:

$$DF = \frac{F_S}{CO_{2,conce} + (HC_{conce} + CO_{conce}) * 10^{-4}}$$

b) No que diz respeito aos motores a GNC:

$$DF = \frac{F_S}{CO_{2,conce} + (NMHC_{conce} + CO_{conce}) * 10^{-4}}$$

em que:

$CO_{2,conce}$ = concentração de CO_2 nos gases de escape diluídos (vol%);

HC_{conce} = concentração de HC nos gases de escape diluídos (ppm C1);

$NMHC_{conce}$ = concentração de $NMHC$ nos gases de escape diluídos (ppm C1);

CO_{conce} = concentração de CO nos gases de escape diluídos (ppm);

F_S = factor estequiométrico.

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida, de acordo com o n.º 4.2 do anexo 7.º ao presente Regulamento.

Calcula-se o factor estequiométrico do seguinte modo:

$$F_S = 100 * \frac{x}{x + \frac{y}{2} + 3,76 * \left(x + \frac{y}{4}\right)}$$

em que:

x, y = composição do combustível C_xH_y

Em alternativa, se a composição do combustível for desconhecida, podem-se utilizar os seguintes factores estequiométricos:

F_S (diesel) = 13,4;

F_S (GPL) = 11,6;

F_S (GNC) = 9,5.

4.3.2 — Sistemas com compensação do fluxo — no que diz respeito aos sistemas sem permutador de calor, determina-se a massa dos poluentes (g/ensaio) através do cálculo das emissões mássicas instantâneas e da integração dos valores instantâneos durante o ciclo. Do mesmo modo, aplica-se directamente a correcção quanto às condições de fundo ao valor da concentração instantânea. Aplicam-se as seguintes fórmulas:

$$(1) NO_{Xmass} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} * NO_{Xconce,i} * 0,001587 * K_{H,D})$$

$$- [M_{TOTW} * NO_{Xconcd} * (1 - 1/DF) * 0,001587 * K_{H,D}]$$

(motores diesel)

$$(2) NO_{Xmass} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} * NO_{Xconce,i} * 0,001587 * K_{H,G})$$

$$- [M_{TOTW} * NO_{Xconcd} * (1 - 1/DF) * 0,001587 * K_{H,G}]$$

(motores a gás)

$$(3) CO_{mass} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} * CO_{conce,i} * 0,000966)$$

$$- [M_{TOTW} * CO_{concd} * (1 - 1/DF) * 0,000966]$$

$$(4) HC_{mass} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} * HC_{conce,i} * 0,000479)$$

$$- [M_{TOTW} * HC_{concd} * (1 - 1/DF) * 0,000479]$$

(motores diesel)

$$(5) HC_{mass} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} * HC_{conce,i} * 0,000502)$$

$$- [M_{TOTW} * HC_{concd} * (1 - 1/DF) * 0,000502]$$

(motores a GPL)

$$(6) NMHC_{mass} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} * NMHC_{conce,i} * 0,000516)$$

$$- [M_{TOTW} * NMHC_{concd} * (1 - 1/DF) * 0,000516]$$

(motores a GNC)

$$(7) CH_{4mass} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} * CH_{4conce,i} * 0,000552)$$

$$- [M_{TOTW} * CH_{4concd} * (1 - 1/DF) * 0,000552]$$

(motores a GNC)

em que:

$conc_e$ = concentração do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos (ppm);

$conc_d$ = concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição (ppm);

$M_{TOTW,i}$ = massa instantânea dos gases de escape diluídos (ve. n.º 4.1) (kg);

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (v. n.º 4.1) (kg);

$K_{H,D}$ = factor de correcção da humidade para os motores diesel conforme determinado no n.º 4.2;

$K_{H,G}$ = factor de correcção da humidade para os motores a gás, conforme determinado no n.º 4.2;

DF = factor de diluição conforme determinado no n.º 4.3.1.1.

4.4 — Cálculo das emissões específicas — calculam-se as emissões (g/kWh) para todos os componentes individuais do seguinte modo:

$$\overline{NO_X} = NO_{Xmass} / W_{act} \text{ (motores diesel e a gás)}$$

$$\overline{CO} = CO_{mass} / W_{act} \text{ (motores diesel e a gás)}$$

$$\overline{HC} = HC_{mass} / W_{act} \text{ (motores diesel e a GPL)}$$

$$\overline{NMHC} = NMHC_{mass} / W_{act} \text{ (motores a GNC)}$$

$$\overline{CH_4} = CH_{4mass} / W_{act} \text{ (motores a GNC)}$$

em que:

W_{act} = trabalho realizado no ciclo real conforme determinado no n.º 4.9.2 (kWh).

5 — Cálculo das emissões de partículas (apenas motores diesel):

5.1 — Cálculo da massa de partículas — calcula-se a massa de partículas (g/ensaio) do seguinte modo:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} * \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

em que:

M_f = massa das partículas recolhidas durante o ensaio (mg);

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo conforme determinado no n.º 4.1 (kg);

M_{SAM} = massa dos gases de escape diluídos tomada no túnel de diluição para a recolha de partículas (kg);

e:

$M_f = M_{f,p} + M_{f,b}$ se pesados separadamente (mg);

$M_{f,p}$ = massa de partículas recolhida no filtro primário (mg);

$M_{f,b}$ = massa de partículas recolhida no filtro secundário (mg).

Se se utilizar um sistema de diluição dupla, a massa do ar de diluição secundária é subtraída da massa total dos gases de escape duplamente diluídos recolhidos através dos filtros de partículas:

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

em que:

M_{TOT} = massa dos gases de escape duplamente diluídos através do filtro de partículas (kg);

M_{SEC} = massa do ar de diluição secundária (kg).

Se o nível de fundo das partículas do ar de diluição for determinado de acordo com o n.º 3.4, a massa de partículas pode ser corrigida quanto às condições de fundo. Neste caso, calcula-se a massa de partículas (g/ensaio) do seguinte modo:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} * \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] * \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

em que:

M_f , M_{SAM} , M_{TOTW} = ver acima;

M_{DIL} = massa do ar de diluição primária recolhido pelo sistema de recolha de partículas de fundo (kg);

M_d = massa das partículas de fundo recolhidas do ar de diluição primária (mg);

DF = factor de diluição conforme determinado no n.º 4.3.1.1.

5.2 — Cálculo das emissões específicas — calcula-se a emissão de partículas (g/kWh) do seguinte modo:

$$\overline{PT} = PT_{mass} / W_{act}$$

em que:

W_{act} = trabalho realizado no ciclo real conforme determinado no n.º 3.9.2 (kWh).

(¹) Expressas em equivalente C1.

ANEXO 9.º

Programa do dinamómetro para motores no ensaio ETC

Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
1	0	0	29	45,5	92,7	57	0	0
2	0	0	30	54,6	99,5	58	0	0
3	0	0	31	64,5	96,8	59	0	0
4	0	0	32	71,7	85,4	60	0	0
5	0	0	33	79,4	54,8	61	0	0
6	0	0	34	89,7	99,4	62	25,5	11,1
7	0	0	35	57,4	0	63	28,5	20,9
8	0	0	36	59,7	30,6	64	32	73,9
9	0	0	37	90,1	«m»	65	4	82,3
10	0	0	38	82,9	«m»	66	34,5	80,4
11	0	0	39	31,3	«m»	67	64,1	86
12	0	0	40	28,5	«m»	68	58	0
13	0	0	41	29,3	«m»	69	50,3	83,4
14	0	0	42	26,7	«m»	70	66,4	99,1
15	0	0	43	20,4	«m»	71	81,4	99,6
16	0,1	1,5	44	14,1	0	72	88,7	73,4
17	23,1	21,5	45	6,5	0	73	52,5	0
18	12,6	28,5	46	0	0	74	46,4	58,5
19	21,8	71	47	0	0	75	48,6	90,9
20	19,7	76,8	48	0	0	76	55,2	99,4
21	54,6	80,9	49	0	0	77	62,3	99
22	71,3	4,9	50	0	0	78	68,4	91,5
23	55,9	18,1	51	0	0	79	74,5	73,7
24	72	85,4	52	0	0	80	38	0
25	86,7	61,8	53	0	0	81	41,8	89,6
26	51,7	0	54	0	0	82	47,1	99,2
27	53,4	48,9	55	0	0	83	52,5	99,8
28	34,2	87,6	56	0	0	84	56,9	80,8

Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
85	58,3	11,8	155	74,4	84,7	226	30,8	75,1
86	56,2	«m»	156	54,4	0	227	5,9	82,7
87	52	«m»	157	47,9	89,7	228	34,6	80,3
88	43,3	«m»	158	54,5	99,5	229	59,9	87
89	36,1	«m»	159	62,7	96,8	230	84,3	86,2
90	27,6	«m»	160	62,3	0	231	68,7	«m»
91	21,1	«m»	161	46,2	54,2	232	43,6	«m»
92	8	0	162	44,3	83,2	233	41,5	85,4
93	0	0	163	48,2	13,3	234	49,9	94,3
94	0	0	164	51	«m»	235	60,8	99
95	0	0	165	50	«m»	236	70,2	99,4
96	0	0	166	49,2	«m»	237	81,1	92,4
97	0	0	167	49,3	«m»	238	49,2	0
98	0	0	168	49,9	«m»	239	56	86,2
99	0	0	169	51,6	«m»	240	56,2	99,3
100	0	0	170	49,7	«m»	241	61,7	99
101	0	0	171	48,5	«m»	242	69,2	99,3
102	0	0	172	50,3	72,5	243	74,1	99,8
103	0	0	173	51,1	84,5	244	72,4	8,4
104	0	0	174	54,6	64,8	245	71,3	0
105	0	0	175	56,6	76,5	246	71,2	9,1
106	0	0	176	58	«m»	247	67,1	«m»
107	0	0	177	53,6	«m»	248	65,5	«m»
108	11,6	14,8	178	40,8	«m»	249	64,4	«m»
109	0	0	179	32,9	«m»	250	62,9	25,6
110	27,2	74,8	180	26,3	«m»	251	62,2	35,6
111	17	76,9	181	20,9	«m»	252	62,9	24,4
112	36	78	182	10	0	253	58,8	«m»
113	59,7	86	183	0	0	254	56,9	«m»
114	80,8	17,9	184	0	0	255	54,5	«m»
115	49,7	0	183	0	0	256	51,7	17
116	65,6	86	186	0	0	257	56,2	78,7
117	78,6	72,2	187	0	0	258	59,5	94,7
118	64,9	«m»	188	0	0	259	65,5	99,1
119	44,3	«m»	189	0	0	260	71,2	99,5
120	51,4	83,4	190	0	0	261	76,6	99,9
121	58,1	97	191	0	0	262	79	0
122	69,3	99,3	192	0	0	263	52,9	97,5
123	72	20,8	193	0	0	264	53,1	99,7
124	72,1	«m»	194	0	0	265	59	99,1
125	65,3	«m»	195	0	0	266	62,2	99
126	64	«m>	196	0	0	267	65	99,1
127	59,7	«m»	197	0	0	268	69	83,1
128	52,8	«m»	198	0	0	269	69,9	28,4
129	45,9	«m»	199	0	0	270	70,6	12,5
130	38,7	«m»	200	0	0	271	68,9	8,4
131	32,4	«m»	201	0	0	272	69,8	9,1
132	27	«m»	202	0	0	273	69,6	7
133	21,7	«m»	203	0	0	274	65,7	«m»
134	19,1	«m»	204	0	0	275	67,1	«m»
135	34,7	14	205	0	0	276	66,7	«m»
136	16,4	48,6	206	0	0	277	65,6	«m»
137	0	11,2	207	0	0	278	64,5	«m»
138	1,2	2,1	208	0	0	279	62,9	«m»
139	30,1	19,3	209	0	0	280	59,3	«m»
140	30	73,9	211	0	0	281	54,1	«m»
141	54,4	74,4	212	0	0	282	51,3	«m»
142	77,2	55,6	213	0	0	283	47,9	«m»
143	58,1	0	214	0	0	284	43,6	«m»
144	45	82,1	215	0	0	285	39,4	«m»
145	68,7	98,1	216	0	0	286	34,7	«m»
146	85,7	67,2	217	0	0	287	29,8	«m»
147	60,2	0	218	0	0	288	20,9	73,4
148	59,4	98	219	0	0	289	36,9	«m»
149	72,7	99,6	220	0	0	290	35,5	«m»
150	79,9	45	221	0	0	291	20,9	«m»
151	44,3	0	222	0	0	292	49,7	11,9
152	41,5	84,4	223	0	0	293	42,5	«m»
153	56,2	98,2	224	0	0	294	32	«m»
154	65,7	99,1	225	21,2	62,7	295	23,6	«m»

Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
296	19,1	0	372	47,2	75,7	451	57,3	59,8
297	15,7	73,5	373	44,5	9	452	64,1	99
298	25,1	76,8	374	47,8	1 0,3	453	70,9	90,5
299	34,5	81,4	375	46,8	15,9	454	58	0
300	44,1	87,4	376	46,9	12,7	455	41,5	59,8
301	52,8	98,6	377	46,8	8,9	456	44,1	92,6
302	63,6	99	378	46,1	6,2	457	46,8	99,2
303	73,6	99,7	379	46,1	«m»	458	47,2	99,3
304	62,2	«m»	380	45,5	«m»	459	51	100
305	29,2	«m»	381	44,7	«m»	460	51,2	99,7
306	46,4	22	382	43,8	«m»	461	53,1	99,7
307	47,3	13,8	383	41	«m»	462	55,9	53,1
308	47,2	12,5	384	41,1	6,4	463	53,9	13,9
309	47,9	11,5	385	38	6,3	464	52,5	«m»
310	47,8	35,5	386	35,9	0,3	465	51,7	«m»
311	49,2	83,3	387	33,5	0	466	51,5	52,2
312	52,7	96,4	388	53,1	48,9	467	52,8	80
313	57,4	99,2	389	48,3	«m»	468	54,9	95
314	61,8	99	390	49,9	«m»	469	57,3	99,2
315	66,4	60,9	391	48	«m»	470	60,7	99,1
316	65,8	«m»	392	45,3	«m»	471	62,4	«m»
317	59	«m»	393	41,6	3,1	472	60,1	«m»
318	50,7	«m»	394	44,3	78	473	53,2	«m»
319	41,8	«m»	395	44,3	89,5	474	44	«m»
320	34,7	«m»	396	43,4	98,8	475	35,2	«m»
321	28,7	«m»	397	44,3	98,9	476	30,5	«m»
322	25,2	«m»	398	43	98,8	477	26,5	«m»
323	43	24,8	399	42,2	98,8	478	22,5	«m»
324	38,7	0	400	42,7	98,8	479	20,4	«m»
325	48,1	31,9	401	45	99	480	19,1	«m»
326	40,3	61	402	43,6	98,8	481	19,1	«m»
327	42,4	52,1	403	42,2	98,8	482	13,4	«m»
328	46,4	47,7	404	44,8	99	483	6,7	«m»
329	46,9	30,7	405	43,4	98,8	484	3,2	«m»
330	46,1	23,1	406	45	99	485	14,3	63,8
331	45,7	23,2	407	42,2	54,3	486	34,1	0
332	45,5	31,9	408	61,2	31,9	487	23,9	75,7
333	46,4	73,6	409	56,3	72,3	488	31,7	79,2
334	51,3	60,7	410	59,7	99,1	489	32,1	19,4
335	51,3	51,1	411	62,3	99	490	35,9	5,8
336	53,2	46,8	412	67,9	99,2	491	36,6	0,8
337	53,9	50	413	69,5	99,3	492	38,7	«m»
338	53,4	52,1	414	73,1	99,7	493	38,4	«m»
339	53,8	45,7	415	77,7	99,8	494	39,4	«m»
340	50,6	22,1	416	79,7	99,7	495	39,7	«m»
341	47,8	26	417	82,5	99,5	496	40,5	«m»
342	41,6	17,8	418	85,3	99,4	497	40,8	«m»
343	38,7	29,8	419	86,6	99,4	498	39,7	«m»
344	35,9	71,6	420	89,4	99,4	499	39,2	«m»
345	34,6	47,3	421	62,2	0	500	38,7	«m»
346	34,8	80,3	422	52,7	96,4	501	32,7	«m»
347	35,9	87,2	423	50,2	99,8	502	30,1	«m»
348	38,8	90,8	424	49,3	99,6	503	21,9	«m»
349	41,5	94,7	425	52,2	99,8	504	12,8	0
350	47,1	99,2	426	51,3	100	505	0	0
351	53,1	99,7	427	51,3	100	506	0	0
352	46,4	0	428	51,1	100	507	0	0
353	42,5	0,7	429	51,1	100	508	0	0
354	43,6	58,6	430	51,8	99,9	509	0	0
355	47,1	87,5	431	51,3	100	510	0	0
356	54,1	99,5	432	51,1	100	511	0	0
357	62,9	99	433	51,3	100	512	0	0
358	72,6	99,6	434	52,3	99,8	513	0	0
359	82,4	99,5	435	52,9	99,7	514	30,5	25,6
360	88	99,4	436	53,8	99,6	515	19,7	56,9
361	46,4	0	437	51,7	99,9	516	16,3	45,1
362	53,4	95,2	438	53,5	99,6	517	27,2	4,6
363	58,4	99,2	439	52	99,8	518	21,7	1,3
364	62,5	99	440	51,7	99,9	519	29,7	28,6
365	64,8	99	441	53,2	99,7	520	36,6	73,4
366	68,1	99,2	442	54,2	99,5	521	61,3	59,5
367	71,4	99,7	443	55,2	99,4	522	40,8	0
368	73,3	29,8	444	53,8	99,6	523	36,6	27,8
369	73,5	14,6	445	53,1	99,7	524	39,4	80,4
370	68,3	0	446	55	99,4	525	51,3	88,9
371	45,4	69,9	447	57	99,2	526	58,5	11,1
			448	61,5	99	527	60,7	«m»
			449	59,4	5,7	528	54,5	«m»
			450	59	0	529	51,3	«m»

Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
530	45,5	«m»	606	67,5	«m»	684	66,2	28,7
531	40,8	«m»	607	39	«m»	685	65,2	1,8
532	38,9	«m»	608	41,9	38,1	686	65	6,8
533	36,6	«m»	609	44,1	80,4	687	63,6	53,6
534	36,1	72,7	610	46,8	99,4	688	62,4	82,5
535	44,8	78,9	611	48,7	99,9	689	61,8	98,8
536	51,6	91,1	612	50,5	99,7	690	59,8	98,8
537	59,1	99,1	613	52,5	90,3	691	59,2	98,8
538	66	99,1	614	51	1,8	692	59,7	98,8
539	75,1	99,9	615	50	«m»	693	61,2	98,8
540	81	8	616	49,1	«m»	694	62,2	49,4
541	39,1	0	617	47	«m»	695	62,8	37,2
542	33,8	89,7	618	43,1	«m»	696	63,5	46,3
543	59,7	99,1	619	39,2	«m»	697	64,7	72,3
544	64,8	99	620	40,6	0,5	698	64,7	72,3
545	70,6	96,1	621	41,8	53,4	699	65,4	77,4
546	72,6	19,6	622	44,4	65,1	700	66,1	69,3
547	72	6,3	623	48,1	67,8	701	64,3	«m»
548	68,9	0,1	624	53,8	99,2	702	64,3	«m»
549	67,7	«m»	625	58,6	98,9	703	63	«m»
550	66,8	«m»	626	63,6	98,8	704	62,2	«m»
551	64,3	16,9	627	68,5	99,2	705	61,6	«m»
552	64,9	7	628	22,2	89,4	706	62,4	«m»
553	63,6	12,5	629	77,1	0	707	62,2	«m»
554	63	7,7	630	57,8	79,1	708	61	«m»
555	64,4	38,2	631	60,3	98,8	709	58,7	«m»
556	63	11,8	632	61,9	98,8	710	55,5	«m»
557	63,6	0	633	63,8	98,8	711	51,7	«m»
558	63,3	5	634	64,7	98,9	712	49,2	«m»
559	60,1	9,1	635	65,4	46,5	713	48,8	40,4
560	61	8,4	636	65,7	44,5	714	47,9	«m»
561	59,7	0,9	637	65,6	3,5	715	46,2	«m»
562	58,7	«m»	638	49,1	0	716	45,6	9,8
563	56	«m»	639	50,4	73,1	717	45,6	34,5
564	53,9	«m»	640	50,5	«m»	718	45,5	37,1
565	52,1	«m»	641	51	«m»	719	43,8	«m»
566	49,9	«m»	642	49,4	«m»	720	41,9	«m»
567	46,4	«m»	643	49,2	«m»	721	41,3	«m»
568	43,6	«m»	644	48,6	«m»	722	41,4	«m»
569	40,8	«m»	645	47,5	«m»	723	41,2	«m»
570	37,5	«m»	646	46,5	«m»	724	41,8	«m»
571	27,8	«m»	647	46	11,3	725	41,8	«m»
572	17,1	0,6	648	45,6	42,8	726	43,2	17,4
573	12,2	0,9	649	47,1	83	727	45	29
574	11,5	1,1	650	46,2	99,3	728	44,2	«m»
575	8,7	0,5	651	47,9	99,7	729	43,9	«m»
576	8	0,9	652	49,5	99,9	730	38	10,7
577	5,3	0,2	653	50,6	99,7	731	56,8	«m»
578	4	0	654	51	99,6	732	57,1	«m»
579	3,9	0	655	53	99,3	733	52	«m»
580	0	0	656	54,9	99,1	734	54,4	«m»
581	0	0	657	55,7	99	735	40,2	«m»
582	0	0	658	56	99	736	39,2	16,5
583	0	0	659	56,1	9,1	737	38,9	73,2
584	0	0	660	55,6	«m»	738	39,9	89,8
585	0	0	661	55,4	«m»	739	42,3	98,6
586	0	0	662	54,9	51,3	740	43,7	98,8
587	8,7	22,8	663	54,9	59,8	741	45,5	99,1
588	16,2	49,4	664	54	39,3	742	45,6	99,2
589	23,6	56	665	53,8	«m»	743	48,1	99,7
590	21,1	56,1	666	52	«m»	744	49	100
591	23,6	56	667	50,4	«m»	745	49,8	99,9
592	46,2	68,8	668	50,6	0	746	49,8	99,9
593	68,4	61,2	669	49,3	41,7	747	51,9	99,5
594	58,7	«m»	670	50	73,2	748	52,3	99,4
595	31,6	«m»	671	50,4	99,7	749	53,3	99,3
596	19,9	8,8	672	51,9	99,5	750	52,9	99,3
597	32,9	70,2	673	53,6	99,3	751	54,3	99,2
598	43	79	674	54,6	99,1	752	55,5	99,1
599	57,4	98,9	675	56	99	753	56,7	99
600	72,1	73,8	676	55,8	99	754	61,7	98,8
601	53	0	677	58,4	98,9	755	64,3	47,4
602	48,1	86	678	59,9	98,8	756	64,7	1,8
603	56,2	99	679	60,9	98,8	757	66,2	«m»
604	65,4	98,9	680	63	98,8	758	49,1	«m»
605	72,9	99,7	681	64,3	98,9	759	52,1	46
			682	64,8	64	760	52,6	61
			683	65,9	46,5	761	52,9	0
						762	52,3	20,4

Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
763	54,2	56,7	842	62,4	«m»	921	56,1	36,5
764	55,4	59,8	843	61,5	«m»	922	55,8	19
765	56,1	49,2	844	63,7	«m»	923	55,9	9,2
766	56,8	33,7	845	61,9	«m»	924	55,8	21,9
767	57,2	96	846	61,6	29,7	925	56,4	42,8
768	58,6	98,9	847	60,3	«m»	926	56,4	38
769	59,5	98,8	848	59,2	«m»	927	56,4	11
770	61,2	98,8	849	57,3	«m»	928	56,4	35,1
771	62,1	98,8	850	52,3	«m»	929	54	7,3
772	62,7	98,8	851	49,3	«m»	930	53,4	5,4
773	62,8	98,8	852	47,3	«m»	931	52,3	27,6
774	64	98,9	853	46,3	38,8	932	52,1	12
775	63,2	46,3	854	46,8	35,1	933	52,3	33,4
776	62,4	«m»	855	46,6	«m»	934	52,2	34,9
777	60,3	«m»	856	44,3	«m»	935	52,8	60,1
778	58,7	«m»	857	43,1	«m»	936	53,7	69,7
779	57,2	«m»	858	42,4	2,1	937	54	70,7
780	56,1	«m»	859	41,8	2,1	938	55,1	71,7
781	56	9,3	860	43,8	68,8	939	55,2	46
782	55,2	26,3	861	44,6	89,2	940	54,7	12,6
783	54,8	42,8	862	46	99,2	941	52,5	0
784	55,7	47,1	863	46,9	99,4	942	51,8	24,7
785	56,6	52,4	864	47,9	99,7	943	51,4	43,9
786	58	50,3	865	50,2	99,8	944	50,9	71,1
787	58,6	20,6	866	51,2	99,6	945	51,2	76,8
788	58,7	«m»	867	52,3	99,4	946	50,3	87,5
789	59,3	«m»	868	53	99,3	947	50,2	99,8
790	58,6	«m»	869	54,2	99,2	948	50,9	100
791	60,5	9,7	870	55,5	99,1	949	49,9	99,7
792	59,2	9,6	871	56,7	99	950	50,9	100
793	59,9	9,6	872	57,3	98,9	951	49,8	99,7
794	59,6	9,6	873	58	98,9	952	50,4	99,8
795	59,9	6,2	874	60,5	31,1	953	50,4	99,8
796	59,9	9,6	875	60,2	«m»	954	49,7	99,7
797	60,5	13,1	876	60,3	«m»	955	51	100
798	60,3	20,7	877	60,5	6,3	956	5,3	99,8
799	59,9	31	878	61,4	19,3	957	50,2	99,8
800	60,5	42	879	60,3	1,2	958	49,9	99,7
801	61,5	52,5	880	60,5	2,9	959	50,9	100
802	60,9	51,4	881	61,2	34,1	960	50	99,7
803	61,2	57,7	882	61,6	13,2	961	50,2	99,8
804	62,8	98,8	883	61,5	16,4	962	50,2	99,8
805	63,4	96,1	884	61,2	16,4	963	49,9	99,7
806	64,6	45,4	885	61,3	«m»	964	50,4	99,8
807	64,1	5	886	63,1	«m»	965	50,2	99,8
808	63	3,2	887	63,2	4,8	966	50,3	99,8
809	62,7	14,9	888	62,3	22,3	967	49,9	99,7
810	63,5	35,8	889	62	38,5	968	51,1	100
811	64,1	73,3	890	61,6	29,6	969	50,6	99,9
812	64,3	37,4	891	61,6	26,6	970	49,9	99,7
813	64,1	21	892	61,8	28,1	971	49,6	99,6
814	62,7	21	893	62	29,6	972	49,4	99,6
815	62,9	18	894	62	16,3	973	49	99,5
816	62,4	32,7	895	61,1	«m»	974	49,8	99,7
817	61,7	46,2	896	61,2	«m»	975	50,9	100
818	59,8	45,1	897	60,7	19,2	976	50,4	99,8
819	57,4	43,9	898	60,7	32,5	977	49,8	88,7
820	54,8	42,8	899	60,9	17,8	978	49,1	99,5
821	54,3	65,2	900	60,1	19,2	979	50,4	99,8
822	52,9	62,1	901	59,3	38,2	980	49,8	99,7
823	52,4	30,6	902	59,9	45	981	49,3	99,5
824	50,4	«m»	903	59,4	32,4	982	49,1	99,5
825	48,6	«m»	904	59,2	23,5	983	49,9	99,7
826	47,9	«m»	905	59,5	40,8	984	49,1	99,5
827	46,8	«m»	906	58,3	«m»	985	50,4	99,8
828	46,9	9,4	907	58,2	«m»	986	50,9	100
829	49,5	41,7	908	57,6	«m»	987	51,4	99,9
830	50,5	37,8	909	57,1	«m»	988	51,5	99,9
831	52,3	20,4	910	57	0,6	989	52,2	99,7
832	54,1	30,7	911	57	26,3	990	52,8	74,1
833	56,3	41,8	912	56,5	29,2	991	53,3	46
834	58,7	26,5	913	56,3	20,5	992	53,6	36,4
835	57,3	«m»	914	56,1	«m»	993	51,4	33,5
836	59	«m»	915	55,2	«m»	994	53,9	58,9
837	59,8	«m»	916	54,7	17,5	995	55,2	73,8
838	60,3	«m»	917	55,2	29,2	996	55,8	52,4
839	61,2	«m»	918	55,2	29,2	997	55,7	9,2
840	61,8	«m»	919	55,9	16	998	55,8	2,2
841	62,5	«m»	920	55,9	26,3	999	56,4	33,6

Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
1 000	55,4	«m»	1 079	52,9	0	1 158	50,3	31,7
1 001	55,2	«m»	1 080	52,8	88,9	1 159	49,3	31,3
1 002	5,8	26,3	1 081	53,4	99,5	1 160	48,8	21,5
1 003	55,8	23,3	1 082	54,7	99,3	1 161	47,8	59,4
1 004	56,4	50,2	1 083	56,3	99,1	1 162	48,1	77,1
1 005	57,6	68,3	1 084	57,5	99	1 163	48,4	87,6
1 006	58,8	90,2	1 085	59	98,9	1 164	49,6	87,5
1 007	59,9	98,9	1 086	59,8	98,9	1 165	51	81,4
1 008	62,3	98,8	1 087	60,1	98,9	1 166	51,6	66,7
1 009	63,1	74,4	1 088	61,8	48,3	1 167	53,3	61,2
1 010	63,7	49,4	1 089	61,8	55,6	1 168	55,2	62
1 011	63,3	9,8	1 090	61,7	59,8	1 169	55,7	41,9
1 012	48	0	1 091	62	55,6	1 170	56,4	30,7
1 013	47,9	73,5	1 092	62,3	29,6	1 171	56,8	23,4
1 014	49,9	99,7	1 093	62	19,3	1 172	57	«m»
1 015	49,9	48,8	1 094	61,3	7,9	1 173	57,6	«m»
1 016	49,6	2,3	1 095	61,1	19,2	1 174	56,9	«m»
1 017	49,9	«m»	1 096	61,2	43	1 175	56,4	4
1 018	49,1	«m»	1 097	61,1	59,7	1 176	57	23,4
1 019	49,7	47,5	1 098	61,1	98,8	1 177	56,4	41,7
1 020	49,1	«m»	1 099	61,3	98,8	1 178	57	49,2
1 021	49,4	«m»	1 100	61,3	26,6	1 179	57,7	56,6
1 022	48,3	«m»	1 101	60,4	«m»	1 180	58,6	56,6
1 023	49,4	«m»	1 102	58,8	«m»	1 181	58,9	64
1 024	48,5	«m»	1 103	57,7	«m»	1 182	59,4	68,2
1 025	48,7	«m»	1 104	56	«m»	1 183	58,8	71,4
1 026	48,7	«m»	1 105	54,7	«m»	1 184	60,1	71,3
1 027	49,1	«m»	1 106	53,3	«m»	1 185	60,6	79,1
1 028	49	«m»	1 107	52,6	23,2	1 186	60,7	83,3
1 029	49,8	«m»	1 108	53,4	84,2	1 187	60,7	77,1
1 030	48,7	«m»	1 109	53,9	99,4	1 188	60	71,5
1 031	48,5	«m»	1 110	54,9	99,3	1 189	60,2	55,5
1 032	49,3	31,3	1 111	55,8	99,2	1 190	59,7	54,4
1 033	49,7	45,3	1 112	57,1	99	1 191	59,8	73,3
1 034	48,3	44,5	1 113	56,5	99,1	1 192	59,8	77,9
1 035	49,8	61	1 114	58,9	98,9	1 193	59,8	73,9
1 036	49,4	64,3	1 115	58,7	98,9	1 194	60	76,5
1 037	49,8	64,4	1 116	59,8	98,9	1 195	59,5	82,3
1 038	50,5	65,5	1 117	61	98,8	1 196	59,9	82,8
1 039	50,3	64,5	1 118	60,7	19,2	1 197	59,8	65,8
1 040	51,2	82,9	1 119	59,4	«m»	1 198	59	48,6
1 041	50,5	86	1 120	57,9	«m»	1 199	58,9	62,2
1 042	50,6	89	1 121	57,6	«m»	1200	59	70,4
1 043	50,4	81,4	1 122	56,3	«m»	1 201	58,9	62,1
1 044	49,9	49,9	1 123	55	«m»	1 202	58,4	67,4
1 045	49,1	20,1	1 124	53,7	«m»	1 203	58,7	58,9
1 046	47,9	24	1 125	52,1	«m»	1 204	58,3	57,7
1 047	48,1	36,2	1 126	51,1	«m»	1 205	57,5	57,8
1 048	47,5	34,5	1 127	49,7	25,8	1 206	57,2	57,6
1 049	46,9	30,3	1 128	49,1	46,1	1 207	57,1	42,6
1 050	47,7	53,5	1 129	48,7	46,9	1 208	57	70,1
1 051	46,9	61,6	1 130	48,2	46,7	1 209	56,4	59,6
1 052	46,5	73,6	1 131	48	70	1 210	56,7	39
1 053	48	84,6	1 132	48	70	1 211	55,9	68,1
1 054	47,2	87,7	1 133	47,2	67,6	1 212	56,3	79,1
1 055	48,7	80	1 134	47,3	67,6	1 213	56,7	89,7
1 056	48,7	50,4	1 135	46,6	74,7	1 214	56	89,4
1 057	47,8	38,6	1 136	47,4	11	1 215	56	93,1
1 058	48,8	63,1	1 137	46,3	«m»	1 216	56,4	93,1
1 059	47,4	5	1 138	45,4	«m»	1 217	56,7	94,4
1 060	47,3	47,4	1 139	45,5	24,8	1 218	56,9	94,8
1 061	47,3	49,8	1 140	44,8	73,8	1 219	57	94,1
1 062	46,9	21,9	1 141	46,6	99	1 220	57,7	94,3
1 063	46,7	44,6	1 142	46,3	98,9	1 221	57,5	93,7
1 064	46,8	65,2	1 143	48,5	99,4	1 222	58,4	93,2
1 065	46,9	60,4	1 144	49,9	99,7	1 223	58,7	93,2
1 066	46,7	61,5	1 145	49,1	99,5	1 224	58,2	93,7
1 067	45,5	«m»	1 146	49,1	99,5	1 225	58,5	93,1
1 068	45,5	«m»	1 147	51	1 00	1 226	58,8	86,2
1 069	44,2	«m»	1 148	51,5	99,9	1 227	59	72,9
1 070	43	«m»	1 149	50,9	1 00	1 228	58,2	59,9
1 071	42,5	«m»	1 150	51,6	99,9	1 229	57,6	8,5
1 072	41	«m»	1 151	52,1	99,7	1 230	57,1	47,6
1 073	39,9	«m»	1 152	50,9	1 00	1 231	57,2	74,4
1 074	39,9	38,2	1 153	52,2	99,7	1 232	57	79,1
1 075	40,1	48,1	1 154	51,5	98,3	1 233	56,7	67,2
1 076	39,9	48	1 155	51,5	47,2	1 234	56,8	69,1
1 077	39,4	59,3	1 156	50,8	78,4	1 235	56,9	71,3
1 078	43,8	19,8	1 157	50,3	83	1 236	57	77,3

Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
1 237	57,4	78,2	1 316	63,5	46,1	1 395	60	47,3
1 238	57,3	70,6	1 317	63,6	40,7	1 396	60,5	55,4
1 239	57,7	64	1 318	64,3	49,5	1 397	60,9	58,7
1 240	57,5	55,6	1 319	63,7	27	1 398	61,3	37,9
1 241	58,6	49,6	1 320	63,8	15	1 399	61,2	38,3
1 242	58,2	41,1	1 321	63,6	18,7	1 400	61,4	58,7
1 243	58,8	40,6	1 322	63,4	8,4	1 401	61,3	51,3
1 244	58,3	21,1	1 323	63,2	8,7	1 402	61,4	71,1
1 245	58,7	24,9	1 324	63,3	21,6	1 403	61,1	51
1 246	59,1	24,8	1 325	62,9	19,7	1 404	61,5	56,6
1 247	58,6	«m»	1 326	63	22,1	1 405	61	60,6
1 248	58,8	«m»	1 327	63,1	20,3	1 406	61,1	75,4
1 249	58,8	«m»	1 328	61,8	19,1	1 407	61,4	69,4
1 250	58,7	«m»	1 329	61,6	17,1	1 408	61,6	69,9
1 251	59,1	«m»	1 330	61	0	1 409	61,7	59,6
1 252	59,1	«m»	1 331	61,2	22	1 410	61,8	54,8
1 253	59,4	«m»	1 332	60,8	40,3	1 411	61,6	53,6
1 254	60,6	2,6	1 333	61,1	34,3	1 412	61,3	51,5
1 255	59,6	«m»	1 334	60,7	16,1	1 413	61,3	52,9
1 256	60,1	«m»	1 335	60,6	16,6	1 414	61,2	54,1
1 257	60,6	«m»	1 336	60,5	18,5	1 415	61,3	53,2
1 258	59,6	4,1	1 337	60,6	29,8	1 416	61,2	52,2
1 259	60,7	7,1	1 338	60,9	19,5	1 417	61,2	52,3
1 260	60,5	«m»	1 339	60,9	22,3	1 418	61	48
1 261	39,7	«m»	1 340	61,4	35,8	1 419	60,9	41,9
1 262	59,6	«m»	1 341	61,3	42,9	1 420	61	32,2
1 263	59,8	«m»	1 342	61,5	31	1 421	60,7	22
1 264	59,6	4,9	1 343	61,3	19,2	1 422	60,7	23,3
1 265	60,1	5,9	1 344	61	9,3	1 423	60,8	38,8
1 266	59,9	6,1	1 345	60,8	44,2	1 424	61	40,7
1 267	59,7	«m»	1 346	60,9	55,3	1 425	61	30,6
1 268	59,6	«m»	1 347	61,2	56	1 426	61,3	62,6
1 269	59,7	22	1 348	60,9	60,1	1 427	61,7	55,9
1 270	59,8	10,3	1 349	60,7	59,1	1 428	62,3	43,4
1 271	59,9	10	1 350	60,9	56,8	1 429	62,3	37,4
1 272	60,6	6,2	1 351	60,7	58,1	1 430	62,3	35,7
1 273	60,5	7,3	1 352	59,6	78,4	1 431	62,8	34,4
1 274	60,2	14,8	1 353	59,6	84,6	1 432	62,8	31,5
1 275	60,6	8,2	1 354	59,4	66,6	1 433	62,9	31,7
1 276	60,6	5,5	1 355	59,3	75,5	1 434	62,9	29,9
1 277	61	14,3	1 356	58,9	49,6	1 435	2,8	29,4
1 278	61	12	1 357	59,1	75,8	1 436	62,7	28,7
1 279	61,3	34,2	1 358	59	77,6	1 437	61,5	1 4,7
1 280	61,2	17,1	1 359	59	67,8	1 438	61,9	17,2
1 281	61,5	15,7	1 360	59	56,7	1 439	61,5	6,1
1 282	61	9,5	1 361	58,8	54,2	1 440	61	9,9
1 283	61,1	9,2	1 362	58,9	59,6	1 441	60,9	4,8
1 284	60,5	4,3	1 363	58,9	60,8	1 442	60,6	11,1
1 285	60,2	7,8	1 364	59,3	56,1	1 443	60,3	6,9
1 286	60,2	5,9	1 365	58,9	48,5	1 444	60,8	7
1 287	60,2	5,3	1 366	59,3	42,9	1 445	60,2	9,2
1 288	59,9	4,6	1 367	59,4	41,4	1 446	60,5	21,7
1 289	59,4	21,5	1 368	59,6	38,9	1 447	60,2	22,4
1 290	59,6	15,8	1 369	59,4	32,9	1 448	60,7	31,6
1 291	59,3	10,1	1 370	59,3	30,6	1 449	60,9	28,9
1 292	58,9	9,4	1 371	59,4	30	1 450	59,6	21,7
1 293	58,8	9	1 372	59,4	25,3	1 451	60,2	18
1 294	58,9	35,4	1 373	58,8	18,6	1 452	59,5	16,7
1 295	58,9	30,7	1 374	59,1	18	1 453	59,8	15,7
1 296	58,9	25,9	1 375	58,5	10,6	1 454	59,6	15,7
1 297	58,7	22,9	1 376	58,8	10,5	1 455	59,1	15,7
1 298	58,7	24,4	1 377	58,5	8,2	1 456	59	7,5
1 299	59,3	61	1 378	58,7	11,7	1 457	58,8	7,1
1 300	60,1	56	1 379	59,1	7,8	1 458	58,7	16,5
1 301	60,5	50,6	1 380	59,1	6	1 459	59,2	50,7
1 302	59,5	16,2	1 381	59,1	6	1 460	59,7	60,2
1 303	59,7	50	1 382	59,4	11,1	1 461	60,4	44
1 304	59,7	31,4	1 383	59,7	22,3	1 462	60,2	35,3
1 305	60,1	43,1	1 384	60,7	10,5	1 463	60,4	17,1
1 306	60,8	38,4	1 385	59,8	9,8	1 464	59,9	13,5
1 307	60,9	40,2	1 386	60,2	8,8	1 465	59,9	12,8
1 308	61,3	49,7	1 387	59,9	8,7	1 466	59,6	1 4,8
1 309	61,8	45,9	1 388	61	9,1	1 467	59,4	15,9
1 310	62	45,9	1 389	60,6	28,2	1 468	59,4	22
1 311	62,2	45,8	1 390	60,6	22	1 469	60,4	38,4
1 312	62,6	46,8	1 391	59,6	23,2	1 470	59,5	38,8
1 313	62,7	44,3	1 392	59,6	19	1 471	59,3	31,9
1 314	62,9	44,4	1 393	60,6	38,4	1 472	60,9	40,8
1 315	63,1	43,7	1 394	59,8	41,6	1 473	60,7	39

Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
1 474	60,9	30,1	1 553	57	4,5	1 632	62,2	22,2
1 475	61	29,3	1 554	57,1	3,7	1 633	62,5	31
1 476	60,6	28,4	1 555	57,3	3,3	1 634	62,3	31,3
1 477	60,9	36,3	1 556	57,3	16,8	1 635	62,6	31,7
1 478	60,8	30,5	1 557	58,2	29,3	1 636	62,3	22,8
1 479	60,7	26,7	1 558	58,7	12,5	1 637	62,7	12,6
1 480	60,1	4,7	1 559	58,3	12,2	1 638	62,2	15,2
1 481	59,9	0	1 560	58,6	12,7	1 639	61,9	32,6
1 482	60,4	36,2	1 561	59	13,6	1 640	62,5	23,1
1 483	60,7	32,5	1 562	59,8	21,9	1 641	61,7	19,4
1 484	59,9	1,1	1 563	59,3	20,9	1 642	61,7	10,8
1 485	59,7	«m»	1 564	59,7	19,2	1 643	61,6	10,2
1 486	59,5	«m»	1 565	60,1	1 5,9	1 644	61,4	«m»
1 487	59,2	«m»	1 566	60,7	16,7	1 645	60,8	«m»
1 488	58,8	0,6	1 567	60,7	18,1	1 646	60,7	«m»
1 489	58,7	«m»	1 568	60,7	40,6	1 647	61	12,4
1 490	58,7	«m»	1 569	60,7	59,7	1 648	60,4	5,3
1 491	57,9	«m»	1 570	61,1	66,8	1 649	61	13,1
1 492	58,2	«m»	1 571	61,1	58,8	1 650	60,7	29,6
1 493	57,6	«m»	1 572	60,8	64,7	1 651	60,5	28,9
1 494	58,3	9,5	1 573	60,1	63,6	1 652	60,8	27,1
1 495	57,2	6	1 574	60,7	83,2	1 653	61,2	27,3
1 496	57,4	27,3	1 575	60,4	82,2	1 654	60,9	20,6
1 497	58,3	59,9	1 576	60	80,5	1 655	61,1	11,9
1 498	58,3	7,3	1 577	59,9	78,7	1 656	60,7	13,4
1 499	58,8	21,7	1 578	60,8	67,9	1 657	61,3	26,1
1 500	58,8	38,9	1 579	60,4	57,7	1 658	60,9	23,7
1 501	59,4	26,2	1 580	60,2	60,6	1 659	61,4	32,1
1 502	59,1	25,5	1 581	59,6	72,7	1 660	61,7	31,5
1 503	59,1	26	1 582	59,9	73,6	1 661	61,8	34,1
1 504	59	39,1	1 583	59,8	74,1	1 662	61,7	17
1 505	59,5	52,3	1 584	59,6	84,6	1 663	61,7	2,5
1 506	59,4	31	1 585	59,4	76,1	1 664	61,5	5,9
1 507	59,4	27	1 586	60,1	76,9	1 665	61,3	14,9
1 508	59,4	29,8	1 587	59,5	84,6	1 666	61,5	17,2
1 509	59,4	23,1	1 588	59,8	77,5	1 667	61,1	«m»
1 510	58,9	16	1 589	60,6	67,9	1 668	61,4	«m»
1 511	59	31,5	1 590	59,3	47,3	1 669	61,4	8,8
1 512	58,8	25,9	1 591	59,3	43,1	1 670	61,3	8,8
1 513	58,9	40,2	1 592	59,4	38,3	1 671	61	18
1 514	58,8	28,4	1 593	58,7	38,2	1 672	61,5	13
1 515	58,9	38,9	1 594	58,8	39,2	1 673	61	1,7
1 516	59,1	35,3	1 595	59,1	67,9	1 674	60,9	3,1
1 517	58,8	30,3	1 596	59,7	60,5	1 675	60,9	4,7
1 518	59	19	1 597	59,5	32,9	1 676	60,6	4,1
1 519	58,7	3	1 598	59,6	20	1 677	60,6	6,7
1 520	57,9	0	1 599	59,6	34,4	1 678	60,6	12,8
1 521	58	2,4	1 600	59,4	23,9	1 679	60,7	11,9
1 522	57,1	«m»	1 601	59,6	15,7	1 680	60,6	12,4
1 523	56,7	«m»	1 602	59,9	41	1 681	60,1	12,4
1 524	56,7	5,3	1 603	60,5	26,3	1 682	60,5	12
1 525	56,6	2,1	1 604	59,6	14	1 683	60,4	11,8
1 526	56,8	«m»	1 605	59,7	21,2	1 684	59,9	12,4
1 527	56,3	«m»	1 606	60,9	19,6	1 685	59,6	12,4
1 528	56,3	«m»	1 607	60,1	34,3	1 686	59,6	9,1
1 529	56	«m»	1 608	59,9	27	1 687	59,9	0
1 530	56,7	«m»	1 609	60,8	25,6	1 688	59,9	20,4
1 531	56,6	3,8	1 610	60,6	36,3	1 689	59,8	4,4
1 532	56,9	«m»	1 611	60,9	26,1	1 690	59,4	3,1
1 533	56,9	«m»	1 612	61,1	38	1 691	59,5	26,3
1 534	57,4	«m»	1 613	61,2	31,6	1 692	59,6	20,1
1 535	57,4	«m»	1 614	61,4	30,6	1 693	59,4	35
1 536	58,3	13,9	1 615	61,7	29,6	1 694	60,9	22,1
1 537	58,5	«m»	1 616	61,5	28,8	1 695	60,5	12,2
1 538	59,1	«m»	1 617	61,7	27,8	1 696	60,1	11
1 539	59,4	«m»	1 618	62,2	20,3	1 697	60,1	8,2
1 540	59,6	«m»	1 619	61,4	19,6	1 698	60,5	6,7
1 541	59,5	«m»	1 620	61,8	19,7	1 699	60	5,1
1 542	59,6	0,5	1 621	61,8	18,7	1 700	60	5,1
1 543	59,3	9,2	1 622	61,6	17,7	1 701	60	9
1 544	59,4	11,2	1 623	61,7	8,7	1 702	60,1	5,7
1 545	59,1	26,8	1 624	61,7	1,4	1 703	59,9	8,5
1 546	59	11,7	1 625	61,7	5,9	1 704	59,4	6
1 547	58,8	6,4	1 626	61,2	8,1	1 705	59,5	5,5
1 548	58,7	5	1 627	61,9	45,8	1 706	59,5	14,2
1 549	57,5	«m»	1 628	61,4	31,5	1 707	59,5	6,2
1 550	57,4	«m»	1 629	61,7	22,3	1 708	59,4	10,3
1 551	57,1	«m»	1 630	62,4	21,7	1 709	59,6	13,8
1 552	57,1	0	1 631	62,8	21,9	1 710	59,5	13,9

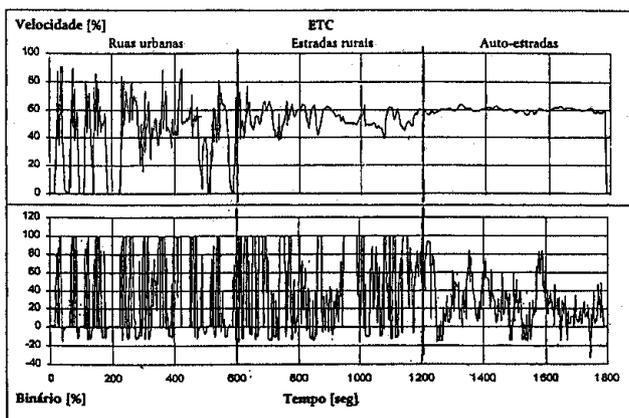
Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)	Tempo (s)	Velocidade (percentagem)	Binário norm. (percentagem)
1 711	60,1	18,9	1 741	59,9	«m»	1 771	57,7	25,5
1 712	59,4	13,1	1 742	59,8	«m»	1 772	58,4	35,5
1 713	59,8	5,4	1 743	59,1	«m»	1 773	58,4	29,3
1 714	59,9	2,9	1 744	58,8	«m»	1 774	59	33,8
1 715	60,1	7,1	1 745	58,8	«m»	1 775	59	18,7
1 716	59,6	12	1 746	58,2	«m»	1 776	58,8	9,8
1 717	59,6	4,9	1 747	58,5	14,3	1 777	58,8	23,9
1 718	59,4	22,7	1 748	57,5	4,4	1 778	59,1	48,2
1 719	59,6	22	1 749	57,9	0	1 779	59,4	37,2
1 720	60,1	1 7,4	1 750	57,8	20,9	1 780	59,6	29,1
1 721	60,2	16,6	1 751	58,3	9,2	1 781	50	2,5
1 722	59,4	28,6	1 752	57,8	8,2	1 782	40	20
1 723	60,3	22,4	1 753	57,5	15,3	1 783	30	15
1 724	59,9	20	1 754	58,4	38	1 784	20	10
1 725	60,2	18,6	1 755	58,1	15,4	1 785	10	5
1 726	60,3	11,9	1 756	58,8	11,8	1 786	0	0
1 727	60,4	11,6	1 757	58,3	8,1	1 787	0	0
1 728	60,6	10,6	1 758	58,3	5,5	1 788	0	0
1 729	60,8	16	1 759	59	4,1	1 789	0	0
1 730	60,9	1 7	1 760	58,2	4,9	1 790	0	0
1 731	60,9	16,1	1 761	57,9	10,1	1 791	0	0
1 732	60,7	11,4	1 762	58,5	7,5	1 792	0	0
1 733	60,9	11,3	1 763	57,4	7	1 793	0	0
1 734	61,1	11,2	1 764	58,2	6,7	1 794	0	0
1 735	61,1	25,6	1 765	58,2	6,6	1 795	0	0
1 736	61	14,6	1 766	57,3	1 7,3	1 796	0	0
1 737	61	10,4	1 767	58	1,4	1 797	0	0
1 738	60,6	«m»	1 768	57,5	47,4	1 798	0	0
1 739	60,9	«m»	1 769	57,4	28,8	1 799	0	0
1 740	60,8	4,8	1 770	58,8	24,3	1 800	0	0

«m» = motoring (rotação do motor sem alimentação).

A figura n.º 5 contém uma representação gráfica do programa do dinamómetro no ensaio ETC.

Figura n.º 5

Programa do dinamómetro no ensaio ETC



ANEXO 10.º

Métodos de medição e de recolha de amostras

1 — Introdução — medem-se os componentes gasosos, partículas e fumos emitidos pelo motor submetido a ensaio pelos métodos descritos no anexo 13.º ao presente Regulamento. Os pontos do anexo 13.º descrevem, respectivamente, os sistemas de análise recomendados para as emissões gasosas (n.º 1), os sistemas de diluição e de recolha de amostras de partículas recomendados (n.º 2) e os opacímetros recomendados para a medição dos fumos (n.º 3).

Para o ensaio ESC, determinam-se os componentes gasosos nos gases de escape brutos. Facultativamente,

podem ser determinados os gases de escape diluídos, se for utilizado um sistema de diluição total do fluxo para a determinação das partículas. Determinam-se as partículas com um sistema de diluição do fluxo quer parcial quer total.

Para o ensaio ETC, apenas se usa um sistema de diluição total do fluxo para a determinação das emissões gasosas e de partículas, que é considerado o sistema de referência. Todavia, podem ser aprovados pelo serviço técnico, sistemas de diluição parcial do fluxo, se for aprovada a sua equivalência de acordo com os artigos 13.º a 16.º do presente Regulamento, e se for apresentada ao serviço técnico uma descrição pormenorizada da avaliação dos dados e dos processos de cálculo.

2 — Dinamómetro e célula de ensaio — utilizam-se os seguintes equipamentos para os ensaios de emissões de motores em dinamómetros:

2.1 — Dinamómetro para motores — utiliza-se um dinamómetro para motores com características adequadas para realizar os ciclos de ensaio descritos nos anexos 7.º e 8.º ao presente Regulamento. O sistema de medição da velocidade deve ter uma precisão de $\pm 2\%$ da leitura. O sistema de medição do binário deve ter uma precisão de $\pm 3\%$ da leitura na gama $> 20\%$ da escala total e uma precisão de $\pm 0,6\%$ da escala total na gama de $= 20\%$ da escala total.

2.2 — Outros instrumentos — utilizam-se, conforme necessário, instrumentos da medida do consumo de combustível, do consumo de ar, da temperatura do fluido de arrefecimento e do lubrificante, da pressão dos gases de escape e da depressão no colector de admissão, da temperatura dos gases de escape, da temperatura do ar de admissão, da pressão atmosférica, da humidade e da tem-

peratura do combustível. Esses instrumentos devem satisfazer os requisitos indicados no quadro n.º 8:

QUADRO N.º 8

Precisão dos instrumentos de medida

Instrumentos de medida	Precisão
Consumo de combustível	± 2% do valor máximo do motor
Consumo de ar	± 2% do valor máximo do motor
Temperaturas = 600 K (327°C)	± 2 K absoluto
Temperaturas > 600 K (327°C)	± 1% da leitura
Pressão atmosférica	± 0,1 kPa absoluto
Pressão dos gases de escape	± 0,2 kPa absoluto
Depressão da admissão	± 0,05 kPa absoluto
Outras pressões	± 0,1 kPa absoluto
Humidade relativa	± 3% absoluto
Humidade absoluta	± 5% da leitura

2.3 — Fluxo dos gases de escape — para o cálculo das emissões nos gases de escape brutos, é necessário conhecer o fluxo dos gases de escape (v. n.º 4.4 do anexo 7.º). Para a determinação do fluxo dos gases de escape, utiliza-se um dos seguintes métodos:

- Medição directa do fluxo dos gases de escape através de uma tubeira ou sistema de medida equivalente;
- Medição do fluxo de ar e do fluxo de combustível através de debitómetros e cálculo do fluxo dos gases de escape através da seguinte equação:

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

A precisão da determinação do fluxo dos gases de escape deve ser de ± 2,5% da leitura ou superior.

2.4. Fluxo dos gases de escape diluídos — para o cálculo das emissões nos gases de escape diluídos utilizando um sistema de diluição total do fluxo (obrigatório para o ensaio ETC), é necessário conhecer o fluxo dos gases de escape diluídos (v. n.º 4.3 do anexo 8.º). Medem-se o caudal mássico total dos gases de escape diluídos (G_{TOTW}) ou a massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (M_{TOTW}) com um sistema PDP ou CFV (n.º 2.3.1 do anexo 13.º). A precisão deve ser de ± 2% da leitura ou superior, e é determinada de acordo com as disposições do n.º 2.4 do anexo 11.º ao presente Regulamento.

3 — Determinação dos componentes gasosos:

3.1 — Especificações gerais dos analisadores — os analisadores devem ter uma gama de medida adequada à precisão necessária para medir as concentrações dos componentes dos gases de escape (n.º 3.1.1). Recomenda-se que os analisadores funcionem de tal modo que, as concentrações medidas fiquem compreendidas entre 15% e 100% da escala completa:

Se os sistemas de visualização (computadores, dispositivos de registo de dados) puderem fornecer uma precisão e uma resolução suficientes abaixo de 15% da escala completa, são também aceitáveis medições abaixo de 15% da escala completa. Neste caso, devem ser feitas calibrações adicionais de, pelo menos, 4 pontos não nulos nominalmente equidistantes para assegurar a precisão das

curvas de calibração, de acordo com o n.º 1.5.5.2 do anexo 11.º ao presente Regulamento.

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

3.1.1 — Erros de medida — o erro total de medida, incluindo a sensibilidade a outros gases (ver n.º 1.9 do anexo 11.º) não deve exceder ± 5% da leitura ou ± 3,5% da escala completa, conforme o que for menor. Para concentrações inferiores a 100 ppm, o erro de medida não deve exceder ± 4 ppm.

3.1.2 — Repetibilidade — a repetibilidade, definida como 2,5 vezes o desvio padrão de 10 respostas consecutivas a um determinado gás de calibração, não deve ser superior a ± 1% da escala completa para cada gama utilizada acima de 155 ppm (ou ppm C) ou ± 2% de cada gama utilizada abaixo de 155 ppm (ou ppm C).

3.1.3 — Ruído — a resposta pico a pico do analisador a gases de colocação no 0 e de calibração durante qualquer período de dez segundos não deve exceder 2% da escala completa em todas as gamas utilizadas.

3.1.4 — Desvio do 0 — 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 0 é definida como a resposta média, incluindo o ruído, a um gás de colocação no 0 durante um intervalo de tempo de trinta segundos.

3.1.5 — Desvio de calibração — o desvio da calibração durante um período de um 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 trinta segundos.

3.2 — 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.

3.3 — Analisadores — os n.ºs 3.3.1 a 3.3.4 descrevem os princípios de medição a utilizar. O anexo 13.º ao presente Regulamento 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.

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

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

3.3.3 — Análise dos hidrocarbonetos (HC) — no que respeita aos motores diesel, o analisador de hidrocarbonetos deve ser do tipo aquecido de ionização por chama (HFID) com detector, válvulas, tubagens, etc., aquecidos de modo a manter a temperatura do gás em 463 K ± 10 K (190 ± 10°C). No que diz respeito aos motores a GNC e a GPL, o analisador de hidrocarbonetos pode ser do tipo não aquecido de ionização por chama (FID), dependendo do método utilizado (v. n.º 1.3 do anexo 13.º).

3.3.4 — Análise dos hidrocarbonetos não-metânicos (NMHC) (motores a GNC apenas) — os hidrocarbonetos

não-metânicos devem ser determinados por qualquer um dos seguintes métodos:

3.3.4.1 — Cromatografia em fase gasosa (GC) — os hidrocarbonetos não-metânicos são determinados por subtracção do metano analisado com um cromatógrafo em fase gasosa (GC) condicionado a 423 K (150°C) dos hidrocarbonetos medidos de acordo com o n.º 3.3.3.

3.3.4.2 — Separador de hidrocarbonetos não-metânicos (NMC) — a determinação da fracção não-metânica é efectuada com um NMC aquecido a funcionar em linha com o FID de acordo com o n.º 3.3.3, por subtracção do metano dos hidrocarbonetos.

3.3.5 — Análise dos óxidos de azoto (NO_x) — o analisador de óxidos de azoto deve ser do tipo de quimioluminescência (CLD) ou do tipo de quimioluminescência aquecido (HCLD) com conversor NO_2/NO , se a medição for feita em base seca. Se a medição for feita em base húmida, utiliza-se um analisador HCLD com conversor mantido acima de 328 K (55°C), desde que a verificação do efeito de atenuação da água (v. n.º 1.9.2.2 do anexo 11.º ao presente Regulamento) tenha sido satisfatória.

3.4 — Recolha de amostras das emissões gasosas:

3.4.1 — Gases de escape brutos (ensaio ESC apenas) — as sondas de recolha de amostras das emissões gasosas devem ser instaladas pelo menos 0,5 m ou 3 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 para 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, para assegurar que a amostra seja representativa das emissões médias de escape de todos os cilindros. Nos motores multicilindros com grupos distintivos de colectores, nomeadamente 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 o motor estiver equipado com um sistema de pós-tratamento do escape, a amostra de gases de escape deve ser tomada a jusante desse sistema.

3.4.2 — Gases de escape diluídos (obrigatório para o ensaio ETC, facultativo para o ensaio ESC) — o tubo de escape entre o motor e o sistema de diluição total do fluxo deve satisfazer os requisitos do n.º 2.3.1, EP, do anexo 13.º ao presente Regulamento.

Instala(m)-se a(s) sonda(s) de recolha de amostras das emissões gasosas no túnel de diluição num ponto em que o ar de diluição e os gases de escape estejam bem misturados, e próximo da sonda de recolha de partículas. No que diz respeito ao ETC, a recolha de amostras pode ser efectuada geralmente de dois modos:

Os poluentes são recolhidos num saco de recolha de amostras durante o ciclo e medidos após a finalização do ensaio;

Os poluentes são recolhidos continuamente e integrados ao longo do ciclo; este método é obrigatório para o HC e os NO_x .

4 — 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 (ensaio ESC apenas) ou um sistema de diluição total do fluxo (obrigatório para o ensaio ETC). 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 os gases de escape diluídos à temperatura de 325 K (52°C), ou inferior, imediatamente a montante dos suportes dos filtros. É permitida a desumidificação do ar de diluição antes de entrar no sistema de diluição, o que é especialmente útil, se a humidade do ar de diluição for elevada. A temperatura do ar de diluição deve ser de 298 K \pm 5 K (25°C \pm 5°C). Se a temperatura ambiente for inferior a 293 K (20°C), recomenda-se o pré-aquecimento do ar de diluição acima do limite superior da temperatura de 303 K (30°C). Todavia, a temperatura do ar de diluição não deve exceder 325 K (52°C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição.

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 de 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 (n.º 2.2 do anexo 13.º). A sonda de recolha de amostras de partículas deve ser instalada próximo da sonda de recolha de amostras de emissões gasosas, devendo a instalação satisfazer as disposições do n.º 3.4.1.

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.

Para a recolha de amostras de partículas, aplica-se o método do filtro único que utiliza um par de filtros (v. n.º 4.3.1) para todo o ciclo de ensaio. Para o ensaio ESC, deve-se prestar uma atenção considerável aos tempos e caudais da recolha de amostras durante a fase de recolha do ensaio.

4.1 — Filtros de recolha de partículas:

4.1.1 — Especificação dos filtros — são necessários filtros de fibra de vidro revestidos de fluorcarbono ou filtros de membrana à base de fluorcarbono. Todos os tipos de filtros devem ter um rendimento de recolha de 0,3 μ m DOP (ftalato de dioctilo) de, pelo menos, 95% a uma velocidade nominal do gás compreendida entre 35cm/s e 80 cm/s.

4.1.2 — Dimensão dos filtros — os filtros de partículas devem ter um diâmetro mínimo de 47 mm (diâmetro da mancha de 37 mm). São aceitáveis filtros de maiores diâmetros (n.º 4.1.5).

4.1.3 — Filtros primário e secundário — durante a sequência de ensaios recolhem-se os gases de escape diluídos por meio de um par de filtros colocados em série (um filtro primário e um secundário). O filtro secundário não deve ser localizado 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.

4.1.4 — Velocidade nominal no filtro — deve-se obter uma velocidade nominal do gás através do filtro compreendida entre 35 cm/s 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.

4.1.5 — Carga do filtro — a carga mínima recomendada para o filtro é de 0,5 mg para uma superfície da mancha de 1075 mm². Os valores para as dimensões de filtros mais correntes estão indicadas no quadro n.º 9.

QUADRO N.º 9

Cargas do filtro recomendadas

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

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

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

4.2.2 — Pesagem dos filtros de referência — o ambiente da câmara (ou sala) deve estar isento de quaisquer contaminantes ambientais (tais como poeira) que possam ficar nos filtros de partículas durante a sua fase de estabilização. Serão admitidas perturbações das condições da câmara de pesagem especificadas no n.º 4.2.1, se a sua duração não exceder trinta minutos. A câmara de pesagem deve satisfazer as condições 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 mais de \pm 5% (\pm 7,5% para o par de filtros) da carga mínima recomendada para os filtros (n.º 4.1.5), todos os filtros de recolha devem ser deitados fora, repetindo-se o ensaio das emissões.

Se não forem satisfeitos os critérios de estabilidade da câmara de pesagem indicados no n.º 4.2.1, mas a pesagem dos filtros (pares de filtros) de referência satisfizer os critérios acima indicados, o fabricante dos motores tem a faculdade de aceitar os pesos dos filtros de recolha ou anular os ensaios, arranjar o sistema de controlo da câmara de pesagem e voltar a realizar os ensaios.

4.2.3 — Balança analítica — a balança analítica utilizada para determinar os pesos de todos os filtros deve ter uma precisão (desvio padrão) de 20 μ g e uma resolução de 10 μ g (1 dígito = 10 μ g). Para os filtros de diâmetro infe-

rior a 70 mm, a precisão e a resolução devem ser, respectivamente, de 2 μ g e 1 μ g.

4.3 — Especificações adicionais para a medição de partículas — todas as peças do sistema de diluição e do sistema de recolha de amostras, desde o tubo de escape até ao suporte do filtro, que estejam em contacto com os gases de escape brutos e 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.

5 — Determinação dos fumos — o presente ponto fornece especificações para os equipamentos de ensaio necessários e facultativos a utilizar para o ensaio ELR. Medem-se os fumos com um opacímetro que tenha um modo de leitura da opacidade e um modo de leitura do coeficiente de absorção da luz. O modo de leitura da opacidade apenas se utiliza para a calibração e a verificação do opacímetro. Os valores dos fumos do ciclo de ensaio são medidos no modo de leitura do coeficiente de absorção da luz.

5.1 — Requisitos gerais — o ensaio ELR exige a utilização de um sistema de medida e de tratamento dos dados dos fumos que inclua três unidades funcionais. Essas unidades podem ser integradas num componente único ou fornecidas como um sistema de componentes interligados. As três unidades funcionais são:

- Um opacímetro que satisfaça as especificações do n.º 3 do anexo 13.º ao presente Regulamento;
- Uma unidade de tratamento de dados capaz de realizar as funções descritas no n.º 6 do anexo 7.º;
- Uma impressora e ou um meio de armazenamento electrónico para registar e fornecer os valores necessários dos fumos especificados no n.º 6.3 do referido anexo 7.º

5.2 — Requisitos específicos:

5.2.1 — Linearidade — a linearidade deve estar compreendida entre \pm 2% da opacidade.

5.2.2 — Desvio do 0 — o desvio do 0 durante o período de uma hora não deve exceder \pm 1% da opacidade.

5.2.3 — Visualização e gama do opacímetro — para a visualização em opacidade, a gama deve ser de 0% a 100% de opacidade e a capacidade de leitura de 0,1% da opacidade. Para a visualização em coeficiente de absorção da luz, a gama deve ser de 0-30 m⁻¹ de coeficiente de absorção de luz e a capacidade de leitura de 0,01 m⁻¹ do coeficiente de absorção da luz.

5.2.4 — Tempo de resposta do instrumento — o tempo de resposta física do opacímetro não deve exceder 0,2 s. O tempo de resposta física é a diferença entre os tempos em que a saída de um receptor de resposta rápida atinge, respectivamente, 10% e 90% do desvio completo, quando a opacidade do gás que está a ser medido varia em menos de 0,1 s.

O tempo de resposta eléctrica do opacímetro não deve exceder 0,05 s. O tempo de resposta eléctrica é a diferença entre os tempos em que a saída de um receptor de resposta rápida atinge, respectivamente, 10% e 90% da escala completa, quando a fonte de luz é interrompida ou completamente extinta em menos de 0,01 s.

5.2.5 — Filtros de densidade neutra — qualquer filtro de densidade neutra utilizado para efeitos de calibração do opacímetro, medição da linearidade ou regulação da sensibilidade deve ter um valor conhecido inferior a 1,0% de opacidade. O valor nominal do filtro deve ser verificado quanto à precisão, pelo menos, uma vez por ano, utilizando uma referência prevista numa norma nacional ou internacional.

Os filtros de densidade neutra são dispositivos de precisão que podem danificar-se facilmente durante a utilização. O seu manuseamento deve ser reduzido ao mínimo e, quando necessário, deve ser feito com cuidado para evitar riscar ou sujar o filtro.

ANEXO 11.º

Método de calibração

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 do presente Regulamento. O método de calibração a utilizar para os analisadores indicados no n.º 3 do anexo 10.º e no n.º 1 do anexo 13.º, está descrito no presente número.

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 C1, \leq 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 C1, ≤ 400 ppm CO₂);

Ar de síntese purificado (contaminação ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂ $\leq 0,1$ ppm NO) (teor de oxigénio compreendido entre 18 % e 21 % vol);

Propano purificado ou CO para a verificação do CVS.

1.2.2 — Gases de calibração — devem estar disponíveis misturas de gases com as seguintes composições químicas:

C₃H₈ e ar de síntese purificado (v. n.º 1.2.1);

CO e azoto purificado;

NO_x e azoto purificado (a quantidade de NO₂ contida neste gás de calibração não deve exceder 5 % do teor de NO);

CO₂ e azoto purificado;

CH₄ e ar de síntese purificado;

C₂H₆ e ar de síntese purificado.

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

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

Os gases utilizados para a calibração podem também ser obtidos através de um misturador-doseador de gás, por

diluição com N₂ purificado ou ar de síntese purificado. A precisão do dispositivo misturador deve ser tal que, a concentração dos gases de calibração diluídos possa ser determinada com uma aproximação de ± 2 %.

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

1.4 — Ensaio de estanquidade — deve ser efectuado um ensaio de estanquidade do sistema. Para tal, desliga-se a sonda do sistema de escape e obtura-se a sua extremidade. Liga-se a bomba do analisador. Após um período inicial de estabilização, todos os debitómetros devem indicar 0. 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 fluxos 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 gases 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 (n.º 1.8.1).

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

Utilizando ar de síntese purificado (ou azoto), põem-se em 0 os analisadores de CO, CO₂, NO_x e HC.

Introduzem-se os gases de calibração adequados nos analisadores, sendo os valores registados e as curvas de calibração estabelecidas de acordo com o n.º 1.5.5.

Verifica-se novamente a regulação do 0 e repete-se o processo de calibração, se necessário.

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 0), espaçados tão uniformemente quanto possível. A concentração nominal mais elevada tem de ser igual ou superior a 90 % da escala completa.

A curva de calibração é calculada pelo método dos mínimos quadrados. Se o grau do polinómio resultante for superior a 3, o número de pontos de calibração (incluindo o 0) deve ser, pelo menos, igual a esse grau acrescido de duas unidades.

A curva de calibração não deve afastar-se mais de ± 2 % do valor nominal de cada ponto de calibração e mais de ± 1 % da escala completa no 0.

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 estabelecida por, pelo menos, quatro pontos de calibração adicionais (excluindo o 0), nominalmente equidistantes, abaixo de 15 % da escala completa.

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

A curva de calibração não deve afastar-se mais de ± 4 % do valor nominal de cada ponto de calibração e mais de ± 1 % da escala completa no 0.

Estas disposições não se aplicam no caso de o valor da escala completa ser inferior ou igual a 155 ppm.

1.5.5.3 — Métodos alternativos — podem ser utilizadas outras técnicas (nomeadamente, computadores, comutadores de gama controlados electronicamente, etc.) se se puder provar que garantem 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 0 e um gás de calibração cujo valor nominal seja inferior a 80 % da escala completa da gama de medida.

Se, para dois pontos dados, o valor encontrado não diferir do valor de referência declarado em mais de ± 4 % da escala completa, os parâmetros de ajustamento podem ser modificados. Se não for este o caso, deve ser estabelecida uma nova curva de calibração de acordo com o n.º 1.5.5.

1.7 — Ensaio de eficiência do conversor de NO_x — a eficiência do conversor utilizado para a conversão de NO_2 em NO deve ser ensaiada conforme indicado nos n.ºs 1.7.1 a 1.7.8 (figura n.º 6).

1.7.1 — Instalação de ensaio — usando a instalação indicada na figura n.º 6 (v. também n.º 3.3.5 do anexo 10.º ao presente Regulamento) e o processo abaixo indicado, a eficiência dos conversores pode ser ensaiada através de um ozonizador.

1.7.2 — Calibração — calibram-se o CLD e o HCLD na gama de funcionamento mais comum seguindo as especificações do fabricante e utilizando um gás de colocação no 0 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 de ser registada.

1.7.3 — Cálculos — calcula-se a eficiência do conversor de NO_x do seguinte modo:

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

em que:

- a = concentração de NO_x de acordo com o n.º 1.7.6;
- b = concentração de NO_x de acordo com o n.º 1.7.7;
- c = concentração de NO de acordo com o n.º 1.7.4;
- d = concentração de NO de acordo com o n.º 1.7.5.

1.7.4 — Adição de oxigénio — através de um T junta-se continuamente oxigénio ou ar de colocação no 0 ao fluxo de gás até que a concentração indicada seja cerca de 20 % menor do que a concentração de calibração indicada no n.º 1.7.2. (o analisador está no modo NO). Regista-se a concentração c indicada. O ozonizador mantém-se desactivado ao longo deste processo.

1.7.5 — Activação do ozonizador — activa-se agora o ozonizador para fornecer o ozono suficiente para fazer baixar a concentração de NO a cerca de 20 % (mínimo 10 %) da concentração de calibração indicada no n.º 1.7.2. Regista-se a concentração d indicada (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 por NO , NO_2 , O_2 e N_2) passe agora através do conversor. Regista-se a concentração a indicada (o analisador está no modo NO_x).

1.7.7. — Desactivação do ozonizador — desactiva-se agora o ozonizador. A mistura de gases descrita no n.º 1.7.6 passa através do conversor para o detector. Regista-se a concentração b indicada (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 n.º 1.7.2 (o analisador está no modo NO).

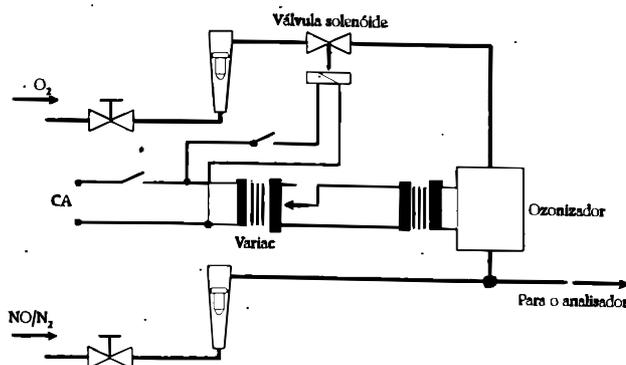
1.7.9 — Frequência dos ensaios — a eficiência do conversor deve ser ensaiada antes de cada calibração do analisador de NO_x .

1.7.10 — Eficiência exigida — a eficiência do conversor não deve ser inferior a 90 %, mas recomenda-se fortemente uma eficiência, mais elevada, de 95 %.

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

Figura n.º 6

Desenho esquemático do dispositivo de medição da eficiência do conversor de NO_2



1.8 — Ajustamento do FID:

1.8.1 — Optimização da resposta do detector — ajusta-se o FID conforme especificado pelo fabricante do instrumento. Deve-se utilizar um gás de calibração contendo propano em ar para otimizar a resposta na gama de funcionamento mais comum.

Com os caudais de combustível e de ar regulados de acordo com as recomendações do fabricante, introduz-se no analisador um gás de calibração com uma concentração de C de $350 \text{ ppm} \pm 75 \text{ ppm}$. Determina-se a resposta a um dado caudal de combustível a partir da diferença entre a resposta com um gás de calibração e a resposta com um gás de colocação no 0. 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 o gás de colocação no 0 a esses caudais de combustíveis. Desenha-se a curva da diferença entre as duas respostas, e ajusta-se o caudal de combustível em função da parte rica da curva.

1.8.2 — Factores de resposta para hidrocarbonetos — calibra-se o analisador utilizando propano em ar de síntese purificado, de acordo com o n.º 1.5.

Os factores de resposta devem ser determinados ao colocar um analisador em serviço e após longos intervalos de manutenção. 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 vinte e quatro horas à temperatura de $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25^\circ \text{ C} \pm 5^\circ \text{ C}$).

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

Metano e ar de síntese purificado: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$;
 Propileno e ar de síntese purificado: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$;
 Tolueno e ar de síntese purificado: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$.

Estes valores são em relação 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 efectuada ao colocar um analisador em serviço e após longos intervalos de manutenção.

O factor de resposta é definido e determina-se conforme descrito no n.º 1.8.2. O gás de ensaio a utilizar e a gama de factores de resposta recomendada são os seguintes:

Propano e azoto $0,95 \leq R_f \leq 1,05$.

Estes valores são relativos ao 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 não deve diferir mais de $\pm 1 \%$ (percentagem molar) da concentração de oxigénio no ar do queimador utilizado na última verificação da interferência do oxigénio. Se a diferença for superior, a interferência do oxigénio deve ser verificada e o analisador ajustado, se necessário.

1.8.4 — Eficiência do separador de hidrocarbonetos não-metânicos (NMC) (apenas para os motores a GNC) — o NMC é utilizado para a remoção de hidrocarbonetos não-metânicos da amostra de gás através da oxidação de todos

os hidrocarbonetos com excepção do metano. Idealmente, a conversão para o metano é de 0 %, e para os outros hidrocarbonetos, representados pelo etano, de 100 %. Para a medição precisa dos HC não-metânicos, determinam-se as duas eficiências, e utilizam-se os valores obtidos para o cálculo do caudal mássico das emissões de NMHC (v. n.º 4.3 do anexo 8.º ao presente Regulamento).

1.8.4.1 — Eficiência do metano — faz-se passar um gás de calibração do metano através do FID com ou sem passagem pelo NMC, sendo as duas concentrações registadas. Determina-se a eficiência do seguinte modo:

$$CE_M = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

em que:

conc_w = concentração de HC com o CH_4 a passar através do NMC;

$\text{conc}_{w/o}$ = concentração de HC com o CH_4 sem passar através do NMC.

1.8.4.2 — Eficiência do etano — faz-se passar um gás de calibração do etano através do FID com ou sem passagem pelo NMC, sendo as duas concentrações registadas. Determina-se a eficiência do seguinte modo:

$$CE_E = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

em que:

conc_w = concentração de HC com o C_2H_6 a passar através do NMC;

$\text{conc}_{w/o}$ = concentração de HC com o C_2H_6 sem passar através do NMC.

1.9 — Efeitos de interferência com os analisadores de CO , CO_2 e NO_x — os gases presentes no escape que não sejam o que está a ser analisado podem interferir na leitura de vários modos. Há interferência positiva nos instrumentos NDIR quando o gás que interfere dá o mesmo efeito que o gás que está a ser medido, mas em menor grau. Há interferência negativa nos instrumentos NDIR quando o gás que interfere alarga a banda de absorção do gás que está a ser medido e, nos instrumentos CLD, quando o gás que interfere atenua a radiação. As verificações de interferência indicadas nos n.ºs 1.9.1 e 1.9.2 devem ser efectuadas antes da utilização inicial do analisador e após longos intervalos de manutenção.

1.9.1 — Verificação das interferências com o analisador de CO — a água e o CO_2 podem interferir com o comportamento do analisador de CO . Deixa-se, portanto, borbulhar na água à temperatura ambiente um gás de calibração que contenha CO_2 com uma concentração de 80 % a 100 % da escala completa da gama de funcionamento máxima utilizada durante o ensaio, registando-se a resposta do analisador. A resposta do analisador não deve ser superior a 1 % da escala completa para as gamas iguais ou superiores a 300 ppm ou superior a 3 ppm para as gamas inferiores a 300 ppm.

1.9.2 — Verificações da atenuação do analisador de NO_x — Os dois gases a considerar para os analisadores CLD (e HCLD) são o CO_2 e o vapor de água. Os graus de atenuação desses gases são proporcionais às suas

concentrações, e exigem portanto, técnicas de ensaio para determinar o efeito de atenuação às concentrações mais elevadas esperadas durante o ensaio.

1.9.2.1 — Verificação do efeito de atenuação do CO — faz-se passar um gás de calibração de CO_2 com uma concentração de 80 % a 100 % da escala completa da gama máxima de funcionamento através do analisador NDIR, registando-se o valor de CO_2 como A. A seguir dilui-se cerca 50% com um gás de calibração do NO e passa-se através do NDIR e (H)CLD, registando-se os valores de CO_2 e NO como B e C, respectivamente. Fecha-se a entrada de CO_2 e deixa-se passar apenas o gás de calibração do NO através do (H)CLD, registando-se o valor de NO como D.

O efeito de atenuação, que não deve ser superior a 3 % da escala completa, é calculado do modo a seguir indicado:

$$\text{Percentagem de atenuação de } CO_2 = \left[1 - \left(\frac{C * A}{(D * A) - (D * B)} \right) \right] * 100$$

em que:

A = concentração do CO_2 não diluído medida com o NDIR (%);

B = concentração do CO_2 diluído medida com o NDIR (%);

C = concentração do NO diluído medida com o (H)CLD (ppm);

D = concentração do NO não diluído medida com o (H)CLD (ppm).

Podem-se utilizar métodos alternativos de diluição e de quantificação dos valores dos gases de calibração do CO_2 e do NO tais como a mistura dinâmica.

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, registando-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 (H, em percentagem) da mistura é calculada do seguinte modo:

$$H = 100 * (G/E)$$

A concentração prevista (D_e) do gás de calibração do NO diluído (em vapor de água) é calculada do seguinte modo:

$$D_e = D * (1 - H/100)$$

Para os gases de escape dos motores diesel, estima-se a concentração máxima de vapor de água (H_m , em percen-

tagem) prevista durante o ensaio, na hipótese de uma relação atómica H/C do combustível de 1,8 para 1, a partir da concentração do gás de calibração do CO_2 não diluído (A, medido como se indica no n.º 1.9.2.1), do seguinte modo:

$$H_m = 0,9 * A$$

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

$$\text{Percentagem de atenuação de } H_2O = 100 * [(D_e - C)/D_e] * (H_m/H)$$

em que:

D_e = concentração prevista do NO diluído (ppm);

C = concentração do NO diluído (ppm);

H_m = concentração máxima do vapor de água (%);

H = concentração real do vapor de água (%).

Nota. — É importante que o gás de calibração do NO contenha uma concentração mínima de NO_2 para esta verificação, dado que a absorção do NO_2 pela água não foi tida em consideração nos cálculos do efeito de atenuação.

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

2 — Calibração do sistema CVS:

2.1 — Generalidades — calibra-se o sistema CVS utilizando um debitómetro de precisão previsto em normas nacionais ou internacionais e um dispositivo de restrição do débito. Mede-se o caudal através do sistema a diferentes posições de restrição, sendo os parâmetros de regulação do sistema medidos e relacionados com o caudal.

Podem-se utilizar vários tipos de debitómetros, nomeadamente venturi calibrado, medidor de escoamentos laminares calibrado, etc.

2.2 — Calibração da bomba volumétrica (PDP) — todos os parâmetros relacionados com a bomba devem ser medidos em simultâneo com os parâmetros relacionados com o debitómetro que está ligado em série à bomba. Pode-se então traçar a curva do caudal calculado (expresso em metros cúbicos por minuto à entrada da bomba, à pressão e temperatura absolutas) referida a uma função de correlação correspondente ao valor de uma combinação dada de parâmetros da bomba. Determina-se então a equação linear que exprime a relação entre o caudal da bomba e a função de correlação. Se a bomba do sistema CVS tiver várias velocidades de funcionamento, deve-se executar uma operação de calibração para cada velocidade utilizada. Deve-se manter a estabilidade da temperatura durante a calibração.

2.2.1 — Análise dos dados — calcula-se o caudal de ar (QS) em cada posição de restrição (mínimo 6 posições) em metros cúbicos por minuto (condições normais) a partir dos valores de medição do debitómetro, segundo o método prescrito pelo fabricante. Converte-se então o caudal de ar em caudal da bomba (V_0) em metros cúbicos por rotação à temperatura e à pressão absolutas à entrada da bomba, como segue:

$$V_0 = \frac{Q_S}{n} * \frac{T}{273} * \frac{101,3}{PA}$$

em que:

- Q_S = caudal de ar às condições normais (101,3 kPa, 273 K), em m³/s;
 T = temperatura à entrada da bomba, em K;
 PA = pressão absoluta à entrada da bomba (Pa - P1), em kPa;
 n = velocidade de rotação da bomba, em min⁻¹.

Para compensar a interacção das variações de pressão na bomba e da taxa de escorregamento da mesma, calcula-se a função de correlação (X_0) entre a velocidade da bomba, a diferença de pressão entre a entrada e a saída da bomba e a pressão absoluta à saída da bomba do seguinte modo:

$$X_0 = \frac{1}{n} * \sqrt{\frac{\Delta P_p}{PA}}$$

em que:

- ΔP_p = diferença de pressão entre a entrada e a saída da bomba, em kPa;
 PA = pressão absoluta à saída da bomba, em kPa.

Executa-se um ajustamento linear pelo método dos mínimos quadrados para obter a equação de calibração como segue:

$$V_0 = D_0 - m*(X_0)$$

D_0 e m são as constantes da ordenada na origem e do declive, respectivamente, que descrevem as curvas de regressão.

No que diz respeito ao sistema CVS com várias velocidades de funcionamento, as curvas de calibração obtidas para as diferentes gamas de caudais da bomba devem ser sensivelmente paralelas e os valores da ordenada na origem (D_0) devem aumentar quando decrescer a gama do caudal da bomba. Os valores calculados a partir da equação devem situar-se a $\pm 0,5\%$ do valor medido de V_0 . Os valores de m variarão de uma bomba para outra. O influxo de partículas ao longo do tempo fará com que o escorregamento da bomba diminua, conforme reflectido pelos valores inferiores de m . Assim sendo, a calibração deve ser efectuada aquando da entrada em serviço da bomba, após qualquer operação importante de manutenção e se a verificação total do sistema (n.º 2.4) indicar uma alteração da taxa de escorregamento.

2.3 — Calibração do tubo de venturi de escoamento crítico (CFV) — a calibração do CFV é baseada na equação de escoamento de um venturi de escoamento crítico. O caudal do gás é função da pressão e da temperatura de entrada, como se indica a seguir:

$$Q_S = \frac{K_V * PA}{\sqrt{T}}$$

em que:

- K_V = coeficiente de calibração;
 PA = pressão absoluta à entrada do venturi, em kPa;
 T = temperatura à entrada do venturi, em K.

2.3.1. Análise dos dados — calcula-se o caudal de ar (Q_S) em cada posição de restrição (mínimo 8 posições) em metros cúbicos por minuto (condições normais) a partir dos valores de medição do debitómetro, segundo o mé-

do prescrito pelo fabricante. Calcula-se o coeficiente de calibração a partir dos dados de calibração para cada posição como segue:

$$K_V = \frac{Q_S * \sqrt{T}}{PA}$$

em que:

- Q_S = caudal às condições normais (101,3 kPa, 273 K) em m³/s;
 T = temperatura à entrada do venturi, em K;
 PA = pressão absoluta à entrada do venturi, em kPa.

Para determinar a gama de escoamento crítico, estabelece-se uma curva de K_V , em função da pressão à entrada do venturi. Para um escoamento crítico (bloqueado), K_V tem um valor sensivelmente constante. Quando a pressão diminui (ou seja, quando a depressão aumenta), o venturi desbloqueia-se e K_V decresce, o que indica que o CFV está a funcionar fora da gama admissível.

Para um número mínimo de oito pontos na região do escoamento crítico, calcula-se o valor médio de K_V e o desvio padrão. O desvio-padrão não deve exceder $\pm 0,3\%$ do valor médio de K_V .

2.4 — Verificação do conjunto do sistema — determina-se a precisão global do sistema de recolha CVS e do sistema de análise pela introdução de uma massa conhecida de gás poluente no sistema enquanto este estiver a funcionar como para um ensaio normal. Efectua-se a análise e calcula-se a massa do poluente de acordo com o n.º 4.3 do anexo 8.º, excepto no caso do propano, em que se utiliza um factor de 0,000472, em vez de 0,000479 para o HC. Utiliza-se qualquer uma das duas técnicas a seguir descritas.

2.4.1 — Medição com um orifício de escoamento crítico — introduz-se uma quantidade conhecida de gás puro (monóxido de carbono ou propano) no sistema CVS através de um orifício de escoamento crítico calibrado. Se a pressão de entrada for suficientemente elevada, o caudal, que é regulado pelo orifício, é independente da pressão de saída do orifício (= condições de escoamento crítico). Faz-se funcionar o sistema CVS como para um ensaio normal de determinação das emissões de escape durante cinco a dez minutos. Analisam-se os gases recolhidos com o equipamento habitual (saco de recolha ou método de integração), calculando-se a massa do gás. A massa assim determinada deve estar a $\pm 3\%$ do valor conhecido da massa do gás injectado.

2.4.2 — Medição por um método gravimétrico — determina-se, com uma precisão de $\pm 0,01$ g, a massa de um pequeno cilindro cheio quer de monóxido de carbono quer de propano. Faz-se funcionar o sistema CVS durante cinco a dez minutos como para um ensaio normal de determinação das emissões de escape, injectando no sistema monóxido de carbono ou propano. Determina-se a quantidade de gás puro introduzido no sistema medindo a diferença de massa do cilindro. Analisam-se os gases recolhidos com o equipamento habitual (saco de recolha ou método de integração), calculando-se a massa do gás. A massa assim determinada deve estar a $\pm 3\%$ do valor conhecido da massa do gás injectado.

3 — Calibração do sistema de medição de partículas:

3.1 — Introdução — calibra-se cada componente tantas vezes quantas as necessárias para satisfazer os requisitos de precisão do presente Regulamento. O método de cali-

bração a utilizar para os componentes indicados no n.º 4 do anexo 10.º e no n.º 2 do anexo 13.º, está descrito no presente número.

3.2 — Medição dos caudais — a calibração dos debitómetros de gás ou da instrumentação de medição dos fluxos deve ser feita de acordo com as normas internacionais e/ou nacionais. O erro máximo do valor medido deve estar dentro de um intervalo de $\pm 2\%$ da leitura.

Se o caudal de gás for determinado pela diferença de caudais, o erro máximo da diferença deve ser tal que, a precisão de GEDF esteja dentro de um intervalo de $\pm 4\%$ (v. também n.º 2.2.1, EGA, do anexo 13.º ao presente Regulamento). O cálculo pode ser feito tomando o valor quadrático médio dos erros de cada instrumento.

3.3 — Verificação das condições de fluxo parcial — a gama das velocidades dos gases de escape e as oscilações de pressão devem ser verificadas e reguladas de acordo com os requisitos do n.º 2.2.1, EP, do anexo 13.º, se aplicável.

3.4 — Frequência das operações de calibração — a instrumentação de medida do escoamento deve ser calibrada, pelo menos, de três em três meses ou sempre que ocorra uma reparação ou mudança do sistema que possa influenciar a calibração.

4 — Calibração do equipamento de medida dos fumos:

4.1 — Introdução — o opacímetro deve ser calibrado tantas vezes quantas as necessárias para satisfazer os requisitos de precisão do presente Regulamento. O método

de calibração a utilizar para os componentes indicados no n.º 5 do anexo 10.º e no n.º 3 do anexo 13.º, está descrito no presente número.

4.2 — Processo de calibração:

4.2.1 — Tempo de aquecimento — aquece-se e estabiliza-se o opacímetro de acordo com as recomendações do seu fabricante. Se o opacímetro estiver equipado com um sistema de purga por ar para impedir que a parte óptica do aparelho fique suja de fuligem, activa-se e ajusta-se esse sistema também de acordo com as recomendações do fabricante.

4.2.2 — Estabelecimento da linearidade da resposta — verifica-se a linearidade do opacímetro no modo de leitura da opacidade de acordo com as recomendações do fabricante. Introduzem-se no opacímetro três filtros de densidade neutra e de transmitância conhecida que satisfaçam os requisitos do n.º 5.2.5 do anexo 10.º ao presente Regulamento, e registam-se os valores. Os filtros de densidade neutra devem ter opacidades nominais de cerca de 10 %, 20 % e 40 %.

A linearidade não deve divergir do valor nominal do filtro de densidade neutra mais de $\pm 2\%$ da opacidade. Qualquer não-linearidade que exceda o valor acima indicado deve ser corrigida antes do ensaio.

4.3 — Frequência das operações de calibração — calibra-se o opacímetro de acordo com o n.º 4.2.2, pelo menos, de três em três meses ou sempre que ocorra uma reparação ou mudança do sistema que possa influenciar a calibração.

ANEXO 12.º

Características técnicas do combustível de referência prescrito para os ensaios de homologação e para verificar a conformidade da produção

1 — Combustível para motores diesel (1):

Parâmetro	Unidade	Limites (2)		Método de ensaio	Publicação
		Mínimo	Máximo		
Índice de cetano (3)		52	54	EN-ISO 5165	(4) 1998
Densidade a 15º C	kg/m ³	833	837	EN-ISO 3675	1999
Destilação:					
Ponto de 50 vol.	ºC	245	—	EN-ISO 3405	1998
Ponto de 95 vol.	ºC	345	350	EN-ISO 3405	1998
Ponto de ebulição final	ºC	—	370	EN-ISO 3405	1998
Ponto de inflamação	ºC	55	—	EN 22719	1993
Ponto de colmatação do filtro frio	ºC	—	— 5	EN 116	1981
Viscosidade a 40º C	mm ² /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104	1996
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	% m/m	3,0	6,0	IP 391 (*)	1995
Teor de enxofre (5)	mg/kg	—	300	pr. EN-ISO/ DIS 14596	(4) 1998
Ensaio de corrosão em cobre		—	1	EN-ISO 2160	1995
Resíduo carbonoso Conradson no resíduo de destilação (10 %)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370	
Teor de cinzas	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245	1995
Teor de água	% m/m	—	0,05	EN-ISO 12937	1995
Índice de neutralização (ácido forte)	KOH/g	—	0,2	ASTM D 974-95	(4) 1998
Estabilidade à oxidação (6)	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205	1996
(*) Está a ser desenvolvido um método novo e melhor para os compostos aromáticos policíclicos.	% m/m	—	—	EN 12916	(4) [1997]

(1) Se se exigir o cálculo do rendimento térmico de um motor ou veículo, o poder calorífico do combustível pode ser calculado a partir de energia específica (poder calorífico) (útil) em $\text{Mj/kg} = (46,423 - 8,792d + 3,170d) [1 - (x + y + s)] + 9,420s - 2,499x$, em que:

d = densidade a 15º C;

x = proporção em massa de água (percentagem dividida por 100);

y = proporção em massa de cinzas (percentagem dividida por 100);

s = proporção em massa de enxofre (percentagem dividida por 100).

(2) Os valores indicados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ISO 4259, «Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test», e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2R acima do 0, na fixação de um valor máximo e mínimo,

a diferença mínima é de $4R$ (R = reprodutibilidade). Embora esta medida seja necessária por razões estatísticas, o fabricante de um combustível deve, no entanto, tentar obter um valor nulo quando o valor máximo estabelecido for $2R$ e o 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 ISO 4259.

(⁷) O intervalo indicado para o índice de cetano não está em conformidade com o requisito de um mínimo de $4R$. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, poderão aplicar-se os termos da norma ISO 4259, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária em vez de realizar determinações únicas.

(⁸) O mês de publicação será acrescentado oportunamente.

(⁹) Deve-se indicar o teor real de enxofre do combustível utilizado para o ensaio. Além disso, o teor de enxofre do combustível de referência utilizado para a homologação de um veículo ou de um motor tendo em conta os valores limite fixados na linha B do quadro referido no artigo 14.º do presente Regulamento, deve ter um valor máximo de 50 ppm. A Comissão apresentará, o mais rapidamente possível, uma alteração ao presente anexo que reflecta o valor médio do teor de enxofre do combustível existente no mercado, em relação ao combustível definido no anexo IV da Directiva n.º 98/70/CE.

(⁹) Embora a estabilidade à 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.

2 — Gás natural comprimido (GNC) — os combustíveis à venda no mercado europeu estão disponíveis em duas gamas, conforme definidas na norma EN 437:

A gama H, cujos combustíveis de referência extremos são G_{20} e G_{23} ;

A gama L, cujos combustíveis de referência extremos são o G_{23} e G_{25} .

As características dos combustíveis de referência G_{20} , G_{23} e G_{25} estão resumidas a seguir:

Combustível de referência G_{20}

Características	Unidades	Típico	Limites		Método de ensaio
			Mínimo	Máximo	
Composição:					
Metano	% mol	100	99	100	ISO 6974
Outros componentes		—	—	1	
[Gases inertes + C_2/C_2+]					
N ₂					
Teor de enxofre	(¹) mg/m ²	—	—	50	ISO 6326-5

(¹) Valor a determinar às condições *standard* [293,2 K (20° C) e 101,3 kPa].

Combustível de referência G_{23}

Características	Unidades	Típico	Limites		Método de ensaio
			Mínimo	Máximo	
Composição:					
Metano	% mol	92,5	91,5	93,5	ISO 6974
Outros componentes		—	—	1	
[Gases inertes + C_2/C_2+]					
N ₂		7,5	6,5	8,5	
Teor de enxofre	(¹) mg/m ²	—	—	50	ISO 6326-5

(¹) Valor a determinar às condições *standard* [293,2 K (20° C) e 101,3 kPa].

Combustível de referência G_{25}

Características	Unidades	Típico	Limites		Método de ensaio
			Mínimo	Máximo	
Composição:					
Metano	% mol	86	84	88	ISO 6974
Outros componentes		—	—	1	
[Gases inertes + C_2/C_2+]					
N ₂		14	12	16	
Teor de enxofre	(¹) mg/m ²	—	—	50	ISO 6326-5

(¹) Valor a determinar às condições *standard* [293,2 K (20° C) e 101,3 kPa].

3 — Gás de petróleo liquefeito (GPL):

Parâmetro	Unidade	Limites combustível A		Limites combustível B		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Índice de octanas motor		93,5		93,5		EN589, anexo B
Composição:						
Teor de C_3	% vol	48	52	83	87	

Parâmetro	Unidade	Limites combustível A		Limites combustível B		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Teor de C ₄	% vol	48	52	13	17	ISO 7941
Olefinas	% vol	0	12	9	15	
Resíduo de evaporação	mg/kg		50		50	NFM 41-015
Teor total de enxofre	ppm (em massa) (1)		50		50	EN 24260
Sulfureto de hidrogénio	—		Nenhum		Nenhum	ISO 8819
Corrosão em cobre	Classificação		Classe 1		Classe 1	ISO 6251 (2)
Água a 0º C	—		Isento		Isento	Inspeção visual

(1) Valor a determinar em condições *standard* 293,2 K (20º C) e 101,3 kPa.

(2) Este método pode não determinar com precisão a presença de materiais corrosivos se a amostra contiver inibidores de corrosão ou outros produtos químicos que diminuam a agressividade da amostra à lâmina de cobre. Assim sendo, é proibida a adição de tais compostos com a única finalidade de influenciar os resultados do ensaio.

ANEXO 13.º

Sistemas de análise e de recolha de amostras

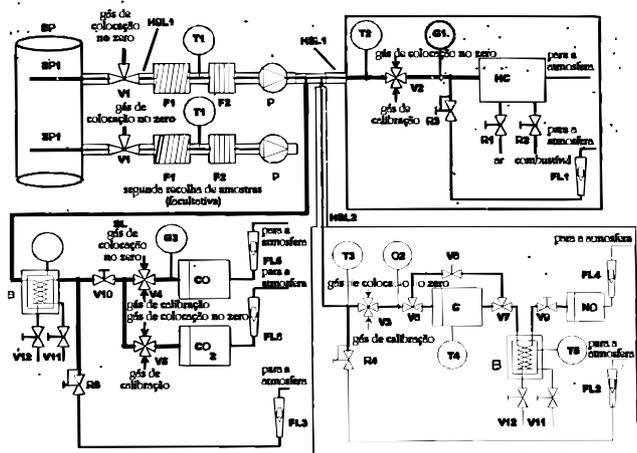
1 — Determinação das emissões gasosas:

1.1 — Introdução — o n.º 1.2 e as figuras n.ºs 7 e 8 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 componentes 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.

Figura n.º 7

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

Apenas ensaio ESC



1.2 — Descrição do sistema de análise — descreve-se seguidamente um sistema de análise para a determinação das emissões gasosas dos gases de escape brutos (figura n.º 7, ensaio ESC apenas) ou diluídos (figura n.º 8, ensaios ETC e ESC), baseados na utilização de:

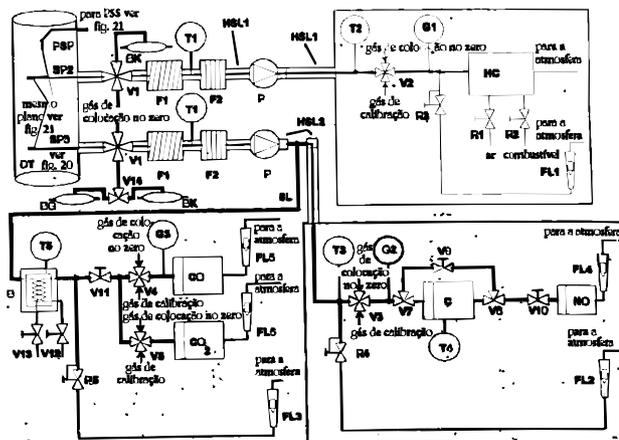
- Analisador HFID para a medição dos hidrocarbonetos;
- Analisadores NDIR para a medição do monóxido de carbono e do dióxido de carbono;
- Detector HCLD ou equivalente para a medição dos óxidos de azoto.

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.

Figura n.º 8

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

Ensaio ETC (facultativo para o ensaio ESC)



1.2.1 — Componentes das figuras n.ºs 7 e 8:

EP — Tubo de escape

SP1 — Sonda de recolha de gases de escape (figura n.º 7 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. Podem utilizar-se uma ou duas sondas de recolha.

SP2 — Sonda de recolha de HC nos gases de escape diluídos (figura n.º 8 apenas)

A sonda deve:

Ser, por definição, constituída pela primeira secção de 254 mm a 762 mm da conduta de recolha aquecida HSL1;

Ter um diâmetro interno mínimo de 5 mm;
 Ser instalada no túnel de diluição DT (v. n.º 2.3, figura n.º 20) 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 \pm 10 K (190° C \pm 10° C) à saída da sonda.

SP3 — Sonda de recolha de CO, CO₂, e NO_x nos gases de escape diluídos (figura n.º 8 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;
 Estar 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.

HSL1 — Condução de recolha de amostras aquecida

A condução de recolha serve de passagem aos gases recolhidos desde a sonda única até ao(s) ponto(s) de separação e ao analisador de HC.

A condução deve:

Ter um diâmetro interior 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 \pm 10 K (190° C \pm 10° C), 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 \pm 10 K (190° C \pm 10° C) imediatamente antes do filtro aquecido F2 e do HFID.

HSL2 — Condução de recolha dos NO_x aquecida

A condução deve:

Manter uma temperatura de paredes compreendida entre 328 K e 473 K (55° C e 200° C) até ao conversor C se se utilizar um banho de arrefecimento B, e até ao analisador no caso contrário;
 Ser de aço inoxidável ou PTFE.

SL — Condução de recolha para o CO e o CO₂

A condução deve ser de aço inoxidável ou PTFE. Pode ser aquecida ou não.

BK — Saco dos elementos de fundo (facultativo; figura n.º 8 apenas)

Este saco serve para a medição das concentrações de fundo.

BG — Saco de recolha (facultativo; figura n.º 8, CO e CO₂ apenas)

Este saco serve para a medição das concentrações das amostras.

F1 — Pré-filtro aquecido (facultativo)

A temperatura deve ser a mesma que a da condução HSL1.

F2 — Filtro aquecido

O filtro deve extrair quaisquer partículas sólidas da amostra de gases antes do analisador. A temperatura deve ser a mesma que a da condução HSL1. O filtro deve ser mudado quando necessário.

P — Bomba de recolha de amostras aquecida

A bomba deve ser aquecida até à temperatura da condução 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 e CO₂

Analisadores NDIR para a determinação do monóxido de carbono e do dióxido de carbono (facultativo para a determinação da razão de diluição para medição de partículas).

NO

Analisador CLD ou HCLD 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).

C — Conversor

Utiliza-se um conversor para a redução catalítica do NO₂ em NO antes da análise no CLD ou HCLD.

B — Banho de arrefecimento (facultativo)

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 a 4° C), utilizando gelo ou um sistema de refrigeração. O banho é facultativo se o analisador não sofrer interferências de vapor de água de acordo com os n.ºs 1.9.1 e 1.9.2 do anexo 11.º ao presente Regulamento. Se a água for removida por condensação, a temperatura ou o ponto de orvalho dos gases recolhidos deve ser monitorizada quer dentro do colector de água quer a jusante. A temperatura ou o ponto de orvalho dos gases recolhidos não deve exceder 280 K (7° C). Não são admitidos exsiccantes químicos para a remoção da água da amostra.

T1, T2 e T3 — Sensores de temperatura

Para monitorizar a temperatura da corrente de gás.

T4 — Sensor de temperatura

Para monitorizar a temperatura do conversor NO₂-NO.

T5 — Sensor de temperatura

Para monitorizar a temperatura do banho de arrefecimento.

G1, G2 e G3 — Manómetros

Para medir a pressão nas condutas de recolha de amostras.

R1 e R2 — Reguladores de pressão

Para regular a pressão do ar e do combustível, respectivamente, que chegam ao HFID.

R3, R4 e R5 — Reguladores de pressão

Para regular a pressão nas condutas de recolha de amostras e o fluxo para os analisadores.

FL1, FL2 e FL3 — Debitómetros

Para monitorizar o caudal de derivação das amostras.

FL4, FL5 e FL6 — Debitómetros (facultativos)

Para monitorizar o caudal através dos analisadores.

V1 a V5 — Válvulas selectoras

Para seleccionar o gás a enviar para os analisadores (amostra, gás de calibração ou gás de colocação no zero).

V6 e V7 — Válvulas solenóides

Para contornar o conversor C de NO_2-NO .

V8 — Válvula de agulha

Para equilibrar o caudal através do conversor C de NO_2-NO e da derivação.

V9 e V10 — Válvulas de agulha

Para regular o fluxo para os analisadores.

V11 e V12 — Válvulas de purga (facultativas)

Para drenar o condensado do banho B.

1.3 — Análise dos NMHC (motores a GNC apenas):

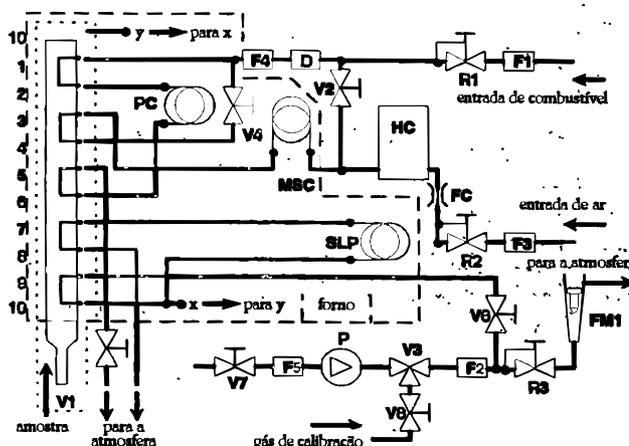
1.3.1 — Cromatografia em fase gasosa (GC, figura n.º 9) — ao utilizar o método GC, injecta-se um pequeno volume medido de uma amostra numa coluna de análise, volume que é arrastado por um gás de transporte inerte. A coluna separa vários componentes de acordo com os respectivos pontos de ebulição, pelo que saem da coluna em tempos diferentes. Passam então através de um detector que emite um sinal eléctrico que depende da respectiva concentração. Dado que não se trata de uma técnica de análise contínua, apenas pode ser utilizada em conjunto com o método da recolha de amostras em sacos, conforme descrito no n.º 3.4.2 do anexo 10.º ao presente Regulamento.

No que diz respeito aos NMHC, utiliza-se um GC automatizado com um FID. Recolhem-se amostras dos gases de escape para um saco de recolha de amostras, de onde se retira uma parte que é injectada no GC. A amostra é separada em duas partes ($CH_4/Ar/CO$ e $NMHC/CO_2/H_2O$) na coluna Porapak. O crivo molecular (coluna com enchimento), separa o CH_4 do ar e do CO antes de o passar para o FID, onde a sua concentração é medida. Pode-se efectuar em trinta segundos um ciclo completo desde a injeção de uma amostra até à injeção de uma segunda amostra. Para determinar os NMHC, subtrai-se a concentração do CH_4 da concentração total dos HC (ver ponto 4.3.1 do Anexo 8º ao presente Regulamento).

A figura n.º 9 mostra um GC típico montado para determinar de modo rotineiro o CH_4 . Podem-se utilizar outros métodos de GC com base no bom senso técnico.

Figura n.º 9

Diagrama do sistema de análise do metano (método GC)



Componentes da figura n.º 9:

PC — Coluna Porapak

Utiliza-se uma coluna Porapak N, de 180/300 μm (rede 50/80), de 610 mm de comprimento e 2,16 mm de diâmetro interior, que deve ser utilizada e condicionada, pelo menos, durante doze horas a 423 K (150º C) com um gás de transporte antes da utilização inicial.

MSV — Crivo molecular (coluna com enchimento)

Utiliza-se uma coluna tipo 13X, de 250/350 μm (rede 45/60), de 1220 mm de comprimento e 2,16 mm de diâmetro interior, que deve ser condicionada, pelo menos, durante doze horas a 423 K (150º C) com um gás de transporte antes da utilização inicial.

OV — Forno

Para manter as colunas e as válvulas a uma temperatura estável para o funcionamento do analisador, e para condicionar as colunas a 423 K (150º C).

SLP — Tubo espiralado para a amostra

Um comprimento suficiente de tubo de aço inoxidável para se obter um volume de cerca de 1 cm³.

P — Bomba

Para levar a amostra ao cromatógrafo.

D — Secador

Utiliza-se um secador que contenha um crivo molecular para remover água e outros contaminantes que possam estar presentes no gás de transporte.

HC

Detector de ionização por chama (FID) para medir a concentração do metano.

V1 — Válvula de injeção da amostra

Para injectar a amostra retirada do saco de recolha de amostras através da SL da figura n.º 8. Deve ser do tipo baixo volume morto, estanque aos gases e aquecível a 423 K (150° C).

V3 — Válvula selectora

Para seleccionar o gás de calibração, a amostra ou nenhum escoamento.

V2, V4, V5, V6, V7 e V8 — Válvulas de agulha

Para regular os fluxos no sistema.

R1, R2 e R3 — Reguladores de pressão

Para regular os fluxos do combustível (= gás de transporte), da amostra e do ar, respectivamente.

FC — Capilar de escoamento

Para regular o caudal de ar para o FID.

G1, G2 e G3 — Manómetros

Para regular os fluxos do combustível (= gás de transporte), da amostra e do ar, respectivamente.

F1, F2, F3, F4 e F5 — Filtros

Filtros metálicos sinterizados para impedir a entrada de impurezas na bomba ou no instrumento.

FL1

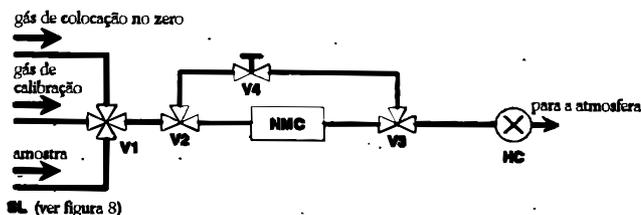
Para medir o caudal de derivação da amostra.

1.3.2 — Separador de hidrocarbonetos não-metânicos (NMC, figura n.º 10) — o separador oxida todos os hidrocarbonetos com excepção do CH_4 em CO_2 e H_2O , de modo tal que, ao fazer passar a amostra através do NMC apenas o CH_4 é detectado pelo FID. Se se utilizar a recolha de amostras através de sacos, instala-se na SL (ver n.º 1.2, figura n.º 8) um sistema de desvio do fluxo com o qual este pode ser passado alternativamente através ou em torno do separador de acordo com a parte superior da figura n.º 10. Para a medição da concentração dos NMHC, observam-se no FID ambos os valores (HC e CH_4) que são registados. Se se utilizar o método da integração, instalam-se um NMC em linha com um segundo FID, paralelamente ao FID que conduz à HSL 1 (ver n.º 1.2, figura n.º 8) de acordo com a parte inferior da figura n.º 10. Para a medição da concentração dos NMHC, observam-se os valores dos dois FID (HC e CH_4), que são registados.

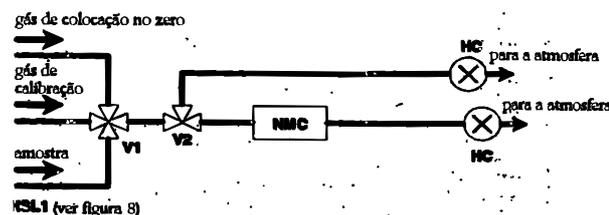
Caracteriza-se o separador a 600 K (327° C) ou a uma temperatura superior antes do ensaio em relação ao seu efeito catalisador sobre o CH_4 e o C_2H_6 a valores de H_2O representativos das condições da corrente de escape. O ponto de orvalho e o nível de O_2 da amostra da corrente de escape devem ser conhecidos. Regista-se a resposta relativa do FID ao CH_4 (v. n.º 1.8.2 do anexo n.º 11.º ao presente Regulamento).

Figura n.º 10

Diagrama do sistema de análise do metano com o separador de hidrocarbonetos não-metânicos (NMC)



Método da recolha de amostras em sacos



Método de integração

1 — Componentes da figura n.º 10:

NMC — Separador de hidrocarbonetos não-metânicos

Para oxidar todos os hidrocarbonetos com excepção do metano.

HC

Detector aquecido de ionização por chama (HFID) para a medição das concentrações de HC e de CH_4 . Deve-se manter a temperatura entre 453 K e 473 K (180° C a 200° C).

V1 — Válvula selectora

Para seleccionar os gases (amostra, gás de colocação no 0 e gás de calibração). V1 é idêntica a V2 da figura n.º 8.

V2 e V3 — Válvulas solenóide

Para contornar o NMC.

V4 — Válvula de agulha

Para equilibrar o caudal através do NMC e da derivação.

R1 — Regulador de pressão

Para regular a pressão na conduta de recolha de amostras e o fluxo para o HFID. R1 é idêntico a R3 da figura n.º 8.

FL1 — Debitómetro

Para medir o caudal de derivação da amostra. FL1 é idêntica a FL1 da figura n.º 8.

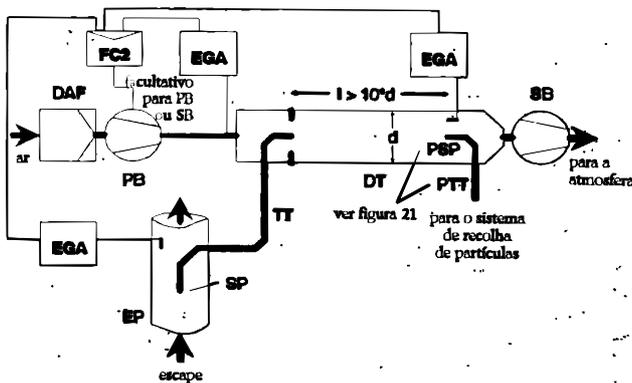
2 — Diluição dos gases de escape e determinação das partículas:

2.1 — Introdução — os n.ºs 2.2, 2.3 e 2.4 e as figuras n.ºs 11 a 22 contêm descrições pormenorizadas dos sistemas recomendados de diluição e de recolha de amostras. Dado que várias configurações podem produzir resultados equivalentes, não é necessário respeitar rigorosamente essas figuras. Podem ser utilizados componentes adicionais, tais como, instrumentos, válvulas, solenóides, bom-

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 o FMI à entrada em DT. A razão de diluição é calculada a partir do caudal do ar de diluição e da razão de separação.

Figura n.º 13

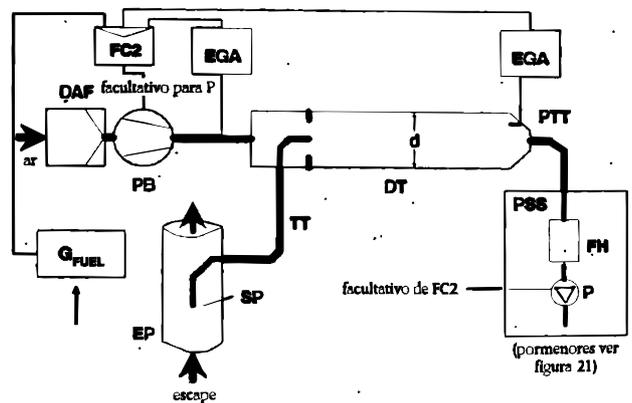
Sistema de diluição parcial do fluxo com medição das concentrações de CO_2 ou NO_x e recolha de amostras fraccionada.



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. Medem-se as concentrações de um gás marcador (CO_2 ou NO_x) nos gases de escape brutos e diluídos bem como no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Estes sinais são transmitidos ao regulador de caudais 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. Calcula-se a razão de diluição a partir das concentrações dos gases marcadores nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição.

Figura n.º 14

Sistema de diluição parcial do fluxo com medição da concentração do CO_2 , balanço do carbono e recolha total de amostras.

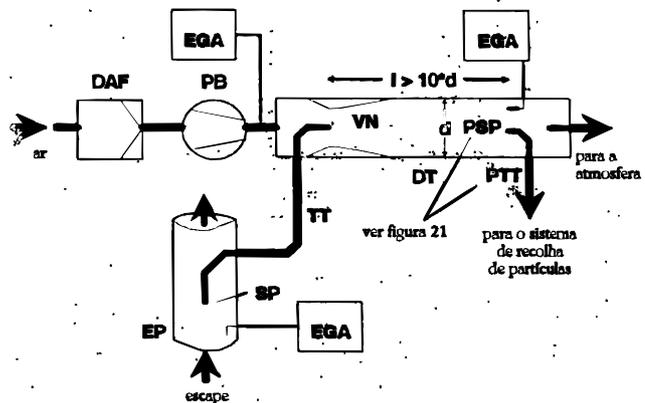


Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. Medem-se as concentrações de CO_2 nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de

escape EGA. Os sinais referentes à concentração de CO_2 e o caudal de combustível GFUEL são transmitidos quer ao regulador de caudais FC2 quer ao regulador de caudais FC3 do sistema de recolha de amostras de partículas (ver figura n.º 21). FC2 comanda a ventoinha de pressão PB, enquanto FC3 comanda a bomba de recolha de amostras P (ver figura n.º 21), 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. Calcula-se a razão de diluição a partir das concentrações de CO_2 e de GFUEL utilizando a hipótese do balanço do carbono.

Figura n.º 15

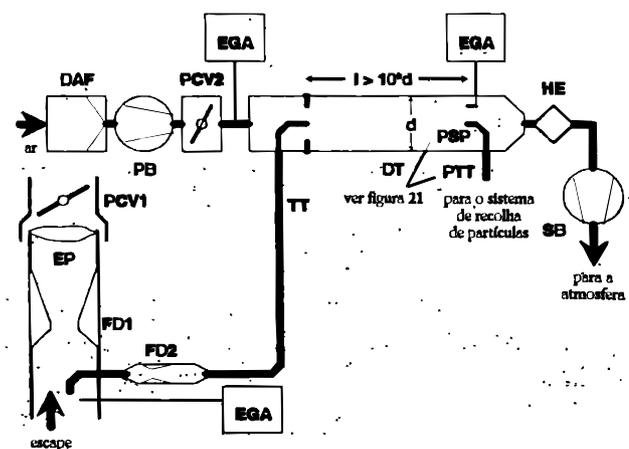
Sistema de diluição parcial do fluxo com venturi simples, medição das concentrações e recolha de amostras fraccionada.



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT devido à pressão negativa criada pelo venturi VN em DT. O caudal dos gases através de TT depende da troca de quantidades de movimento na zona do venturi, sendo portanto afectado pela temperatura absoluta dos gases à saída de TT. Consequentemente, a separação dos gases de escape para um dado caudal no túnel não é constante, e a razão de diluição a pequena carga é ligeiramente mais baixa que a carga elevada. Medem-se as concentrações do gás marcador (CO_2 ou NO_x) nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA, sendo a razão de diluição calculada a partir dos valores assim obtidos.

Figura n.º 16

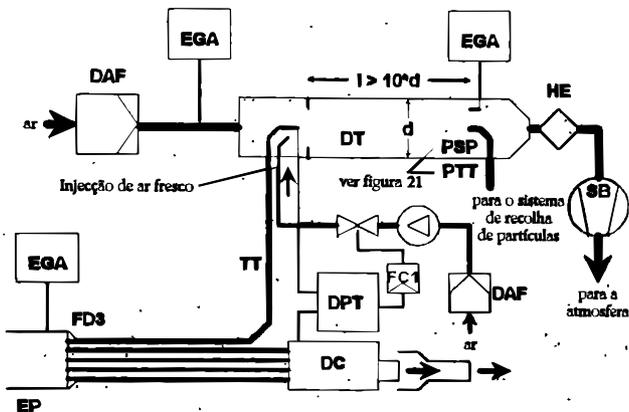
Sistema de diluição parcial do fluxo com venturi duplo ou orifício duplo, medição das concentrações e recolha de amostras fraccionada.



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT por um separador de fluxos com um conjunto de orifícios ou venturis. O primeiro (FD1) está localizado em EP, o segundo (FD2) em TT. Além disso, são necessárias duas válvulas de regulação da pressão (PCV1 e PCV2) para manter uma separação constante dos gases de escape através da regulação da contrapressão em EP e da pressão em DT. PCV1 está localizada a jusante de SP em EP e PCV2, entre a ventoinha de pressão PB e DT. Medem-se as concentrações do gás marcador (CO_2 ou NO_x) nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Essas concentrações são necessárias para verificar a separação dos gases de escape, e podem ser utilizadas para regular PCV1 e PCV2 para se obter uma regulação precisa da separação. A razão de diluição é calculada a partir das concentrações dos gases marcadores.

Figura n.º 17

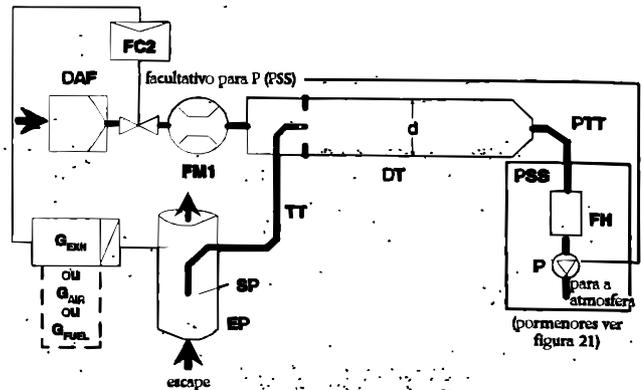
Sistema de diluição parcial do fluxo com separação por tubos múltiplos, medição das concentrações e recolha de amostras fraccionada.



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 conduzidos através de um desses tubos são levados para DT e os gases de escape conduzidos pelos restantes tubos passam através da câmara de amortecimento DC. A separação dos gases de escape é assim determinada pelo número total de tubos. Uma regulação constante da separação exige uma diferença de pressão nula entre DC e a saída de TT, que é medida com o transdutor de pressão diferencial DPT. Obtém-se uma diferença de pressão nula injectando ar fresco em DT à saída de TT. Medem-se as concentrações do gás marcador (CO_2 ou NO_x) nos gases de escape brutos, nos gases de escape diluídos e no ar de diluição com o(s) analisador(es) de gases de escape EGA. Essas 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 n.º 18

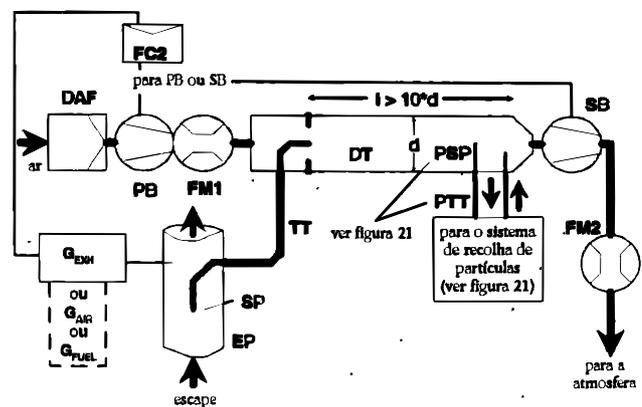
Sistema de diluição parcial do fluxo com regulação do escoamento e recolha de amostras total



Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através da sonda de recolha de amostras SP e do tubo de transferência TT. O caudal total através do túnel é ajustado com o regulador de caudais FC3 e a bomba de recolha de amostras P do sistema de recolha de amostras de partículas (ver figura n.º 21). O caudal de ar de diluição é regulado pelo regulador de caudais FC2, que pode utilizar G_{EXHW} , G_{AIR} ou G_{FUEL} como sinais de comando, para se obter a separação dos gases de escape desejada. O caudal da amostra que chega a DT é a diferença entre o caudal total e o caudal do ar de diluição. O caudal do ar de diluição é medido com o debitómetro FM1, e o caudal total, com o debitómetro FM3 do sistema de recolha de partículas (v. figura n.º 21). A razão de diluição é calculada a partir destes dois caudais.

Figura n.º 19

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 são regulados 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_{EXHW} , G_{AIR} ou G_{FUEL} podem ser utilizados como sinais de comando para FC2. O caudal do ar de diluição é medido com o debitó-

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

2.2.1 — Componentes das figuras n.ºs 11 a 19:

EP — Tubo de escape

O tubo de escape pode ser isolado. Para reduzir a inércia térmica do tubo de escape, recomenda-se uma relação espessura/diâmetro igual ou inferior a 0,015. A utilização de secções flexíveis deve ser limitada a uma relação comprimento/diâmetro igual ou inferior a 12. As curvas devem ser reduzidas ao mínimo para limitar a deposição por inércia. Se o sistema incluir um silencioso de ensaio, este deve também ser isolado.

No caso dos sistemas isocinéticos, o tubo de escape não deve ter cotovelos, curvas nem variações súbitas de diâmetro ao longo de, pelo menos, 6 diâmetros do tubo a montante e 3 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 o 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 6 diâmetros do tubo a montante e a 3 a jusante da ponta da sonda.

SP — Sonda de recolha de amostras (figuras n.ºs 10, 14, 15, 16, 18, 19)

O diâmetro interior mínimo deve ser de 4 mm. A razão de diâmetros mínima entre o tubo de escape e a sonda deve ser de 4. 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 SPI no n.º 1.2.1, figura n.º 5.

ISP — Sonda isocinética de recolha de amostras (figuras n.ºs 11 e 12)

A sonda isocinética de recolha de amostras deve ser instalada virada para montante na linha do eixo do tubo de escape onde são satisfeitas as condições de escoamento na secção EP, e 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 fluxo total dos gases de escape. A ISP tem de ser ligada a um transdutor de pressão diferencial DPT. Obtém-se uma diferença de pressão nula entre EP e ISP utilizando um regulador de caudais FC1.

FD1 e FD2 — Separador de fluxo (figura n.º 16)

Instala-se um conjunto de venturis ou 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 se obter a separação proporcional, através da regulação das pressões em EP e DT.

FD3 — Separador de fluxo (figura n.º 17)

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), de modo que a separação dos gases de escape dependa 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 fluxo em TT é uma fracção constante do fluxo 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 caudais FC1.

EGA — Analisador dos gases de escape (figuras n.ºs 13, 14, 15, 16, 17)

Podem-se utilizar analisadores de CO_2 ou NO_x (unicamente com o método do balanço do carbono para o analisador de CO_2). Os analisadores são calibrados como os utilizados para a medição das emissões gasosas. Podem-se utilizar um ou vários analisadores para determinar as diferenças de concentrações. A precisão dos sistemas de medida deve ser tal que a precisão de GEDFW, i esteja dentro de uma margem de ± 4 %.

TT — Tubo de transferência (figuras n.ºs 11 a 19)

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 o 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 m, deve ser isolado com material de condutividade térmica máxima de $0,05 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, 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).

DPT — Transdutor de pressão diferencial (figuras n.ºs 11, 12, e 17)

O transdutor de pressão diferencial deve ter uma gama de funcionamento igual ou inferior a ± 500 Pa.

FC1 — Regulador de caudais (figuras n.ºs 11, 12 e 17)

No caso dos sistemas isocinéticos (figuras 11 e 12), é necessário um regulador de caudais para manter uma di-

ferença 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 n.º 11); 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 n.º 12).

No caso de um sistema de regulação da pressão, o erro remanescente no circuito fechado de regulação não deve exceder ± 3 Pa. As oscilações de pressão no túnel de diluição não devem exceder ± 250 Pa em média.

No caso dos sistemas de tubos múltiplos (figura n.º 17), é necessário um regulador de caudais para se 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 para DT à saída de TT.

PCV1 e PCV2 — Válvulas de regulação de pressão (figura n.º 16)

São necessárias duas válvulas de regulação da pressão para o sistema de venturi duplo/orifício duplo para se obter uma separação proporcional dos fluxos por regulação da contra-pressão em EP e da pressão em DT. As válvulas devem estar localizadas a jusante de SP em EP e entre PB e DT.

DC — Câmara de amortecimento (figura n.º 17)

Deve-se instalar uma câmara de amortecimento à saída da unidade de tubos múltiplos para minimizar as oscilações de pressão no tubo de escape EP.

VN — Venturi (figura n.º 15)

Instala-se um venturi no túnel de diluição DT para criar uma pressão negativa na região 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 inferior a carga reduzida que a carga elevada.

FC2 — Regulador de caudais (figuras n.ºs 13, 14, 18, e 19, facultativo)

Pode ser utilizado um regulador de caudais para regular o caudal da ventoinha de pressão PB e/ou da ventoinha de aspiração SB. Este regulador pode ser ligado ao sinal do caudal dos gases de escape ou de ar ou do combustível e ou ao sinal diferencial do CO_2 ou NO_x .

Quando se utiliza um sistema de ar comprimido (figura n.º 18), o FC2 regula directamente o caudal de ar.

FM1 — Debitómetro (figuras n.ºs 11, 12, 18 e 19)

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.

FM2 — Debitómetro (figura n.º 19)

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.

PB — Ventoinha de pressão (figuras n.ºs 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 19)

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

SB — Ventoinha de aspiração (figuras n.ºs 11, 12, 13, 14, 17 e 19)

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.

DAF — Filtro do ar de diluição (figuras n.ºs 11 a 19)

Recomenda-se que o ar de diluição seja filtrado e sujeito a uma depuração com carvão para eliminar os hidrocarbonetos de fundo. A pedido dos fabricantes, o ar de diluição deve ser recolhido em amostras, de acordo com a boa prática de engenharia, para determinar os níveis das partículas de fundo, que podem então ser subtraídos dos valores medidos nos gases de escape diluídos.

DT — Túnel de diluição (figuras n.ºs 11 a 19)

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 em aço inoxidável com:

Uma relação espessura/diâmetro igual ou inferior a 0,025 para os túneis de diluição de diâmetro interior superior a 75 mm;

Uma espessura nominal da parede não inferior a 1,5 mm para os túneis de diluição de diâmetro interior 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 a recolha total;

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;

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 introdução em serviço por meio de um perfil da concentração de CO_2 no túnel estando o motor em marcha (pelo menos quatro pontos de medida igualmente espaçados). Se necessário, pode-se utilizar um orifício de mistura.

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

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

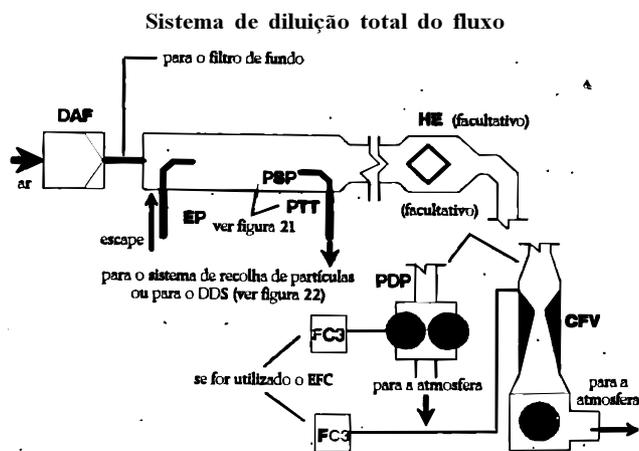
HE — Permutador de calor (figuras n.ºs 16 e 17)

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.

2.3 — Sistema de diluição total do fluxo — o sistema de diluição representado na figura n.º 20 baseia-se na diluição da totalidade do fluxo dos gases de escape, utilizando o conceito da recolha de amostras a volume constante (CVS). Há que medir o volume total da mistura dos gases de escape e do ar de diluição. Pode ser utilizado um sistema PDP ou CFV.

Para a recolha subsequente das partículas, faz-se passar uma amostra dos gases de escape diluídos para o sistema da recolha de amostras de partículas (n.º 2.4, figuras n.ºs 21 e 22). Se a operação for feita directamente, denomina-se diluição simples. Se a amostra for diluída uma vez mais no túnel de diluição secundária, 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 do n.º 2.4, figura n.º 22, dado que compartilha a maioria das peças com um sistema de recolha de partículas típico.

Figura n.º 20



A quantidade total dos gases de escape brutos é misturada no túnel de diluição DT com o ar de diluição. 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 electrónica de caudais EFC para a recolha proporcional de parti-

culas 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.

2.3.1 — Componentes da figura n.º 20:

EP — Tubo de escape

O comprimento do tubo de escape desde a saída do colector de escape do motor, do turbocompressor ou do dispositivo de pós-tratamento até ao túnel de diluição não deve ser superior a 10 m. Se o comprimento do tubo de escape a jusante do colector de escape do motor, da saída do turbocompressor ou do dispositivo de pós-tratamento for superior a 4 m, toda secção 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.

PDP — Bomba volumétrica

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 no 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 PDP a funcionar deve manter-se a $\pm 1,5$ kPa da pressão estática medida sem ligação à PDP a velocidade e carga do motor idênticos. 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 a compensação de caudais. Esta compensação só pode ser utilizada se a temperatura à entrada da PDP não exceder 323 K (50° C).

CFV — Venturi de escoamento crítico

O CFV mede o caudal total dos gases de escape diluídos mantendo o escoamento em condições de restrição (escoamento crítico). A contrapressão estática do escape medida com o sistema CFV a funcionar deve manter-se a $\pm 1,5$ kPa da pressão estática medida sem ligação ao CFV a velocidade e carga do motor idênticos. A temperatura da mistura de gases imediatamente à frente do CFV deve estar a ± 11 K da temperatura média de funcionamento observada durante o ensaio, quando não for utilizada a compensação de caudais.

HE — Permutador de calor (facultativo, se se utilizar EFC)

O permutador de calor deve ter uma capacidade suficiente para manter a temperatura dentro dos limites exigidos acima indicados.

EFC — Sistema de compensação electrónica de caudais (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 de caudais para efec-

tuar 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 n.º 2.4, figuras n.ºs 21 e 22).

DT — Túnel de diluição

O túnel de diluição:

- Deve ter um diâmetro suficientemente pequeno para provocar escoamentos turbulentos (números de Reynolds superiores a 4000) 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, 460 mm de diâmetro, com um sistema de diluição simples;
- Deve ter, pelo menos, 240 mm de diâmetro, com um sistema de diluição dupla;
- 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 (n.º 2.4, figura n.º 21). A capacidade de escoamento da PDP ou do CFV deve ser suficiente para manter os gases de escape diluídos a uma temperatura igual ou inferior a 325 K (52º 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 secundária onde é mais diluída, sendo então passada através dos filtros de recolha (n.º 2.4, figura n.º 22). 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 (191º C) na zona de recolha. O sistema de diluição secundária deve fornecer um volume suficiente de ar de diluição secundária para manter a corrente de gases de escape duplamente diluída a uma temperatura igual ou inferior a 325 K (52º C) imediatamente antes do filtro de partículas primário.

DAF — Filtro do ar de diluição

Recomenda-se que o ar de diluição seja filtrado e sujeito a uma depuração com carvão para eliminar os hidrocarbonetos de fundo. A pedido dos fabricantes, devem ser colhidas 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.

PSP — Sonda de recolha de partículas

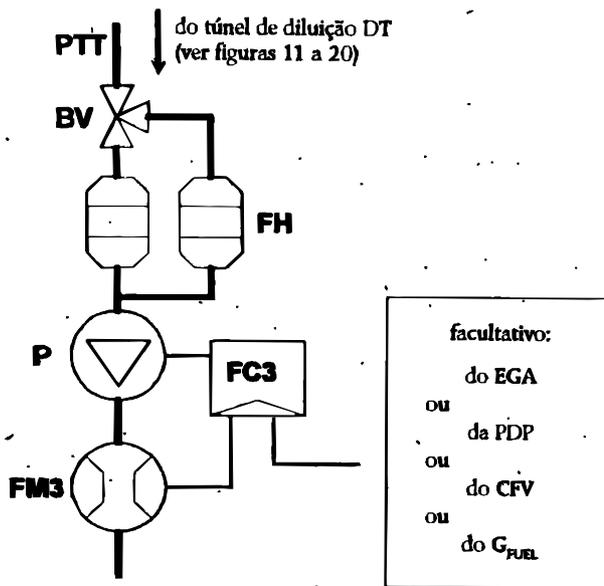
A sonda é o primeiro elemento do tubo de transferência de partículas PTT e:

- 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, 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 da parede não superior a 325 K (52º C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52º C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição;
- Pode ser isolada.

Figura n.º 21

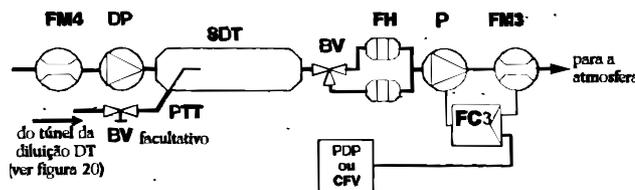
Sistema de recolha de amostras de partículas



Retira-se uma amostra dos gases de escape diluídos do túnel de diluição DT de um sistema de diluição parcial ou 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 do(s) suporte(s) de filtros FH que contém(êm) os filtros de recolha de partículas. O caudal da amostra é regulado pelo regulador de caudais FC3. Se for utilizada a compensação electrónica de caudais EFC (v. figura n.º 20), o caudal dos gases de escape diluídos é utilizado como sinal de comando para o FC3.

Figura n.º 22

Sistema de diluição dupla (sistema de diluição total do fluxo apenas)



Transfere-se uma amostra dos gases de escape diluídos do túnel de diluição DT de um sistema de diluição 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, onde é novamente diluída. Faz-se passar a amostra através do(s)

suporte(s) de filtros FH que contém(êm) os filtros de recolha de partículas. O caudal do ar de diluição é usualmente constante, enquanto que o caudal da amostra é regulado pelo regulador de caudais FC3. Se for utilizada a compensação electrónica de caudais EFC (ver figura n.º 20), o caudal total dos gases de escape diluídos é utilizado como sinal de comando para o FC3.

2.4 — Sistema de recolha de amostras de partículas — 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 amostra total dos gases de escape diluídos através dos filtros, o sistema de diluição (n.º 2.2, figuras n.ºs 14 e 18) e de recolha formam usualmente uma só unidade. No caso da diluição total do fluxo ou da diluição parcial do fluxo com recolha de amostras fraccionada, que consiste na passagem através dos filtros de apenas uma parte dos gases de escape diluídos, os sistemas de diluição (n.º 2.2, figuras n.ºs 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19 e n.º 2.3, figura n.º 20) e de recolha de amostras formam usualmente unidades diferentes.

No presente Regulamento, o sistema de diluição dupla, (figura n.º 22) de um sistema de diluição total do fluxo é considerado como variante específica de um sistema típico de recolha de partículas, conforme indicado na figura n.º 21. 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, e apresenta além disso algumas características relativas à diluição, como a alimentação de ar de diluição e um túnel de diluição secundária.

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

2.4.1 — Componentes das figuras n.ºs 21 e 22:

PTT — Tubo de transferência de partículas (figuras n.ºs 21 e 22)

O tubo de transferência de partículas não deve exceder 1020 mm de comprimento, e deve ser o mais curto possível. Sempre que aplicável (isto é, para sistemas de recolha fraccionada de amostras com diluição parcial do fluxo e para sistemas de diluição total do fluxo), o comprimento das sondas de recolha de amostras (SP, ISP, PSP, respectivamente, ver n.ºs 2.2 e 2.3) deve ser incluído.

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 (SP, ISP, PSP, respectivamente) 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 PSP até ao túnel de diluição secundária.

O tubo de transferência:

Pode ser aquecido até se obter uma temperatura das 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.

SDT — Túnel de diluição secundária (v. figura n.º 22)

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 das 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.

FH — Suporte(s) do(s) filtro(s) (figuras n.ºs 21 e 22)

Para os filtros primário e secundário, pode-se utilizar uma única caixa de filtros, ou caixas separadas. Há que respeitar as disposições do n.º 4.1.3 do anexo 10.º ao presente Regulamento.

O(s) suporte(s) do(s) filtro(s):

Pode(m) ser aquecido(s) até se obter uma temperatura das 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(m) ser isolado(s).

P — Bomba de recolha de amostras (figuras n.ºs 21 e 22)

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 a correcção do caudal pelo FC3.

DP — Bomba do ar de diluição (figura n.º 22)

A bomba do ar de diluição deve ser localizada de modo a que o ar de diluição secundária seja fornecido a uma temperatura de $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25^\circ \text{ C} \pm 5^\circ \text{ C}$) se o ar de diluição não for pré-aquecido.

FC3 — Regulador de caudais (figuras n.ºs 21 e 22)

Utiliza-se um regulador de caudais para compensar o caudal das amostras de partículas das variações de temperatura e de contrapressão na trajectória da amostra, se não existirem outros meios. O regulador de caudais é necessário se se utilizar o sistema de compensação electrónica de caudais EFC (v. figura n.º 20).

FM3 — Debitómetro (figuras n.ºs 21 e 22)

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

FM4 — Debitómetro (figura n.º 22)

O contador de gás ou outro aparelho deve estar localizado de modo a que a temperatura do gás de admissão se mantenha a $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25^\circ \text{ C} \pm 5^\circ \text{ C}$).

BV — Válvula de esfera (facultativa)

A válvula de esfera deve ter um diâmetro interior não inferior ao diâmetro interior do tubo de transferência de amostras PTT 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 293 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 do motor elevadas, as peças acima indicadas podem ser arrefecidas por um meio não agressivo, nomeadamente uma ventoinha de circulação, desde que a temperatura do meio de arrefecimento não seja inferior a 293 K (20° C).

3 — Determinação dos fumos:

3.1 — Introdução — os n.ºs 3.2 e 3.3 e as figuras n.ºs 23 e 24 contêm descrições pormenorizadas dos opacímetros recomendados. Dado que várias configurações podem produzir resultados equivalentes, não é necessário respeitar rigorosamente essas figuras. Podem ser utilizados componentes adicionais tais como instrumentos, válvulas, solenóides, bombas e comutadores para obter outras informações e coordenar as funções dos sistemas. Outros componentes que não sejam necessários para manter a precisão em alguns sistemas podem ser excluídos, se a sua exclusão se basear no bom senso técnico.

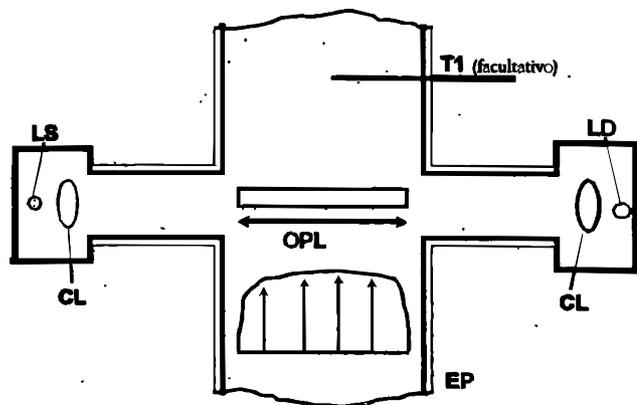
O princípio da medição consiste na transmissão da luz através de uma extensão específica do fumo a medir e na utilização da parcela da luz incidente que atinge um receptor para avaliar as propriedades do meio relativamente ao obscurecimento da luz. A medição dos fumos depende da concepção do aparelho e pode ser feita no tubo de escape (opacómetro em linha de fluxo total), no final do tubo de escape (opacómetro de fim de linha de fluxo total) ou tomando uma amostra do tubo de escape (opacómetro de fluxo parcial). Para a determinação do coeficiente de absorção da luz a partir do sinal de opacidade, o fabricante do instrumento deve fornecer o comprimento do percurso óptico do mesmo.

3.2 — Opacómetro de fluxo total — podem ser utilizados dois tipos genéricos de opacímetros de fluxo total (figura n.º 23). Com o opacómetro em linha, mede-se a opacidade da coluna total dos fumos de escape dentro do tubo de escape. Com esse tipo de opacómetro, o comprimento efectivo do percurso óptico é função da concepção do opacómetro.

Com o opacómetro de fim de linha, mede-se a coluna total dos fumos de escape à medida que sai do tubo de escape. Com este tipo de opacómetro, o comprimento efectivo do percurso óptico é função da concepção do tubo de escape e da distância entre a extremidade do tubo de escape e o opacómetro.

Figura n.º 23

Opacómetro de fluxo total



3.2.1 — Componentes da figura n.º 23:

EP — Tubo de escape

Com um opacómetro em linha, não deve haver alterações do diâmetro do tubo de escape na zona compreendida entre três diâmetros do tubo de escape antes e depois da zona de medição. Se o diâmetro da zona de medição for maior do que o diâmetro do tubo de escape, recomenda-se um tubo gradualmente convergente antes da zona de medição.

Com um opacómetro de fim de linha, os últimos 0,6 m do tubo de escape devem ter uma secção circular e estar livres de cotovelos e curvas. A extremidade do tubo de escape deve ser cortada em esquadria. O opacómetro deve ser montado no centro da coluna de fumos a $25 \pm 5 \text{ mm}$ da extremidade do tubo de escape.

OPL — Comprimento do percurso óptico

Trata-se do comprimento do percurso óptico obscurecido por fumos entre a fonte luminosa do opacómetro e o receptor, corrigido conforme necessário quanto à não uniformidade devida aos gradientes de densidade e efeito de franja. O comprimento do percurso óptico deve ser fornecido pelo fabricante do instrumento tendo em conta quaisquer medidas tomadas contra a deposição de fuligem (nomeadamente, ar de purga). Se o comprimento do percurso óptico não for conhecido, deve ser determinado de acordo com a norma ISO DIS 11614, n.º 11.6.5. Para a determinação correcta do comprimento do percurso óptico é necessária uma velocidade mínima dos gases de escape de 20 m/s .

LS — Fonte de luz

A fonte luminosa deve ser uma lâmpada incandescente com uma temperatura de cor na gama dos 2800 K a 3250 K ou um diodo emissor de luz (LED) verde com um pico espectral compreendido entre 550 e 570 nm . A fonte luminosa deve ser protegida contra a deposição de fuligem por meios que não influenciem o comprimento do percurso óptico para além das especificações do fabricante.

LD — Detector de luz

O detector deve ser uma célula fotoelétrica ou um fotodiodo (com um filtro se necessário). No caso de uma fonte de luz incandescente, o receptor deve ter uma resposta espectral de pico semelhante à curva fototópica do

olho humano (resposta máxima) na gama dos 550 nm a 570 nm, e a menos de 4 % dessa resposta máxima abaixo dos 430 nm e acima de 680 nm. O detector de luz deve ser protegido contra a deposição de fuligem por meios que não influenciem o comprimento do percurso óptico para além das especificações do fabricante.

CL — Lentes de colimação

A luz deve ser colimada num feixe com um diâmetro máximo de 30 mm. Os raios do feixe de luz devem ser paralelos com uma tolerância de 3° em relação ao eixo óptico.

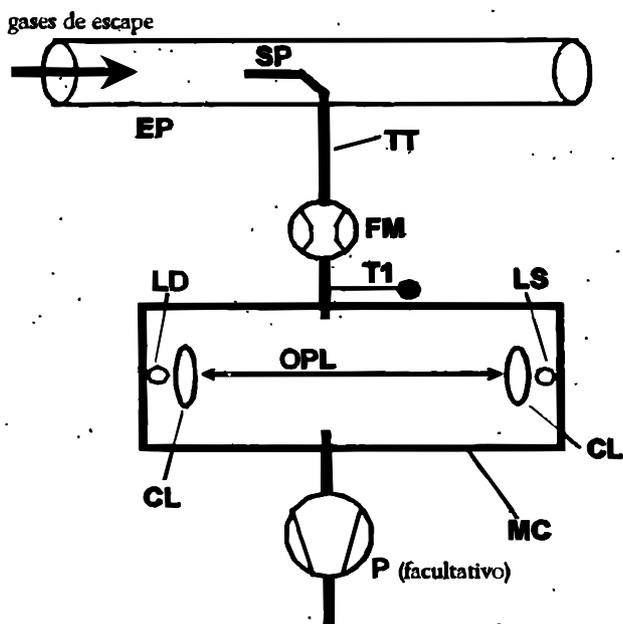
T1 — Sensor de temperatura (facultativo)

A temperatura dos gases de escape pode ser monitorizada durante o ensaio.

3.3 — Opacímetro de fluxo parcial — com o opacímetro de fluxo parcial (figura n.º 24), recolhe-se do tubo de escape uma amostra representativa dos gases de escape que é passada através de uma linha de transferência para a câmara de medição. Com este tipo de opacímetro, o comprimento efectivo do percurso óptico é função da concepção do opacímetro. Os tempos de resposta referidos no ponto a seguir aplicam-se ao caudal mínimo do opacímetro, conforme especificado pelo fabricante do instrumento.

Figura n.º 24

Opacímetro de fluxo parcial



3.3.1 — Componentes da figura n.º 24:

EP — Tubo de escape

O tubo de escape deve ser um tubo rectilíneo de comprimento, pelo menos, igual a 6 diâmetros de tubo a montante e 3 diâmetros do tubo a jusante da ponta da sonda.

SP — Sonda de recolha de amostras

A sonda de recolha de amostras deve ser um tubo aberto virado para montante instalado na linha de eixo do tubo de escape ou próximo dela. A folga em relação à parede do tubo de escape deve ser de, pelo menos, 5 mm.

O diâmetro da sonda deve assegurar uma recolha de amostras representativa e um caudal suficiente através do opacímetro.

TT — Tubo de transferência

O tubo de transferência deve:

- Ser tão curto quanto possível e assegurar uma temperatura dos gases de escape de $373\text{ K} \pm 30\text{ K}$ ($100^\circ\text{ C} \pm 30^\circ\text{ C}$) à entrada da câmara de medição;
- Ter uma temperatura de paredes suficientemente acima do ponto de orvalho dos gases de escape para impedir a condensação;
- Ter um diâmetro igual ao da sonda de recolha de amostras ao longo de todo o comprimento;
- Ter um tempo de resposta inferior a 0,05 s ao fluxo mínimo do instrumento, conforme determinado de acordo com o n.º 5.2.4 do anexo 10.º ao presente Regulamento;
- Não ter efeitos significativos no pico dos fumos.

FM — Debitómetro

Instrumentação do fluxo para detectar o caudal correcto para a câmara de medição. Os caudais mínimo e máximo devem ser especificados pelo fabricante do instrumento, e ser tais que, sejam satisfeitos os requisitos do tempo de resposta do TT e as especificações do comprimento do percurso óptico. O debitómetro pode estar próximo da bomba de recolha de amostras P, se utilizada.

MC — Câmara de medição

A câmara de medição deve ter uma superfície interna não reflectora, ou um ambiente óptico equivalente. A incidência de luz difusa no detector devido às reflexões internas ou efeitos de difusão deve ser reduzida ao mínimo.

A pressão do gás na câmara de medição não deve diferir da pressão atmosférica em mais do que 0,75 kPa. Quando tal não for possível por projecto, a leitura do opacímetro deve ser convertida à pressão atmosférica.

A temperatura das paredes da câmara de medição deve ser regulada a $\pm 5\text{ K}$ entre 343 K (70° C) e 373 K (100° C), mas seja como for suficiente acima do ponto de orvalho dos gases de escape para impedir a condensação. A câmara de medição deve ser equipada com dispositivos adequados para medir a temperatura.

OPL — Comprimento do percurso óptico

Trata-se do comprimento do percurso óptico obscurecido por fumos entre a fonte luminosa do opacímetro e o receptor, corrigido conforme necessário quanto à não uniformidade devida aos gradientes de densidade e efeito de franja. O comprimento do percurso óptico deve ser fornecido pelo fabricante do instrumento tendo em conta quaisquer medidas tomadas contra a deposição de fuligem (nomeadamente, ar de purga). Se o comprimento do percurso óptico não for conhecido, deve ser determinado de acordo com a norma ISO DIS 11 614, n.º 11.6.5.

LS — Fonte de luz

A fonte luminosa deve ser uma lâmpada incandescente com uma temperatura de cor na gama dos 2800 K a 3250 K ou um diodo emissor de luz (LED) verde com um pico espectral compreendido entre 550 nm e 570 nm. A fonte luminosa deve ser protegida contra a deposição de fuligem

por meios que não influenciem o comprimento do percurso óptico para além das especificações do fabricante.

LD — Detector de luz

O detector deve ser uma célula fotoelétrica ou um fotodiodo (com um filtro, se necessário). No caso de uma fonte de luz incandescente, o receptor deve ter uma resposta espectral de pico semelhante à curva fototópica do olho humano (resposta máxima) na gama dos 550 nm a 570 nm, e a menos de 4 % dessa resposta máxima abaixo dos 430 nm e acima de 680 nm. O detector de luz deve ser protegido contra a deposição de fuligem por meios que não influenciem o comprimento do percurso óptico para além das especificações do fabricante.

CL — Lentes de colimação

A luz deve ser colimada num feixe com um diâmetro máximo de 30 mm. Os raios do feixe de luz devem ser paralelos com uma tolerância de 3º em relação ao eixo óptico.

T1 — Sensor de temperatura

Para monitorizar a temperatura dos gases de escape à entrada da câmara de medição.

P — Bomba de recolha de amostras (facultativa)

Pode ser utilizada uma bomba de recolha de amostras a jusante da câmara de medição para fazer passar a amostra de gás através da câmara de medição.

ANEXO 14.º

Certificado de homologação CE

Comunicação relativa à:

- Homologação (¹);
- Extensão da homologação (¹);

de um modelo/tipo de veículo/unidade técnica (tipo de motor/família de motores)/componente (¹) no que diz respeito à Directiva n.º 88/77/CEE, com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva n.º 1999/96/CE.

- Homologação CE n.º ...
- Extensão n.º ...

SECÇÃO I

0 — Generalidades:

- 0.1 — Marca do veículo/unidade técnica/componente (¹): ...
- 0.2 — Designação dada pelo fabricante ao veículo/unidade técnica/componente (¹): ...
- 0.3 — Código do modelo/tipo (¹) dado pelo fabricante e marcado no veículo/unidade técnica/componente (¹): ...
- 0.4 — Categoria do veículo: ...
- 0.5 — Categoria do motor: diesel/a GNC/ a GPL (¹): ...
- 0.6 — Nome e endereço do fabricante: ...
- 0.7 — Nome e endereço do eventual mandatário do fabricante: ...

SECÇÃO II

- 1 — Breve descrição (quando adequado): ver capítulo I ...
- 2 — Serviço técnico responsável pela realização dos ensaios: ...
- 3 — Data do relatório de ensaio: ...
- 4 — Número do relatório de ensaio: ...

5 — Motivo(s) para conceder a extensão da homologação (quando adequado): ...

6 — Eventuais observações: ver capítulo I ...

7 — Local: ...

8 — Data: ...

9 — Assinatura: ...

10 — Vai anexo o índice do dossier de homologação, que está arquivado junto das autoridades de homologação e pode ser obtido a pedido.

(¹) Riscar o que não interessa.

ANEXO 14.º-A

[ao certificado de homologação CE n.º ... relativo à homologação de um modelo/tipo de veículo/unidade técnica/componente (¹)].

1 — Breve descrição:

1.1 — Pormenores a indicar em relação à homologação de um modelo de veículo com motor instalado: ...

1.1.1 — Marca do motor (firma): ...

1.1.2 — Tipo e descrição comercial (mencionar eventuais variantes): ...

1.1.3 — Código do fabricante marcado no motor: ...

1.1.4 — Categoria do veículo (se aplicável): ...

1.1.5 — Categoria do motor: diesel/a GNC/a GPL (¹): ...

1.1.6 — Nome e endereço do fabricante: ...

1.1.7 — Nome e endereço do eventual representante do fabricante: ...

1.2 — Se o motor referido no n.º 1.1 tiver sido homologado como unidade técnica:

1.2.1 — Número de homologação do motor/família de motores (¹): ...

1.3 — Pormenores a indicar em relação à homologação de um motor/família de motores (¹) como unidade técnica (condições a respeitar na instalação do motor num veículo): ...

1.3.1 — Depressão à admissão máxima e ou mínima: ... kPa

1.3.2 — Contrapressão máxima admissível: ... kPa.

1.3.3 — Volume do sistema de escape: ... cm³.

1.3.4 — Potência absorvida pelos equipamentos auxiliares necessários para o funcionamento do motor:

1.3.4.1 — Marcha lenta sem carga: ... kW; Velocidade baixa: ... kW; Velocidade elevada: ... kW; Velocidade A: ... kW; Velocidade B: ... kW; Velocidade C: ... kW; Velocidade de referência: ... kW.

1.3.5 — Eventuais restrições de utilização: ...

1.4 — Níveis de emissões do motor/motor protótipo (¹):

1.4.1 — Ensaio ESC (se aplicável):

CO: ... g/kWh;

THC: ... g/kWh;

NOX ... g/kWh;

PT ... g/kWh.

1.4.2 — Ensaio ELR (se aplicável):

Valor dos fumos: ... m⁻¹.

1.4.3 — Ensaio ETC (se aplicável):

CO: ... g/kWh;

THC: ... g/kWh (¹);

NMHC: ... g/kWh (¹);

CH₄: ... g/kWh (¹);

NOX: ... g/kWh (¹);

PT: ... g/kWh (¹).

(¹) Riscar o que não interessa.

ANEXO 15.º

Exemplo do método de cálculo

1 — Ensaio ESC:

1.1 — Emissões gasosas — os dados da medição para o cálculo dos resultados dos modos individuais são indi-

P (kW)	T_a (K)	H_a (g/kg)	G_{EXH} (kg)	G_{AIRW} (kg)	G_{FUEL} (kg)	HC (ppm)	(ppm)	NO_x (ppm)
82,9	294,8	7,81	563,38	545,29	18,09	6,3	41,2	495

Cálculo do factor de correcção base seca — base húmida $K_{w,r}$ (n.º 4.2 do anexo 7.º ao presente Regulamento):

$$F_{FH} \frac{1,969}{\left(1 + \frac{18,09}{545,29}\right)} = 1,9058 \text{ e } K_{W2} = \frac{1,608 * 7,81}{1000 + (1,608 * 7,81)} = 0,0124$$

$$K_{w,r} = \left(1 - 1,9058 * \frac{18,09}{541,06}\right) - 0,0124 = 0,9239$$

Cálculo das concentrações em base húmida:

$$CO = 41,2 * 0,9239 = 38,1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 * 0,9239 = 457 \text{ ppm}$$

Cálculo do factor de correcção da humidade dos NO_x , $K_{H,D}$ (n.º 4.3 do anexo 7.º ao presente Regulamento):

$$A = 0,309 * 18,09 / 541,06 - 0,0266 = -0,0163$$

$$B = -0,209 * 18,09 / 541,06 + 0,00954 = 0,0026$$

$$K_{H,D} \frac{1}{1 - 0,0163 * (7,81 - 10,71) + 0,0026 * (294,8 - 298)} = 0,9625$$

Cálculo dos caudais mássicos das emissões (n.º 4.4 do anexo 7.º ao presente Regulamento):

$$NO_x = 0,001587 * 457 = 0,9625 * 563,38 = 393,27 \text{ g/h}$$

$$CO = 0,000966 * 38,1 * 563,38 = 20,735 \text{ g/h}$$

$$HC = 0,000479 * 6,3 * 563,38 = 5,100 \text{ g/h}$$

Cálculo das emissões específicas (n.º 4.5 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — o exemplo de cálculo a seguir é dado para o CO , sendo o método de cálculo idêntico para os outros componentes:

Multiplicam-se os caudais mássicos das emissões em cada um dos modos pelos respectivos factores

n_{RT}	n_{SU}	E_R	E_S	E_T	E_U	M_R	M_S	M_T	M_U
1 368	1 785	5,943	5,565	5,889	4,973	515	460	681	610

$$E_{TU} = 5,889 + (4,973 - 5,889) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 5,377 \text{ g/kWh}$$

$$E_{RS} = 5,943 + (5,565 - 5,943) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 5,732 \text{ g/kWh}$$

$$M_{TU} = 681 + (601 - 681) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 641,3 \text{ Nm}$$

$$M_{RS} = 515 + (460 - 515) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 484,3 \text{ Nm}$$

$$E_Z = 5,732 + (5,377 - 5,732) * (495 - 484,3) / (641,3 - 484,3) = 5,708 \text{ g/kWh}$$

Comparação dos valores das emissões dos NO_x (n.º 4.6.3 do anexo 7.º ao presente Regulamento):

$$NO_{x,diff} = 100 * (5,878 - 5,708) / 5,708 = 2,98\%$$

cados a seguir. Neste exemplo, o CO e os NO_x são medidos em base seca, e os HC em base húmida. A concentração dos HC é dada em equivalentes de propano (C_3) e tem de ser multiplicada por 3 para se transformar em equivalente de C_1 . O método de cálculo é idêntico para os outros modos:

de ponderação, conforme indicado no n.º 2.7.1 do referido anexo 7.º, procedendo-se em seguida à sua soma para obter o caudal mássico médio das emissões durante o ciclo:

$$CO = (6,7 * 0,15) + (24,6 * 0,08) + (20,5 * 0,10) + (20,7 * 0,10) + (20,6 * 0,05) + (15,0 * 0,05) + (19,7 * 0,05) + (74,5 * 0,09) + (31,5 * 0,10) + (81,9 * 0,08) + (34,8 * 0,05) + (30,8 * 0,05) + (27,3 * 0,05) = 30,91 \text{ g/h}$$

Multiplica-se a potência do motor em cada um dos modos pelos respectivos factores de ponderação, conforme indicado no n.º 2.7.1 do anexo 7.º, procedendo-se em seguida à sua soma para obter a potência média do ciclo:

$$P(n) = (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) * (70,1 * 0,05) + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) + (57,9 * 0,05) = 60,006 \text{ KW}$$

$$\overline{CO} = \frac{30,91}{60,006} = 0,515 \text{ g/kWh}$$

Cálculo das emissões específicas dos NO_x do ponto aleatório (n.º 4.6.1 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — considera-se que os valores a seguir indicados foram determinados no ponto aleatório:

$$n_z = 1600 \text{ min}^{-1};$$

$$M_z = 495 \text{ Nm};$$

$$NO_{x, mass, z} = 487,9 \text{ g/h (calculado de acordo com as fórmulas anteriores);}$$

$$P(n)_z = 83 \text{ kW};$$

$$NO_{x, z} = 487,9 / 83 = 5,878 \text{ g/kWh.}$$

Determinação do valor das emissões do ciclo de ensaios (n.º 4.6.2 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — sejam os valores dos quatro modos envolventes no ensaio ESC os seguintes:

1.2 — Emissões de partículas — a medição das partículas baseia-se no princípio da recolha de amostras de partículas durante o ciclo completo, mas determi-

nando a massa das amostras e os caudais (M_{SAM} e G_{EDF}) durante cada um dos modos. O cálculo de G_{EDF} depende do sistema utilizado. Nos exemplos a seguir, utiliza-se um sistema com medição do CO_2 e o método do balanço do carbono e um sistema com medição do caudal.

Quando se utiliza um sistema de diluição total do fluxo, G_{EDF} é directamente medido pelo equipamento CVS.

Cálculo do G_{EDF} (n.º 5.2.3 e 5.2.4 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — consideram-se os dados de medição do modo 4 indicados a seguir. O método de cálculo é idêntico para os outros modos:

G_{EXH} (Kg/h)	G_{FUEL} (Kg/h)	G_{DILW} (Kg/h)	G_{TOTW} (Kg/h)	CO_{2D} (%)	CO_{2A} (%)
334,02	10,76	5,4435	6,0	0,657	0,040

a) Método do balanço do carbono:

$$G_{EDFW} = \frac{206,5 * 10,76}{0,657 - 0,040} = 3601,2 \text{ Kg/h}$$

b) Método da medição do caudal:

$$q = \frac{6,0}{(6,0 - 5,4435)} = 10,78$$

$$G_{EDFW} = 334,02 * 10,78 = 3600,7 \text{ Kg/h}$$

Cálculo do caudal mássico (n.º 5.4 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — multiplicam-se os caudais G_{EDFW} dos diversos modos pelos respectivos factores de ponderação, conforme indicado no n.º 2.7.1 do referido anexo 7.º, procedendo-se em seguida à sua soma para obter o caudal G_{EDF} médio durante o ciclo. A massa total de partículas M_{SAM} consiste no somatório das massas das amostras obtidas em cada um dos modos:

$$\begin{aligned} \overline{G_{EDFW}} &= (3567 * 0,15) + (3592 * 0,08) + (3611 * 0,10) + \\ &+ (3600 * 0,10) + (3618 * 0,05) + (3600 * 0,05) + (3640 * 0,05) + \\ &+ (3614 * 0,09) + (3620 * 0,10) + (3601 * 0,08) + (3639 * 0,05) + \\ &+ (3582 * 0,05) + (3635 + 0,05) = 3604,6 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{SAM} &= 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + \\ &+ 0,076 + 0,136 + 0,151 + 0,121 + 0,076 + 0,076 + \\ &+ 0,075 = 1,515 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sendo a massa de partículas nos filtros de 2,5 mg, então:

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} * \frac{3604,6}{1000} = 5,948 \text{ g/h}$$

Correcção quanto às condições de fundo (facultativa) — considera-se uma medição das condições de fundo com os valores a seguir indicados. O cálculo do factor de diluição DF é idêntico ao do n.º 3.1 do presente anexo e não está indicado aqui:

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Som. de DF} &= [(1 - 1/119,15) * 0,15] + [(1 - 1/8,89) * 0,08] + \\ &+ [(1 - 1/14,75) * 0,10] + [(1 - 1/10,10) * 0,10] + [(1 - 1/18,02) * 0,05] + \\ &+ [(1 - 1/12,33) * 0,05] + [(1 - 1/32,18) * 0,05] + [(1 - 1/6,94) * 0,09] + \\ &+ [(1 - 1/25,19) * 0,010] + [(1 - 1/6,12) * 0,08] + [(1 - 1/20,87) * 0,05] + \\ &+ [(1 - 1/8,77) * 0,05] + [(1 - 1/12,59) * 0,05] = 0,923 \end{aligned}$$

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} - \left(\frac{0,1 * 0,923}{1,5} \right) * \frac{3604,6}{1000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Cálculo das emissões específicas (n.º 5.5 do anexo 7.º ao presente Regulamento):

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + \\ &+ (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + \\ &+ (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) + \\ &+ (57,9 * 0,05) = 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

se corrigida quanto às condições de fundo:

$$\overline{PT} = \frac{5,726}{60,006} = 0,095 \text{ g/kWh}$$

Cálculo do factor de ponderação específico (n.º 5.5 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — considerando os valores calculados para o modo 4 acima, então:

$$WF_{E.I} = \frac{0,152 * 3604,6}{1,515 * 3600,7} = 0,1004$$

Este valor está dentro da aproximação em relação ao valor requerido, ou seja, $0,10 \pm 0,003$.

2 — Ensaio ELR — dado que a filtragem de Bessel é um método completamente novo de estabelecimento de médias na legislação europeia relativa aos gases de escape, apresentam-se a seguir uma explicação do filtro de Bessel, um exemplo da obtenção de um algoritmo de Bessel e um exemplo do cálculo do valor final dos fumos. As constantes do algoritmo de Bessel dependem apenas da concepção do opacímetro e da taxa de recolha do sistema de aquisição de dados. Recomenda-se que o fabricante do opacímetro forneça as constantes finais do filtro de Bessel relativamente a diferentes taxas de recolha e que o cliente as utilize para obter o algoritmo de Bessel e calcular os valores de fumos.

2.1 — Observações gerais sobre o filtro de Bessel — devido a distorções de alta frequência, o sinal bruto da opacidade revela usualmente um traço extremamente disperso. Para remover essas distorções devidas à alta frequência, é necessário um filtro de Bessel para o ensaio ELR. O próprio filtro de Bessel é um filtro passa-baixo de segunda ordem iterativo, que garante a subida mais rápida do sinal sem pico transitório.

Considerando um penacho de fumo de escape bruto em tempo real no tubo de escape, cada opacímetro revela um traço de opacidade atrasado e medido de modo diferente. O atraso e a magnitude do traço de opacidade medido dependem em primeiro lugar da geometria da câmara de medição do opacímetro, incluindo as linhas de recolha de amostras dos gases de escape, e do tempo necessário para tratar o sinal na parte electrónica do opacímetro. Os valores que caracterizam estes dois efeitos são chamados os tempos de resposta física e eléctrica, que representam um filtro individual para cada tipo de opacímetro.

O objectivo da aplicação de um filtro de Bessel consiste em garantir uma característica filtrante uniforme global de todo o sistema do opacímetro, que consiste em:

- Tempo de resposta física do opacímetro (t_p);
- Tempo de resposta eléctrica do opacímetro (t_e);
- Tempo de resposta do filtro de Bessel aplicado (t_f).

O tempo global de resposta resultante do sistema, t_{Aver} , é dado por:

$$t_{Aver} = \sqrt{t_f^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

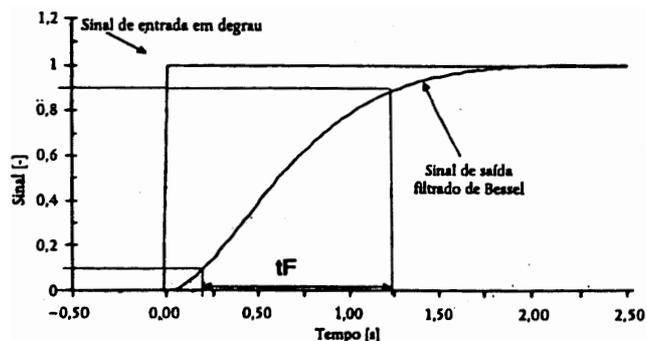
e deve ser igual para todas as espécies de opacímetros de modo a dar o mesmo valor dos fumos. Assim sendo, o filtro de Bessel tem de ser criado, de tal modo, que o tempo de resposta do filtro (t_f), juntamente com os tempos de resposta física (t_p) e eléctrica (t_e) do opacímetro em causa resultem no tempo de resposta global (t_{Aver}) requerido. Uma vez que t_p e t_e são valores dados para cada opacímetro, t_{Aver} , é definido como sendo 1,0 s no presente Regulamento, t_f pode ser calculado do seguinte modo:

$$t_f = \sqrt{t_{Aver}^2 - t_p^2 - t_e^2}$$

Por definição, o tempo de resposta do filtro t_f é o tempo de subida de um sinal de saída filtrado entre 10% e 90% num sinal de entrada em degrau. Assim sendo, a frequência de corte do filtro de Bessel tem de ser sujeita a iteração, de tal modo, que o tempo de resposta do filtro de Bessel se ajuste ao tempo de subida requerido.

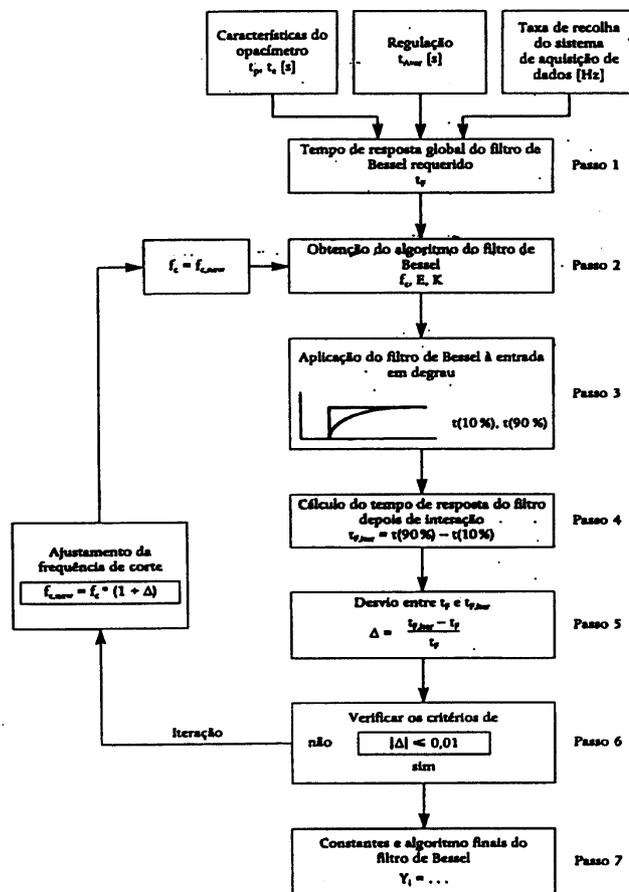
Figura A

Traços de um sinal de entrada em degrau e do sinal de saída filtrado



Na figura A estão indicados os traços de um sinal de entrada em degrau e de um sinal de saída filtrado por um filtro de Bessel, bem como o tempo de resposta do filtro de Bessel (t_f).

A obtenção do algoritmo final do filtro de Bessel é um processo em várias fases que exige vários ciclos de iteração. Apresenta-se a seguir o esquema do método de iteração:



2.2 — Cálculo do algoritmo de Bessel — no exemplo a seguir, o algoritmo de Bessel é obtido em vários passos de acordo com o método de iteração acima referido, baseado no n.º 6.1 do anexo 7.º ao presente Regulamento.

Consideram-se as características a seguir para o opacímetro e o sistema de aquisição de dados:

- Tempo de resposta física t_p : 0,15 s;
- Tempo de resposta eléctrica t_e : 0,05 s;
- Tempo de resposta global t_{Aver} : 1,00 s (por definição do presente Regulamento);
- Taxa de recolha: 150 Hz.

Passo 1 — tempo de resposta do filtro de Bessel t_F :

$$t_F = \sqrt{1^2 - (0,15^2 + 0,05^2)} = 0,987\ 421\ \text{s}$$

Passo 2 — estimativa da frequência de corte e cálculo das constantes de Bessel E, K para a primeira iteração:

$$f_c = 3,1415 / (10 * 0,987421) = 0,318152\ \text{Hz}$$

$$\Delta t = 1 / 150 = 0,006667\ \text{s}$$

$$\Omega = 1 / [\tan(3,1415 * 0,006667 * 0,318152)] = 150,076644$$

$$E = \frac{1}{1 + 150,076644 * \sqrt{3 * 0,618034 + 0,618034 * 150,076644^2}} = 7,07948E-5$$

$$K = 2 * 7,07948E-5 * (0,618034 * 150,076644^2 - 1) - 1 = 0,970783$$

o que dá o algoritmo de Bessel:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7,07948E-5 * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,970783 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

em que S_i representa os valores do sinal de entrada em degrau (ou «0» ou «1») e Y_i os valores filtrados do sinal de saída.

Passo 3 — aplicação do filtro de Bessel ao sinal de entrada em degrau — o tempo de resposta t_F do filtro de Bessel é definido como o tempo de subida do sinal de saída filtrado entre 10% e 90% num sinal de entrada em degrau. Para determinar os tempos de obtenção de 10% (t_{10}) e 90% (t_{90}) do sinal de saída, tem de ser aplicado um filtro de Bessel a uma entrada em degrau, utilizando os valores acima indicados de f_c , E e K .

Os números de índice, o tempo e os valores de um sinal de entrada em degrau e os valores resultantes do

sinal de saída filtrado para a primeira e a segunda iterações estão indicados no quadro B. Os pontos adjacentes a t_{10} e t_{90} estão assinalados a negro.

No quadro B, primeira iteração, o valor de 10% ocorre entre os números de índice 30 e 31, e o valor 90%, entre os números de índice 191 e 192. Para o cálculo de $t_{F,iter}$ os valores exactos de t_{10} e t_{90} são determinados por interpolação linear entre os pontos de medição adjacentes, do seguinte modo:

$$t_{10} = t_{lower} + \Delta t * (0,1 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower})$$

$$t_{90} = t_{lower} + \Delta t * (0,9 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower})$$

em que out_{upper} e out_{lower} , respectivamente, são os pontos adjacentes do sinal de saída filtrado de Bessel e t_{lower} é o tempo do ponto de tempo adjacente, conforme indicado no quadro B.

$$t_{10} = 0,200000 + 0,006667 * (0,1 - 0,099208) / (0,104794 - 0,099208) = 0,200945\ \text{s}$$

$$t_{90} = 0,273333 + 0,006667 * (0,9 - 0,899147) / (0,901168 - 0,899147) = 1,276147\ \text{s}$$

Passo 4 — tempo de resposta do filtro do primeiro ciclo de iteração:

$$t_{F,iter} = 1,276147 - 0,200945 = 1,075202\ \text{s}$$

Passo 5 — desvio entre os tempos de resposta do filtro requerido e obtido no primeiro ciclo de iteração:

$$\Delta = (1,075202 - 0,987421) / 0,987421 = 0,081641$$

Passo 6 — verificação dos critérios de iteração — exige-se que $|\Delta| \leq 0,01$. Dado que $0,081641 > 0,01$, o critério de iteração não é satisfeito e tem de ser iniciado um novo ciclo de iteração. Para este, calcula-se a partir de f_c e Δ uma nova frequência de corte do seguinte modo:

$$f_{c,new} = 0,318152 * (1 + 0,081641) = 0,344126\ \text{Hz}$$

Esta nova frequência de corte é utilizada no segundo ciclo de iteração, voltando novamente ao passo 2. A iteração tem de ser repetida até o critério de iteração ser satisfeito. Os valores resultantes das primeira e segunda iterações estão resumidos no quadro A.

QUADRO A

Valores das primeira e segunda iterações

Parâmetro	Primeira iteração	Segunda iteração
f_c (Hz)	0,318152	0,344126
E (-)	7,07948 E-5	8,272777 E-5
K (-)	0,970783	0,968410
t_{10} (s)	0,200945	0,185523
t_{90} (s)	1,276147	1,179562
$t_{F,iter}$ (s)	1,075202	0,994039
Δ (-)	0,081641	0,006657
$f_{c,new}$ (Hz)	0,344126	0,34617

Passo 7 — algoritmo final de Bessel — logo que seja satisfeito o critério de iteração, calculam-se as constantes finais do filtro de Bessel e o algoritmo final de Bessel, de acordo com o passo 2. Neste exemplo, o critério de iteração foi satisfeito após a segunda iteração

($\Delta = 0,006657 \leq 0,01$). Utiliza-se então o algoritmo final para determinar os valores médios dos fumos (ver n.º 2.3):

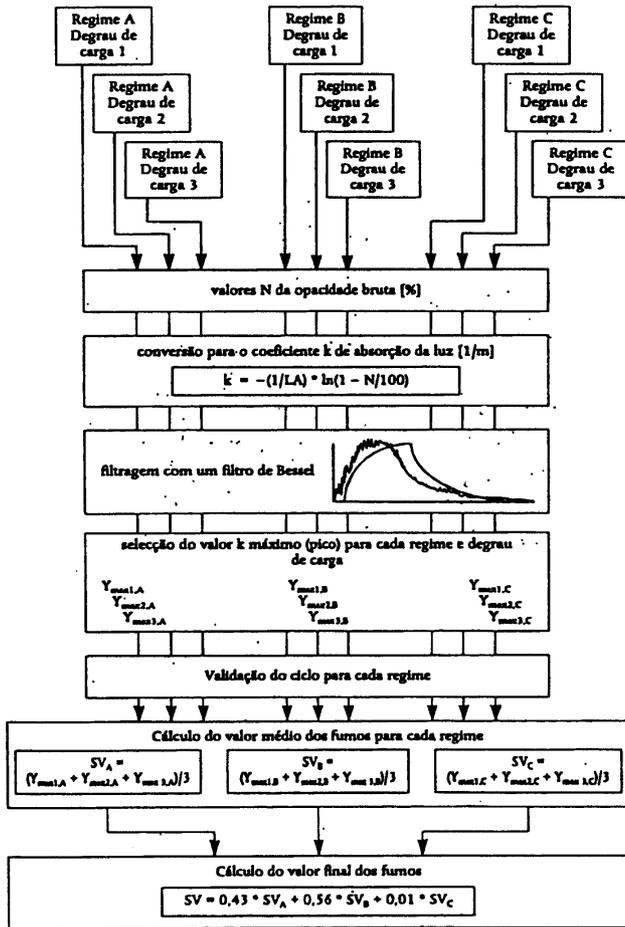
$$Y_i = Y_{i-1} + 8,272777E-5 * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,968410 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

QUADRO B

Valores do sinal de entrada em degrau e do sinal de saída filtrado de Bessel para o primeiro e segundo ciclos de iteração

Índice i (-)	Tempo (s)	Sinal de entrada em degrau S_i (-)	Sinal de saída filtrado Y_i (-)	
			1.ª iteração	2.ª iteração
-2	-0,013 333	0	0,000 000	0,000 000
-1	-0,006 667	0	0,000 000	0,000 000
0	0,000 000	1	0,000 071	0,000 083
1	0,006 667	1	0,000 352	0,000 411
2	0,013 333	1	0,000 908	0,001 060
3	0,020 000	1	0,001 731	0,002 019
4	0,026 667	1	0,002 813	0,003 278
5	0,033 333	1	0,004 145	0,004 828
.....	-	-	-	-
24	0,160 000	1	0,067 877	0,077 876
25	0,166 667	1	0,072 816	0,083 476
26	0,173 333	1	0,077 874	0,089 205
27	0,180 000	1	0,083 047	0,095 056
28	0,186 667	1	0,088 331	0,101 024
29	0,193 333	1	0,093 719	0,107 102
30	0,200 000	1	0,099 208	0,113 286
31	0,206 667	1	0,104 794	0,119 570
32	0,213 333	1	0,110 471	0,125 949
33	0,220 000	1	0,116 236	0,132 418
34	0,226 667	1	0,122 085	0,138 972
35	0,233 333	1	0,128 013	0,145 605
36	0,240 000	1	0,134 016	0,152 314
37	0,246 667	1	0,140 091	0,159 094
.....	-	-	-	-
175	1,166 667	1	0,862 416	0,895 701
176	1 173 333	1	0,864 968	0,897 941
177	1,180 000	1	0,867 484	0,900 145
178	1,186 667	1	0,869 964	0,902 312
179	1,193 333	1	0,872 410	0,904 445
180	1,200 000	1	0,874 821	0,906 542
181	1,206 667	1	0,877 197	0,908 605
182	1,213 333	1	0,879 540	0,910 633
183	1 220 000	1	0,881 849	0,912 628
184	1,226 667	1	0,884 125	0,914 589
185	1,233 333	1	0,886 367	0,916 517
186	1,240 000	1	0,888 577	0,918 412
187	1,246 667	1	0,890 755	0,920 276
188	1,253 333	1	0,892 900	0,922 107
189	1,260 000	1	0,895 014	0,923 907
190	1,266 667	1	0,897 096	0,925 676
191	1,273 333	1	0,899 147	0,927 414
192	1,280 000	1	0,901 168	0,929 121
193	1,286 667	1	0,903 158	0,930 799
194	1,293 333	1	0,905 117	0,932 448
195	1,300 000	1	0,907 047	0,934 067

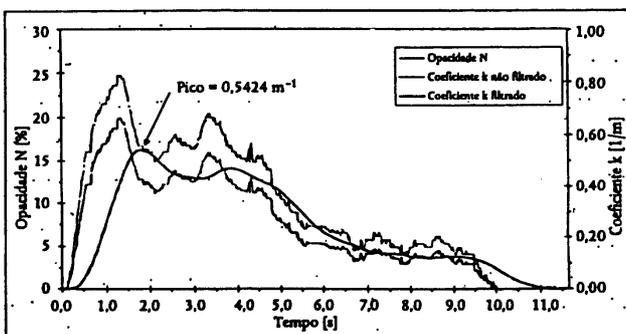
2.3 — Cálculo dos valores dos fumos — no esquema a seguir apresenta-se o processo geral de determinação do valor final de fumos:



Na figura B indicam-se os traços do sinal medido da opacidade bruta e dos coeficientes de absorção da luz não filtrada e filtrada (valor K) do primeiro degrau de um ensaio ELR, bem como o valor máximo $Y_{max\ 1,A}$ (pico) do traço filtrado de K. O quadro C contém os valores numéricos correspondentes do índice i , do tempo (taxa de recolha de 150 Hz), da opacidade bruta e do coeficiente K não filtrado e filtrado. A filtragem foi realizada utilizando as constantes do algoritmo de Bessel obtido no n.º 2.2 do presente anexo. Devido à grande quantidade de dados, apenas se tabelaram as secções do traço dos fumos em torno do índice e do pico.

Figura B

Traços da opacidade medida N , do coeficiente K dos fumos não filtrados e do coeficiente K dos fumos filtrados



O valor do pico ($i=272$) é calculado considerando os dados do quadro C. Todos os outros valores individuais dos fumos são calculados do mesmo modo. Para iniciar o algoritmo, S_{-1} , S_{-2} , Y_{-1} e Y_{-2} são postos a 0:

- L_A (m) — 0,430;
- Índice i — 272;
- N (%) — 16,783;
- S_{271} (m^{-1}) — 0,427392;
- S_{270} (m^{-1}) — 0,427532;
- Y_{271} (m^{-1}) — 0,542383;
- Y_{270} (m^{-1}) — 0,542337.

Cálculo do valor K (n.º 6.3.1 do anexo 7.º ao presente Regulamento):

$$K = -\frac{1}{0,430} * \ln\left(1 - \frac{16,783}{100}\right) = 0,427252\ m^{-1}$$

Este valor corresponde a S_{272} na equação a seguir.

Cálculo da média de Bessel dos fumos (n.º 6.3.2 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — na equação a seguir utilizam-se as constantes de Bessel do n.º 2.2. O valor de K não filtrado real, conforme calculado acima, corresponde a S_{272} (S_i), S_{271} (S_{i-1}) e S_{270} (S_{i-2}) são os dois valores K não filtrados anteriores, Y_{271} (Y_{i-1}) e Y_{270} (Y_{i-2}) são os dois valores K filtrados anteriores:

$$Y_{272} = 0,542383 + 8,272777E - 5 * (0,427252 + 2 * 0,427392 + 0,427392 + 0,427532 - 4 * 0,542337) + 0,968410 * (0,542383 - 0,542337) = 0,542389\ m^{-1}$$

Este valor corresponde a $Y_{max\ 1,A}$ na equação a seguir.

Cálculo do valor final dos fumos (n.º 6.3.3 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — a partir de cada traço dos fumos, toma-se o valor K filtrado máximo para a continuação do cálculo.

Consideram-se os seguintes valores:

Velocidade	Y_{max} (m^{-1})		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
A	0,5424	0,5435	0,5587
B	0,5596	0,5400	0,5389
C	0,4912	0,5207	0,5177

$$SV_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 = 0,5482\ m^{-1}$$

$$SV_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 = 0,5462\ m^{-1}$$

$$SV_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 = 0,5099\ m^{-1}$$

$$SV = (0,43 * 0,5482) + (0,56 * 0,5462) + (0,01 * 0,5099) = 0,5467\ m^{-1}$$

Validação do ciclo (n.º 3.4 do anexo 7.º ao presente Regulamento) — antes de calcular SV , o ciclo deve ser validado através do cálculo dos desvios padrão relativos dos fumos dos três ciclos para cada velocidade:

Velocidade	SV médio (m^{-1})	Desvio padrão (m^{-1})	Desvio padrão relativo (%)
A	0,5482	0,0091	1,7
B	0,5462	0,0116	2,1
C	0,5099	0,0162	3,2

No exemplo acima o critério de validação dos 15% é satisfeito no que diz respeito a cada velocidade.
3 — Ensaio ETC:

3.1 — Emissões gasosas (motores diesel) — consideram-se os seguintes resultados do ensaio com um sistema PDP-CVS:

V_0 (m³/rev) — 0,1776;
 N_p (rev) — 23 073;
 P_B (kPa) — 98,0;
 P_l (kPa) — 2,3;
 T (K) — 322,5;
 H_n (g/kg) — 12,8;
 NO_x conce (ppm) — 53,7;
 NO_x concd (ppm) — 0,4;
 CO conce (ppm) — 38,9;
 CO concd (ppm) — 1,0;
 HC conce (ppm) — 9,00;
 HC concd (ppm) — 3,02;
 CO_2 conce (%) — 0,723;
 W_{act} (kWh) — 62,72.

Cálculo do fluxo dos gases de escape diluídos (n.º 4.1 do anexo 8.º ao presente Regulamento):

$$M_{TOTW} = 1,293 * 0,1776 * 23073 * (98,0 - 2,3) * 273 / (101,3 * 322,5) = 4237,2 \text{ kg}$$

Cálculo do factor de correcção dos NO_x (n.º 4.2 do referido anexo 8.º):

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (12,8 - 10,71)} = 1,039$$

Cálculo das concentrações corrigidas quanto às condições de fundo (n.º 4.3.1.1 do anexo 8.º ao presente Regulamento) — seja o combustível diesel de composição $C_{1H_{1,8}}$:

$$F_S = 100 * \frac{1}{1 + (1,8/2) + (3,76 * [1 + (1,8/4)])} = 13,6$$

$$DF = \frac{13,6}{0,723 + (9,00 + 38,9) * 10^{-4}} = 18,69$$

$$NO_{XCONC} = 53,7 - 0,4 * [1 - (1/18,69)] = 53,3 \text{ ppm}$$

$$CO_{CONC} = 38,9 - 1,0 * [1 - (1/18,69)] = 37,9 \text{ ppm}$$

$$HC_{CONC} = 9,00 - 3,02 * [1 - (1/18,69)] = 6,14 \text{ ppm}$$

Cálculo do fluxo mássico das emissões (n.º 4.3.1 do citado anexo 8.º):

$$NO_{Xmass} = 0,001587 * 53,3 * 1,039 * 4237,2 = 372,391 \text{ g}$$

$$CO_{mass} = 0,000966 * 37,9 * 4237,2 = 155,129 \text{ g}$$

$$HC_{mass} = 0,000479 * 6,14 * 4237,2 = 12,462 \text{ g}$$

Cálculo das emissões específicas (n.º 4.4 do anexo 8.º ao presente Regulamento):

$$\overline{NO_X} = 372,391 / 62,72 = 5,94 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CO_X} = 155,129 / 62,72 = 2,47 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{HC_X} = 12,462 / 62,72 = 0,199 \text{ g/kWh}$$

3.2 — Emissões de partículas (motores diesel) — consideram-se os seguintes resultados do ensaio com um sistema PDP-CVS com diluição dupla:

M_{TOTW} (kg) — 4 237,2;
 $M_{f,p}$ (mg) — 3,030;
 $M_{f,b}$ (mg) — 0,044;

M_{TOT} (kg) — 2,159;
 M_{SEC} (kg) — 0,909;
 M_d (mg) — 0,341;
 M_{DIL} (kg) — 1,245;
 DF — 18,69;
 W_{act} (kWh) — 62,72.

Cálculo das emissões mássicas (n.º 5.1 do citado anexo 8.º):

$$M_f = 3,030 + 0,044 = 3,074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2,159 - 0,909 = 1,250 \text{ kg}$$

$$PT_{mass} = \frac{3,074}{1,250} * \frac{4237,2}{1000} = 10,42 \text{ g}$$

Cálculo da emissão mássica corrigida quanto às condições de fundo (n.º 5.2 do anexo 8.º ao presente Regulamento):

$$PT_{mass} = \left\{ \frac{3,074}{1,250} - \left[\frac{0,341}{1,245} * \left(1 - \frac{1}{18,69} \right) \right] \right\} * \frac{4237,2}{1000} = 9,32 \text{ g}$$

Cálculo das emissões específicas (n.º 5.2 do referido anexo 8.º):

$$\overline{PT} = 10,42 / 62,72 = 0,166 \text{ g/kWh}$$

$\overline{PT} = 9,32 / 62,72 = 0,149 \text{ g/kWh}$, se corrigido quanto às condições de fundo.

3.3 — Emissões gasosas (motores a GNC) — consideram-se os seguintes resultados do ensaio com um sistema PDP-CVS com diluição dupla:

M_{TOTW} (kg) — 4 237,2;
 H_a (g/kg) — 12,8;
 NO_x conce (ppm) — 17,2;
 NO_x concd (ppm) — 0,4;
 CO conce (ppm) — 44,3;
 CO concd (ppm) — 1,0;
 HC conce (ppm) — 27,0;
 HC concd (ppm) — 3,02;
 CH_4 conce (ppm) — 18,0;
 CH_4 concd (ppm) — 1,7;
 CO_2 conce (%) — 0,723;
 W_{act} (kWh) — 62,72.

Cálculo do factor de correcção dos NO_x (n.º 4.2 do anexo 8.º ao presente Regulamento):

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (12,8 - 10,71)} = 1,074$$

Cálculo da concentração dos NMHC (n.º 4.3.1 do citado anexo 8.º):

a) Método GC:

$$NMHC_{conce} = 27,0 - 18,0 = 9,0 \text{ ppm}$$

b) Método NMC:

Considerando uma eficiência do metano de 0,04 e uma eficiência do etano de 0,98 (n.º 1.8.4 do anexo 11.º ao presente Regulamento):

$$NMHC_{conce} = \frac{27,0 * (1 - 0,04) - 18,0}{0,98 - 0,04} = 8,4 \text{ ppm}$$

Cálculo das concentrações corrigidas quanto às condições de fundo (n.º 4.3.1.1 do anexo 8.º) — conside-

rando um combustível de referência G_{20} (100% metano) com a composição C_1H_4 :

$$F_s = 100 * \frac{1}{1+(4/2)*\{3,76*[1+(4/4)]\}} = 9,5$$

$$DF = \frac{1}{0,723+(27,0+44,3)*10^{-4}} = 13,01$$

Para os $NMHC$ a concentração de fundo é a diferença entre HC_{concd} e CH_4_{concd} :

$$NO_{Xconcd} = 17,2 - 0,4 * [1 - (1/13,01)] = 16,8 \text{ ppm}$$

$$CO_{concd} = 44,3 - 1,0 * [1 - (1/13,01)] = 43,4 \text{ ppm}$$

$$NMHC_{concd} = 8,4 - 1,32 * [1 - (1/13,01)] = 7,2 \text{ ppm}$$

$$CH_4_{concd} = 18,0 - 1,7 * [1 - (1/13,01)] = 16,4 \text{ ppm}$$

Cálculo do fluxo mássico das emissões (n.º 4.3.1 do anexo 8.º ao presente Regulamento):

$$NO_{Xmass} = 0,001587 * 16,8 * 1,074 + 4237,2 = 121,330 \text{ g}$$

$$CO_{mass} = 0,000966 * 43,4 * 4237,2 = 177,642 \text{ g}$$

$$NMHC_{mass} = 0,000502 * 7,2 * 4237,2 = 15,315 \text{ g}$$

$$CH_4_{mass} = 0,000554 * 16,4 * 4237,2 = 38,498 \text{ g}$$

Cálculo das emissões específicas (n.º 4.4 do referido anexo 8.º):

$$\overline{NO}_X = 121,330/62,72 = 1,93 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CO} = 177,642/62,72 = 2,83 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{NMHC} = 15,315/62,72 = 0,244 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CH_4} = 38,498/62,72 = 0,614 \text{ g/kWh}$$

4 — Factor de desvio λ (S_λ):

4.1 — Cálculo do factor de desvio λ (S_λ):

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}}$$

em que:

S_λ = factor de desvio λ ;

inert \% = percentagem em volume de gases inertes no combustível (isto é, N_2 , CO_2 , He , etc);

O_2 = percentagem em volume de oxigénio original no combustível;

n e m referem-se ao C_nH_m médio que representa os hidrocarbonetos combustíveis, isto é:

$$n = \frac{1 \times \left(\frac{CH_4 \%}{100}\right) + 2 \times \left(\frac{C_2 \%}{100}\right) + 3 \times \left(\frac{C_3 \%}{100}\right) + 4 \times \left(\frac{C_4 \%}{100}\right) + 5 \times \left(\frac{C_5 \%}{100}\right) + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left(\frac{CH_4 \%}{100}\right) + 4 \times \left(\frac{C_2H_4 \%}{100}\right) + 6 \times \left(\frac{C_2H_6 \%}{100}\right) + \dots + 8 \times \left(\frac{C_3H_8 \%}{100}\right) + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}}$$

em que:

CH_4 = percentagem em volume de metano no combustível;

C_2 = percentagem em volume de todos os hidrocarbonetos C_2 (nomeadamente: C_2H_6 , C_2H_4 , etc.) no combustível;

C_3 = percentagem em volume de todos os hidrocarbonetos C_3 (nomeadamente: C_3H_8 , C_3H_6 , etc.) no combustível;

C_4 = percentagem em volume de todos os hidrocarbonetos C_4 (nomeadamente: C_4H_{10} , C_4H_8 , etc.) no combustível;

C_5 = percentagem em volume de todos os hidrocarbonetos C_5 (nomeadamente: C_5H_{12} , C_5H_{10} , etc.) no combustível;

diluent = percentagem em volume de gases de diluição no combustível (isto é, O_2^* , N_2 , CO_2 , He , etc.).

4.2 — Exemplos de cálculo do factor de desvio λ (S_λ):

Exemplo 1:

G_{25} : $CH_4 = 86\%$ $N_2 = 14\%$ (em vol.)

$$n = \frac{1 \times \left(\frac{CH_4 \%}{100}\right) + 2 \times \left(\frac{C_2 \%}{100}\right) + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left(\frac{CH_4 \%}{100}\right) + 4 \times \left(\frac{C_2H_4 \%}{100}\right) + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1,16$$

Exemplo 2:

G_{xy} : $CH_4 = 87\%$, $C_2H_6 = 13\%$ (em vol.)

$$n = \frac{1 \times \left(\frac{CH_4 \%}{100}\right) + 2 \times \left(\frac{C_2 \%}{100}\right) + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left(\frac{CH_4 \%}{100}\right) + 6 \times \left(\frac{C_2H_6 \%}{100}\right) + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Exemplo 3:

USA : $CH_4 = 89\%$, $C_2H_6 = 4,5\%$, $C_3H_8 = 2,3\%$, $C_6H_{14} = 0,2\%$, $O_2 = 0,6\%$, $N_2 = 4\%$

$$n = \frac{1 \times \left(\frac{CH_4 \%}{100}\right) + 2 \times \left(\frac{C_2 \%}{100}\right) + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{(0,6+4)}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left(\frac{CH_4 \%}{100}\right) + 4 \times \left(\frac{C_2H_4 \%}{100}\right) + 6 \times \left(\frac{C_2H_6 \%}{100}\right) + \dots + 8 \times \left(\frac{C_3H_8 \%}{100}\right)}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6+4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4}\right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$

QUADRO C

Valores da opacidade N e valores K não filtrados e filtrados no início do degrau de carga

Índice i (-)	Tempo (s)	Opacidade N (%)	Valor K não filtrado (m^{-1})	Valor K filtrado (m^{-1})
-2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
-1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1	0,006667	0,020000	0,000465	0,000000
2	0,013333	0,020000	0,000465	0,000000
3	0,020000	0,020000	0,000465	0,000000
4	0,026667	0,020000	0,000465	0,000001
5	0,033333	0,020000	0,000465	0,000002
6	0,040000	0,020000	0,000465	0,000002
7	0,046667	0,020000	0,000465	0,000003
8	0,053333	0,020000	0,000465	0,000004
9	0,060000	0,020000	0,000465	0,000005
10	0,066667	0,020000	0,000465	0,000006
11	0,073333	0,020000	0,000465	0,000008
12	0,080000	0,020000	0,000465	0,000009
13	0,086667	0,020000	0,000465	0,000011
14	0,093333	0,020000	0,000465	0,000012
15	0,100000	0,192000	0,004469	0,000014
16	0,106667	0,212000	0,004935	0,000018
17	0,113333	0,212000	0,004935	0,000022
18	0,120000	0,212000	0,004935	0,000028
19	0,126667	0,343000	0,007990	0,000036
20	0,133333	0,566000	0,013200	0,000047
21	0,140000	0,889000	0,020767	0,000061
22	0,146667	0,929000	0,021706	0,000082
23	0,153333	0,929000	0,021706	0,000109
24	0,160000	1,263000	0,029559	0,000143
25	0,166667	1,455000	0,034086	0,000185
26	0,173333	1,697000	0,039804	0,000237
27	0,180000	2,030000	0,047695	0,000301
28	0,186667	2,081000	0,048906	0,000378
29	0,193333	2,081000	0,048906	0,000469
30	0,200000	2,424000	0,057067	0,000573
31	0,206667	2,475000	0,058282	0,000693
32	0,213333	2,475000	0,058282	0,000827
33	0,220000	2,808000	0,066237	0,000977
34	0,226667	3,010000	0,071075	0,001144
35	0,233333	3,253000	0,076909	0,001328
36	0,240000	3,606000	0,085410	0,001533
37	0,246667	3,960000	0,093966	0,001758
38	0,253333	4,455000	0,105983	0,002007
39	0,260000	4,818000	0,114836	0,002283
40	0,266667	5,020000	0,119776	0,002587
-	-	-	-	-

Valores da opacidade N e valores K não filtrados e filtrados em torno de $Y_{max1,A}$
(= valor de pico, indicado em algarismos em negro)

Índice i (-)	Tempo (s)	Opacidade N (%)	Valor K não filtrado (m^{-1})	Valor K filtrado (m^{-1})
~	~	~	~	~
259	1,726667	17,182000	0,438429	0,538856
260	1,733333	16,949000	0,431896	0,539423
261	1,740000	16,788000	0,427392	0,539936
262	1,746667	16,798000	0,427671	0,540396
263	1,753333	16,788000	0,427392	0,540805
264	1,760000	16,798000	0,427671	0,541163
265	1,766667	16,798000	0,427671	0,541473
266	1,773333	16,788000	0,427392	0,541735
267	1,780000	16,788000	0,427392	0,541951
268	1,786667	16,798000	0,427671	0,542123
269	1,793333	16,798000	0,427671	0,542251
270	1,800000	16,793000	0,427532	0,542337
271	1,806667	16,788000	0,427392	0,542383
272	1,813333	16,783000	0,427252	0,542389
273	1,820000	16,780000	0,427168	0,542357
274	1,826667	16,798000	0,427671	0,542288
275	1,833333	16,778000	0,427112	0,542183
276	1,840000	16,808000	0,427951	0,542043
277	1,846667	16,768000	0,426833	0,541870
278	1,853333	16,010000	0,405750	0,541662

Índice <i>i</i> (-)	Tempo (s)	Opacidade <i>N</i> (%)	Valor <i>K</i> não filtrado (m ⁻¹)	Valor <i>K</i> filtrado (m ⁻¹)
279	1,860000	16,010000	0,405750	0,541418
280	1,866667	16,000000	0,405473	0,541136
281	1,873333	16,010000	0,405750	0,540819
282	1,880000	16,000000	0,405473	0,540466
283	1,886667	16,010000	0,405750	0,540080
284	1,893333	16,394000	0,416406	0,539663
285	1,900000	16,394000	0,416406	0,539216
286	1,906667	16,404000	0,416685	0,538744
287	1,913333	16,394000	0,416406	0,538245
288	1,920000	16,394000	0,416406	0,537722
289	1,926667	16,384000	0,416128	0,537175
290	1,933333	16,010000	0,405750	0,536604
291	1,940000	16,010000	0,405750	0,536009
292	1,946667	16,000000	0,405473	0,535389
293	1,953333	16,010000	0,405750	0,534745
294	1,960000	16,212000	0,411349	0,534079
295	1,966667	16,394000	0,416406	0,533394
296	1,973333	16,394000	0,416406	0,532691
297	1,980000	16,192000	0,410794	0,531971
298	1,986667	16,000000	0,405473	0,531233
299	1,993333	16,000000	0,403473	0,530477
300	2,000000	16,000000	0,405473	0,529704
~	~	~	~	~

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Decreto-Lei n.º 14/2002

de 26 de Janeiro

O Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de Novembro, estabeleceu o regime de exploração e gestão dos sistemas multimunicipais e municipais de captação, tratamento e distribuição de água para consumo público, de recolha, tratamento e rejeição de efluentes e de recolha e tratamento de resíduos sólidos.

Nos termos do n.º 1 do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 379/93, a exploração e gestão dos sistemas multimunicipais pode ser directamente efectuada pelo Estado ou atribuída, em regime de concessão, a entidade pública de natureza empresarial ou a empresa que resulte da associação de entidades públicas, em posição obrigatoriamente maioritária no capital social, com entidades privadas.

De acordo com o artigo 4.º do mesmo diploma, enquanto durar a concessão, a propriedade dos bens integrados nos sistemas multimunicipais e a ela afectos pertence à concessionária, revertendo para o Estado no termo da concessão.

Tais bens pertencentes à concessionária são, não só os resultantes das infra-estruturas construídas no âmbito da concessão, como também os adquiridos a municípios e associações de municípios ou a outras entidades.

Por sua vez, as diversas bases dos contratos de concessão da exploração e gestão dos sistemas multimunicipais, em anexo aos Decretos-Leis n.ºs 294/94, de 16 de Novembro, 319/94, de 24 de Dezembro, 142/95, de 14 de Junho, e 162/96, de 4 de Setembro, embora prevejam que a reversão para o Estado seja efectuada sem qualquer indemnização, atribuem à concessionária o direito a receber, no termo da concessão, uma indemnização calculada em função do valor contabilístico corrigido da depreciação monetária, líquido de amortizações fiscais, dos bens que resultarem de novos investimentos de expansão ou de

modernização do sistema não previstos no contrato de concessão, feitos a seu cargo, aprovados ou impostos pelo concedente.

Considerando que, afectas às concessões dos sistemas multimunicipais existentes e a criar, existem também infra-estruturas cujo direito de propriedade é da titularidade de municípios e de associações de municípios, embora sejam utilizadas pelas concessionárias, quer gratuita quer onerosamente, por exemplo, mediante arrendamento;

Considerando a vantagem de, no final da concessão, haver uma uniformidade quanto à titularidade dos bens afectos ao sistema multimunicipal;

Tendo sido ouvida a Associação Nacional de Municípios Portugueses:

Assim:

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

Artigo 1.º

O artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 de Novembro, passa a ter a seguinte redacção:

«Artigo 4.º

Propriedade dos bens afectos à concessão

1 — Enquanto durar a concessão, e sem prejuízo do disposto nos números seguintes, a concessionária da exploração e gestão do sistema multimunicipal detém a propriedade dos bens afectos à concessão que não pertençam ao Estado e aos municípios.

2 — No termo da concessão, os bens a que se refere o número anterior transferem-se, livres de quaisquer ónus ou encargos e em perfeitas condições de operacionalidade, utilização e manutenção, sem qualquer indemnização, para uma associação de municípios representativa dos municípios utilizadores do sistema multimunicipal, ou, em alternativa, para o conjunto desses municípios utilizadores, mediante o exercício do respectivo direito de opção e o pagamento da indemnização