Este documento constitui um instrumento de documentação e não vincula as instituições

►B

DIRECTIVA 2005/55/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO

de 28 de Setembro de 2005

relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às medidas a tomar contra a emissão de gases e partículas poluentes provenientes dos motores de ignição por compressão utilizados em veículos e a emissão de gases poluentes provenientes dos motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a gás de petróleo liquefeito utilizados em veículos

(Texto relevante para efeitos do EEE)

(JO L 275 de 20.10.2005, p. 1)

Alterada por:

		Jornal Oficial		
		n.º	página	data
►M1	Directiva 2005/78/CE da Comissão de 14 de Novembro de 2005	L 313	1	29.11.2005

▼B

DIRECTIVA 2005/55/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO

de 28 de Setembro de 2005

relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às medidas a tomar contra a emissão de gases e partículas poluentes provenientes dos motores de ignição por compressão utilizados em veículos e a emissão de gases poluentes provenientes dos motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a gás de petróleo liquefeito utilizados em veículos

(Texto relevante para efeitos do EEE)

O PARLAMENTO EUROPEU E O CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA,

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

Tendo em conta a proposta da Comissão,

Tendo em conta o parecer do Comité Económico e Social Europeu ([1]),

Deliberando nos termos do artigo 251.º do Tratado ([2]),

Considerando o seguinte:

(1) A Directiva 88/77/CEE do Conselho, de 3 de Dezembro de 1987, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às medidas a tomar contra a emissão de gases e partículas poluentes provenientes dos motores de ignição por compressão utilizados em veículos e a emissão de gases poluentes provenientes dos motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a gás de petróleo liquefeito utilizados em veículos ([3]), é uma das directivas específicas no âmbito do processo de homologação instituído pela Directiva 70/156/CEE do Conselho, de 6 de Fevereiro de 1970, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes à recepção dos veículos a motor e seus reboques ([4]). A Directiva 88/77/CEE foi várias vezes alterada de modo substancial, para se introduzirem limites de emissões poluentes sucessivamente mais restritos. Sendo necessário introduzir novas alterações, é conveniente, com uma preocupação de clareza, proceder à reformulação desta directiva.

(2) A Directiva 91/542/CEE do Conselho, de 1 de Outubro de 1991, que altera a Directiva 88/77/CEE ([5]), a Directiva 1999/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Dezembro de 1999, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às medidas a tomar contra a emissão de gases e partículas poluentes provenientes dos motores de ignição por compressão utilizados em veículos e a emissão de gases poluentes provenientes dos motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a gás de petróleo liquefeito utilizados em veículos e que altera a Directiva 88/77/CEE do Conselho ([6]), e a Directiva 2001/27/CE da Comissão ([7]), que adapta ao progresso técnico a Directiva 88/77/CEE do Conselho, introduziram disposições que, embora sejam autónomas, têm uma estreita relação com o sistema instituído pela Directiva 88/77/CEE. Essas disposições autónomas devem ser inteiramente integradas na reformulação da Directiva 88/97/CEE, por razões de clareza e de segurança jurídica.

([1]) JO C 108 de 30.4.2004, p. 32.
([2]) Parecer do Parlamento Europeu de 9 de Março de 2004 (JO C 102 E de 28.4.2004, p. 272) e Decisão do Conselho de 19 de Setembro de 2005.
([3]) JO L 36 de 9.2.1988, p. 33. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pelo Acto de Adesão de 2003.
([4]) JO L 42 de 23.2.1970, p. 1. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 2005/49/CE da Comissão (JO L 194 de 26.7.2005, p. 12).
([5]) JO L 295 de 25.10.1991, p. 1.
([6]) JO L 44 de 16.2.2000, p. 1.
([7]) JO L 107 de 18.4.2001, p. 10.

▼B

(3) É necessário que todos os Estados-Membros adoptem os mesmos requisitos, para permitir, em particular, a implementação, relativamente a cada modelo de veículo, do sistema de homologação CE objecto da Directiva 70/156/CEE.

(4) O programa da Comissão sobre qualidade do ar, emissões provenientes dos transportes rodoviários, combustíveis e tecnologias de redução de emissões, a seguir denominado «o primeiro programa Auto-Oil», demonstrou a necessidade de futuras reduções das emissões poluentes provenientes de veículos pesados, a fim de se poder atingir padrões futuros de qualidade do ar.

(5) As reduções dos limites de emissão aplicáveis a partir de 2000, correspondentes a um decréscimo de 30 % das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos totais, de óxidos de azoto e de partículas, foram identificadas pelo primeiro programa Auto-Oil como medidas-chave para se conseguir melhorar a qualidade do ar a médio prazo. Além disso, uma redução de 30 % da opacidade dos fumos de escape deve contribuir para a redução das partículas. As reduções adicionais dos limites de emissão aplicáveis a partir de 2005, correspondentes a um decréscimo suplementar de 30 % das emissões de monóxido de carbono, de hidrocarbonetos totais e de óxidos de azoto e de 80 % das emissões de partículas, devem contribuir consideravelmente para a melhoria da qualidade do ar a médio e longo prazo. Os limites adicionais aplicáveis aos óxidos de azoto em 2008 devem ter como resultado uma redução suplementar de 43 % dos limites de emissão estabelecidos para este poluente.

(6) Os ensaios de homologação relativos a gases e a partículas poluentes e à opacidade dos fumos aplicam-se para permitir uma avaliação mais representativa do comportamento funcional dos motores em termos de emissões, em condições de ensaio que se aproximem mais das encontradas pelos veículos em circulação. A partir de 2000, os motores de ignição por compressão convencionais e os motores de ignição por compressão em que estavam instalados determinados tipos de equipamento de controlo de emissões passaram a ser submetidos a um ciclo de estado estacionário e a um novo ciclo de ensaio de reacção a uma carga para medir a opacidade dos fumos. Os motores de ignição por compressão equipados com sistemas avançados de controlo de emissões passaram também a ser submetidos a um novo ciclo de ensaio transiente. A partir de 2005, todos os motores de ignição por compressão devem ser submetidos a todos estes ciclos de ensaio. Os motores alimentados a gás apenas serão submetidos ao novo ciclo de ensaio transiente.

(7) Em circunstâncias de carga seleccionadas aleatoriamente no âmbito de uma gama de funcionamento definida, o excesso dos valores-limite não pode ser superior a uma percentagem adequada.

(8) Ao estabelecer novos métodos de ensaio e novas normas, é necessário ter em conta o impacto do crescimento futuro do trânsito rodoviário na Comunidade sobre a qualidade do ar. O trabalho empreendido pela Comissão nesta esfera mostrou que a indústria automóvel da Comunidade registou grandes avanços do ponto de vista do aperfeiçoamento da tecnologia, permitindo uma redução considerável das emissões de gases e partículas poluentes. Todavia, ainda é necessário continuar a exigir maiores aperfeiçoamentos a nível dos limites de emissão e de outros requisitos técnicos, no interesse da defesa do ambiente e da protecção da saúde pública. Nas medidas a adoptar no futuro, devem especialmente ser tidos em consideração os resultados da investigação em curso sobre as características das partículas ultrafinas.

(9) É necessário continuar a aperfeiçoar a qualidade dos combustíveis para permitir um comportamento funcional eficiente e durável dos sistemas de controlo de emissões dos veículos em circulação.

▼B

(10) A partir de 2005, devem ser introduzidas novas disposições aplicáveis aos sistemas de diagnóstico a bordo (OBD), com o objectivo de facilitar a detecção imediata de qualquer deterioração ou anomalia do equipamento de controlo de emissões do motor. Tal deverá aumentar a capacidade de diagnóstico e de reparação, melhorando significativamente o comportamento funcional sustentável em termos de emissões dos veículos pesados em circulação. Visto que, ao nível mundial, o OBD para os motores *diesel* pesados está ainda nos primórdios, deve ser introduzido na Comunidade em duas fases, para permitir o desenvolvimento do sistema, de modo a que os sistemas OBD não forneçam falsas indicações. A fim de auxiliar os Estados-Membros a assegurarem que os proprietários e os operadores dos veículos pesados cumpram a obrigação de reparar as anomalias indicadas pelo sistema OBD, devem ser registados a distância percorrida ou o tempo decorrido após uma anomalia ter sido indicada ao condutor.

(11) Os motores de ignição por compressão são intrinsecamente duráveis e têm demonstrado que, uma vez assegurada a sua manutenção adequada e eficaz, podem preservar um comportamento funcional de elevado nível, em termos de emissões, durante distâncias consideravelmente longas, como as que são percorridas pelos veículos pesados no decurso de operações comerciais. Contudo, os futuros níveis de emissões exigirão a introdução de sistemas de controlo de emissões a jusante do motor, tais como os sistemas de eliminação dos NO_x, os filtros de partículas *diesel,* os sistemas que sejam uma combinação de ambos e, eventualmente, outros sistemas que venham a ser definidos. Por conseguinte, é necessário estabelecer um requisito de vida útil no qual seja possível basear procedimentos para assegurar a conformidade de um sistema de controlo de emissões de um motor ao longo desse período de referência. Ao estabelecer tal requisito, devem ser tidas em conta as distâncias consideráveis cobertas pelos veículos de longo curso, a necessidade de incorporar manutenção atempada e adequada e a possibilidade de homologar veículos da categoria N_1 em conformidade, quer com a presente directiva, quer com a Directiva 70/ /220/CEE do Conselho, de 20 de Março de 1970, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às medidas a tomar contra a poluição do ar pelas emissões dos veículos a motor ([1]).

(12) Os Estados-Membros devem ser autorizados, através de incentivos fiscais, a acelerar a colocação no mercado de veículos que cumpram os requisitos adoptados a nível comunitário, na condição de que tais incentivos estejam em conformidade com o Tratado e respeitem determinadas condições destinadas a evitar distorções no mercado interno. A presente directiva não afecta o direito de os Estados-Membros incluírem as emissões de poluentes e de outras substâncias na base para cálculo dos impostos sobre a circulação rodoviária de veículos a motor.

(13) Na medida em que alguns desses incentivos fiscais são auxílios concedidos pelos Estados ao abrigo do n.º 1 do artigo 87.º do Tratado, terão de ser notificados à Comissão, nos termos do n.º 3 do artigo 88.º do Tratado, para avaliação em conformidade com os critérios relevantes de compatibilidade. A notificação de tais medidas ao abrigo da presente directiva não prejudica a obrigação de notificação prevista pelo n.º 3 do artigo 88.º do Tratado.

([1]) JO L 76 de 6.4.1970, p. 1. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 2003/76/CE da Comissão (JO L 206 de 15.8.2003, p. 29).

▼B

(14) Com o objectivo de simplificar e acelerar o processo, devem ser atribuídos poderes à Comissão para adoptar medidas que implementem as disposições fundamentais estabelecidas na presente directiva, bem como medidas para adaptar os anexos da presente directiva ao progresso técnico e científico.

(15) As medidas necessárias para a aplicação da presente directiva e para a sua adaptação ao progresso técnico e científico devem ser adoptadas nos termos da Decisão 1999/468/CE do Conselho, de 28 de Junho de 1999, que fixa as regras de exercício das competências de execução atribuídas à Comissão ([1]).

(16) A Comissão deve prosseguir a análise da necessidade de introduzir novos limites de emissão aplicáveis aos poluentes até agora não regulamentados, na sequência da maior utilização de novos combustíveis alternativos e de novos sistemas de controlo das emissões de escape.

(17) A Comissão deve, logo que possível, apresentar as propostas que entenda adequadas relativas a um novo nível de valores-limite aplicáveis às emissões de NO_x e de partículas.

(18) Uma vez que o objectivo da presente directiva, nomeadamente a realização do mercado interno através da introdução de requisitos técnicos comuns relativos às emissões de gases e partículas poluentes provenientes de todos os tipos de veículos, não pode ser suficientemente realizado pelos Estados-Membros e que, portanto, em virtude da dimensão da acção, poderá ser concretizado de melhor forma ao nível comunitário, a Comunidade pode adoptar medidas, em conformidade com o princípio da subsidiariedade consagrado no artigo 5.º do Tratado. Em conformidade com o princípio da proporcionalidade, consagrado no mesmo artigo, a presente directiva não excede o que é necessário para alcançar tal objectivo.

(19) A obrigação de transpor a presente directiva para o direito nacional deve limitar-se às disposições que tenham sofrido alterações de fundo relativamente às directivas anteriores. A obrigação de transpor as disposições que não foram alteradas decorre das directivas anteriores.

(20) A presente directiva não prejudica as obrigações dos Estados-Membros relativas aos prazos de transposição para o direito nacional e de aplicação das directivas indicadas na parte B do anexo IX,

ADOPTARAM A PRESENTE DIRECTIVA:

Artigo 1.º

Definições

Para os efeitos da presente directiva, aplicam-se as seguintes definições:

a) «Veículo» é qualquer veículo conforme definido no artigo 2.º da Directiva 70/156/CEE, 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 toneladas;

b) «Motor de ignição por compressão ou a gás» é a fonte de propulsão de um veículo, que pode ser homologada como unidade técnica distinta, conforme definida no artigo 2.º da Directiva 70/156/CEE;

c) «Veículo ecológico avançado (VEA)» é um veículo movido por um motor que respeita os valores-limite de emissão facultativos estabelecidos na linha C dos quadros constantes do ponto 6.2.1 do anexo I.

([1]) JO L 184 de 17.7.1999, p. 23.

▼B

Artigo 2.º

Obrigações dos Estados-Membros

1. Relativamente 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, se estes não cumprirem os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII e, em particular, 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 constantes do ponto 6.2.1 do anexo I, os Estados-Membros:

a) Devem recusar a homologação CE nos termos do n.º 1 do artigo 4.º da Directiva 70/156/CEE; e

b) Devem recusar a homologação de âmbito nacional.

2. À excepção dos veículos e motores destinados à exportação para países terceiros e dos motores de substituição para veículos antigos em circulação, os Estados-Membros devem, se os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII não forem cumpridos e, em particular, 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 constantes do ponto 6.2.1 do anexo I:

a) Considerar que os certificados de conformidade que acompanham os veículos novos ou os motores novos, nos termos da Directiva 70/ /156/CEE, deixaram de ser válidos para efeitos do disposto no n.º 1 do artigo 7.º dessa directiva; e

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.

3. Sem prejuízo do disposto nos n.ºs 1 e 2, a partir de 1 de Outubro de 2003, e à excepção dos veículos e motores destinados à exportação para países terceiros e dos motores de substituição para veículos antigos em circulação, os Estados-Membros devem, no que diz respeito aos tipos de motores a gás e aos modelos de veículos movidos por motores a gás que não cumpram os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII:

a) Considerar que os certificados de conformidade que acompanham os veículos novos ou os motores novos, nos termos da Directiva 70/ /156/CEE, deixaram de ser válidos para efeitos do disposto no n.º 1 do artigo 7.º dessa directiva; e

b) Proibir a matrícula, venda, entrada em circulação ou utilização de veículos novos e a venda e utilização de motores novos.

4. Se forem cumpridos os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII e nos artigos 3.º e 4.º, em particular quando as emissões de gases ou partículas poluentes e a opacidade dos fumos do motor respeitarem os valores-limite estabelecidos nas linhas B1 ou B2, ou os valores-limite facultativos estabelecidos na linha C dos quadros constantes do ponto 6.2.1 do anexo I, os Estados-Membros não podem, por motivos relacionados com as emissões de gases e partículas poluentes e com a opacidade dos fumos emitidos pelos motores:

a) Recusar a homologação CE nos termos do n.º 1 do artigo 4.º da Directiva 70/156/CEE ou a homologação de âmbito nacional 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 veículos novos movidos por um motor de ignição por compressão ou a gás;

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.

▼B

5. A partir de 1 de Outubro de 2005, no que diz respeito a tipos de motores de ignição por compressão ou a gás e a modelos de veículos movidos por motores de ignição por compressão ou a gás que não cumpram os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII e nos artigos 3.º e 4.º e, em particular, 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 do ponto 6.2.1 do anexo I, os Estados-Membros devem:

a) Recusar a homologação CE nos termos do n.º 1 do artigo 4.º da Directiva 70/156/CEE; e

b) Recusar a homologação de âmbito nacional.

6. A partir de 1 de Outubro de 2006, e à excepção dos veículos e motores destinados à exportação para países terceiros e dos motores de substituição para veículos antigos em circulação, se os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII e nos artigos 3.º e 4.º não forem cumpridos e, em particular, 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 do ponto 6.2.1 do anexo I, os Estados-Membros devem:

a) Considerar que os certificados de conformidade que acompanham os veículos novos ou os motores novos, nos termos da Directiva 70/156/CEE, deixam de ser válidos para efeitos do disposto no n.º 1 do artigo 7.º dessa directiva; e

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, no que diz respeito a tipos de motores de ignição por compressão ou a gás e a modelos de veículos movidos por motores de ignição por compressão ou a gás que não cumpram os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII e nos artigos 3.º e 4.º e, em particular, 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 do ponto 6.2.1 do anexo I, os Estados-Membros devem:

a) Recusar a homologação CE nos termos do n.º 1 do artigo 4.º da Directiva 70/156/CEE; e

b) Recusar a homologação de âmbito nacional.

8. A partir de 1 de Outubro de 2009, e à excepção dos veículos e motores destinados à exportação para países terceiros e dos motores de substituição para veículos em circulação, se os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII e nos artigos 3.º e 4.º não forem cumpridos e, em particular, 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 constantes do ponto 6.2.1 do anexo I, os Estados-Membros devem:

a) Considerar que os certificados de conformidade que acompanham os veículos novos ou os motores novos, nos termos da Directiva 70/156/CEE, deixam de ser válidos para efeitos do disposto no n.º 1 do artigo 7.º dessa directiva; e

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.

9. Nos termos do n.º 4, considerar-se-á que um motor que satisfaça os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII e, em particular, que respeite os valores-limite de emissão estabelecidos na linha C dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I cumpre os requisitos estabelecidos nos n.ºs 1, 2 e 3.

Nos termos do n.º 4, considerar-se-á que um motor que satisfaça os requisitos estabelecidos nos anexos I a VIII e nos artigos 3.º e 4.º e,

▼B

em particular, que respeite os valores os valores-limite de emissão estabelecidos na linha C dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I, cumpre os requisitos estabelecidos nos n.os 1 a 3 e 5 a 8.

10. Relativamente aos motores de ignição por compressão ou os motores a gás que, no âmbito do sistema de homologação de veículos, devem respeitar os valores-limite estabelecidos no ponto 6.2.1 do anexo I, aplica-se o seguinte:

no conjunto das condições de carga seleccionadas ao acaso, pertencentes a uma zona de controlo definida e com excepção das condições de funcionamento do motor especificadas que não são sujeitas a essa disposição, os valores de emissão recolhidos durante um período de tempo de apenas 30 segundos não devem ser superiores a mais de 100 % dos valores-limite das linhas B2 e C dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I. A zona de controlo à qual se aplica a percentagem a não ultrapassar, as condições de funcionamento do motor excluídas e outras condições apropriadas são definidas nos termos do n.º 1 do artigo 7.º

Artigo 3.º

Durabilidade dos sistemas de controlo de emissões

1. A partir de 1 de Outubro de 2005, para as novas homologações, e a partir de 1 de Outubro de 2006, para todas as homologações, o fabricante deve demonstrar que os motores de ignição por compressão ou os motores a gás que tenham sido homologados em conformidade com os valores-limite estabelecidos nas linhas B1, B2 ou C dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I continuarão a respeitar esses mesmos valores-limite durante os seguintes períodos de vida útil:

a) 100 000 km ou cinco anos de utilização, consoante o que ocorrer primeiro, no caso dos motores destinados a equipar veículos das categorias N_1 e M_2;

b) 200 000 km ou seis anos de utilização, consoante o que ocorrer primeiro, no caso dos motores destinados a equipar veículos das categorias N_2, N_3 com uma massa máxima tecnicamente admissível não superior a 16 toneladas e M_3, classes I, II, A e B, com uma massa máxima tecnicamente admissível não superior a 7,5 toneladas;

c) 500 000 km ou sete anos de utilização, consoante o que ocorrer primeiro, no caso dos motores destinados a equipar veículos das categorias N_3 com uma massa máxima tecnicamente admissível superior a 16 toneladas e M_3, classe III e classe B, com uma massa máxima tecnicamente admissível superior a 7,5 toneladas.

A partir de 1 de Outubro de 2005, para os novos tipos, e a partir de 1 de Outubro de 2006, para 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 (conformidade dos veículos em funcionamento sujeitos a uma manutenção e utilização correctas).

2. As medidas para a implementação do n.º 1 devem ser adoptadas até 28 de Dezembro de 2005.

Artigo 4.º

Sistemas de diagnóstico a bordo

1. A partir de 1 de Outubro de 2005, para as novas homologações de veículos, e a partir de 1 de Outubro de 2006, para todas as homologações, os motores de ignição por compressão homologados em conformidade com os valores-limite de emissão estabelecidos na linha B1 ou na linha C dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I, ou os veículos movidos por esse tipo de motor, devem ter instalado um sistema de diagnóstico a bordo (OBD) que assinale ao condutor a existência de uma anomalia se forem excedidos os limiares relativos aos OBD estabelecidos na linha B1 ou na linha C do quadro constante do n.º 3.

▼B

No caso de sistemas de pós-tratamento dos gases de escape, o sistema OBD pode controlar a eventual ocorrência de uma das seguintes deficiências funcionais importantes:

a) Um catalisador, se estiver instalado como unidade independente, que faça ou não parte de um sistema de eliminação dos NO_x ou de um filtro de partículas *diesel*;

b) Um sistema de eliminação dos NO_x, se estiver instalado;

c) Um filtro de partículas *diesel*, se estiver instalado; ou

d) Um sistema combinado de eliminação dos NO_x com um filtro de partículas *diesel*.

2. A partir de 1 de Outubro de 2008, para as novas homologações, e a partir de 1 Outubro de 2009, para todas as homologações, os motores de ignição por compressão ou a gás homologados em conformidade com os valores-limite de emissão estabelecidos na linha B2 ou na linha C dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I, ou os veículos movidos por motores deste tipo, devem ter instalado um sistema OBD que assinale ao condutor a existência de uma anomalia se forem excedidos os limiares OBD estabelecidos na linha B2 ou na linha C do quadro constante do n.º 3.

O sistema OBD deve incluir igualmente uma interface entre a unidade de controlo electrónico do motor (EECU) e quaisquer outros sistemas eléctricos ou electrónicos do motor ou do veículo que forneçam ou recebam informações do EECU e que influenciem o correcto funcionamento do sistema de controlo das emissões, tais como a interface entre a EECU e a unidade de controlo electrónico de transmissão.

3. Os limiares fixos OBD devem ser os seguintes:

Linha	Motores de ignição por compressão	
	Massa de óxidos de azoto (NO_x) g/kWh	Massa de partículas (PT) g/kWh
B1 (2005)	7,0	0,1
B2 (2008)	7,0	0,1
C (VEA)	7,0	0,1

4. Será obrigatoriamente assegurado o acesso ilimitado e normalizado aos dados do sistema OBD para fins de teste, diagnóstico, manutenção e reparação, em conformidade com as disposições pertinentes da Directiva 70/220/CEE e com as disposições aplicáveis a peças sobressalentes a fim de garantir a compatibilidade com os sistemas OBD.

5. As medidas para aplicação dos n.os 1, 2 e 3 devem ser adoptadas até 28 de Dezembro de 2005.

Artigo 5.º

Sistemas de controlo das emissões que utilizam reagentes consumíveis

Ao definir as medidas necessárias para aplicar o artigo 4.º, tal como previsto no n.º 1 do artigo 7.º, a Comissão incluirá, se for caso disso, medidas técnicas destinadas a minimizar o risco de uma manutenção inadequada dos sistemas de controlo de emissões que utilizam reagentes consumíveis. Incluirá igualmente, se for caso disso, medidas destinadas a assegurar que as emissões de amoníaco resultantes da utilização de reagentes consumíveis sejam minimizadas.

Artigo 6.º

Incentivos fiscais

1. Os Estados-Membros apenas podem prever incentivos fiscais para os veículos a motor que obedeçam ao disposto na presente directiva.

▼B

Esses incentivos devem respeitar as disposições do Tratado e as condições estabelecidas no n.º 2 ou no n.º 3 do presente artigo.

2. Os incentivos aplicar-se-ão a todos os veículos novos comercializados no mercado de um Estado-Membro que já respeitem os valores-limite estabelecidos nas linhas B1 ou B2 dos quadros constantes do ponto 6.2.1 do anexo I.

Os incentivos devem cessar na data a partir da qual se torne obrigatória a aplicação dos valores-limite da linha B1, nos termos do disposto no n.º 6 do artigo 2.º, ou dos valores-limite da linha B2, nos termos do disposto no n.º 8 do artigo 2.º

3. Os incentivos aplicar-se-ão a todos os veículos novos comercializados num Estado-Membro que já respeitem os valores-limite de emissão facultativos estabelecidos na linha C dos quadros constantes do ponto 6.2.1 do anexo I.

4. Para além das condições referidas no n.º 1, os incentivos não devem exceder, para cada modelo de veículo, o custo adicional das soluções técnicas introduzidas para garantir o cumprimento dos valores-limite estabelecidos na linha B1 ou na linha B2 ou dos valores-limite facultativos estabelecidos na linha C dos quadros constantes do ponto 6.2.1 do anexo I, nem da respectiva instalação no veículo.

5. Os Estados-Membros informarão a Comissão, com a devida antecedência, dos projectos de criação ou alteração dos incentivos fiscais referidos no presente artigo, de modo a que a Comissão possa apresentar as suas observações.

Artigo 7.º

Medidas de execução e alterações

1. As medidas necessárias para a execução do n.º 10 do artigo 2.º e dos artigos 3.º e 4.º da presente directiva serão adoptadas pela Comissão, assistida pelo Comité instituído pelo n.º 1 do artigo 13.º de Directiva 70/156/CEE, nos termos do n.º 3 do artigo 13.º dessa directiva.

2. As alterações necessárias para adaptar a presente directiva ao progresso científico e técnico serão adoptadas pela Comissão, assistida pelo Comité instituído pelo n.º 1 do artigo 13.º de Directiva 70/156/CEE, nos termos do n.º 3 do artigo 13.º dessa directiva.

Artigo 8.º

Revisão e relatórios

1. A Comissão deve rever a necessidade de introduzir novos limites de emissão aplicáveis aos veículos e motores pesados no que se refere aos poluentes até agora não regulamentados. Esta revisão basear-se-á na introdução generalizada no mercado de novos combustíveis alternativos e de novos sistemas de controlo de emissões de escape adaptados à utilização de aditivos, com o objectivo de assegurar a conformidade com as futuras normas previstas pela presente directiva. Se for caso disso, a Comissão apresentará ao Parlamento Europeu e ao Conselho uma proposta.

2. A Comissão apresentará ao Parlamento Europeu e ao Conselho propostas legislativas destinadas a uma nova limitação das emissões de NO_x e de partículas dos veículos pesados.

Se necessário, a Comissão analisará a necessidade de prever um valor-limite adicional para as dimensões e o número das partículas e, se for caso disso, incluirá esse valor-limite nas respectivas propostas.

3. A Comissão apresentará ao Parlamento Europeu e ao Conselho um relatório sobre a evolução das negociações relativas a um ciclo de ensaios harmonizado a nível mundial (WHDC).

4. A Comissão apresentará ao Parlamento Europeu e ao Conselho um relatório sobre os requisitos para o funcionamento de sistemas de medição a bordo (sistemas OBM). Com base nesse relatório, a

▼B

Comissão deve apresentar, se apropriado, uma proposta de medidas, acompanhada de especificações técnicas e dos anexos correspondentes, a fim de estabelecer disposições para a homologação de sistemas OBM que assegurem, pelo menos, níveis de controlo equivalentes aos do sistema OBD e que sejam compatíveis com estes sistemas.

Artigo 9.º

Transposição

1. Os Estados-Membros adoptarão e publicarão, até 9 de Novembro de 2006, as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à presente directiva. No caso de a adopção das medidas de execução referidas no artigo 7.º não ocorrer até 28 de Dezembro de 2005, os Estados-Membros cumprirão esta obrigação até à data de transposição prevista na directiva que contenha as medidas de execução. Os Estados-Membros comunicarão imediatamente à Comissão o texto das referidas disposições, bem como um quadro de correspondência entre essas disposições e a presente directiva.

Os Estados-Membros aplicarão essas disposições a partir de 9 de Novembro de 2006 ou, no caso de a adopção das medidas de execução referidas no artigo 7.º não ocorrer até 28 de Dezembro de 2005, a partir da data de transposição prevista na directiva que contenha as medidas de execução.

As disposições adoptadas pelos Estados-Membros devem fazer referência à presente directiva ou ser acompanhadas dessa referência aquando da sua publicação oficial. Tais disposições devem igualmente precisar que as referências feitas, nas disposições legislativas, regulamentares e administrativas em vigor, à directiva revogada pela presente directiva se consideram como sendo feitas à presente directiva. As modalidades daquela referência e desta menção serão aprovadas pelos Estados-Membros.

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

Artigo 10.º

Revogação

As directivas mencionadas na parte A do anexo IX são revogadas com efeitos a partir de 9 de Novembro de 2006, sem prejuízo das obrigações dos Estados-Membros no que diz respeito ao prazo de transposição para o direito nacional e de aplicação das directivas mencionadas na parte B do anexo IX.

As referências às directivas revogadas devem entender-se como sendo feitas à presente directiva e devem ser lidas de acordo com o quadro de correspondência constante do anexo X.

Artigo 11.º

Entrada em vigor

A presente directiva entra em vigor no vigésimo dia seguinte ao da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia*.

Artigo 12.º

Destinatários

Os Estados-Membros são os destinatários da presente directiva.

▼B

ANEXO I

ÂMBITO, DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS, PEDIDO DE HOMOLOGAÇÃO CE, ESPECIFICAÇÕES E ENSAIOS E CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

▼M1

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

A presente directiva é aplicável ao controlo de gases poluentes e de partículas poluentes, à vida útil dos dispositivos de controlo de emissões, à conformidade dos veículos / dos motores em circulação e dos sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) de todos os veículos a motor equipados com motores de ignição por compressão, à vida útil, à conformidade dos veículos / motores em circulação e dos sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) de todos os veículos a motor equipados com motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a GPL, bem como a motores de ignição por compressão e a motores de ignição comandada conforme especificado no artigo 1.º, com excepção dos motores de ignição por compressão de veículos da categoria N_1, N_2 e M_2 e de motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a GPL dos veículos da categoria N_1, para os quais a homologação foi concedida ao abrigo da Directiva 70/220/CEE do Conselho ([1]).

2. DEFINIÇÕES

2.1. Para efeitos do disposto na presente directiva, entende-se por:

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.

«Estratégia de controlo de emissões auxiliar (AECS)», uma estratégia de controlo de emissões que se torna activa ou que modifica a estratégia de controlo de emissões de base em função de um objectivo/objectivos específico(s) e em resposta a um conjunto específico de condições ambientais e/ou de funcionamento, nomeadamente, velocidade do veículo, velocidade do motor, mudança utilizada, temperatura do ar de admissão, ou da pressão do ar de admissão.

«Estratégia de controlo de emissões de base (BECS)», uma estratégia de controlo de emissões que se mantém activa durante toda a gama operacional de velocidade e de carga do motor, excepto se uma AECS for activada. Entre os exemplos de BECS contam-se (não se trata de uma enumeração exaustiva):

— traçado cronográfico do motor,

— traçado EGR,

— traçado de dosagem do reagente catalítico SCR.

«Sistema combinado de eliminação dos NO_x com filtro de partículas», sistema de pós-tratamento dos gases de escape concebido para reduzir as actuais emissões de óxidos de azoto (NO_x) e as partículas poluentes (PT).

«Regeneração contínua», processo de regeneração de um sistema de pós-tratamento dos gases de escape que ocorre permanentemente ou, no mínimo, uma vez por cada ensaio ETC. Esse processo de regeneração não requer um procedimento de ensaio especial.

«Zona de controlo», a zona compreendida entre as velocidades A e C do motor e entre 25 e 100 por cento da carga.

«Potência máxima declarada (P_{max})», a potência máxima em kW CE (potência útil) declarada pelo fabricante no seu pedido de homologação.

([1]) JO L 76 de 6.4.1970, p. 1. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 2003/76/CE da Comissão (JO L 206 de 15.8.2003, p. 29).

▼M1

«Estratégia manipuladora»:

— uma AECS que reduz a eficácia do controlo de emissões relativa à BECS em circunstâncias susceptíveis de se verificar durante o funcionamento e a utilização normais do veículo,

ou

— uma BECS que distingue o funcionamento num ensaio de homologação normalizado de outros tipos de funcionamento e proporciona um nível de controlo de emissões inferior em condições não substancialmente incluídas nos procedimentos de ensaio aplicáveis.

«Sistema de eliminação dos NO_x», um sistema de pós-tratamento dos gases de escape concebido para reduzir as emissões de óxidos de azoto (NO_x) (por exemplo, existem actualmente catalisadores de NO_x activos e passivos de mistura pobre, adsorventes de NO_x e sistemas de redução selectiva catalítica – sistemas SCR).

«Tempo de atraso», o intervalo de tempo entre a modificação do componente a medir no ponto de referência e uma resposta do sistema a 10 % da leitura final (t_{10}). Para os componentes gasosos, corresponde basicamente ao tempo de transporte do componente medido da sonda de recolha de amostras para o detector. Para o tempo de atraso, a sonda de recolha de amostras é definida como ponto de referência.

«Motor diesel», um motor que trabalha de acordo com o princípio da ignição por compressão.

«Ensaio ELR», um ciclo de ensaios que consiste numa sequência de patamares de carga a velocidades de motor constantes a aplicar em conformidade com o ponto 6.2 do presente anexo.

«Ensaio ESC», um ciclo de ensaios que consiste em 13 modos em estado estacionário, a aplicar em conformidade com o ponto 6.2 do presente anexo.

«Ensaio ETC», um ciclo de ensaios que consiste de 1 800 modos transientes segundo-a-segundo, a aplicar em conformidade com o ponto 6.2 do presente anexo.

«Elemento de projecto», relativamente a um veículo ou a um motor:

— qualquer sistema de controlo, incluindo *software* para computadores, sistemas de controlo electrónico e sistemas lógicos dos computadores;

— qualquer calibração do sistema de controlo;

— o resultado da interacção dos sistemas;

— quaisquer artigos de *hardware*.

«Deficiência relacionada com as emissões», deficiência ou desvio em relação às tolerâncias de produção normais no projecto, nos materiais ou na execução de um dispositivo, sistema ou conjunto que afecte qualquer dos parâmetros, das especificações ou dos componentes pertencentes ao sistema de controlo de emissões. Um componente em falta pode ser considerado uma «deficiência relacionada com as emissões».

«Estratégias de controlo de emissões (ECS)», elemento ou conjunto de elementos de projecto incorporados no projecto global de um sistema de motor ou de um veículo para controlar as emissões de gases de escape que incluam um BECS e um conjunto de AECS.

«Sistema de controlo de emissões», o sistema de pós-tratamento dos gases de escape, o controlo electrónico responsável pela gestão do sistema do motor e qualquer componente do sistema do motor relacionado com as emissões no exaustor que fornece informações ou recebe informações destes controlos e, se aplicável, a interface de comunicação (*hardware* e mensagens) entre a(s) unidade(s) de controlo electrónico do sistema do motor (EECU) e qualquer outro grupo de tracção ou unidade de controlo do veículo relacionadas com a gestão das emissões.

«Família de motor-sistema de pós-tratamento», um agrupamento, definido pelo fabricante, de motores conformes à definição de família de motores, mas agrupados ainda por sistemas de pós-tratamento dos gases de escape, a ensaiar durante um calendário de acumulação de circulação para estabelecer factores de deterioração, nos termos do

▼M1

disposto no anexo II da Directiva 2005/78/CE da Comissão, de 14 de Novembro de 2005, que aplica a Directiva 2005/55/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às medidas a tomar contra a emissão de gases e partículas poluentes provenientes dos motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a gás de petróleo liquefeito utilizados em veículos e que altera os seus anexos I, II, III, IV e VI [1], e para controlar a conformidade dos veículos/ /motores em circulação, nos termos do disposto no anexo III da Directiva 2005/78/CE.

«Sistema do motor», o motor, o sistema de controlo de emissões e a interface de comunicação (*hardware* e mensagens) entre a(s) unidade(s) de controlo electrónico do sistema do motor (EECU) e qualquer outro grupo motopropulsor ou unidade de controlo do veículo.

«Família de motores», um agrupamento, pelo fabricante, de sistemas de motores cujo projecto, definido no apêndice 2 do anexo II da presente directiva, apresenta características de emissões de escape semelhantes; todos os membros da mesma família devem cumprir os valores-limite de emissão aplicáveis.

«Gama operacional de velocidade do motor», a gama de velocidade mais frequentemente utilizada durante o funcionamento do motor, compreendida entre as velocidades baixa e elevada, conforme estabelecido no anexo III da presente directiva.

«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 disposto no apêndice 1 do anexo III da presente directiva.

«Regulação do motor», uma configuração específica motor/veículo que inclui a estratégia de controlo de emissões (ECS), um regime único de rendimento do motor (a curva de plena carga homologada) e, se utilizado, um conjunto de limitadores de binário.

«Tipo de motor», uma categoria de motores que não diferem entre si em aspectos essenciais, como as características dos motores definidas no anexo II da presente directiva.

«Sistema de pós-tratamento dos gases de escape», um catalisador (de oxidação ou de três vias), filtro de partículas, sistema de eliminação dos NO_x, sistema combinado de eliminação dos NO_x com um filtro de partículas, ou qualquer outro dispositivo que reduza as emissões e esteja instalado a jusante do motor. Esta definição exclui a recirculação dos gases de escape, que, quando instalada, é considerada parte integrante do sistema do motor.

«Motor a gás», um motor de ignição comandada que é alimentado a gás natural (GN) ou a gás de petróleo liquefeito (GPL).

«Gases poluentes», o monóxido de carbono, os hidrocarbonetos [supondo uma proporção $CH_{1,85}$ para o gasóleo, $CH_{2,525}$ para o GPL e $CH_{2,93}$ para GN (hidrocarbonetos não-metânicos - NMHC) e a «mólecula» $CH_3O_{0,5}$ para os motores diesel a etanol], metano (supondo uma proporção CH_4 para o GN) e óxidos de azoto, estes últimos expressos em equivalentes de dióxido de azoto (NO_2).

«*Velocidade elevada (n_{hi})*», a mais elevada velocidade do motor à qual ocorre 70 % da potência máxima declarada.

«*Velocidade baixa (n_{lo})*», a mais baixa velocidade do motor à qual ocorre 50 % da potência máxima declarada.

«Deficiências funcionais importantes» [2] qualquer anomalia temporária ou permanente de um sistema de pós-tratamento dos gases de escape cujo resultado se prevê que possa vir a ser um aumento imediato ou retardado das emissões gasosas ou de partículas do sistema do motor, que não pode ser adequadamente avaliado pelo sistema OBD.

---

[1] JO L 313 de 29.11.2005, p. 1.

[2] O n.º 1 do artigo 4.º da presente directiva prevê a monitorização de deficiências funcionais importantes, em vez da monitorização da degradação ou da perda de rendimento do catalisador ou do filtro de um sistema de pós-tratamento dos gases de escape. Nos pontos 3.2.3.2 e 3.2.3.3 do anexo IV da Directiva 2005/…/CE encontram-se exemplos de deficiências funcionais importantes.

▼M1

«Anomalia» significa:

— qualquer deterioração ou avaria, incluindo as avarias eléctricas, do sistema de controlo de emissões, susceptível de ter como resultado emissões superiores aos valores-limite do sistema OBD ou, se aplicável, numa impossibilidade de atingir a gama de rendimentos do sistema de pós-tratamento dos gases de escape, pelo que a emissão de qualquer poluente regulamentado ultrapassaria os valores-limite dos OBD,

— em qualquer dos casos em que o sistema OBD não tenha capacidade para cumprir as exigências de monitorização previstas pela presente directiva.

Um fabricante pode, contudo, considerar como anomalia qualquer deterioração ou avaria que resulte em emissões que não ultrapassem os valores-limite do sistema OBD.

«Indicador de anomalias (IA)», um indicador visual que informa claramente o condutor do veículo em caso de anomalia, na acepção da presente directiva.

«Motor com regulação múltipla», um motor que permite mais de uma regulação.

«Gama de GN», uma das gamas H ou L definida na Norma Europeia EN 437, de Novembro de 1993.

«Potência útil», a potência em kW CE obtida no banco de ensaio na extremidade da cambota, ou seu equivalente, medida de acordo com o método comunitário de medida da potência, previsto na Directiva 80/1269/CEE da Comissão ([1]).

«OBD», sistema de diagnóstico a bordo utilizado no controlo de emissões com a capacidade de detectar a ocorrência de uma anomalia e de identificar a localização provável das anomalias verificadas por meio de códigos de avaria armazenados na memória de um computador.

«Família de motores OBD», um conjunto de sistemas de motor agrupados pelo fabricante, para efeitos de homologação do sistema OBD nos termos do anexo IV da Directiva 2005/78/CE, com base em parâmetros comuns de projecto dos sistemas OBD e em conformidade com o ponto 8 do presente anexo.

«Opacímetro», um instrumento concebido para medir a opacidade das partículas de fumo através do princípio da extinção da luz.

«Motor precursor», um motor seleccionado de uma família de motores para que as suas características em termos de emissões sejam representativas dessa família de motores.

«Dispositivo de pós-tratamento de partículas», um sistema de pós-tratamento dos gases de escape projectado para reduzir as emissões de partículas poluentes (PT) através de separação mecânica, aerodinâmica, por difusão ou por inércia.

«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).

«Por cento de carga», a fracção do binário máximo disponível a uma dada velocidade do motor.

«Regeneração periódica», o processo de regeneração de um dispositivo de controlo de emissões que ocorre periodicamente em menos de 100 horas de funcionamento normal do motor. Durante os ciclos em que a regeneração se processa, os limites de emissão poderão ser ultrapassados.

«Modo de funcionamento pré-estabelecido permanente», um AECS activado em caso de anomalia do ECS detectada pelo sistema OBD e activa o IA, não requerendo qualquer sinal do sistema ou componente em que se verifica a avaria.

«Unidade de tomada de potência», um dispositivo accionado pelo motor cuja função é alimentar equipamentos auxiliares montados no veículo.

([1]) JO L 375 de 31.12.1980, p. 46. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 1999/99/CE (JO L 334 de 28.12.1999, p. 32).

▼M1

«Reagente», qualquer substância armazenada a bordo do veículo dentro de um reservatório e fornecida ao sistema de pós-tratamento dos gases de escape (se necessário) por solicitação do sistema de controlo de emissões.

«Recalibração», uma afinação fina de um motor a GN de modo a ter o mesmo comportamento funcional (potência, consumo de combustível) numa gama diferente de gás natural.

«*Velocidade de referência (n_{ref})*», o valor de 100 % da velocidade a utilizar para desnormalizar os valores relativos da velocidade do ensaio ETC, conforme disposto no apêndice 2 do anexo III da presente directiva.

«Tempo de resposta», o intervalo de tempo entre uma modificação rápida do componente a medir no ponto de referência e a modificação adequada de resposta do sistema de medição, sendo a modificação do componente medido, no mínimo, 60 % FS e ocorrendo em menos de 0,1 segundos. O tempo de resposta do sistema (t_{90}) consiste no tempo de atraso do sistema e no tempo de subida do sistema (ver também a norma ISO 16183).

«Tempo de subida», o intervalo de tempo decorrido entre a obtenção da resposta a 10 % e da resposta a 90 % da leitura final ($t_{90} - t_{10}$). É a resposta do instrumento depois de o componente que está a ser medido ter atingido o instrumento. Para o tempo de subida, a sonda de recolha de amostras é definida como ponto de referência.

«Auto-adaptabilidade», qualquer dispositivo do motor que permita manter constante a proporção ar/combustível.

«Fumos», partículas suspensas na corrente de gases de escape de um motor diesel que absorvem, reflectem ou refractam a luz.

«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).

«Limitador de binário», um dispositivo que limita temporariamente o binário máximo do motor.

«Tempo de transformação», o tempo entre a modificação do componente a ser medido na sonda de recolha de amostras e uma resposta do sistema de 50 % da leitura final (t_{50}). O tempo de transformação é usado para o alinhamento dos sinais dos diferentes instrumentos de medição.

«Vida útil», para os veículos e motores homologados em conformidade com os limites de partículas definidos na linha B1, na linha B2 ou na linha C dos quadros do ponto 6.2.1 do presente anexo, a distância e/ou o tempo aplicáveis nos termos do artigo 3.º (durabilidade dos sistemas de controlo de emissões) da presente directiva, durante o qual tem de ser garantida a conformidade com os valores-limite aplicáveis às emissões de gases, partículas e fumos, como parte dos requisitos de homologação.

«Índice de Wobbe (inferior W1, ou superior Wu)», o quociente entre o poder calorífico de um gás por unidade de volume e a raiz quadrada da sua densidade relativa nas mesmas condições de referência:

$$W = H_{gas} \times \sqrt{\rho_{air}/\rho_{gas}}$$

«*λ-factor de desvio (S_λ)*», uma expressão que descreve a flexibilidade exigida do sistema de gestão do motor relativamente a uma alteração do quociente λ de ar em excesso, se o motor for alimentado com um gás de composição diferente da do metano puro (ver o anexo VII para o cálculo de S_λ).

2.2. **Símbolos, abreviaturas e normas internacionais**

2.2.1. *Símbolos dos parâmetros de ensaio*

Símbolos	Unidade	Expressão
A_p	m^2	Área da secção transversal da sonda isocinética de recolha de amostras

▼M1

Símbolos	Unidade	Expressão
A_e	m^2	Área da secção transversal do tubo de escape
c	ppm/vol. %	Concentração
C_d	—	Coeficiente de descarga do SSV-CVS
C1	—	Hidrocarboneto com um átomo de carbono equivalente
d	m	Escala de diâmetros
D_0	m^3/s	Ordenada na origem da função de calibração da PDP
D	—	Factor de diluição
D	—	Constante da função de Bessel
E	—	Constante da função de Bessel
E_E	—	Eficiência do etanol
E_M	—	Eficiência do metano
E_Z	g/kWh	Valor interpolado das emissões de NO_x do ponto de controlo
f	1/s	Frequência
f_a	—	Factor atmosférico do laboratório
f_c	s^{-1}	Frequência de corte do filtro de Bessel
F_s	—	Factor estequiométrico
H	MJ/m^3	Poder calorífico
H_a	g/kg	Humidade absoluta do ar de admissão
H_d	g/kg	Humidade absoluta do ar de diluição
i	—	Índice que denota um modo individual ou medição instantânea
K	—	Constante de Bessel
k	m^{-1}	Coeficiente de absorção da luz
k_f		Factor específico do combustível para correcção em base seca a húmida
$k_{h,D}$	—	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 SFV
$k_{W,a}$	—	Factor de correcção seco-húmido 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 binário máximo no que diz respeito ao regime do motor de ensaio
L_a	m	Comprimento efectivo do percurso óptico
M_{ra}	g/mol	Massa molecular do ar de admissão
M_{re}	g/mol	Massa molecular do escape
m_d	kg	Massa da amostra de ar de diluição que passa através dos filtros de recolha de partículas
m_{ed}	kg	Total da massa dos gases de escape diluídos durante o ciclo
m_{edf}	kg	Massa dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo
m_{ew}	kg	Total da massa dos gases de escape durante o ciclo
m_f	mg	Massa da amostra de partículas recolhida
$m_{f,d}$	mg	Massa da amostra de partículas do ar de diluição recolhido
m_{gas}	g/h ou g	Caudal mássico (médio) das emissões gasosas durante o ciclo
m_{se}	kg	Massa da amostra durante o ciclo
m_{sep}	kg	Massa da amostra de gases de escape diluídos que passam através dos filtros de recolha de partículas

▼M1

Símbolos	Unidade	Expressão
m_{set}	kg	Massa da amostra de gases de escape duplamente diluídos que passou pelos filtros de recolha de amostras de partículas
m_{ssd}	kg	Massa do ar de diluição secundária
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_b	kPa	Pressão atmosférica total
p_d	kPa	Pressão do vapor de saturação do ar de diluição do motor
p_p	kPa	Pressão absoluta
p_r	kPa	Pressão do vapor de água depois de um banho de arrefecimento
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	Velocidade de referência
q_{maw}	kg/h or kg/s	Caudal mássico do ar de admissão em base húmida
q_{mad}	kg/h or kg/s	Caudal mássico do ar de admissão em base seca
q_{mdw}	kg/h or kg/s	Caudal mássico do ar de diluição em base húmida
q_{mdew}	kg/h or kg/s	Caudal mássico dos gases de escape diluídos em base húmida
$q_{mdew,i}$	kg/s	Caudal mássico CVS instantâneo constante em base húmida
q_{medf}	kg/h or kg/s	Caudal mássico equivalente dos gases de escape diluídos em base húmida
q_{mew}	kg/h or kg/s	Caudal mássico dos gases de escape em base húmida
q_{mf}	kg/h or kg/s	Caudal mássico do combustível
q_{mp}	kg/h or kg/s	Caudal mássico da amostra de partículas
q_{vs}	dm^3/min	Caudal das amostras no banco de análise
q_{vt}	cm^3/min	Caudal do gás marcador
Ω	—	Constante de Bessel
Q_s	m^3/s	Caudal (volúmico) PDP/CFV-CVS
Q_{SSV}	m^3/s	Caudal (volúmico) CVS – SSV
r_a	—	Relação entre as áreas das secções transversais da sonda isocinética e do tubo de escape
r_d	—	Quociente de diluição
r_D	—	Quociente de diâmetro SSV-CVS
r_p	—	Quociente de pressão SSV-CVS
r_s	—	Quociente de amostra
R_f	—	Factor de resposta do FID
ρ	kg/m^3	Densidade
S	kW	Regulação do dinamómetro
S_i	m^{-1}	Valor instantâneo dos fumos
S_λ	—	Factor de desvio λ

▼M1

Símbolos	Unidade	Expressão
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 CVS
τ	%	Transmitância dos fumos
u	—	Quociente das densidades de componente gasosa e do gás do escape
V_0	m^3/rev	Volume de gás da PDP bombeado por revolução
V_s	l	Volume do sistema do banco de análise
W	—	Índice de Wobbe
W_{act}	kWh	Trabalho real do ciclo do ensaio ETC
W_{ref}	kWh	Trabalho do ciclo de referência do ETC
W_F	—	Factor de ponderação
WF_E	—	Factor de ponderação efectivo
X_0	m^3/rev	Função de calibração do caudal volúmico da PDP
Y_i	m^{-1}	Valor dos fumos obtido como média de Bessel em 1s

▼B

►M1 2.2.2. ◄ *Símbolos dos componentes químicos*

CH_4	Metano
C_2H_6	Etano
C_2H_5OH	Etanol
C_3H_8	Propano
CO	Monóxido de carbono
DOP	Ftalato de dioctilo
CO_2	Dióxido de carbono
HC	Hidrocarbonetos
NMHC	Hidrocarbonetos não-metânicos
NO_x	Óxidos de azoto
NO	Óxido nítrico
NO_2	Dióxido de azoto
PT	Partícula

►M1 2.2.3. ◄ *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
HCLD	Gás natural
HFID	Gás de petróleo liquefeito
LPG	Detector quimioluminescente aquecido
NDIR	Detector aquecido de ionização por chama
NG	Analisador de infra-vermelhos não dispersivos
NMC	Separador de hidrocarbonetos não metânicos

▼M1

2.2.4. *Símbolos da composição do combustível*

w_{ALF}	Teor de hidrogénio do combustível, % massa
w_{BET}	Teor de carbono do combustível, % massa
w_{GAM}	Teor de enxofre do combustível, % massa
w_{DEL}	Teor de azoto do combustível, % massa
w_{EPS}	Teor de oxigénio do combustível, % massa
α	Quociente molar do hidrogénio (H/C)
β	Quociente molar do carbono (C/C)
γ	Quociente molar do enxofre (S/C)
δ	Quociente molar do azoto (N/C)
ε	Quociente molar do oxigénio (O/C)

relativa a um combustível $C_{\beta} H_{\alpha} O_{\varepsilon} N_{\delta} S_{\gamma}$

$\beta = 1$ para combustíveis à base de carbono; $\beta = 0$ para combustível hidrogénio

2.2.5. *Normas a que a presente directiva faz referência*

ISO 15031-1	ISO 15031-1: 2001: «Road vehicles - Communication between vehicle and external equipment for emissions related diagnostics - Part 1: General information».
ISO 15031-2	ISO/PRF TR 15031-2: 2004: «Road vehicles - Communication between vehicle and external equipment for emissions related diagnostics - Part 2: Terms, definitions, abbreviations and acronyms».
ISO 15031-3	ISO 15031-3: 2004: «Road vehicles - Communication between vehicle and external equipment for emissions related diagnostics - Part 3: Diagnostic connector and related electrical circuits, specification and use».
SAE J1939-13	SAE J1939-13: «Off-Board Diagnostic Connector».
ISO 15031-4	ISO DIS 15031-4.3: 2004: «Road vehicles - Communication between vehicle and external equipment for emissions related diagnostics - Part 4: External test equipment».
SAE J1939-73	SAE J1939-73: «Application Layer – Diagnostics».
ISO 15031-5	ISO DIS 15031-5.4: 2004: «Road vehicles - Communication between vehicle and external equipment for emissions related diagnostics - Part 5: Emissions-related diagnostic services».
ISO 15031-6	ISO DIS 15031-6.4: 2004: «Road vehicles - Communication between vehicle and external equipment for emissions related diagnostics - Part 6: Diagnostic trouble code definitions».
SAE J2012	SAE J2012: «Diagnostic Trouble Code Definitions», equivalente à ISO/DIS 15031-6, 30 de Abril de 2002.
ISO 15031-7	ISO 15031-7: 2001: «Road vehicles - Communication between vehicle and external equipment for emissions related diagnostics - Part 7: Data link security».
SAE J2186	SAE J2186: «E/E Data Link Security», datada de Outubro de 1996.
ISO 15765-4	ISO 15765-4: 2001: «Road vehicles - Diagnostics on Controller Area Network (CAN) - Part 4: Requirements for emissions-related systems».
SAE J1939	SAE J1939: «Recommended Practice for a Serial Control and Communications Vehicle Network.»
ISO 16185	ISO 16185: «2000 Road vehicles – engine family for homologation».
ISO 2575	ISO 2575: «2000 Road vehicles – Symbols for controls, indicators and tell-tales».

▼M1

ISO 16183	ISO 16183: 2002: «Heavy duty engines - Measurement of gaseous emissions from raw exhaust gas and of particulate emissions using partial flow dilution systems under transient test conditions».

▼B

3. PEDIDO DE HOMOLOGAÇÃO CE

3.1. **Pedido de homologação CE de um tipo de motor ou família de motores enquanto unidade técnica**

▼M1

3.1.1. O pedido de homologação de um tipo de motor ou de uma família de motores no que diz respeito ao nível das emissões de gases e partículas poluentes (motores diesel), ao nível das emissões de gases poluentes (motores a gás) e à vida útil de sistemas de diagnóstico a bordo deve ser apresentado pelo fabricante do motor ou pelo seu mandatário, devidamente acreditado.

Se o pedido disser respeito a um motor equipado com um sistema de diagnóstico a bordo (OBD) deve ser cumprido o disposto no ponto 3.4

▼B

3.1.2. O pedido deve ser acompanhado dos documentos a seguir mencionados, em triplicado, e dos seguintes elementos:

3.1.2.1. Uma descrição do tipo de motor ou da família de motores, se aplicável, incluindo os elementos referidos no Anexo II da presente directiva que estejam em conformidade com os requisitos dos artigos 3.º e 4.º da Directiva 70/156/CEE do Conselho, de 6 de Fevereiro de 1970, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes à recepção dos veículos a motor e seus reboques ([1]).

3.1.3. Deve ser apresentado ao serviço técnico responsável pela realização dos ensaios de homologação definidos no ponto 6, um motor conforme com as características do «tipo de motor» ou do «motor precursor» descrito no Anexo II.

3.2. **Pedido de homologação CE de um modelo de veículo no que diz respeito ao seu motor**

▼M1

3.2.1. O pedido de homologação de um veículo no que diz respeito à emissão de gases e partículas poluentes pelo seu motor diesel ou família de motores diesel, no que diz respeito ao nível das emissões de gases poluentes pelo seu motor a gás ou família de motores a gás e no que diz respeito ao sistema de diagnóstico a bordo (OBD) deve ser apresentado pelo fabricante do veículo ou pelo seu mandatário, devidamente acreditado.

Se o pedido disser respeito a um motor equipado com um sistema de diagnóstico a bordo (OBD), deve ser cumprido o disposto no ponto 3.4

▼B

3.2.2. O pedido deve ser acompanhado dos documentos a seguir mencionados, em triplicado, e dos seguintes elementos:

3.2.2.1. Uma descrição do modelo de veículo, das peças do veículo relacionadas com o motor e do tipo de motor ou família de motores, se aplicável, incluindo os elementos referidos no Anexo II, juntamente com a documentação exigida nos termos do artigo 3.º da Directiva 70/156/CEE.

▼M1

3.2.3. O fabricante deve fornecer uma descrição do indicador de anomalias (IA) utilizado pelo sistema OBD para assinalar ao condutor do veículo a existência de uma avaria.

O fabricante deve fornecer uma descrição do indicador de anomalias e modo avisador utilizado para assinalar ao condutor do veículo a falta do reagente necessário.

([1]) JO L 42 de 23.2.1970, p. 1. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 2004/104/CE da Comissão (JO L 337 de 13.11.2004, p. 13).

▼B

3.3. **Pedido de homologação CE de um modelo de veículo com um motor homologado**

▼M1

3.3.1. O pedido de homologação de um veículo no que diz respeito à emissão de gases e partículas poluentes pelo seu motor ou família de motores diesel homologados, no que diz respeito ao nível das emissões de gases poluentes pelo seu motor ou família de motores a gás homologados e no que diz respeito à vida útil e aos sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) deve ser apresentado pelo fabricante do veículo ou pelo seu mandatário, devidamente acreditado.

▼B

3.3.2. O pedido deve ser acompanhado dos documentos a seguir mencionados, em triplicado, e dos seguintes elementos:

3.3.2.1. Uma descrição do modelo de veículo e das peças do veículo relacionadas com o motor, incluindo os elementos referidos no Anexo II, conforme aplicável, e uma cópia do certificado de homologação CE (Anexo VI) do motor ou família de motores, se aplicável, enquanto unidade técnica distinta que está instalado no modelo de veículo, juntamente com a documentação exigida nos termos do artigo 3.º da Directiva 70/156/CEE.

▼M1

3.3.3. O fabricante deve fornecer uma descrição do indicador de anomalias (IA) utilizado pelo sistema OBD para assinalar ao condutor do veículo a existência de uma avaria.

O fabricante deve fornecer uma descrição do indicador de anomalias e modo avisador utilizado para assinalar ao condutor do veículo a falta do reagente necessário.

3.4. **Sistemas de diagnóstico a bordo**

3.4.1. O pedido de homologação de um motor equipado com um sistema de diagnóstico a bordo (OBD) deve ser acompanhado da informação exigida no ponto 9 do apêndice 1 do anexo II (descrição do motor precursor) e/ou do ponto 6 do apêndice 3 do anexo II (descrição de um tipo de motor da família de motores), em conjunto com:

3.4.1.1. Uma descrição escrita pormenorizada e completa das características de funcionamento do sistema OBD, incluindo uma lista de todas as partes relevantes do sistema de controlo de emissões do motor (designadamente, sensores, actuadores e componentes) monitorizadas pelo sistema OBD.

3.4.1.2. Se aplicável, uma declaração do fabricante relativa aos parâmetros utilizados como base para controlo de deficiências funcionais importantes e, além disso:

3.4.1.2.1. O fabricante deve fornecer ao serviço técnico uma descrição das avarias potenciais do sistema de controlo de emissões susceptíveis de afectar as emissões. Os elementos fornecidos são objecto de uma discussão e de um acordo entre o serviço técnico e o fabricante do veículo.

3.4.1.3. Se aplicável, uma descrição da interface de comunicação (*hardware* e mensagens) entre a unidade de controlo electrónico do motor (EECU) e quaisquer outras unidades motopropulsoras ou de controlo do veículo, sempre que as informações permutadas influenciem o correcto funcionamento do sistema de controlo de emissões.

3.4.1.4. Quando adequado, cópias de outras homologações, com as respectivas datas, para permitir a extensão dessas homologações.

3.4.1.5. Se aplicável, informações específicas e detalhadas relativas à família de motores, conforme referido no apêndice 8 do presente anexo.

3.4.1.6. O fabricante deve mencionar as medidas adoptadas para evitar intervenções abusivas e a modificação do EECU ou de qualquer parâmetro da interface referido no ponto 3.4.1.3

▼B

4. HOMOLOGAÇÃO CE

4.1. **Concessão de homologação CE a um combustível universal**

Deve ser concedida a homologação CE a um combustível universal se forem satisfeitos os seguintes requisitos:

4.1.1. No caso do combustível para motores *diesel*, o motor precursor satisfaz os requisitos da presente directiva com o combustível de referência especificado no anexo IV.

4.1.2. No caso do gás natural, o motor precursor deve demonstrar a sua capacidade de se adaptar a qualquer composição do combustível que possa ocorrer no mercado. Há geralmente dois tipos de combustíveis, o combustível de valor calorífico elevado (gás H) e o combustível de valor calorífico baixo (gás L), mas com uma dispersão significativa em ambas as gamas; diferem de modo significativo quanto ao seu conteúdo energético expresso pelo índice de Wobbe e pelo seu factor de desvio λ (S_λ). As fórmulas para os cálculos do índice de Wobbe e do S_λ são dadas nos pontos 2.27 e 2.28. Os gases naturais com um factor de desvio λ compreendido entre 0,89 e 1,08 ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,08$) são considerados como pertencendo à gama H, enquanto os gases naturais com um factor de desvio λ compreendido entre 1,08 e 1,19 ($1,08 \leq S_\lambda \leq 1,19$) são considerados como pertencendo à gama L. A composição dos combustíveis de referência reflecte as variações destes parâmetros.

O motor precursor deve satisfazer os requisitos da presente directiva com os combustíveis de referência G_R (combustível 1) e G_{25} (combustível 2), conforme especificados no Anexo IV, sem qualquer reajustamento da alimentação de combustível entre os dois ensaios. Todavia, é permitida uma passagem de adaptação ao longo de um ciclo ETC sem medida após a mudança do combustível. Antes do ensaio, o motor precursor deve ser rodado utilizando o método indicado no ponto 3 do apêndice 2 do Anexo III.

4.1.2.1. A pedido do fabricante, o motor pode ser ensaiado com um terceiro combustível (combustível 3) se o factor de desvio λ (S_λ) estiver compreendido entre 0,89 (isto é, a gama inferior do G_R) e 1,19 (isto é, a gama superior do G_{25}), por exemplo quando o combustível 3 for um combustível do mercado. Os resultados deste ensaio podem ser utilizados como base para a avaliação da conformidade da produção.

4.1.3. No caso de um motor alimentado a gás natural que é auto-adaptativo para a gama dos gases H, por um lado, e a gama dos gases L, por outro, e que muda da gama H para a gama L e vice-versa através de um comutador, o motor precursor deve ser ensaiado com o combustível de referência relevante especificado no Anexo IV para cada gama, em cada posição do comutador. Os combustíveis são o G_R (combustível 1) e o G_{23} (combustível 3) para os gases da gama H e o G_{25} (combustível 2) e o G_{23} (combustível 3) para a gama L de gases. O motor precursor deve satisfazer os requisitos da presente directiva em ambas as posições do comutador sem qualquer reajustamento da alimentação de combustível entre os dois ensaios em cada posição do comutador. Todavia, é permitida uma passagem de adaptação ao longo de um ciclo ETC sem medida após a mudança do combustível. Antes do ensaio, o motor precursor deve ser rodado utilizando o processo indicado no ponto 3 do apêndice 2 do Anexo III.

4.1.3.1. A pedido do fabricante, o motor pode ser ensaiado com um terceiro combustível em vez do G_{23} (combustível 3) se o factor de desvio λ (S_λ) estiver compreendido entre 0,89 (isto é, a gama inferior do G_R) e 1,19 (isto é, a gama superior do G_{25}), por exemplo quando o combustível 3 for um combustível do mercado. Os resultados deste ensaio podem ser utilizados como base para a avaliação da conformidade da produção.

4.1.4. No caso dos motores a gás natural, determina-se a relação dos resultados das emissões «r» para cada poluente do seguinte modo:

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

ou,

$$r_a = \frac{\text{resultado das emissões com o combustível de referência 2}}{\textit{resultado das emisses com o combustvel de referncia 3}}$$

▼B

e,

$$r_b = \frac{\text{resultado das emissões com o combustível de referência 1}}{\textit{resultado das emisses com o combustvel de referncia 3}}$$

4.1.5. No caso do GPL, o motor precursor deve demonstrar a sua capacidade de se adaptar a qualquer composição do combustível que possa ocorrer no mercado. Há variações da composição C_3/C_4, que se reflectem nos combustíveis de referência. O motor precursor deve satisfazer os requisitos das emissões com os combustíveis de referência A e B, conforme especificados no Anexo IV, sem qualquer reajustamento da alimentação de combustível entre os dois ensaios. Todavia, é permitida uma passagem de adaptação ao longo de um ciclo ETC sem medida após a mudança do combustível. Antes do ensaio, o motor precursor deve ser rodado utilizando o método indicado no ponto 3 do apêndice 2 do Anexo III.

4.1.5.1. Determina-se a relação dos resultados das emissões «r» para cada poluente do seguinte modo:

$$r = \frac{\text{resultado das emissões com o combustível de referência B}}{\text{resultado das emissões com o combustível de referência A}}$$

4.2. **Concessão de homologação CE a uma gama de combustíveis restrita**

Deve ser concedida a homologação CE a uma gama de combustíveis restrita se forem satisfeitos os requisitos seguintes:

4.2.1. Homologação no que diz respeito às emissões de escape de um motor que funciona com gás natural e preparado para funcionar quer com a gama de gases H quer com a gama de gases L.

Ensaia-se o motor precursor com o combustível de referência relevante conforme especificado no Anexo IV para a gama relevante. Os combustíveis são o G_R (combustível 1) e o G_{23} (combustível 3) para os gases da gama H, e o G_{25} (combustível 2) e o G_{23} (combustível 3) para a gama L de gases. O motor precursor deve satisfazer os requisitos da presente directiva sem qualquer reajustamento da alimentação de combustível entre os dois ensaios. Todavia, é permitida uma passagem de adaptação ao longo de um ciclo ETC sem medida após a mudança do combustível. Antes do ensaio, o motor precursor deve ser rodado utilizando o processo indicado no ponto 3 do apêndice 2 do Anexo III.

4.2.1.1. A pedido do fabricante, o motor pode ser ensaiado com um terceiro combustível em vez do G_{23} (combustível 3) se o factor de desvio λ (S_λ) estiver compreendido entre 0,89 (isto é, a gama inferior do G_R) e 1,19 (isto é, a gama superior do G_{25}), por exemplo quando o combustível 3 for um combustível do mercado. Os resultados deste ensaio podem ser utilizados como base para a avaliação da conformidade da produção.

4.2.1.2. Determina-se a relação dos resultados das emissões «r» para cada poluente do seguinte modo:

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

ou,

$$r_a = \frac{\text{resultado das emissões com o combustível de referência 2}}{\textit{resultado das emisses com o combustvel de referncia 3}}$$

e,

$$r_b = \frac{\text{resultado das emissões com o combustível de referência 1}}{\textit{resultado das emisses com o combustvel de referncia 3}}$$

4.2.1.3. Antes da entrega ao cliente, o motor deve ostentar uma etiqueta (ver ponto 5.1.5) indicando a gama de gases para a qual o motor foi homologado.

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

▼B

4.2.2.1. O motor precursor deve satisfazer os requisitos das emissões com os combustíveis de referência G_R e G_{25} no caso do gás natural, ou os combustíveis de referência A e B no caso do GPL, conforme especificado no Anexo IV. Entre os ensaios, admite-se a afinação fina do sistema de alimentação de combustível. Essa afinação fina consistirá 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. Se necessário, admite-se a troca de peças directamente relacionadas com o fluxo do combustível (tais como os bicos dos injectores).

4.2.2.2. A pedido do fabricante, o motor pode ser ensaiado com os combustíveis de referência G_R e GR_{23} ou com os combustíveis de referência G_{25} e G_{23}, caso em que a homologação é apenas válida para a gama H ou a gama L dos gases, respectivamente.

4.2.2.3. Antes da entrega ao cliente, o motor deve ostentar uma etiqueta (ver ponto 5.1.5) indicando a composição do combustível para a qual o motor foi calibrado.

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

4.3.1. Com a excepção do caso mencionado no ponto 4.3.2, a homologação de um motor precursor será extensiva a todos os membros da família, sem mais ensaios, para qualquer composição do combustível dentro da gama para a qual o motor precursor foi homologado (no caso dos motores descritos no ponto 4.2.2) ou para a mesma gama de combustíveis (no caso dos motores descritos nos pontos 4.1 ou 4.2) para a qual o motor precursor foi homologado.

4.3.2. *Segundo motor de ensaio*

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 o serviço técnico determinar que, em relação ao motor precursor seleccionado, o pedido apresentado não representa totalmente a família de motores definida no apêndice 1 do Anexo I, o serviço técnico pode seleccionar para ensaio um motor de ensaio de referência alternativo e, se necessário, outro motor.

4.4. **Certificado de homologação**

Para uma homologação concedida nos termos dos pontos 3.1, 3.2 e 3.3, deve ser emitido um certificado conforme com o modelo especificado no Anexo VI.

5. MARCAÇÕES DO MOTOR

5.1. **O motor homologado como unidade técnica deve ostentar:**

5.1.1. A marca ou firma comercial do fabricante do motor.

5.1.2. A descrição comercial do fabricante.

5.1.3. O número de homologação CE precedido das letras ou número distintivos do Estado-Membro que concede a homologação CE ►M1 ——————— ◄.

5.1.4. No caso de um motor a GN, uma das seguintes marcações, a colocar após o número de homologação CE:

— H, no caso de o motor estar homologado e calibrado para gases da gama H,

— L, no caso de o motor estar homologado e calibrado para gases da gama L,

— HL, no caso de o motor estar homologado e calibrado para gases de ambas as gamas H e L,

— 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,

— 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,

▼B

— 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.

5.1.5. *Etiquetas*

No caso dos motores a GN e a GPL homologados para uma gama de combustíveis restrita, aplicam-se as seguintes etiquetas:

5.1.5.1 Conteúdo

Devem ser dadas as seguintes informações:

No caso do ponto 4.2.1.3, a etiqueta deve indicar

«A SER UTILIZADO APENAS COM GÁS NATURAL DA GAMA H». Se for esse o caso, o «H» é substituído por «L».

No caso do ponto 4.2.2.3, a etiqueta deve indicar

«A UTILIZAR APENAS COM GÁS NATURAL COM A ESPECIFICAÇÃO …» ou «A UTILIZAR APENAS COM GÁS DE PETRÓLEO LIQUEFEITO COM A ESPECIFICAÇÃO …», conforme aplicável. Todas as informações contidas no(s) quadro(s) adequado(s) do Anexo IV devem ser dadas com os constituintes e limites individuais especificados pelo fabricante do motor.

As letras e algarismos devem ter pelo menos 4 mm de altura.

Nota:

Se, por falta de espaço, não for possível apresentar estas informações, poderá ser utilizado um código simplificado. Neste caso, deverão estar facilmente acessíveis, 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, bem como às entidades interessadas, notas explicativas com todas as informações acima referidas. A localização e o conteúdo dessas notas explicativas serão determinados de comum acordo entre o fabricante e a autoridade de homologação.

5.1.5.2. Propriedades

As etiquetas devem durar a vida útil do motor. As etiquetas devem ser claramente legíveis e as suas letras e algarismos indeléveis. Além disso, devem ser fixadas de modo tal que a sua fixação dure a vida útil do motor e não possam ser removidas sem serem destruídas.

5.1.5.3. Colocação

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

5.2. No caso do pedido de homologação CE de um modelo de veículo no que diz respeito ao seu motor, a marcação especificada no ponto 5.1.5 deve ser também colocada próximo da abertura de abastecimento de combustível.

5.3. No caso do pedido de homologação CE de um modelo de veículo com um motor homologado, a marcação especificada no ponto 5.1.5 deve ser também colocada próximo da abertura de abastecimento de combustível.

6. ESPECIFICAÇÕES E ENSAIOS

▼M1

6.1. **Generalidades**

6.1.1. *Equipamento de controlo de emissões*

6.1.1.1. Os componentes susceptíveis de afectar, se aplicável, as emissões de gases e partículas poluentes dos motores diesel e a gás devem ser concebidos, construídos, montados e instalados de modo a permitir que o motor cumpra, em utilização normal, as disposições da presente directiva.

6.1.2. É proibido o uso de estratégias manipuladoras.

▼M1

6.1.2.1. A utilização de motores com regulação múltipla é proibida até serem definidas, na presente directiva [1], disposições relativas aos motores com regulação múltipla.

6.1.3. *Estratégia de controlo de emissões*

6.1.3.1. Todos os elementos de projecto e da estratégia de controlo de emissões (ECS) 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, montados e instalados de modo a permitir que o motor cumpra, em utilização normal, as disposições da presente directiva. A ECS consiste na estratégia de controlo de emissões de base (BECS) e normalmente em uma ou mais estratégias de controlo de emissões auxiliares (AECS).

6.1.4. *Disposições relativas à estratégia de controlo de emissões de base*

6.1.4.1. A estratégia de controlo de emissões de base (BECS) deve ser concebida de modo a permitir que o motor, em utilização normal, cumpra as disposições da presente directiva. A utilização normal não está limitada às condições de utilização, conforme especificado no ponto 6.1.5.4.

6.1.5. *Requisitos relativos a estratégias de controlo de emissões auxiliares*

6.1.5.1. Uma estratégia de controlo de emissões auxiliar (AECS) pode ser instalada num motor ou num veículo, na condição de essa AECS:

— funcionar apenas quando não se verifiquem as condições de utilização especificadas no ponto 6.1.5.4 para os efeitos mencionados no ponto 6.1.5.5,

— ser activada excepcionalmente nas condições de utilização especificadas no ponto 6.1.5.4 para os efeitos definidos no ponto 6.1.5.6 e não por mais tempo do que o necessário para o efeito.

6.1.5.2. Uma estratégia de controlo de emissões auxiliar (AECS) que funcione nas condições especificadas no ponto 6.1.5.4 e que resulte na utilização de uma estratégia de controlo de emissões (ECS) diferente ou alterada em relação à normalmente utilizada durante os ciclos de ensaio de emissões aplicáveis é permitida se, em conformidade com os requisitos do ponto 6.1.7, ficar plenamente demonstrado que a medida não reduz permanentemente a eficácia do sistema de controlo de emissões. Em todos os outros casos, tal estratégia deve ser considerada uma estratégia manipuladora.

6.1.5.3. Uma estratégia de controlo de emissões auxiliar (AECS) que funcione apenas em condições que não as especificadas no ponto 6.1.5.4 é permitida se, em conformidade com os requisitos do ponto 6.1.7, ficar plenamente demonstrado que essa medida corresponde à estratégia mínima necessária para efeitos do ponto 6.1.5.6 no que diz respeito à protecção ambiental e a outros aspectos técnicos. Em todos os outros casos, tal estratégia deve ser considerada uma estratégia manipuladora.

6.1.5.4. Em conformidade com o disposto no ponto 6.1.5.1, as seguintes condições de utilização são aplicáveis em condições de funcionamento do motor em estado estacionário ou transiente:

— altitude não superior a 1 000 metros (ou pressão atmosférica equivalente a 90 kPa);

— temperatura ambiente na ordem dos 275 K a 303 K (2 °C a 30 °C) [2] [3];

— temperatura do líquido de arrefecimento do motor compreendida entre 343 K e 368 K (70 °C a 100 °C).

6.1.5.5. Uma estratégia de controlo de emissões auxiliar (AECS) pode ser instalada num motor ou num veículo, desde que o funcionamento dessa AECS esteja incluído no ensaio de homologação e seja activado em conformidade com o ponto 6.1.5.6.

---

[1] A Comissão determinará se é necessário adoptar medidas específicas relativas a motores com regulação múltipla na presente directiva, em simultâneo com uma proposta que aborda os requisitos constantes do artigo 10.º da presente directiva.

[2] Até 1 de Outubro de 2008, aplica-se o seguinte: «uma temperatura ambiente na ordem dos 279 K a 303 K (6 °C a 30 °C).»

[3] Esta escala de temperaturas será reconsiderada aquando da revisão mencionada na presente directiva, dando-se especial ênfase à adequação do limite das temperaturas mais baixas.

▼M1

6.1.5.6. A AECS é activada:

— só através de sinais a bordo destinados a proteger o sistema do motor (incluindo o dispositivo de tratamento de ar) e/ou o veículo de quaisquer danos,

— para fins como a segurança de funcionamento, modo pré-estabelecido permanente para as emissões e estratégias de limitação (*limp-home*),

— para fins prevenção de emissões excessivas, arranque a frio ou aquecimento do motor,

— se for utilizada para afrouxar o controlo de um poluente regulamentado em condições ambientais ou de funcionamento específicas para mater o controlo sobre todos os outros poluentes regulamentados dentro dos valores-limite de emissão aplicáveis ao motor em questão. Os efeitos globais de uma AECS deste tipo são a compensação da eventual ocorrência de fenómenos naturais, permitindo um controlo aceitável de todos os constituintes das emissões.

6.1.6. *Requisitos aplicáveis aos limitadores de binário*

6.1.6.1. É permitida a utilização de um limitador de binário se este cumprir o disposto nos pontos 6.1.6.2 ou 6.5.5. Em todos os outros casos, um limitador de binário é considerado uma estratégia manipuladora.

6.1.6.2. Um limitador de binário pode ser instalado num motor ou num veículo, desde que se verifiquem as seguintes condições:

— se o limitador de binário for activado apenas por sinais a bordo para proteger o grupo motopropulsor ou a estrutura do veículo de quaisquer danos e/ou para fins de segurança do veículo, ou para activação da tomada de potência quando o veículo está imobilizado, ou ainda em virtude de medidas destinadas a garantir o correcto funcionamento do sistema de eliminação dos NO_x,

— se o limitador de binário estiver apenas temporariamente activo,

— se o limitador de binário não alterar a estratégia de controlo de emissões (ECS),

— no caso de protecção de tomadas de potência ou do grupo motopropulsor, o binário é limitado a um valor constante, independente da velocidade do motor, sem exceder nunca o binário a plena carga,

— se for activado da mesma forma para limitar o rendimento de um veículo com vista encorajar o condutor a adoptar as medidas necessárias para assegurar o correcto funcionamento das medidas de controlo dos NO_x no sistema do motor.

6.1.7. *Disposições especiais para os sistemas electrónicos de controlo de emissões*

6.1.7.1. Documentação

O fabricante deve fornecer um conjunto de documentos que permita aceder a qualquer elemento do projecto e da estratégia de controlo de emissões (ECS), ao limitador de binário do sistema do motor e aos meios através dos quais controla as variáveis resultantes, quer se trate de um controlo directo ou indirecto. A documentação deve ser disponibilizada em duas partes:

a) O pacote de documentação formal, que deve ser entregue ao serviço técnico aquando do pedido de homologação, deve incluir uma descrição completa do ECS e, se aplicável, do limitador de binário. Esta documentação pode ser sucinta, desde que comprove que foram identificados todos os resultados permitidos por uma matriz obtida a partir da gama de controlo dos dados de cada unidade. Esta informação deve ser apensa à documentação referida no ponto 3 do presente anexo;

b) Material suplementar que apresente os parâmetros que foram alterados por qualquer estratégia de controlo de emissões auxiliar (AECS) e as condições-limite em que funciona a AECS. Este material adicional deve incluir a descrição da lógica do sistema de controlo do combustível, estratégias de temporização e os pontos de comutação durante todos os modos de funcionamento. Deve igualmente incluir uma descrição do limitador de binário descrito no ponto 6.5.5 do presente anexo.

▼M1

O material suplementar deve incluir igualmente a justificação para a utilização de qualquer AECS, bem como material adicional e dados referentes aos ensaios, que demonstrem o impacto sobre as emissões de escape de qualquer AECS instalada no motor ou no veículo. A justificação para a utilização de uma AECS pode basear-se em dados de ensaio e/ou numa análise de engenharia acústica.

Este material suplementar pode ser mantido estritamente confidencial e ser disponibilizado à entidade homologadora, mediante pedido neste sentido. A entidade homologadora deve manter a referida confidencialidade.

6.1.8. *Especificamente para efeitos de homologação em conformidade com a linha A dos quadros constantes do ponto 6.2.1 (motores normalmente não submetidos ao ensaio ETC).*

6.1.8.1. Para verificar se determinadas estratégias ou medidas devem ser consideradas estratégias manipuladoras, em conformidade com a definição do ponto 2, a entidade homologadora e/ou o serviço técnico podem solicitar um ensaio adicional de detecção dos NO_x, utilizando o ensaio ETC, que pode ser efectuado em combinação quer com o ensaio de homologação, quer com os procedimentos de controlo da conformidade da produção.

6.1.8.2. Ao verificar se determinadas estratégias ou medidas devem ser consideradas estratégicas manipuladoras, em conformidade com a definição do ponto 2, aceita-se uma margem adicional de 10 % em relação ao valor-limite adequado dos NO_x.

6.1.9. *As disposições transitórias para a extensão da homologação constam do ponto 6.1.5 do anexo I da Directiva 2001/27/CE.*

Até 8 de Novembro de 2006, o certificado de homologação existente continuará a ser válido. No caso de uma extensão, só o número de ordem a identificar o número da homologação de base da extensão é alterado da seguinte forma:

Exemplo da segunda extensão da quarta homologação correspondente à data do pedido A, emitido pela Alemanha:

e1*88/77*2001/27A*0004*02.

6.1.10. *Disposições para a segurança do sistema electrónico*

6.1.10.1. Qualquer veículo equipado com uma unidade de controlo de emissões deve possuir características que impeçam qualquer modificação, excepto quando autorizada pelo fabricante. O fabricante deve autorizar modificações, se estas forem necessárias para efeitos de diagnóstico, manutenção, inspecção, reequipamento ou reparação do veículo. Todos os códigos ou parâmetros de funcionamento reprogramáveis do computador devem ser resistentes a qualquer intervenção abusiva e permitir um nível de protecção pelo menos tão bom quanto o disposto na norma ISO DIS 15031-7 (SAE J2186), desde que a confirmação mútua de segurança seja efectuada utilizando os protocolos e o conector de diagnóstico prescritos no ponto 6 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE. As pastilhas de memória amovíveis destinadas à calibração devem ser encapsuladas, encerradas numa caixa selada ou protegidas por algoritmos electrónicos, não devendo poder ser substituídas sem recorrer a ferramentas e processos especiais.

6.1.10.2. Os parâmetros de funcionamento do motor codificados no computador não devem poder ser alterados sem recurso a ferramentas ou procedimentos especializados (por exemplo, os componentes do computador devem ser soldados ou envolvidos em cera ou resina e a caixa deve ser selada ou soldada).

6.1.10.3. Os fabricantes devem adoptar as medidas necessárias para proteger o ajuste do débito máximo de combustível de modificações abusivas enquanto o veículo estiver em circulação.

6.1.10.4. Os fabricantes podem requerer à entidade homologadora uma derrogação ao cumprimento de uma destas disposições no caso de veículos para os quais essa protecção não seja provavelmente necessária. Os critérios a que a entidade homologadora deve atender, ao deliberar sobre o pedido de derrogação, incluem, entre outros, a disponibilidade de pastilhas (*chips*) de rendimento na altura, a capacidade do veículo de atingir um rendimento elevado e o volume provável de vendas do veículo.

6.1.10.5. Os fabricantes que utilizem sistemas informáticos de codificação programáveis [por exemplo, memórias de leitura programáveis

▼M1

apagáveis electricamente (EEPROM)] devem impedir a sua reprogramação não autorizada. Os fabricantes devem incluir estratégias reforçadas de protecção contra intervenções abusivas e elementos de protecção dos dados registados que requeiram o acesso electrónico a um computador externo na posse do fabricante. Os métodos alternativos que forneçam um nível equivalente de protecção contra intervenções abusivas podem ser homologados pela entidade competente.

6.2. **Especificações relativas à emissão de gases e partículas poluentes e de fumos**

Para homologação em conformidade com a linha A dos quadros constantes do ponto 6.2.1, determinam-se as emissões com os ensaios ESC e ELR utilizando motores diesel convencionais, incluindo os munidos de equipamentos de injecção electrónica de combustível, recirculação dos gases de escape (EGR) e/ou catalisadores de oxidação. Os motores diesel equipados com sistemas avançados de pós-tratamento dos gases de escape, incluindo os catalisadores de eliminação dos NO_x e/ou colectores de partículas devem ser sujeitos, adicionalmente, ao ensaio ETC.

Para homologação em conformidade com as linhas B1, B2 ou C dos quadros do ponto 6.2.1, determinam-se as emissões com os ensaios ESC, ELR e ETC.

No que diz respeito aos motores a gás, as emissões gasosas são determinadas com o ensaio ETC.

Os métodos de ensaios ESC e ELR estão descritos no apêndice 1 do anexo III e o método de ensaio ETC, nos apêndices 2 e 3 do anexo III.

As emissões de gases e partículas poluentes, se aplicável, e dos fumos, se aplicável, do motor submetido a ensaio são medidas através dos métodos descritos no apêndice 4 do anexo III. O anexo V 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.

Podem ser aprovados outros sistemas ou analisadores pelo serviço técnico caso se determine que produzem resultados equivalentes no respectivo ciclo de ensaios. A determinação da equivalência de sistemas baseia-se num estudo de correlação de sete pares de amostras (ou mais) entre o sistema em causa e um dos sistemas de referência da presente directiva. No que diz respeito às emissões de partículas, apenas o sistema de diluição do fluxo total ou o sistema de diluição do fluxo parcial que cumpram os requisitos da norma ISO 16183 são reconhecidos como sistemas de referência equivalentes. Os «resultados» referem-se ao valor das emissões do ciclo específico. O ensaio de correlação realiza-se no mesmo laboratório, célula de ensaio e com o mesmo motor, preferindo-se que decorra em paralelo. A equivalência das médias dos pares de amostras devem ser determinadas pelas estatísticas dos ensaios do tipo *F* e *t*, conforme descrito no apêndice 4 do presente anexo, obtidas neste laboratório, pela câmara de ensaio e condições do motor. Os casos anómalos devem ser determinados em conformidade com a ISO 5725 e excluídos da base de dados. Para a introdução de um novo sistema na presente directiva, a determinação da equivalência deve basear-se no cálculo da repetibilidade e reprodutibilidade, descrito na norma ISO 5725.

▼B

6.2.1. *Valores-limite*

As massas específicas de 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 1.

Quadro 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		Fumo m^{-1}
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10	0,13 ([1])	0,8

▼B

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	Fumo m^{-1}
B 1 (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
B 2 (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
C (EEV)	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

([1]) Para motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm^3 e velocidade à potência nominal superior a 3 000 min^{-1}.

No que diz respeito aos motores *diesel* que são adicionalmente sujeitos ao ensaio ETC, e especificamente no que diz respeito 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 2.

Quadro 2

Valores-limite – ensaios ETC

Linha	Massa de monóxido de carbono (CO) g/ /kWh	Massa de hidrocarbonetos não--metânicos (NMHC) g/ /kWh	Massa do metano (CH_4) ([1]) g/ /kWh	Massa de óxidos de azoto (NO_x) g/ /kWh	Massa de partículas (PT) (PT) ([2]) g/kWh	
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16	0,21 ([3])
B 1 (2005)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03	
B 2 (2008)	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03	
C (EEV)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02	

([1]) Apenas no que diz respeito aos motores a gás natural.

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

([3]) No que diz respeito aos motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm^3 e velocidade à potência nominal superior a 3 000 min^{-1}.

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

6.2.2.1 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. Neste caso, o limite para a massa de hidrocarbonetos totais é o mesmo que o indicado no Quadro 2 para a massa de hidrocarbonetos não-metânicos.

6.2.3. *Requisitos específicos para os motores diesel*

6.2.3.1. 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 (ver os pontos 4.6.2 e 4.6.3 do Apêndice 1 do Anexo III).

6.2.3.2. 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 em mais de 5 % do valor--limite, conforme o que for maior.

▼M1

6.3. **Durabilidade e factores de deterioração**

6.3.1. Para efeitos da presente directiva, o fabricante deve determinar os factores de deterioração que serão utilizados para demonstrar que as emissões de gases e de partículas de uma família de motores ou de uma família de motor-sistema de pós-tratamento se mantêm conformes aos limites de emissão aplicáveis e indicados nos quadros constantes do ponto 6.2.1 do presente anexo durante o período de durabilidade definido no artigo 3.º da presente directiva.

▼M1

6.3.2. Os procedimentos destinados a demonstrar a conformidade de uma família de motores ou de uma família de motor-sistema de pós-tratamento durante o período de durabilidade aplicável são indicados no anexo II da presente Directiva 2005/78/CE.

6.4. **Sistema de diagnóstico a bordo (OBD)**

6.4.1. Em conformidade com o disposto nos n.os 1 e 2 do artigo 4.º da presente directiva, os motores diesel ou os veículos equipados com um motor deste tipo devem estar equipados com sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) para controlo de emissões, nos termos do disposto no anexo IV da Directiva 2005/78/CE.

Em conformidade com o disposto nos n.os 1 e 2 do artigo 4.º da presente directiva, os motores diesel ou os veículos equipados com um motor deste tipo devem estar equipados com sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) para controlo de emissões, nos termos do disposto no anexo IV da Directiva 2005/78/CE.

6.4.2. *Produção de motores em pequenas séries*

Como alternativa aos requisitos deste ponto, os fabricantes de motores cuja produção anual a nível mundial de um tipo de motor pertencente a uma família de motores OBD:

— seja inferior a 500 unidades por ano, podem obter uma homologação CE com base nos requisitos da presente directiva, em que o motor é monitorizado apenas no que respeita à continuidade dos circuitos e o sistema de pós-tratamento no que respeita a eventuais deficiências importantes,

— seja inferior a 50 unidades por ano, podem obter uma homologação CE com base nos requisitos da presente directiva, em que o sistema completo de controlo de emissões (ou seja, o motor e o sistema de pós-tratamento) são monitorizados apenas no que respeita à continuidade dos circuitos.

A entidade homologadora deve notificar a Comissão das circunstâncias de cada homologação concedida ao abrigo da presente disposição.

6.5. **Disposições para garantir o funcionamento correcto das medidas de controlo dos NO_x** [1]

6.5.1. *Generalidades:*

6.5.1.1 Este ponto é aplicável a todos os sistemas de motores, independentemente da tecnologia usada para cumprir os limites de emissão indicados nos quadros do ponto 6.2.1 do presente anexo.

6.5.1.2. Datas de aplicação

As disposições dos pontos 6.5.3, 6.5.4 e 6.5.5 são aplicáveis a partir de 1 de Outubro de 2006, no tocante a novas homologações, e a partir de 1 de Outubro de 2007, no tocante a todos os registos de veículos novos.

6.5.1.3. Qualquer sistema de motor abrangido pelo disposto neste ponto deve ser concebido, construído e instalado para lhe poder dar cumprimento durante a vida útil do motor.

6.5.1.4 As informações que descrevem completamente as características de funcionamento de um sistema de motor abrangido pelas disposições deste ponto devem ser fornecidas pelo fabricante no anexo II da presente directiva.

6.5.1.5. No seu pedido de homologação, se o sistema do motor exigir um reagente, o fabricante deve especificar as características de todos os reagentes consumidos por um eventual sistema de pós-tratamento dos gases de escape, nomeadamente tipo e concentrações, condições de funcionamento em termos de temperatura, referência a normas internacionais, etc.

6.5.1.6. No que respeita ao ponto 6.1, todos os sistemas de motor abrangidos por este ponto devem manter a sua função de controlo de emissões em todas as condições normalmente vigentes no território da União Europeia, especialmente a baixas temperaturas ambientes.

[1] A Comissão pretende rever este ponto até 31 de Dezembro de 2006.

▼M1

6.5.1.7. Para efeitos de homologação, o fabricante deve demonstrar ao serviço técnico competente que, para sistemas de motor que exigem um reagente, nenhuma emissão de amoníaco ultrapassa, durante o ciclo de ensaios das emissões aplicável, o valor médio de 25 ppm.

6.5.1.8. Nos sistemas de motor que exigem um reagente, cada reservatório de reagente instalado num veículo deve incluir um dispositivo que permita retirar uma amostra de fluido do reservatório. O ponto de recolha deve ser de fácil acesso sem que seja necessário uma ferramenta ou um dispositivo especial.

6.5.2. *Requisitos relativos a manutenção*

6.5.2.1. O fabricante deve fornecer, ou providenciar para que sejam fornecidas, a todos os proprietários de novos veículos pesados ou novos motores para veículos pesados, instruções por escrito das quais conste que se o sistema de controlo de emissões não funcionar correctamente, o condutor será informado da existência de um problema pelo indicador de anomalias (IA), apresentando o motor, consequentemente, um comportamento funcional reduzido.

6.5.2.2. As instruções devem indicar os requisitos para a utilização e a manutenção correctas dos veículos, incluindo, se for caso disso, a utilização de reagentes de consumo.

6.5.2.3. As instruções devem ser redigidas em linguagem clara e não técnica, bem como na língua do país em que sejam vendidos ou registados os novos veículos pesados ou os novos motores para veículos pesados.

6.5.2.4. As instruções devem especificar se devem ser os condutores dos veículos a reabastecer-se de reagentes de consumo durante os intervalos normais de manutenção, assim como indicar uma taxa provável de consumo de reagente correspondente a cada modelo de veículo pesado novo.

6.5.2.5. As instruções devem mencionar que a utilização e o reabastecimento de um reagente exigido com as especificações correctas são obrigatórios para que o veículo esteja conforme ao certificado de conformidade emitido para o modelo de veículo ou o tipo de motor em causa.

6.5.2.6. As instruções devem referir que a utilização de um veículo que não consuma qualquer reagente se o mesmo for exigido para a redução das emissões poluentes pode ser considerada uma infracção penal e que, por conseguinte, quaisquer condições favoráveis de aquisição ou utilização do veículo obtidas no país de registo ou em qualquer outro país em que o veículo seja utilizado poderão vir a ser consideradas nulas.

6.5.3. *Controlo dos NO_x no sistema do motor*

6.5.3.1. O funcionamento incorrecto do sistema do motor no tocante ao controlo das emissões de NO_x (por exemplo, devido à falta de um reagente necessário, caudal de EGR incorrecto ou desactivação do EGR) deve ser determinado a partir dos níveis de NO_x detectados pelos sensores situados na corrente de gases de escape.

6.5.3.2. Os sistemas de motor devem estar equipados com um método destinado a determinar a concentração de NO_x na corrente de gases de escape. Qualquer desvio do nível de NO_x para além de 1,5 g/kWh acima do valor-limite aplicável constante do quadro I do ponto 6.2.1 do anexo I da presente directiva deve ter como consequência a activação do IA para informação do condutor (ver ponto 3.6.5 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE).

6.5.3.3. Além disso, deve ser armazenado, de acordo com o ponto 3.9.2 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE, por um período mínimo de 400 dias ou por 9 600 horas de funcionamento do motor, um código de anomalia não apagável que identifique a razão por que os NO_x excedem os níveis especificados no ponto anterior.

6.5.3.4. Se os níveis de NO_x excederem os valores-limite dos OBD indicados no quadro constante do n.º 3 do artigo 4.º da presente directiva ([1]), um limitador de binário deve reduzir o comportamento funcional do motor de acordo com o disposto no ponto 6.5.5 de forma a que tal seja claramente perceptível para o condutor do veículo. Uma vez activado o limitador de binário, o condutor deve continuar a ser alertado em conformidade com o disposto no ponto 6.5.3.2.

([1]) A Comissão pretende rever estes valores até 31 de Dezembro de 2005

▼M1

6.5.3.5 No caso de sistemas de motor que usem o EGR sem qualquer outro sistema de pós-tratamento dos gases de escape para controlo das emissões de NO_x, o fabricante pode utilizar um método alternativo ao previsto no ponto 6.5.3.1 para a determinação da concentração de NO_x. Aquando da homologação, o fabricante deve demonstrar que o método alternativo é igualmente rápido e eficaz na determinação da concentração de NO_x em função do disposto no ponto 6.5.3.1 e que provoca consequências idênticas às previstas nos pontos 6.5.3.2, 6.5.3.3 e 6.5.3.4.

6.5.4. *Controlo do reagente*

6.5.4.1. No caso dos veículos que exijam o uso de um reagente para cumprir o disposto no presente ponto, o condutor deve ser informado sobre o nível de reagente no reservatório de reagente a bordo através de uma indicação mecânica ou electrónica específica no painel de instrumentos do veículo. Tal deve incluir um aviso sinalizando que o nível de reagente se situa:

— abaixo de 10 % da capacidade do reservatório, ou uma percentagem superior à escolha do fabricante,

ou

— abaixo do nível correspondente à distância susceptível de ser percorrida com o nível de reserva de combustível indicado pelo fabricante.

O indicador do nível de reagente deve ser colocado muito próximo do indicador do nível de combustível.

6.5.4.2. O condutor deve ser informado, em conformidade com o disposto no ponto 3.6.5 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE, caso o reservatório de reagente fique vazio.

6.5.4.3. Logo que o reservatório de reagente fique vazio, são aplicáveis as disposições constantes do ponto 6.5.5 conjugadas com as disposições constantes do ponto 6.5.4.2.

6.5.4.4. O fabricante pode optar por cumprir o disposto nos pontos 6.5.4.5 a 6.5.4.13 em alternativa a cumprir o disposto no ponto 6.5.3.

6.5.4.5. Os sistemas de motor devem incluir um meio que permita determinar a presença no veículo de um fluido correspondente às características do reagente declarado pelo fabricante e constante do anexo II da presente directiva.

6.5.4.6. Se o fluido no reservatório de reagente não corresponder aos requisitos mínimos declarados pelo fabricante e constantes do anexo II da presente directiva, são aplicáveis os requisitos adicionais do ponto 6.5.4.13.

6.5.4.7. Os sistemas de motor devem incluir um meio para determinar o consumo de reagente que permita o acesso externo a informações sobre esse tipo de consumo.

6.5.4.8. O consumo médio de reagente e o consumo médio de reagente exigido pelo sistema do motor durante o último período completo de 48 horas de funcionamento do motor ou o período necessário para um consumo de, pelo menos, 15 litros de reagente pelo sistema do motor, consoante o que for mais longo, deve estar disponível através da porta série do conector de diagnóstico normalizado (ver ponto 6.8.3 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE).

6.5.4.9. Para monitorizar o consumo de reagente, é necessário monitorizar, pelo menos, os seguintes parâmetros no motor:

— nível de reagente no reservatório a bordo do veículo,

— fluxo de reagente ou injecção de reagente tão próximo quanto tecnicamente possível do ponto de injecção num sistema de pós-tratamento dos gases de escape.

6.5.4.10. Qualquer desvio superior a 50 % no consumo médio de reagente e no consumo médio de reagente exigido pelo sistema do motor durante o período definido no ponto 6.5.4.8 deve resultar na aplicação das medidas previstas no ponto 6.5.4.13.

6.5.4.11. Em caso de interrupção na actividade de dosagem de reagente, são aplicáveis as medidas previstas no ponto 6.5.4.13. Isto não é necessário quando essa interrupção é exigida pela ECU do motor, dado que as condições de funcionamento do motor são de natureza tal que o comportamento funcional do motor relativamente a

▼M1

emissões não requer dosagem de reagente, desde que o fabricante tenha devidamente informado a entidade homologadora das circunstâncias em que ocorrem essas condições de funcionamento.

6.5.4.12. Se os níveis de NO_x excederem 7,0 g/kWh no ensaio ETC, são aplicáveis as medidas previstas no ponto 6.5.4.13.

6.5.4.13. Quando for feita referência ao presente ponto, o condutor deve ser alertado pela activação do IA (ver ponto 3.6.5 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE) e um limitador de binário deve reduzir o comportamento funcional do motor de acordo com o disposto no ponto 6.5.5 de forma a que tal seja claramente perceptível para o condutor do veículo.

Deve ser armazenado, de acordo com o ponto 3.9.2 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE, por um período mínimo de 400 dias, ou por 9 600 horas de funcionamento do motor, um código de anomalia não apagável que identifique a razão por que o limitador de binário foi activado.

6.5.5. *Medidas dissuasoras de transformações abusivas dos sistemas de pós-tratamento dos gases de escape*

6.5.5.1. Todos os sistemas de motor abrangidos pelo presente ponto devem incluir um limitador de binário que alerte o condutor para o facto de o sistema de motor estar a funcionar de forma incorrecta ou de o veículo estar a ser utilizado de forma incorrecta, encorajando, assim, a pronta rectificação de quaisquer falhas.

6.5.5.2. O limitador de binário deve ser activado quando o veículo se imobilizar pela primeira vez após se terem verificado as condições previstas nos pontos 6.5.3.4, 6.5.4.3, 6.5.4.6, 6.5.4.10, 6.5.4.11 ou 6.5.4.12.

6.5.5.3. Se o limitador de binário for activado, o binário do motor não deverá exceder, em caso algum, um valor constante de.

— 60 % do binário a plena carga, independentemente da velocidade do veículo, para os veículos das categorias N3 > 16 toneladas, M3/III e M3/B > 7,5 toneladas;

— 75 % do binário a plena carga, independentemente da velocidade do veículo, para os veículos das categorias N1, N2, N3 ≤ 16 toneladas, M2, M3/I, M3/II, M3/A e M3/B ≤ 7,5 toneladas;

6.5.5.4. O esquema de limitação do binário é definido nos pontos 6.5.5.5 a 6.5.5.6.

6.5.5.5. As informações escritas pormenorizadas que descrevem as características de funcionamento do limitador de binário devem ser redigidas em conformidade com os requisitos de documentação constantes do ponto 6.1.7.1 do presente anexo.

6.5.5.6. O limitador de binário deve ser desactivado quando o motor estiver em marcha lenta sem carga se as condições de activação tiverem deixado de existir. O limitador de binário não deve ser automaticamente desactivado sem que a causa da sua activação tenha sido corrigida.

6.5.5.7. Demonstração do limitador de binário

6.5.5.7.1. No âmbito do pedido de homologação previsto no ponto 3 do presente anexo, o fabricante deve demonstrar o funcionamento do limitador de binário através de ensaios num dinamómetro para motores ou de um ensaio do veículo.

6.5.5.7.2. Se for realizado um ensaio de motor com dinamómetro, o fabricante deve efectuar ciclos de ensaios ETC consecutivos para demonstrar que o limitador de binário, incluindo a sua activação, funciona em conformidade com o disposto no ponto 6.5 e, em especial, nos pontos 6.5.5.2 e 6.5.5.3.

6.5.5.7.3. Se for realizado um ensaio do veículo, este último deve ser conduzido em estrada ou na pista de ensaio para se demonstrar que o limitador de binário e a sua activação funcionam em conformidade com o disposto no ponto 6.5 e, em especial, nos pontos 6.5.5.2 e 6.5.5.3.

▼B

7. INSTALAÇÃO NO VEÍCULO

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

7.1.1. A depressão à admissão não deve exceder a especificada no Anexo VI para o motor homologado.

▼B

7.1.2. A contrapressão de escape não deve exceder a especificada no Anexo VI para o motor homologado.

7.1.3. O volume do sistema de escape não deve diferir em mais de 40 % do especificado no Anexo VI para o motor homologado.

7.1.4. A potência absorvida pelos equipamentos auxiliares necessários para o funcionamento do motor não deve exceder a especificada no Anexo VI para o motor homologado.

8. FAMÍLIA DE MOTORES

▼M1

8.1. **Parâmetros que definem a família de motores**

A família de motores, conforme definida pelo fabricante do motor, deve cumprir as disposições da norma ISO 16185.

▼B

8.2. **Escolha do motor precursor**

8.2.1. *Motores* diesel

Selecciona-se o motor precursor da família utilizando o critério primário do débito de combustível mais elevado por curso à velocidade correspondente ao binário máximo declarado. No caso de dois ou mais motores satisfazerem este critério primário, selecciona-se o motor precursor utilizando o critério secundário do débito de combustível mais elevado por curso à velocidade nominal. Em certas circunstâncias, as entidades homologadoras podem concluir que a melhor maneira de caracterizar o pior caso de emissões da família consiste em ensaiar um segundo motor. Assim, a autoridade de homologação pode seleccionar um motor adicional para o ensaio com base em características que indiquem que este pode ter o nível de emissões mais elevado dos motores da família.

Se os motores da família tiverem 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 precursor.

8.2.2. *Motores a gás*

Selecciona-se o motor precursor da família utilizando o critério primário da cilindrada mais elevada. No caso de dois ou mais motores satisfazerem este critério primário, selecciona-se o motor precursor utilizando os seguintes critérios secundários, pela ordem indicada:

— débito de combustível mais elevado por curso à velocidade correspondente à potência nominal declarada,

— regulação mais avançada da ignição,

— taxa de recirculação dos gases de escape mais baixa,

— inexistência de bomba de ar ou fluxo real de ar fornecido pela bomba mais baixo.

Em certas circunstâncias, as entidades homologadoras podem concluir que a melhor maneira de caracterizar o pior caso de emissões da família consiste em ensaiar um segundo motor. Assim, a autoridade de homologação pode seleccionar um motor adicional para o ensaio com base em características que indiquem que este pode ter o nível de emissões mais elevado dos motores da família.

▼M1

8.3. **Parâmetros que definem a família de motores OBD**

A família de motores OBD pode ser definida por parâmetros básicos de projecto que devem ser comuns aos sistemas de motores da mesma família.

Para que os sistemas de motores possam ser considerados da mesma família de motores OBD, devem ser comuns os parâmetros básicos indicados na lista a seguir:

— métodos de monitorização pelo sistema OBD,

— métodos de monitorização da detecção de anomalias,

▼M1

a não ser que tenha sido comprovado pelo fabricante, através de demonstração pertinente de carácter técnico ou de outro procedimento adequado, que esses métodos são equivalentes.

Nota: os motores que não pertencem à mesma família de motores podem, contudo, pertencer à mesma família de motores OBD, desde que os critérios acima indicados sejam preenchidos.

▼B

9. CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO

▼M1

9.1. As medidas destinadas a assegurar a conformidade da produção devem ser adoptadas em conformidade com as disposições do artigo 10.º da Directiva 70/156/CEE. É verificada a conformidade da produção com base nos dados do certificado de homologação que consta do anexo VI da presente directiva. Ao aplicar os apêndices 1, 2 e 3, as emissões medidas de gases e partículas poluentes provenientes de motores submetidos a um controlo da conformidade da produção devem ser ajustadas através da aplicação dos factores de deterioração (DF) adequados ao motor em causa, conforme consta do ponto 1.5 do apêndice ao anexo VI.

Se as entidades competentes considerarem não satisfatória a auditoria efectuada ao fabricante, aplicam-se os pontos 2.4.2 e 2.4.3 do anexo X da Directiva 70/156/CEE.

▼B

9.1.1. Se houver que medir emissões de poluentes e a homologação do motor tiver sido objecto de uma ou mais extensões, efectuam-se os ensaios com o ou os motores descritos no dossier informativo relativo à extensão em causa.

9.1.1.1. Conformidade do motor submetido ao ensaio das emissões de poluentes:

Depois da apresentação do motor às entidades competentes, o fabricante não poderá efectuar qualquer regulação nos motores seleccionados.

9.1.1.1.1. Retiram-se aleatoriamente três motores da série. 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 do ponto 6.2.1 são submetidos aos ensaios aplicáveis para efeitos de verificação da conformidade da produção. Com o acordo da autoridade de homologação, todos os outros motores homologados de acordo com as linhas A, B_1 e B_2 ou C dos quadros do ponto 6.2.1 são submetidos aos ciclos de ensaio ESC e ELR ou ao ciclo de ensaio ETC para verificação da conformidade de produção. Os valores-limite encontram-se indicados no ponto 6.2.1 do presente anexo.

9.1.1.1.2. Se as entidades competentes considerarem satisfatório o desvio-padrão da produção fornecido pelo fabricante em conformidade com o Anexo X da Directiva 70/156/CEE, aplicável aos veículos a motor e seus reboques, os ensaios efectuam-se conforme previsto no Apêndice 1 do presente Anexo.

Se as entidades competentes considerarem não satisfatório o desvio-padrão da produção fornecido pelo fabricante em conformidade com o Anexo X da Directiva 70/156/CEE, aplicável aos veículos a motor e aos seus reboques, os ensaios efectuam-se conforme previsto no Apêndice 2 do presente Anexo.

A pedido do fabricante, os ensaios podem ser efectuados conforme previsto no Apêndice 3 do presente Anexo.

9.1.1.1.3. Na sequência de um ensaio de motores por amostragem e de acordo com os critérios de ensaio previstos no Apêndice pertinente, 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.

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.

Se não se tomar uma decisão positiva em relação a todos os poluentes e nenhum dos poluentes for objecto de uma decisão negativa, ensaia-se outro motor (ver figura 2).

▼B

Se não for tomada qualquer decisão, o fabricante pode optar em qualquer momento por interromper os ensaios; nesse caso, será registada uma decisão negativa.

9.1.1.2. Os ensaios devem ser efectuados com motores novos. Os motores a gás devem ser rodados utilizando o método definido no ponto 3 do Apêndice 2 do Anexo III.

9.1.1.2.1. Contudo, a pedido do fabricante, podem ser ensaiados motores *diesel* ou a gás que tenham sido rodados durante um período superior ao indicado no ponto 9.1.1.2, com um máximo de 100 horas. Nesse caso, a rodagem será efectuada pelo fabricante, que se comprometerá a não fazer quaisquer regulações nos motores a ensaiar.

9.1.1.2.2. Se o fabricante pretender efectuar uma rodagem de acordo com o ponto 9.1.1.2.1, 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:

— as emissões de poluentes do primeiro motor a ensaiar são medidas às zero e às «x» horas,

— o coeficiente de evolução das emissões entre as zero e as «x» horas é calculado relativamente a cada poluente:

Emissões às «x» horas/Emissões às zero horas,

coeficiente de evolução pode ser inferior a 1.

Os outros motores não serão submetidos ao processo de rodagem, mas as suas emissões às zero horas serão multiplicadas pelo coeficiente de evolução.

Neste caso, os valores a reter são:

— no que se refere ao primeiro motor a ensaiar, os valores às «x» horas,

— no que se refere aos outros motores a ensaiar, os valores às zero horas, multiplicados pelo coeficiente de evolução.

9.1.1.2.3. No que diz respeito aos motores *diesel* e aos motores a GPL, todos estes ensaios podem ser efectuados com combustíveis comerciais. Todavia, a pedido do fabricante, podem ser utilizados os combustíveis de referência descritos no Anexo IV. Este facto implica ensaios, conforme descritos no ponto 4 do presente Anexo, com pelo menos dois dos combustíveis de referência para cada motor a gás.

9.1.1.2.4. No que diz respeito aos motores a GN, todos estes ensaios podem ser efectuados com combustíveis comerciais do seguinte modo:

— no que diz respeito aos motores marcados H, com um combustível comercial dentro da gama H ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}00$);

— no que diz respeito aos motores marcados L, com um combustível comercial dentro da gama L ($1{,}00 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$);

— no que diz respeito aos motores marcados HL, com um combustível comercial dentro da gama extrema do factor de desvio λ ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$).

Todavia, a pedido do fabricante, podem ser utilizados os combustíveis de referência descritos no Anexo IV. Este facto implica ensaios conforme descritos no ponto 4 do presente Anexo.

9.1.1.2.5. No 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 precursor foi ensaiado, ou com o eventual combustível 3 adicional referido nos pontos 4.1.3.1 e 4.2.1.1 com o qual o motor precursor possa ter sido ensaiado. Então, o resultado tem de ser convertido através de um cálculo que aplica o(s) factor(es) relevante(s) «r», «r_a» ou «r_b» descritos nos pontos 4.1.4, 4.1.5.1, e 4.2.1.2. Se r, r_a ou r_b forem inferiores a 1, não é necessária nenhuma correcção. 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 no caso dos motores a gás natural e combustíveis A e B no caso dos motores a GPL).

▼B

9.1.1.2.6. 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.

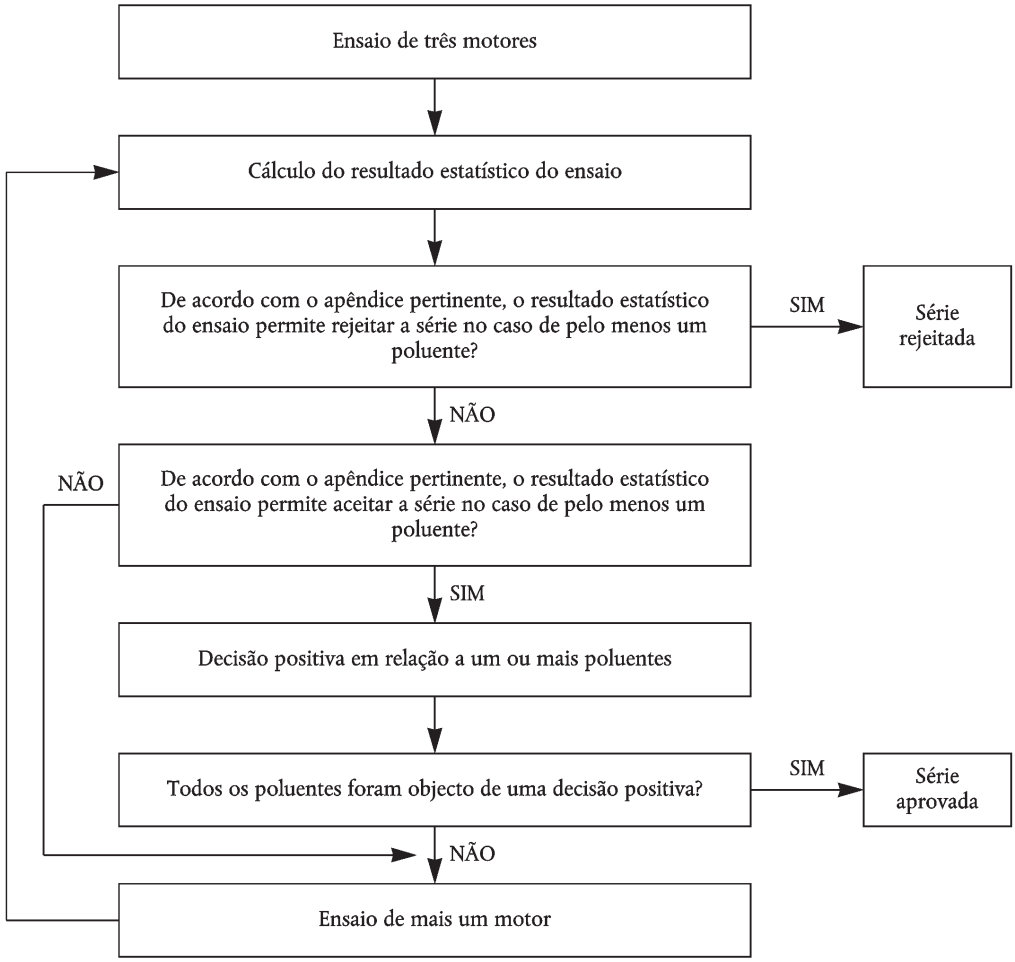


Figura 2

Diagrama esquemático dos ensaios de conformidade da produção

▼M1

9.1.2. *Diagnóstico a bordo (OBD)*

9.1.2.1. Se tiver de ser efectuado um controlo da conformidade da produção do sistema OBD, o mesmo deve ser realizado de acordo com as seguintes prescrições:

9.1.2.2. Quando a entidade homologadora considerar que a qualidade da produção não parece satisfatória, procede-se à selecção aleatória de um motor da série e este é submetido aos ensaios previstos no apêndice 1 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE. Estes ensaios podem ser efectuados em motores com uma rodagem máxima de 100 horas.

9.1.2.3. A produção é considerada conforme se esse motor satisfizer os requisitos dos ensaios previstos no apêndice 1 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE.

9.1.2.4 Se o motor retirado da série não satisfizer os requisitos do ponto 9.1.2.2, deve ser retirada da série uma nova amostra de quatro motores, que são submetidos aos ensaios previstos no apêndice 1 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE. Estes ensaios podem ser efectuados em motores com uma rodagem máxima de 100 horas.

9.1.2.5. A produção é considerada conforme se, pelo menos, três do conjunto de quatro motores que constituem a amostra aleatória satisfizerem os

▼**M1**

requisitos dos ensaios previstos no apêndice 1 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE.

10. CONFORMIDADE DOS VEÍCULOS/MOTORES EM CIRCULAÇÃO:

10.1. Para efeitos da presente directiva, a conformidade dos veículos / dos motores em circulação deve ser controlada periodicamente durante o período de vida útil de um motor montado num veículo.

10.2. No que se refere às homologações concedidas em matéria de emissões, é conveniente adoptar medidas adicionais para confirmar a funcionalidade dos dispositivos de controlo de emissões durante a vida útil normal de um motor montado num veículo em condições normais de utilização.

10.3. Os procedimentos a adoptar relativamente à conformidade dos veículos/motores em circulação estão indicados no anexo III da Directiva 2005/78/CE.

▼B

Apêndice 1

MÉTODO DE ENSAIO NO QUE DIZ RESPEITO À CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO QUANDO O DESVIO-PADRÃO FOR CONSIDERADO SATISFATÓRIO

1. O presente apêndice 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 três 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 %).

▼M1

3. O método seguinte é o utilizado para cada um dos poluentes previstos no ponto 6.2.1 do anexo I (ver a figura 2):

   Sejam:

   L = o logaritmo natural do valor-limite do poluente em questão;

   x_i = o logaritmo natural do valor medido (após ter sido aplicado o DF pertinente) 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 número da amostra em questão.

▼B

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

$$\frac{1}{s}\Sigma_{i=1}^{n}(L-\chi_i)$$

5. Nestas circunstâncias:

   — se o resultado estatístico do ensaio for superior ao número correspondente à decisão positiva previsto no Quadro 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 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 ponto 9.1.1.1 do Anexo I, aplicando-se depois o método de cálculo a uma amostra com mais uma unidade.

▼B

Quadro 3

Números correspondentes à decisão positiva e à decisão negativa do plano de amostragem do Apêndice 1

Dimensão mínima 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	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
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	2,535	– 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

▼B

Apêndice 2

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 apêndice 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 três 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 %).

▼M1

3. Considera-se que os valores dos poluentes indicados no ponto 6.2.1 do anexo I, após ter sido aplicado o DF pertinente, seguem uma distribuição logarítmica normal, pelo que é necessário calcular os respectivos logaritmos naturais. Os tamanhos mínimo e máximo da amostra são designados, respectivamente, por m_0 e m ($m_0 = 3$ e $m = 32$) e o tamanho da amostra é designado por n.

4. Se os logaritmos naturais dos valores medidos (após ter sido aplicado o DF pertinente) forem x_1, x_2, … x_i e se L for o logaritmo natural do valor-limite do poluente em questão, então:

▼B

$$d_i = \chi_i - L$$

e

$$\bar{d_n} = \frac{1}{n}\Sigma_{i=1}^{n} d_i$$

$$v_n^2 = \frac{1}{n}\Sigma_{i=1}^{n}\left(d_i - \bar{d_n}\right)^2$$

5. O Quadro 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 $\bar{d_n} / V_n$ as séries serão aprovadas ou rejeitadas com base nos seguintes critérios:

   Para $m_0 \leq n < m$:

   — se $\bar{d_n} / v_n \leq A_n$, a série é aprovada,

   — se $\bar{d_n} / v_n \geq B_n$, a série é rejeitada,

   — se $A_n < \bar{d_n} / v_n < B_n$, efectua-se uma nova medição.

6. Observações

   As seguintes fórmulas iterativas são úteis para calcular os valores sucessivos do resultado estatístico do ensaio:

$$\bar{d_n} = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\bar{d_{n-1}} + \frac{1}{n} d_n$$

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

$$\left(n = 2, 3, \ldots;\ \bar{d_1} = d_1;\ V_1 = 0\right)$$

▼B

Quadro 4

Números correspondentes à decisão positiva e à decisão negativa do plano de amostragem do Apêndice 2

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	- 0,48791	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
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

▼B

Apêndice 3

MÉTODO DE ENSAIO NO QUE DIZ RESPEITO AO ENSAIO DE CONFORMIDADE DA PRODUÇÃO EFECTUADO A PEDIDO DO FABRICANTE

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

2. Sendo três 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 %).

▼M1

3. O método seguinte é o utilizado para cada um dos poluentes indicados no ponto 6.2.1 do anexo I (ver a figura 2):

   Sejam:

   L = o logaritmo natural do valor-limite do poluente em questão;

   x_i = o logaritmo natural do valor medido (após ter sido aplicado o DF pertinente) 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 número da amostra em questão.

▼B

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 previsto no Quadro 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 previsto no Quadro 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 ponto 9.1.1.1 do presente Anexo, 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 5 foram determinados com base na norma ISO 8422/1991.

▼B

Quadro 5

Números correspondentes à decisão positiva e à decisão negativa do plano de amostragem do Apêndice 3

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

▼M1

Apêndice 4

DETERMINAÇÃO DA EQUIVALÊNCIA ENTRE SISTEMAS

A determinação da equivalência entre sistemas, em conformidade com o ponto 6.2. do presente anexo, baseia-se num estudo de correlação de 7 pares de amostras (ou mais), entre o sistema candidato e um dos sistemas de referência aceites pela presente directiva, mediante utilização do ciclo de ensaios adequado. Os critérios de equivalência a aplicar são o teste F e o teste t de Student bicaudal («two-sided»).

Este método estatístico examina a hipótese de o desvio-padrão da população e o valor médio para uma emissão medido com o sistema candidato não diferirem do desvio-padrão e do valor médio da população dessa emissão medido com o sistema de referência. A hipótese é testada com base num nível de significância de 5 % dos valores F e t. Os valores críticos F e t para os pares de 7 a 10 amostras são os indicados no quadro seguinte. Se os valores F e t calculados segundo a fórmula abaixo forem superiores aos valores críticos de F e t, o sistema candidato não é equivalente.

O seguinte procedimento deve ser adoptado. Os índices R e C remetem para a referência e sistema candidato, respectivamente:

a) Realiza-se, pelo menos, 7 ensaios com os sistemas candidatos e de referência, de preferência funcionando em paralelo. O número de ensaios é indicado como n_R e n_C

b) Calcula-se os valores médios x_R e x_C e os desvios-padrão s_R e s_C

c) Calcula-se o valor F do seguinte modo:

$$F = \frac{s^2_{\text{major}}}{s^2_{\text{minor}}}$$

(o maior dos dois desvios-padrão S_R ou S_C tem de ser no numerador)

d) Calcula-se o valor t do seguinte modo:

$$t = \frac{\left|x_C - x_R\right|}{\sqrt{\left(n_C - 1\right) \times s_C^2 + \left(n_R - 1\right) \times s_R^2}} \times \sqrt{\frac{n_C \times n_R \times \left(n_C + n_R - 2\right)}{n_C + n_R}}$$

e) Compara-se os valores F e t calculados com os valores críticos correspondentes ao número de ensaios respectivos indicados no quadro abaixo. Se forem seleccionadas amostras maiores, consulta-se as tabelas estatísticas para 5 % de nível de significância (95 % de confiança)

f) Determina-se os graus de liberdade (df) como segue:

para o ensaio F: $df = n_R - 1 / n_C - 1$

para o ensaio t: $df = n_C + n_R - 2$

Os valores F e t para as dimensões das amostras seleccionadas

Dimensão da amostra	Ensaio F		Ensaio t	
	df	F_{crit}	df	t_{crit}
7	6/6	4,284	12	2,179
8	7/7	3,787	14	2,145
9	8/8	3,438	16	2,120
10	9/9	3,179	18	2,101

▼**M1**

g) Determina-se a equivalência do seguinte modo:

— se $F < F_{crit}$ **e** $t < t_{crit}$, então o sistema candidato é equivalente ao sistema de referência da presente directiva,

— se $F \geq F_{crit}$ **e** $t \geq t_{crit}$, então o sistema candidato é diferente do sistema de referência da presente directiva.

▼B

ANEXO II

FICHA DE INFORMAÇÕES N.º ...

NOS TERMOS DO ANEXO I DA DIRECTIVA 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 veículos e a emissão de gases poluentes provenientes dos motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a gás de petróleo liquefeito utilizados em veículos

(Directiva 2005/55/CEE)

Modelo de veículo/motor precursor/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 GN/alimentado a GPL/alimentado a etanol [1] .....

0.6 Nome e endereço do fabricante: .....

▶[1] 0.7 Nome e endereço do mandatário do fabricante: .....◀

▶[2] 0.8 ◀ Localização das chapas e inscrições regulamentares e método de fixação: .....

▶[3] 0.9 ◀ No caso de componentes e de unidades técnicas, localização e método de fixação da marcação de homologação CE: .....

▶[4] 0.10 ◀ Endereço(s) da(s) linha(s) de montagem: .....

▶[5] 0.11 No caso de um veículo equipado com um sistema de diagnóstico a bordo (OBD), descrição escrita e/ou desenho do indicador de anomalias (IA): .....◀

Documentos anexos

1. Características essenciais do motor (precursor) e informações relativas à condução dos ensaios (apêndice 1)

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

3. Características essenciais dos tipos de motores dentro da família (apêndice 3)

4. Características das peças do veículo relacionadas com o motor (se aplicável) (apêndice 4)

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

6. Enumerar outros apêndices caso existam.

Data, processo

[1] Riscar o que não interessa.

▼B

Apêndice 1

CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DO MOTOR (PRECURSOR) 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 ([2])	
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:	cm^3
1.6.	Taxa de compressão volumétrica ([3]):	
1.7.	Desenhos da câmara de combustão e face superior do êmbolo:	
1.8.	Secções transversais mínimas das janelas de admissão e de escape:	cm^2
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 ([2])	
1.14.	*Combustível*: Combustível para motores *diesel*/GPL/GN-H/GN-L/GH-HL/etanol ([2])	
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 ([2])	
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 ([2])	
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]) No caso de motores não convencionais, devem ser fornecidos pelo fabricante pormenores equivalentes aos aqui referidos.
([2]) Riscar o que não interessa.
([3]) Especificar a tolerância.

▼B

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 injecção, no que diz respeito aos motores diesel, e no estágio final do regulador de pressão, no que diz respeito aos motores a gasolina

1.16.6. Pressão do combustível: mín: ..... kPa, máx: ..... kPa

no estágio final do regulador de pressão, para os motores alimentados a GN 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 80/1269/CEE do Conselho, de 16 de Dezembro de 1980, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes à potência dos motores dos veículos a motor ([2]):

..... 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 80/1269/CEE:

..... kPa

Volume do sistema de escape: ..... dm^3

►(1) 1.20. *Unidade de controlo electrónico do motor (EECU) (todos os tipos de motor)*

1.20.1. Marca: .....

1.20.2. Tipo: .....

1.20.3. Número(s) de calibração do suporte lógico (*software*): .....◄

([1]) Riscar o que não interessa.

([2]) JO L 375 de 31.12.1980, p. 46. Directiva com a última redacção que lhe foi dada pela Directiva 1999/99/CE da Comissão (JO L 334 de 28.12.1999, p. 32).

▼B

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. 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: .....

2.2.1.7. Concentração relativa: .....

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

2.2.1.9. Densidade das células: .....

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

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

►(1) 2.2.1.12. Gama de temperaturas de funcionamento normal (K): .....

2.2.1.13. Reagentes de consumo (se aplicável):

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

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

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

2.2.1.13.4. Periodicidade de reabastecimento de reagente: contínua/manutenção ([1]) ◄

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

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

2.2.2.2. Tipos: .....

2.2.2.3. Localização: .....

2.2.3. Injecção de ar: sim/não ([1])

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

([1]) Riscar o que não interessa.

▼B

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

►(1) 2.2.4.1. Características (marca, tipo, 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) 2.2.5.5. Gama de temperaturas de funcionamento normal (K) e gama de pressões (kPa): .....

2.2.5.6. No caso de regeneração periódica:

— Número de ciclos de ensaios ETC entre 2 regenerações (n1)

— Número de ciclos de ensaios ETC durante a regeneração (n2) ◄

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): ..... mm^3 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) 3.1.2.2.3. Calha comum, marca e tipo: ..... ◄

3.1.2.3. Injector(es)

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

▼B

3.1.2.3.1. Marca(s): .....

3.1.2.3.2. Tipo(s): .....

3.1.2.3.3. Pressão de abertura ..... kPa (2)
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 de 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* (3)

3.2.1. Combustível: Gás natural/GPL (1)

3.2.2. Regulador(es) de pressão ou vaporizador(es)/regulador(es) de pressão (2)

3.2.2.1. Marca(s): .....

3.2.2.2. Tipo(s): .....

3.2.2.3. Número dos estágios de redução de pressão: .....

3.2.2.4. Pressão no estágio final: mín. ..... kPa, máx. ..... 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 1999/96/CE (*): .....

3.2.3. Sistema de alimentação: 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 de 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: .....

(1) Riscar o que não interessa.
(2) Especificar a tolerância.
(3) No caso de sistemas dispostos de modo diferente, fornecer informações equivalentes. (No que diz respeito ao ponto 3.2).
(*) Directiva 1999/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Dezembro de 1999, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às medidas a tomar contra a emissão de gases e partículas poluentes provenientes dos motores de ignição por compressão utilizados em veículos e a emissão de gases poluentes provenientes dos motores de ignição comandada alimentados a gás natural ou a gás de petróleo liquefeito utilizados em veículos (JO L 44 de 16.2.1999, p. 1).

▼B

3.2.4.6. Número de certificação nos termos de 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 de 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 de 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 de 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 de 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 de 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 GN

3.2.8.1. Variante 1
(apenas no caso de homologações de motores preparados para várias composições de um combustível específico):

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

▼B

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 usw.):	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 de homologações 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. Gamas de referência e/ou de regulação ([1]): .....

5. **Sistema de ignição (motores de ignição comandada apenas)**

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.

▼B

6. **Equipamentos movidos pelo motor**

O motor deve ser apresentado aos ensaios com os equipamentos necessários ao funcionamento do motor (p. ex., ventoinha, bomba de água, etc.), conforme especificado nas condições de funcionamento do ponto 5.1.1 do Anexo I da Directiva 80/1269/CEE.

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 remover para o ensaio*

Os equipamentos necessários apenas para o funcionamento do veículo (p. ex., compressor de ar, sistema de ar condicionado, etc.) devem ser removidos para o ensaio. Se não puderem ser removidos, 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 precisa 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 indicados:

Equipamento	Potência absorvida (kW) a vários velocidades do motor						
	Marcha lenta sem carga	Velocidade baixa	Velocidade elevada	Velocidade A [1]	Velocidade B [1]	Velocidade C [1]	Velocidade de referência [2]
P(a) Equipamentos necessários para o funcionamento do motor (a subtrair da potência do motor medida) ver ponto 6.1							
P(b) Equipamentos não necessários para o funcionamento do motor (a adicionar à potência do motor medida) ver ponto 6.2							

[1] Ensaio ESC.
[2] Ensaio ETC apenas.

▼B

8. **Comportamento funcional do motor**

8.1. *Velocidades do motor* (1)

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 80/1269/CEE, 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 (ponto 6.1) — se montados — se não montados	0	0	0	0	0
P(b) Potência absorvida pelos equipamentos a remover para o ensaio (ponto 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) Ensaio ETC apenas.

(1) Especificar a tolerância; devem ter uma aproximação de ± 3 % em relação aos valores declarados pelo fabricante.

▼B

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 ponto 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. Ensaios ESC e ELR

As posições do dinamómetro devem ser calculadas de acordo com a fórmula do ponto 1.2 do Apêndice 1 do Anexo III.

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 ponto 2 do Apêndice 2 do Anexo III, 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) 9. **Sistema de diagnóstico a bordo (OBD)**

9.1. Descrição escrita e/ou desenho do indicador de anomalias (IA) (1): .....

9.2. Lista e finalidade de todos os componentes controlados pelo sistema OBD: .....

9.3. Descrição escrita (princípios gerais de funcionamento do sistema OBD) para:

9.3.1. Motores diesel e a gás (1):

9.3.1.1. Monitorização do catalisador (1): .....

9.3.1.2. Monitorização do sistema de eliminação dos NO_x (1): .....

9.3.1.3. Monitorização dos filtros de partículas diesel (1): .....

9.3.1.4. Controlo do sistema electrónico de alimentação de combustível (1): .....

9.3.1.5. Outros componentes monitorizados pelo sistema OBD (1): .....

9.4. Critérios para o accionamento do IA (número fixo de ciclos de condução ou método estatístico): .....

9.5. Lista de todos os formatos e códigos de saída do OBD utilizados (com uma explicação de cada um deles): .....

10. **Limitador de binário**

10.1. Descrição da activação do limitador de binário

10.2. Descrição da limitação da curva de plena carga ◄

►(2) (1) Riscar o que não é aplicável. ◄

▼B

Apêndice 2

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/emulsão 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 precursor): capacidade do sistema / débito de combustível por curso de acordo com o(s) número(s) do(s) diagrama(s): .....

2. **Lista da família de motores**

2.1. Designação da família de motores *diesel* .....

2.1.1. Especificação dos motores dentro dessa família: .....

					Motor precursor
Tipo de motor					
Número de cilindros					
Velocidade nominal (min^{-1})					
►(1) Caudal 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 % em relação ao motor precursor)					100

([1]) Se não aplicável escrever n.a.

▼B

2.2. Designação da família de motores a gás: .....

2.2.1. Especificação dos motores dentro dessa família: .....

					Motor precursor
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 de marcha lenta sem carga (min^{-1})					
Cilindrada unitária (em % em relação ao motor precursor)					100
Regulação da ignição					
Fluxo da recirculação dos gases de escape					
Bomba de ar: sim/não					
Fluxo real da bomba de ar					

▼B

Apêndice 3

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

1.	**Descrição do motor**
1.1.	Fabricante: .....
1.2.	Código do fabricante para o motor: .....
1.3.	Ciclo: quatro tempos/dois tempos (2)
1.4.	Número e disposição dos cilindros: .....
1.4.1.	Diâmetro: ..... mm
1.4.2.	Curso: ..... mm
1.4.3.	Ordem de inflamação: .....
1.5.	Cilindrada: ..... cm^3
1.6.	Taxa de compressão volumétrica (3) .....
1.7.	Desenhos da câmara de combustão e face superior do êmbolo: .....
1.8.	Secções transversais mínimas das janelas de admissão e de escape: ..... cm^2
1.9.	Velocidade de marcha lenta sem carga: ..... $mín^{-1}$
1.10.	Potência útil máxima: ..... kW a ..... $mín^{-1}$
1.11.	Velocidade máxima admitida do motor: ..... $mín^{-1}$
1.12.	Binário útil máximo: ..... Nm a ..... $mín^{-1}$
1.13.	*Sistema de combustão:* ignição por compressão/ignição comandada (2)
1.14.	*Combustível:* Combustível para motores (2)
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 (2)
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 (2)
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: .....

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

▼B

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 injecção, no que diz respeito aos motores diesel, e no estágio final do regulador de pressão, no que diz respeito aos motores a gasolina

1.16.6. Pressão do combustível: mín: ..... kPa, máx: ..... kPa

no estágio final do regulador de pressão, para os motores alimentados a GN 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 nomínal do motor e a 100 % de carga, conforme especificado nas condições de funcionamento da Directiva 80/1269/CEE:

..... kPa

1.19. *Sistema de escape*

Contrapressão máxima admissível de escape à velocidade nomínal do motor e a 100 % de carga, conforme especificado nas condições de funcionamento da Directiva 80/1269/CEE:

..... kPa

Volume: .....cm^3

►([1]) 1.20. *Unidade de controlo electrónico do motor (EECU) (todos os tipos de motor)*

1.20.1. Marca:

1.20.2. Tipo:

1.20.3. Número(s) de calibração do suporte lógico (*software*): .....◄

([1]) Riscar o que não interessa.

▼B

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. 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: .....

2.2.1.7. Concentração relativa: .....

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

2.2.1.9. Densidade das células: .....

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

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

.....

►(1) 2.2.1.12. Gama de temperaturas de funcionamento normal (K): .....

2.2.1.13. Reagentes de consumo (se aplicável): .....

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

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

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

2.2.1.13.4. Periodicidade de reabastecimento de reagente: contínua/manutenção ([1]) ◄

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

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

2.2.2.2. Tipos: .....

2.2.2.3. Localização: .....

2.2.3. Injecção de ar: sim/não ([1])

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

([1]) Riscar o que não interessa.

▼B

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

►(1) 2.2.4.1. Características (marca, tipo, 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) 2.2.5.5. Gama de temperaturas de funcionamento normal (K) e gama de pressões (kPa): .....

2.2.5.6. No caso de regeneração periódica:

— Número de ciclos de ensaios ETC entre 2 regenerações (n1)

— Número de ciclos de ensaios ETC durante a regeneração (n2) ◄

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

Druck ([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]): . mm por curso à velocidade do motor de . $mín^{-1}$ 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) 3.1.2.2.3. Calha comum, marca e tipo: ..... ◄

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 ..... kPA ([2]) ou diagrama característico ([1]) ([2])

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

▼B

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: ..... $mín^{-1}$

3.1.2.4.4. Velocidade máxima sem carga: ..... $mín^{-1}$

3.1.2.4.5. Velocidade em marcha lenta sem carga: ..... $mín^{-1}$

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* ([1])

3.2.1. Combustível: Gás natural/GPL ([2])

3.2.2. Regulador(es) de pressão ou vaporizador(es)/regulador(es) de pressão ([3])

3.2.2.1. Marca(s): .....

3.2.2.2. Tipo(s): .....

3.2.2.3. Número dos estágios de redução de pressão: .....

3.2.2.4. Pressão no estágio final: mín. ..... kPa, máx. ..... 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 de 1999/96/CE: .....

3.2.3. Sistema de alimentação: unidade de mistura/injecção de gás/injecção de líquido/injecção directa ([2])

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 de 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 de 1999/96/CE: .....

3.2.5. Injecção no colector de admissão:

3.2.5.1. Injecção: ponto único/multiponto ([2])

3.2.5.2. Injecção: contínua/temporizada simultaneamente/temporizada sequencialmente ([2])

3.2.5.3. Equipamento de injecção

([1]) No caso de sistemas dispostos de modo diferente, fornecer informações equivalentes. (No que diz respeito ao ponto 3.2).
([2]) Riscar o que não interessa.
([3]) Especificar a tolerância.

▼B

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 de 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 de 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 de 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 de 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 de 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 GN

3.2.8.1. Variante 1

(apenas no caso de homologações 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 usw.):	típica: ..... %(mol);	mín. ..... %(mol);	máx. ..... %(mol)

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

▼B

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 de homologações 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. Gamas de referência e/ou de regulação ([1]): .....

5. **Sistema de ignição (motores de ignição comandada apenas)**

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 ([1]): graus antes do PMS a uma velocidade de mín^{-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] 6. **Sistema de diagnóstico a bordo (OBD)**

6.1. Descrição escrita e/ou desenho do indicador de anomalias (IA) ([1]): .....

6.2. Lista e finalidade de todos os componentes controlados pelo sistema OBD: .....

6.3. Descrição escrita (princípios gerais de funcionamento do sistema OBD) para:

6.3.1. Motores diesel e a gás ([1]): .....

6.3.1.1. Monitorização do catalisador ([1]): .....

6.3.1.2. Monitorização do sistema de eliminação dos NO_x ([1]): .....

6.3.1.3. Monitorização dos filtros de partículas diesel ([1]): .....

6.3.1.4. Controlo do sistema electrónico de alimentação de combustível ([1]): .....

6.3.1.5. Outros componentes monitorizados pelo sistema OBD ([1]): .....

6.4. Critérios para o accionamento do IA (número fixo de ciclos de condução ou método estatístico): .....

6.5. Lista de todos os formatos e códigos de saída do OBD utilizados (com uma explicação de cada um deles): .....

7. **Limitador de binário**

7.1. Descrição da activação do limitador de binário

7.2. Descrição da limitação da curva de plena carga ◄

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

►[1] M1

▼B

Apêndice 4

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 ponto 5.1.1 do Anexo I da Directiva 80/1269/CEE.

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)
P(a) Equipamentos necessários para o funcionamento do motor (a subtrair da potência do motor medida) ver ponto 6.1							

(1) Ensaio ESC.
(2) Ensaio ETC apenas.

▼**M1**

Apêndice 5

INFORMAÇÕES RELATIVAS AO OBD

1. Em conformidade com o disposto no ponto 5 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE, o fabricante do veículo deve fornecer as seguintes informações suplementares, para permitir o fabrico de peças de substituição ou de acessórios compatíveis com os sistemas OBD e de ferramentas de diagnóstico e equipamentos de ensaio, a não ser que essas informações estejam protegidas por direitos de propriedade intelectual ou constituam saber-fazer específico do fabricante ou do(s) fornecedor(es) de equipamentos de origem.

   Se aplicável, a informação constante do presente ponto deve ser repetida no apêndice 2 do certificado de homologação CE (anexo VI da presente directiva):

1.1. Uma descrição do tipo e número de ciclos de pré-condicionamento usados para a primeira homologação do veículo.

1.2. Uma descrição do tipo de ciclo de demonstração do OBD usado para a primeira homologação do veículo relativa ao componente monitorizado pelo sistema OBD.

1.3. Um documento exaustivo que descreva todos os componentes monitorizados, com a estratégia para detecção de anomalias e activação do IA (número fixo de ciclos de condução ou método estatístico), incluindo uma lista de parâmetros monitorizados secundários pertinentes para cada componente controlado pelo sistema OBD. Lista de todos os formatos e códigos de saída do OBD utilizados (com uma explicação de cada um deles) associados a cada componente do grupo motopropulsor relacionado com as emissões e a cada componente não relacionado com as emissões, nos casos em que a monitorização dos componentes seja usada para determinar a activação do IA.

1.3.1. As informações pedidas neste ponto podem ser definidas, por exemplo, pelo preenchimento do quadro abaixo, que será apenso ao presente anexo:

Componente	Código de anomalia	Estratégia de controlo	Critérios para a detecção de anomalias	Critérios de activação do IA	Parâmetros secundários	Pré-condicionamento	Ensaio de demonstração
catalisador SCR	Pxxxx	Sinais do sensor 1 e 2 de NO_x	Diferença entre os sinais do sensor 1 e do sensor 2	3.º ciclo	Velocidade e carga do motor, temperatura do catalisador e actividade do reagente	Três ciclos de ensaios OBD (três breves ciclos de ensaios ESC)	ciclo de ensaios OBD (ciclo ESC breve)

1.3.2. As informações exigidas por este apêndice poderão limitar-se à lista completa dos códigos de anomalias registados pelo sistema OBD, sempre que não seja aplicável o ponto 5.1.2.1 do anexo IV da Directiva 2005/78/ /CE, como é o caso das peças de substituição ou dos acessórios. Essa informação poderá ser comunicada, por exemplo, através do preenchimento das duas primeiras colunas do quadro do ponto 1.3.1 acima.

   O pacote completo de informações deve ser disponibilizado à entidade homologadora enquanto parte dos dados adicionais solicitados em conformidade com o ponto 6.1.7.1 do anexo I da presente directiva («requisitos em matéria de documentação»).

1.3.3. A informação constante do presente ponto deve ser repetida no apêndice 2 do certificado de homologação CE (anexo VI da presente directiva).

   Sempre que não seja aplicável o ponto 5.1.2.1 do anexo IV da Directiva 2005/78/CE, como é o caso das peças de substituição ou dos acessórios, as informações fornecidas no apêndice 2 do certificado de homologação CE (anexo VI da presente directiva) podem limitar-se às mencionadas no ponto 1.3.2

▼B

ANEXO III

MÉTODO DE ENSAIO

1. INTRODUÇÃO

1.1. O presente anexo descreve os métodos de determinação das emissões de componentes gasosos, partículas e fumos pelos motores a ensaiar. Descrevem-se três ciclos de ensaio, que serão aplicados de acordo com as disposições do ponto 6.2 do Anexo I:

— o ensaio ESC, que consiste num ciclo de 13 modos em estado estacionário,

— 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,

— o ensaio ETC, que consiste numa sequência segundo a segundo de modos transientes.

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

1.3. **Princípio da medição**

As emissões a medir, provenientes do escape do motor, incluem os componentes gasosos (monóxido de carbono, hidrocarbonetos totais no que diz respeito aos motores *diesel* no ensaio ESC apenas, hidrocarbonetos não-metânicos no que diz respeito aos motores *diesel* e a GN no ensaio ETC apenas, metano no que diz respeito aos motores a gás no ensaio ETC apenas e óxidos de azoto), as partículas (motores *diesel* apenas) e os fumos (motores *diesel* no ensaio ELR apenas). Além disso, 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. A boa prática de engenharia recomenda a medição geral do dióxido de carbono como excelente ferramenta para a detecção de problemas de medição durante o ensaio.

▼M1

1.3.1. *Ensaio ESC*

Durante uma sequência prescrita de condições de funcionamento do motor aquecido, examinam-se continuamente as quantidades das emissões de escape acima referidas retirando uma amostra dos gases de escape brutos ou diluídos. O ciclo de ensaio consiste num determinado número de modos de velocidade e potência que cobrem a gama operacional característica dos motores diesel. Durante cada modo, determinam-se a concentração de cada gás poluente, o caudal de escape e a potência, sendo os valores medidos ponderados. Para medição das partículas, os gases de escape são diluídos com ar ambiente condicionado, utilizando-se quer um sistema de diluição do fluxo parcial ou um sistema de diluição do fluxo total. As partículas são recolhidas num filtro único adequado proporcionalmente aos factores de ponderação de cada modo. Calcula-se a massa, em gramas, de cada poluente emitida por kWh, conforme descrito no apêndice 1 do presente anexo. Além disso, mede-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. A verificação dos NO_x assegura a eficácia do controlo de emissões do motor dentro da gama de funcionamento típica do motor.

▼B

1.3.2. *Ensaio ELR*

Durante o ensaio de reacção a uma carga prescrita, determinam-se os fumos de um motor aquecido através de um opacímetro. O ensaio consiste em submeter o motor, a velocidade constante, a uma carga crescente de 10 % a 100 % a três velocidades diferentes do motor. Além disso, efectua-se um quarto patamar de carga seleccionado pelo serviço técnico ([1]), sendo o valor comparado com os valores dos patamares de carga anteriores. Determina-se o pico dos fumos utilizando um algoritmo de cálculo de médias, conforme descrito no Apêndice 1 do presente anexo.

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

▼M1

1.3.3. *Ensaio ETC*

Durante um ciclo transiente prescrito de condições de operação do motor aquecido, que é baseado em padrões específicos da condução rodoviária de motores pesados instalados em camiões e autocarros, examinam-se os poluentes acima indicados quer após diluição da totalidade dos gases de escape com ar ambiente condicionado (sistema CVS com diluição dupla para partículas), quer determinando os componentes gasosos nos gases de escape brutos e as partículas com um sistema de diluição do escoamento parcial. 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 ciclo. Para um sistema CVS, a concentração de NO_x e HC deve ser determinada durante o ciclo por integração do sinal do analisador, enquanto a concentração de CO, CO_2 e NMHC pode ser determinada pela integração do sinal do analisador ou pela recolha de amostras em sacos. Se medidos nos gases de escape brutos, todos os componentes gasosos devem ser determinados ao longo do ciclo por integração do sinal do analisador. No que diz respeito às partículas, recolhe-se uma amostra proporcional num filtro adequado. Determina-se o caudal dos gases de escape brutos ou diluídos ao longo do ciclo para calcular os valores das emissões mássicas dos poluentes. Esses valores são relacionados com o trabalho do motor para se obter a massa, em gramas, de cada poluente emitida por kWh, conforme descrito no apêndice 2 do presente anexo.

▼B

2. CONDIÇÕES DE ENSAIO

▼M1

2.1. **Condições de ensaio do motor**

2.1.1. Medem-se a temperatura absoluta (T_a) do ar do motor na entrada do motor, expressa em Kelvin, e a pressão atmosférica seca (p_s), expressa em kPa, e determina-se o parâmetro f_a de acordo com as disposições que se seguem. Nos motores multicilindros com grupos distintos de colectores, por exemplo nos motores em "V", deve ser medida a temperatura média dos diferentes grupos.

a) Para motores de ignição por compressão:

Motores com aspiração normal e motores com sobrealimentação mecânica:

$$fa = \left(\frac{99}{p_s}\right) \times \left(\frac{Ta}{298}\right)^{0,7}$$

Motores turbocomprimidos com ou sem arrefecimento do ar de admissão:

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

b) Para motores de ignição por faísca:

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

2.1.2. *Validade do ensaio*

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

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

▼B

2.2. **Motores com arrefecimento do ar de sobrealimentação**

Regista-se a temperatura do ar de sobrealimentação, que deve estar, à velocidade correspondente à potência máxima declarada e a plena carga, a ± 5 K da temperatura máxima do ar de sobrealimentação especificada no ponto 1.16.3 do Apêndice 1 do Anexo II. A temperatura do fluido de arrefecimento deve ser pelo menos de 293 K (20 °C).

Se 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 ponto 1.16.3 do Apêndice 1 do Anexo II à velocidade correspondente à potência máxima declarada e a plena carga. A regulação do sistema de arrefecimento do ar da sobrealimentação para satisfazer as condições acima não é controlada e deve ser utilizada para todo o ciclo de ensaio.

2.3. **Sistema de admissão de ar no motor**

Utiliza-se 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.

2.4. **Sistema de escape do motor**

Utiliza-se um sistema de escape que apresente uma contrapressão no escape situada a menos de ± 1 000 Pa do limite superior do motor a funcionar à velocidade da potência máxima declarada e a plena carga e um volume situado entre ± 40 % que o especificado pelo fabricante. Pode-se utilizar um sistema da oficina de ensaios desde que represente as condições reais de funcionamento do motor. O sistema de escape deve satisfazer os requisitos da recolha de amostras de gases de escape constantes do ponto 3.4 do Apêndice 4 do Anexo III e dos pontos 2.2.1, tubo de escape EP, e 2.3.1, tubo de escape EP, do Anexo V.

Se o motor estiver equipado com um dispositivo de pós-tratamento dos gases de escape, o tubo de escape deve ter o mesmo diâmetro que o 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. 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. A contrapressão ou a restrição de escape devem seguir os mesmos critérios que os acima indicados, e podem ser reguladas com uma válvula. 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.

2.5. **Sistema de arrefecimento**

Utiliza-se um sistema de arrefecimento do motor com capacidade suficiente para manter o motor às temperaturas normais de funcionamento prescritas pelo fabricante.

2.6. **Lubrificante**

As especificações do lubrificante utilizado para o ensaio devem ser registadas e apresentadas com os resultados do ensaio, conforme especificado no ponto 7.1 do Apêndice 1 do Anexo II.

2.7. **Combustível**

O combustível deve ser o combustível de referência especificado no Anexo IV.

A temperatura do combustível e o ponto de medição devem ser especificados pelo fabricante dentro dos limites dados no ponto 1.16.5 do Apêndice 1 do Anexo II. A temperatura do combustível não deve ser inferior a 306 K (33 °C). Se não especificada, deve ser de 311 K ± 5 K (38 °C ± 5 °C) à entrada da linha de combustível.

No que diz respeito aos motores a GN e a GPL, a temperatura do combustível e o ponto de medição devem situar-se dentro dos limites dados no ponto 1.16.5 do Apêndice 1 do Anexo II ou, quando o motor não seja um motor precursor, no ponto 1.16.5 do Apêndice 3 do mesmo Anexo.

▼M1

2.8 Se o motor estiver equipado com um sistema de pós-tratamento dos gases de escape, as emissões medidas no(s) ciclo(s) de ensaio devem ser representativas das emissões no terreno. No caso de um motor equipado com sistemas de pós-tratamento dos gases de escape que requeiram o consumo de um reagente, o reagente utilizado para todos os ensaios deve cumprir o disposto no ponto 2.2.1.13 do apêndice 1 do anexo II.

2.8.1. Para um sistema de pós-tratamento dos gases de escape baseado num processo de regeneração contínuo, as emissões devem ser medidas num sistema de pós-tratamento dos gases de escape estabilizado.

O processo de regeneração deve ocorrer, pelo menos, uma vez durante o ensaio ETC, e o fabricante deve declarar as condições normais em que a regeneração ocorre (carga de fuligem, temperatura, contrapressão de escape, etc.).

Para verificar o processo de regeneração devem ser realizados, pelo menos, cinco ensaios ETC. Durante os ensaios, devem ser registadas a temperatura e a pressão (temperatura antes e depois do sistema de pós-tratamento dos gases de escape, contrapressão no escape, etc.).

O sistema de pós-tratamento dos gases de escape é considerado satisfatório se as condições declaradas pelo fabricante ocorrerem no decurso do ensaio durante um período de tempo considerado suficiente.

O resultado do ensaio final deve ser a média aritmética dos diferentes resultados do ensaio ETC.

Se o sistema de pós-tratamento dos gases de escape tiver um modo de segurança que passa a modo de regeneração periódica, o primeiro deve ser ensaiado em conformidade com o disposto no ponto 2.8.2. Para esse caso específico, os limites de emissão constantes do quadro 2 do anexo I podem ser ultrapassados e não seriam ponderados.

2.8.2. No tocante a sistemas de pós-tratamento dos gases de escape baseados num processo de regeneração periódica, as emissões devem ser medidas durante, pelo menos, dois ensaios ETC, um durante a regeneração e outro fora dessa fase, num sistema de pós-tratamento dos gases de escape estabilizado, e os respectivos resultados ponderados.

O processo de regeneração deve ocorrer, no mínimo, uma vez no decurso do ensaio ETC. O motor pode estar equipado com um interruptor capaz de impedir ou permitir o processo de regeneração, desde que esta operação não tenha efeitos sobre a calibração original do motor.

O fabricante deve declarar as condições normais dos parâmetros em que o processo de regeneração ocorre (carga de fuligem, temperatura, contrapressão de escape, etc.) e a sua duração (n2). O fabricante deve igualmente fornecer todos os dados para determinar o tempo entre duas regenerações (n1). O procedimento exacto para determinar esse período deve ser acordado com o serviço técnico, com base no bom senso técnico.

O fabricante deve fornecer um sistema de pós-tratamento dos gases de escape que tenha sido carregado para se poder atingir a regeneração no decurso do ensaio ETC. A regeneração não deve ocorrer durante essa fase de condicionamento do motor.

As emissões médias entre fases de regeneração devem ser determinadas com base na média aritmética de vários ensaios ETC aproximadamente equidistantes. Recomenda-se a realização de, no mínimo, um ensaio ETC antes e tão próximo quanto possível de um ensaio de regeneração e de um ensaio ETC imediatamente após um ensaio de regeneração. Em alternativa, o fabricante pode fornecer dados que comprovem que as emissões permanecem constantes (± 15 %) entre as fases de regeneração. Neste caso, só podem ser utilizadas as emissões de um único ensaio ETC.

Durante o ensaio de regeneração, todos os dados necessários para detectar a regeneração devem ser registados (emissões de CO ou NO_x, temperatura antes e depois do sistema de pós-tratamento, contrapressão no escape, etc.).

Durante o processo de regeneração, os limites de emissão constantes do quadro 2 do anexo I podem ser ultrapassados.

As emissões medidas devem ser ponderadas em conformidade com o disposto nos pontos 5.5 e 6.3 do apêndice 2 do anexo I.

▼B

Apêndice 1

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 declarados 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 ponto 8.2 do Apêndice 1 do Anexo II. 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 ponto 8.2 do Apêndice 1 do Anexo II. 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:

Velocidade A = n_{lo} + 25 % (n_{hi} – n_{lo})

Velocidade B = n_{lo} + 50 % (n_{hi} – n_{lo})

Velocidade C = n_{lo} + 75 % (n_{hi} – n_{lo})

Podem-se verificar as velocidades A, B e C do motor através de qualquer um 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 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 ± 50 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 uma 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 ponto 8.2 do Apêndice 1 do Anexo II. 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) × (L/100) se ensaiado em condições «úteis»

s = P(n) × (L/100) + (P(a) - P(b)) se não ensaiado em condições «úteis»

em que

s = posição do dinamómetro, kW

P(n) = potência útil do motor conforme indicada no ponto 8.2 do Apêndice 1 do Anexo II, kW

L = percentagem de carga conforme indicada no ponto 2,71 %

P(a) = potência absorvida pelos equipamentos a instalar conforme indicado no ponto 6.1 do Apêndice 1 do Anexo II

P(b) = potência absorvida pelos equipamentos a retirar conforme indicado no ponto 6.2 do Apêndice 1 do Anexo II.

▼B

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.

▼M1

2.1. **Preparação do filtro de recolha de amostras**

Pelo menos uma hora antes do ensaio, coloca-se cada filtro numa placa de Petri parcialmente coberta, protegida contra a contaminação por pó e numa câmara de pesagem para estabilização. No final do período de estabilização, pesa-se cada filtro e regista-se a tara. Armazena-se então o filtro numa placa de Petri fechada ou num suporte de filtro selado até ser necessário para o ensaio. O filtro deve ser utilizado no prazo de 8 horas a contar da sua remoção da câmara de pesagem. A tara deve ser registada.

▼B

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 (52 °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 zero 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
1	marcha lenta sem carga	—	0,15	4 minutos
2	A	100	0,08	2 minutos
3	B	50	0,10	2 minutos
4	B	75	0,10	2 minutos
5	A	50	0,05	2 minutos
6	A	75	0,05	2 minutos

▼B

Número do modo	Velocidade do motor	Percentagem de carga	Factor de ponderação	Duração do modo
7	A	25	0,05	2 minutos
8	B	100	0,09	2 minutos
9	B	25	0,10	2 minutos
10	C	100	0,08	2 minutos
11	C	25	0,05	2 minutos
12	C	75	0,05	2 minutos
13	C	50	0,05	2 minutos

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 ponto 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 ± 50 min^{-1} e o binário especificado com uma aproximação de ± 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 pelo 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.

▼M1

2.7.4. *Recolha de amostras de partículas*

Deve ser usado um só filtro para o procedimento de ensaio completo. Toma-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 o quociente de diluição de modo a satisfazer o critério dos factores de ponderação efectivos do ponto 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 não deve ser concluída mais cedo do que 5 segundos antes do final de cada modo.

▼B

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 ponto 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 (ver pontos 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.

▼B

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 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 pontos 2.7.3, 2.7.5 e 4.1 do presente apêndice, e o ponto 3 do Apêndice 4 do Anexo III.

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

2.7.7. *Reverificação dos analisadores*

Após o ensaio das emissões, utiliza-se um gás de colocação no zero 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 ponto 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 zero 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 % ± 1,0 %. Estando a luz impedida de atingir o receptor, ajusta-se a leitura para uma opacidade de 100,0 % ± 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 ponto 1.1 do Anexo III, 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 3.

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

▼B

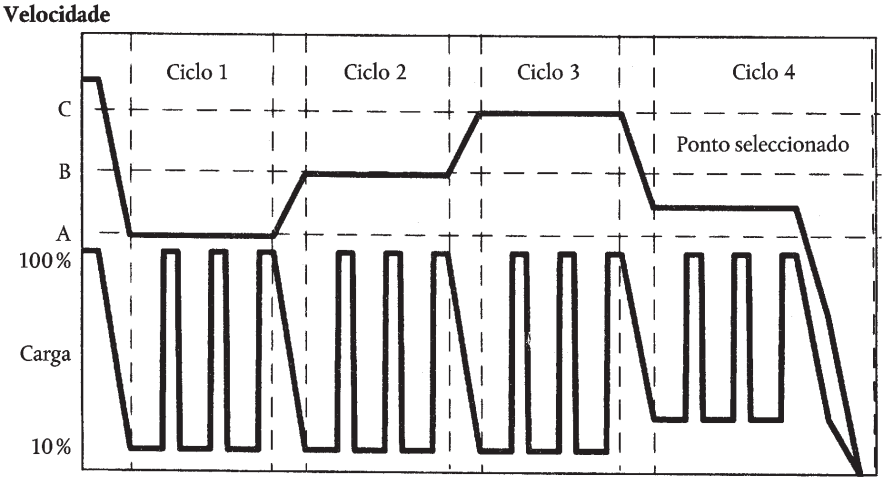


Figura 3

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 ± 20 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 ± 20 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 ponto 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 1 do Anexo I, 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 zero do opacímetro após o ensaio não deve exceder ± 5,0 % do valor-limite indicado no Quadro 1 do Anexo I.

▼M1

4. CÁLCULO DO CAUDAL DOS GASES DE ESCAPE

4.1. **Determinação do caudal mássico bruto dos gases de escape**

Para o cálculo das emissões nos gases de escape brutos, é necessário conhecer o fluxo dos gases de escape (ver ponto 4.4 do apêndice 1). O caudal mássico de gases de escape deve ser determinado em conformidade com os pontos 4.1.1 ou 4.1.2. A precisão da determinação do caudal dos gases de escape deve ser de ± 2,5 % da leitura ou 1,5 % do valor máximo do motor, consoante o que for maior. Podem ser utilizados métodos equivalentes (nomeadamente, os descritos no ponto 4.2 do apêndice 2 do presente anexo).

4.1.1. *Método de medição directa*

A medição directa do caudal dos gases de escape pode ser efectuada por sistema como:

— dispositivos de diferencial de pressão, tal como tubeiras de escoamento,

— medidor de escoamento ultra-sónico,

— medidor de escoamento por vórtices.

Devem ser tomadas precauções para evitar erros de medição que teriam influência nos erros dos valores de emissões. Tais precauções incluem a instalação cuidadosa do dispositivo do sistema de escape do motor de acordo com as recomendações do fabricante do instrumento e com a boa prática da engenharia. Em especial, o comportamento funcional do motor e as emissões não devem ser afectados pela instalação do dispositivo.

4.1.2. *Método de medição do ar e do combustível*

Trata-se da medição do fluxo de ar e do fluxo de combustível. Utilizam-se debitómetros de ar e de combustível para atingir a precisão total definida no ponto 4.1. O cálculo do caudal dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

$$q_{mew} = q_{maw} + q_{mf}$$

4.2. **Determinação do caudal mássico dos gases de escape diluídos**

Para o cálculo das emissões contidas nos gases de escape diluídos utilizando um sistema de diluição do fluxo total, é necessário conhecer o caudal mássico dos gases de escape diluídos. O caudal dos gases de escape diluídos (q_{medw}) deve ser medido, durante cada modo, com um PDP-CVS, CFV-CVS ou SSV-CVS de acordo com as fórmulas gerais indicadas no ponto 4.1 do apêndice 2 do presente anexo. A precisão deve ser de ± 2 % da leitura ou superior, e é determinada em conformidade com as disposições do ponto 2.4 do apêndice 5 do presente anexo.

5. CÁLCULO DAS EMISSÕES GASOSAS

5.1. **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 este 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.

Determina-se o escoamento dos gases de escape q_{mew} ou o escoamento dos gases de escape diluídos q_{mdew}, se utilizados facultativamente, de acordo com o ponto 2.3 do apêndice 4 do presente anexo.

5.2. **Correcção 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. A conversão deve ser feita para cada modo individualmente.

$$c_{wet} = k_w \times c_{dry}$$

▼**M1**

Para os gases de escape brutos:

$$k_{W,r} = \left(1 - \frac{1{,}2442 \times H_a + 111{,}19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \times H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \times k_f \times 1000} \right) \times 1{,}008$$

ou

$$k_{W,r} = \left(1 - \frac{1{,}2442 \times H_{\mathrm{a}} + 111{,}19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \times H_{\mathrm{a}} + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \times k_{\mathrm{f}} \times 1000} \right) \Bigg/ \left(1 - \frac{p_{\mathrm{r}}}{p_{\mathrm{b}}} \right)$$

em que:

p_r = pressão do vapor de água depois de um banho de arrefecimento, kPa;

p_b = pressão atmosférica total, kPa;

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

k_f = 0,055584 × w_{ALF} – 0,0001083 × w_{BET} – 0,0001562 × w_{GAM} + 0,0079936 × w_{DEL} + 0,0069978 × w_{EPS}

Para os gases de escape diluídos:

$$K_{We1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \%\, c_{wCO_2}}{200} \right) - K_{W1}$$

ou,

$$K_{We2} = \left(\frac{(1 - K_{W1})}{1 + \frac{\alpha \times \%\, c_{dCO_2}}{200}} \right)$$

Para o ar de diluição:

$$K_{Wd} = 1 - K_{W1}$$

$$K_{W1} = \frac{1{,}608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right]}{1000 + \left\{ 1{,}608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right] \right\}}$$

Para o ar de admissão:

$$K_{Wa} = 1 - K_{W2}$$

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

em que,

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

H_d = humidade do ar de diluição, g de água por kg de ar seco,

▼M1

e pode ser derivada da medição da humidade relativa, da medição do ponto de orvalho, da medição da pressão do vapor ou da medição do bolbo seco/húmido utilizando as fórmulas geralmente aceites.

5.3. **Correcção quanto à humidade e temperatura dos NO_x**

Dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO_x em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através do factor a seguir indicado. Os factores são válidos na gama entre 0 e 25 g/kg de ar seco.

a) Para os motores de ignição por compressão:

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

em que:

T_a = temperatura do ar de admissão, K;

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

sendo

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

b) Para motores de ignição por faísca:

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

sendo

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

5.4. **Cálculo dos caudais mássicos das emissões**

Calcula-se os caudais mássicos das emissões (g/h) para cada modo como a seguir se indica. Para o cálculo de NO_x, utiliza-se o factor de correcção da humidade $k_{h,D}$, ou $k_{h,G}$, conforme aplicável, determinado em conformidade com o ponto 5.3.

Converte-se a concentração medida para base húmida em conformidade com o ponto 5.2, caso a medição não tenha já sido efectuada em base húmida. No quadro 6, indicam-se os valores para u_{gas} para os componentes seleccionados baseados nas propriedades ideais do gás e combustível pertinentes no âmbito da presente directiva.

a) Para os gases de escape brutos:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times q_{mew}$$

em que:

u_{gas} = relação entre a densidade do componente dos gases de escape e a densidade dos gases de escape;

c_{gas} = concentração do componente respectivo nos gases de escape brutos, ppm;

q_{mew} = caudal mássico dos gases de escape, kg/h;

b) Para os gases de escape diluídos:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas,c} \times q_{mdew}$$

em que:

u_{gas} = relação entre a densidade do componente dos gases de escape e a densidade do ar

$c_{gas,c}$ = concentração de fundo corrigida do componente respectivo medida nos gases de escape diluídos, ppm;

q_{mdew} = caudal mássico dos gases de escape diluídos, kg/h;

▼M1

em que:

$$c_{gas,c} = c - c_d \times \left[1 - \frac{1}{D}\right]$$

O factor de diluição *D* deve ser calculado em conformidade com o ponto 5.4.1 de apêndice 2 do presente anexo.

5.5. **Cálculo das emissões específicas**

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

$$GAS_x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(m_{GASi} \times W_{Fi})}{\sum_{i=1}^{i=n}(P(n)_i \times W_{Fi})}$$

em que:

m_{gas} é a massa de cada um dos gases;

P_n é a potência útil determinada em conformidade com o ponto 8.2 do anexo II.

Os factores de ponderação utilizados nos cálculos acima são os indicados no ponto 2.7.1.

Quadro 6

Valores de u_{gas} nos gases de escape brutos e nos gases de escape diluídos para vários componentes dos gases de escape

Combustível		NO_x	CO	THC/ /NMHC	CO_2	CH_4
Diesel	Gases de escape brutos	0,001587	0,000966	0,000479	0,001518	0,000553
	Gases de escape diluídos	0,001588	0,000967	0,000480	0,001519	0,000553
Etanol	Gases de escape brutos	0,001609	0,000980	0,000805	0,001539	0,000561
	Gases de escape diluídos	0,001588	0,000967	0,000795	0,001519	0,000553
GNC	Gases de escape brutos	0,001622	0,000987	0,000523	0,001552	0,000565
	Gases de escape diluídos	0,001588	0,000967	0,000584	0,001519	0,000553
Propano	Gases de escape brutos	0,001603	0,000976	0,000511	0,001533	0,000559
	Gases de escape diluídos	0,001588	0,000967	0,000507	0,001519	0,000553
Butano	Gases de escape brutos	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,000558
	Gases de escape diluídos	0,001588	0,000967	0,000501	0,001519	0,000553

Notas:

— valores *u* baseados nas propriedades ideais do gás e combustível a $\lambda = 2$, ar seco, 273 K, 101,3 kPa;
— valores *u* dos gases de escape diluídos baseados nas propriedades ideais do gás e densidade do ar;
— valores *u* do GNC com uma precisão dentro de 0,2 % para uma composição mássica de: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %;
— valor *u* de GNC para HC corresponde a $CH_{2,93}$ (para HC total, utilizar o valor *u* de CH_4).

5.6. **Cálculo dos valores da zona de controlo**

No que diz respeito aos três pontos de controlo seleccionados em conformidade com o ponto 2.7.6, medem-se e calculam-se as emissões de NO_x de acordo com o ponto 5.6.1, procedendo-se também à sua determinação por interpolação a partir dos modos do ciclo de ensaio mais próximos do ponto de controlo respectivo, em conformidade com o ponto 5.6.2.

▼**M1**

Comparam-se então os valores medidos com os valores interpolados em conformidade com o ponto 5.6.3.

5.6.1. *Cálculo das emissões específicas*

As emissões de NO_x para cada um dos pontos de controlo (Z) devem ser calculadas do seguinte modo:

$$m_{NOx,Z} = 0{,}001587 \times c_{NOx,Z} \times k_{h,D} \times q_{mew}$$

$$NOx_Z = \frac{m_{NOx,Z}}{P(n)_Z}$$

5.6.2. *Determinação do valor das emissões do ciclo de ensaio*

As emissões de NO_x para cada um dos pontos de controlo devem ser interpoladas a partir dos quatro modos mais próximos do ciclo de ensaio que envolvem o ponto de controlo Z seleccionado, conforme indicado na figura 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).

Calculam-se as emissões de NO_x do ponto de controlo Z seleccionado do seguinte modo:

$$Ez = \frac{E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) \times (M_Z - M_{RS})}{M_{TU} - M_{RS}}$$

e:

$$E_{TU} = \frac{E_T + (E_{TU} - E_T) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$E_{RS} = \frac{E_R + (E_S - E_R) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$M_{TU} = \frac{M_T + (M_U - M_T) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$M_{RS} = \frac{M_R + (M_S - M_R) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

em que:

E_R, E_S, E_T, E_U = emissões específicas de NO_x dos modos envolventes calculadas de acordo com o ponto 5.6.1.

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

▼M1

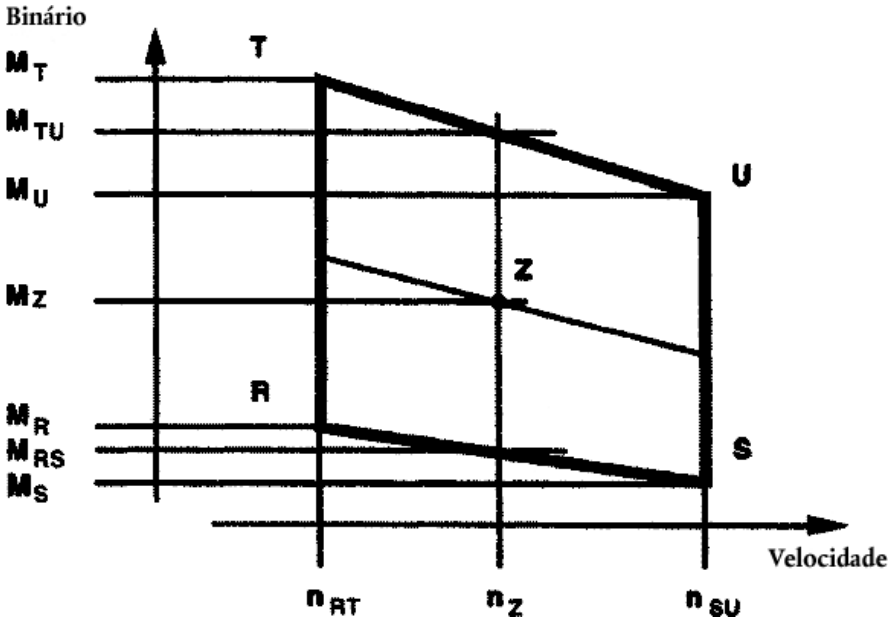


Figura 4

Interpolação do ponto de controlo dos NO_x Binário Velocidade

5.6.3. *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:

$$NOx_{diff} = 100 \times \frac{NOx_Z - E_Z}{E_Z}$$

6. CÁLCULO DAS EMISSÕES DE PARTÍCULAS

6.1. **Avaliação dos dados**

Para a avaliação das partículas, registam-se, para cada modo, as massas totais das amostras (m_{sep}) que passam através dos filtros.

Levam-se de novo os filtros para a câmara de pesagem, condicionam-se durante pelo menos uma hora, mas não mais de 80 horas, e pesam-se. Regista-se a massa bruta dos filtros e subtrai-se a tara (ver ponto 2.1), obtendo como resultado a massa de partículas m_f.

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

6.2. **Sistema de diluição do fluxo parcial**

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 q_{medf}. Todos os cálculos se baseiam nos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras.

6.2.1. *Sistemas isocinéticos*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

▼**M1**

$$r_d = \frac{q_{mdw} + (q_{mew} \times r_a)}{q_{mew} \times r_a}$$

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

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

6.2.2. *Sistemas com medição da concentração de CO_2 ou NO_x*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

$$r_d = \frac{c_{wE} - c_{wA}}{c_{wD} - c_{wA}}$$

em que:

c_{wE} = concentração em base húmida do gás marcador nos gases de escape brutos

c_{wD} = concentração em base húmida do gás marcador nos gases de escape diluídos

c_{wA} = concentração em base húmida do gás marcador no ar de diluição

As concentrações medidas em base seca devem ser convertidas em base húmida, em conformidade com o ponto 5.2 do presente apêndice.

6.2.3. *Sistemas com medição de CO_2 e método do balanço do carbono* [1]

$$q_{medf} = \frac{206{,}5 \times q_{mf}}{c_{(CO_2)D} - c_{(CO_2)A}}$$

em que:

$c_{(CO2)D}$ = concentração do CO_2 nos gases de escape diluídos

$c_{(CO2)A}$ = 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:

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

e

$$r_d = \frac{206{,}5 \times q_{mf}}{q_{mew} \times \left[c_{(CO_2)D} - c_{(CO_2)A}\right]}$$

6.2.4. *Sistemas com medição do caudal*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

[1] O valor é válido apenas para o combustível de referência especificado no anexo IV.

▼M1

$$r_d = \frac{q_{mdew}}{q_{mdew} - q_{mdw}}$$

6.3. **Sistema de diluição do fluxo total**

Todos os cálculos se baseiam nos valores médios dos modos individuais durante o período de recolha de amostras. O fluxo dos gases de escape diluídos q_{mdew} deve ser determinado em conformidade com o ponto 4.1 do apêndice 2 do presente anexo. A massa total de amostras m_{sep} deve ser calculada em conformidade com o ponto 6.2.1 do apêndice 2 do presente anexo.

6.4. **Cálculo do caudal mássico de partículas**

Calcula-se o caudal mássico de partículas do modo seguinte. Se for utilizado um sistema de diluição do fluxo total, o valor q_{medf} determinado em conformidade com o ponto 6.2 é substituído pelo q_{mdew} determinado em conformidade com o ponto 6.3.

$$PT_{mass} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{q_{medf}}{1000}$$

$$\overline{q_{medf}} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medfi} \times W_{fi}$$

$$m_{sep} = \sum_{i=1}^{i=n} m_{sepi}$$

$i = 1, \ldots n$

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

$$PT_{mass} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \times \sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{Di} \right) \times W_{f_i} \right] \right\} \times \frac{\overline{q_{medf}}}{1000}$$

em que D deve ser calculado em conformidade com o ponto 5.4.1 do apêndice 2 do presente anexo.

▼B

►M1 7. ◄ CÁLCULO DOS VALORES DOS FUMOS

►M1 7.1. ◄ **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 ponto 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 ponto 6.1.1 deve ser repetido sempre que o tempo de resposta do sistema e/ou a taxa de recolha de amostras variar.

▼B

►M1 7.1.1. ◄ *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 ponto 5.2.4 do Apêndice 4 do Anexo III, e calcula-se através da seguinte equação:

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

em que

t_p = tempo de resposta física, s

t_e = 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 < 0,01s (ver Anexo VII). 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}-$t_{10} \approx t_F$. A primeira iteração de f_c é dada pela seguinte fórmula:

$$f_c = \frac{\pi}{10 \times t_F}$$

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

$$E = \frac{1}{\left(1 + \Omega \times \sqrt{(3 \times D) + D} \times \Omega^2\right)}$$

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

em que

$D = 0{,}618034$

$\Delta t = \frac{1}{taxa\ de\ recolha\ de\ amostras}$

$\Omega = \frac{1}{\left[tan\ (\pi \times \Delta t \times f_c)\right]}$

►M1 7.1.2. ◄ *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 S_i do seguinte modo:

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

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:

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

►M1 7.2. ◄ **Avaliação dos dados**

Recolhem-se os valores de medição dos fumos com uma frequência mínima de 20 Hz.

▼B

►M1 7.3. ◄ **Determinação dos fumos**

►M1 7.3.1. ◄ *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:

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

e

$$N = 100 - \tau$$

em que

k = coeficiente de absorção da luz, m^{-1}

L_A = comprimento do trajecto óptico efectivo, apresentado pelo fabricante do instrumento, m

N = opacidade, %

τ = transmitância, %

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

►M1 7.3.2. ◄ *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 ponto 6.1.1, calculam-se as 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 ponto 6.1.2:

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

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.

►M1 7.3.3. ◄ *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:

$$SV = (0{,}43 \times SV_A) + (0{,}56 \times SV_B) + (0{,}01 \times SV_C)$$

▼B

Apêndice 2

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 = $n_{hi} \times 1{,}02$ 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:

a) Retira-se a carga e faz-se funcionar o motor em velocidade de marcha lenta sem carga.

b) Faz-se funcionar o motor em condições de plena carga e de plena abertura da admissão na velocidade mínima do traçado.

c) Aumenta-se a velocidade do motor a uma taxa média de 8 ± 1 min^{-1}/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 ponto 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 ponto 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 os motores regulados ou turbocomprimidos.

1.5. **Ensaios repetidos**

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 Apêndice 3 do presente anexo. Os valores normalizados do binário e da velocidade devem ser

▼B

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 Apêndice 3. Define-se do seguinte modo (ver figura 1 do Anexo I):

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

em que n_{hi} e n_{lo} são ou especificados de acordo com o ponto 2 do Anexo I ou determinados de acordo com o ponto 1.1 do Apêndice 1 do Anexo III.

2.2. **Binário real**

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

$$\text{Binário real} = (\text{Binário em \%} \times \text{binário máx.}/100)$$

para a velocidade real respectiva determinada no ponto 2.1.

Os valores de binário negativos dos pontos de rotação sem alimentação («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

velocidade em % = 43

binário em % = 82

Dados os seguintes valores:

velocidade de referência = 2 200 min^{-1}

velocidade em marcha lenta sem carga = 600 min^{-1}

obtém-se:

$$\text{velocidade real} = (43 \times (2\,200 - 600)/100) + 600 = 1\,288\ min^{-1}$$

$$\text{binário real} = (82 \times 700/100) = 574\ Nm$$

em que o binário máximo observado retirado da curva do traçado a 1288 min^{-1} é 700 Nm.

▼M1

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 GN 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 10 % do valor da emissão de CO medido no ciclo ETC anterior.

▼M1

3.1. **Preparação dos filtros de recolha de amostras (se aplicável)**

Pelo menos uma hora antes do ensaio, coloca-se cada filtro numa placa de Petri parcialmente coberta, protegida contra a contaminação por pó e numa câmara de pesagem para estabilização. No final do período de estabilização, pesa-se cada filtro e regista-se a tara. Armazena-se então o filtro numa placa de Petri fechada ou num suporte de filtro selado até ser necessário para o ensaio. O filtro deve ser utilizado no prazo de 8 horas a contar da sua remoção da câmara de pesagem. A tara deve ser registada.

3.2. **Instalação do equipamento de medição**

Instalam-se os instrumentos e as sondas de recolha de amostras conforme necessário. Liga-se o tubo de escape ao sistema de diluição do fluxo total, se utilizado.

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*). A concentração de fundo de partículas no ar de diluição pode ser determinada passando o ar de diluição através dos filtros de partículas. Caso se utilize 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.

Põe-se o sistema de diluição e o motor a funcionar e a aquecer até que todas as temperaturas e pressões tenham estabilizado de acordo com a recomendação do fabricante e a boa prática de engenharia.

No caso de regeneração periódica do sistema de pós-tratamento, a regeneração não deve ocorrer durante o aquecimento do motor.

3.5. **Ajustamento do sistema de diluição**

Regula-se o caudal do sistema de diluição (parcial ou total) 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) (ver ponto 2.3.1, DT, do anexo V).

3.6. **Verificação dos analisadores**

Os analisadores das emissões devem ser colocados no 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 manual do fabricante, 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 do 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 definido no ponto 2 do presente apêndice. 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 ao longo do ciclo do ensaio, podendo os sinais ser electronicamente filtrados.

▼M1

3.8.2. *Medição das emissões gasosas*

3.8.2.1. Sistema de diluição do fluxo total

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 a analisar o ar de diluição,

— começa-se a recolher ou a 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 do 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 escoamento do CVS e dos desvios tempo de amostragem/ /ciclo de ensaios, 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).

3.8.2.2. Medição dos gases de escape brutos

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 a analisar as concentrações nos gases de escape brutos,

— começa-se a medir o caudal de gases de escape ou de ar de admissão e o de combustível,

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

Para a avaliação das emissões gasosas, as concentrações das emissões (HC, CO e NO_x) e o caudal mássico dos gases de escape devem ser registados, sendo armazenados, pelo menos, a intervalos de 2 Hz num computador. O tempo de resposta do sistema não deve ser superior a 10 s. Todos os outros dados podem ser registados com uma taxa de amostragem de, pelo menos, 1 Hz. No que diz respeito aos analisadores analógicos, regista-se a resposta, podendo os dados de calibração ser aplicados em linha ou não durante a avaliação dos dados.

Para o cálculo das emissões mássicas dos componentes gasosos, os traços das concentrações registadas e o traço do caudal mássico dos gases de escape devem ser alinhados pelo tempo de transformação, conforme definido no ponto 2 do anexo I. Por conseguinte, o tempo de resposta de cada analisador das emissões gasosas e do sistema do caudal mássico dos gases de escape deve ser determinado em conformidade com o disposto nos pontos 4.2.1 e 1.5 do apêndice 5 do presente anexo e registado.

3.8.3. *Recolha de amostras de partículas (se aplicável)*

3.8.3.1. Sistema de diluição do fluxo total

No arranque do motor ou no início 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 a que o caudal, através da sonda de recolha ou do tubo de transferência de partículas, se mantenha a ± 5 % do caudal regulado. Caso se utilize 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 ± 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.

▼M1

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. Caso não se possa manter o caudal regulado durante o ciclo completo (com uma tolerância de ± 5 %) devido à elevada carga de partículas no filtro, o ensaio é anulado. Repete-se o ensaio utilizando um caudal inferior e/ou um filtro de diâmetro maior.

3.8.3.2. Sistema de diluição do fluxo parcial

No arranque do motor ou no início 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.

Para o controlo de um sistema de diluição do fluxo parcial é necessário uma resposta rápida do sistema. Determina-se o tempo de transformação pelo sistema através do procedimento constante 3.3 do apêndice 5 do anexo III. Se o tempo de transformação combinado da medição do fluxo de escape (ver ponto 4.2.1) e do sistema de diluição do fluxo parcial for inferior a 0,3 s, pode-se utilizar controlo em linha. Se o tempo de transformação exceder 0,3 s deve-se utilizar controlo antecipado baseado num ensaio pré-registado. Neste caso, o tempo de subida deve ser $\leq$ 1 s e o tempo de atraso da combinação $\leq$ 10 s.

A resposta do sistema total deve ser concebida para assegurar uma amostra representativa das partículas, $q_{mp,i}$, proporcional ao caudal mássico do escape. Para determinar a proporcionalidade, efectua-se uma análise de regressão linear de $q_{mp,i}$ em relação a $q_{mew,i}$ a uma taxa de aquisição de dados mínima de 1 Hz, satisfazendo os seguintes critérios:

— o coeficiente de correlação R^2 da regressão linear entre $q_{mp,i}$ e $q_{mew,i}$ não deve ser inferior a 0,95;

— o erro-padrão da estimativa de $q_{mp,i}$ em $q_{mew,i}$ não deve exceder 5 % do máximo de q_{mp};

— a ordenada na origem de q_{mp} na linha de regressão não deve exceder ± 2 % do máximo de q_{mp}.

Facultativamente, pode efectuar-se um pré-ensaio e utilizar o sinal do fluxo mássico de escape desse pré-ensaio para controlar o fluxo das amostras para o sistema de partículas («controlo antecipado»). Esse método é exigido se o tempo de transformação do sistema de partículas, $t_{50,P}$ ou o tempo de transformação do caudal mássico de escape, $t_{50,F}$, ou ambos, forem > 0,3 s. Obtém-se um controlo correcto do sistema de diluição parcial se o traço do tempo de $q_{mew,pre}$ do pré-ensaio, que controla q_{mp}, for desviado por um tempo de antecipação de $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Para estabelecer a correlação entre $q_{mp,i}$ e $q_{mew,i}$, utilizam-se os dados obtidos durante o ensaio real, com o $q_{mew,i}$ alinhado em função do tempo por $t_{50,F}$ relativo a $q_{mp,i}$ (não há contribuição de $t_{50,P}$ para o alinhamento de tempo). Quer dizer, o desvio de tempo entre q_{mew} e q_{mp} é a diferença dos seus tempos de transformação, que foi determinada no ponto 3.3 do apêndice 5 do anexo III.

3.8.4. *Paragem do motor*

Se o motor for abaixo durante o ciclo de ensaio, pré-condiciona-se e faz-se arrancar novamente o motor, repetindo-se o ensaio. Se ocorrer uma avaria em qualquer um dos equipamentos de ensaio requeridos durante o ciclo de ensaio, o ensaio é anulado.

3.8.5. *Operações após o ensaio*

Ao completar o ensaio, termina-se a medição do volume dos gases de escape diluídos ou do caudal dos gases de escape brutos 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, em todo o caso, nunca depois de decorridos mais de 20 minutos após o final do ciclo de ensaios.

Após o ensaio de emissões, utiliza-se um gás de colocação no zero e o mesmo gás de calibração para verificar de novo os analisadores. O ensaio é considerado aceitável se a diferença entre os resultados antes do ensaio e após o ensaio for inferior a 2 % do valor do gás de calibração.

▼M1

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 a ocorrência de 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 (ver pontos 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 zero. 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 forma:

$$y = mx + b$$

em que:

y = valor de retroacção (real) da velocidade (min^{-1}), do binário (Nm) ou da potência (kW)

m = declive da linha de regressão

x = valor de referência da velocidade (min^{-1}), do binário (Nm) ou da 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 determinação (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 negativos do binário e os valores de retroacção a eles associados. Para que um ensaio seja considerado válido, devem ser preenchidos os critérios do quadro 7.

Quadro 7

Tolerâncias da linha de regressão

	Velocidade	Binário	Potência
Erro-padrão da estimativa (SE) de Y em relação a X	Máx. 100 $mín^{-1}$	Máx. 13 % (15 %) (*) do binário máximo do motor do traçado de potência	Máx. 8 % (15 %) (*) 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 (0,83-1,03) (*)

▼M1

	Velocidade	Binário	Potência
Coeficiente de determinação, r^2	Mín. 0,9700. (mín. 0,9500) (*)	Mín. 0,8800. (mín. 0,7500) (*)	Mín. 0,9100. (mín. 0,7500) (*)
Y ordenada na origem da linha de regressão, b	± 50 $mín^{-1}$	± 20 Nm ou ± 2 % (± 20 Nm ou ± 3 %) (*) do binário máximo, conforme o que for maior	± 4 kW ou ± 2 % (± 4 kW ou ± 3 %) (*) da potência máxima, conforme a que for maior

(*) Até 1 de Outubro de 2005, os valores indicados entre parêntesis podem ser utilizados para o ensaio de homologação dos motores a gás. (A Comissão deve apresentar um relatório sobre o desenvolvimento da tecnologia dos motores a gás para confirmar ou alterar as tolerâncias da linha de regressão aplicáveis aos motores a gás e indicadas no presente quadro.)

Admitem-se exclusões de pontos da análise de regressão nos casos indicados no quadro 8.

Quadro 8

Pontos que é admissível excluir da análise de regressão

Condições	Pontos a excluir
Plena carga/plena abertura da admissão e retroacção do binário < 95 % referência do binário	Binário e/ou potência
Plena carga/plena abertura da admissão e retroacção da velocidade < 95 % referência da velocidade	Velocidade 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, retroacção da velocidade ≤ velocidade de marcha lenta sem carga + 50 $mín^{-1}$ e retroacção do binário = definido pelo fabricante / medido ± 2 % do binário máximo	Velocidade e/ou potência
Sem carga, retroacção da velocidade > velocidade de marcha lenta sem carga + 50 $mín^{-1}$ e retroacção do binário > 105 % da referência do binário	Binário e/ou potência
Sem carga e retroacção da velocidade > 105 % da referência de velocidade	Velocidade e/ou potência

4. CÁLCULO DO CAUDAL DOS GASES DE ESCAPE

4.1. **Determinação do caudal de 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_0 para PDP, K_V para CFV, C_d para SSV), conforme determinado no ponto 2 do apêndice 5 do anexo III. 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, ver ponto 2.3 do anexo V).

Para o sistema PDP-CVS:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times V_0 \times N_P \times (p_b - p_1) \times 273 / (101{,}3 \times T)$$

em que:

V_0 = volume de gás bombeado por rotação nas condições de ensaio, m^3/rev

N_P = número de rotações totais da bomba por ensaio

p_b = pressão atmosférica na célula de ensaio, kPa

p_1 = 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:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times t \times K_v \times p_p / T^{0{,}5}$$

▼**M1**

em que:

t = tempo do ciclo, s

K_V = coeficiente de calibração do tubo de Venturi de escoamento crítico para condições normais

p_p = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi, em kPa.

T = temperatura absoluta à entrada do tubo de Venturi, K

Para o sistema SSV-CVS:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times Q_{SSV}$$

em que:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r_p^{1{,}4286} - r_p^{1{,}7143}\right) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1{,}4286}}\right)\right]}$$

em que:

A_0 = = conjunto de constantes e conversões de unidades

$$\left(\frac{m^3}{\min}\right)\left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa}\right)\left(\frac{1}{mm^2}\right)$$

= 0,006111 em unidades SI de

d = diâmetro da garganta do SSV, m

C_d = coeficiente de descarga do SSV

p_p = pressão absoluta à entrada do tubo de Venturi, em kPa.

T = temperatura à entrada do tubo de Venturi, em K,

r_p = relação da pressão estática na garganta do SSVe a pressão estática absoluta à entrada do SSV =

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

r_D = relação entre o diâmetro da garganta do SSV, d, e o diâmetro interno do tubo de entrada =

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

Caso se utilize um sistema com compensação do fluxo (isto é, sem permutador de calor), calculam-se e integram-se durante o 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:

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \times V_0 \times N_{P,i} \times (p_b - p_1) \times 273 / (101{,}3 \times T)$$

em que:

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

Para o sistema CFV-CVS:

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_p / T^{0{,}5}$$

em que:

Δt_i = intervalo de tempo, s

Para o sistema SSV-CVS:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

em que:

Δt_i = intervalo de tempo, s

▼M1

O cálculo em tempo real é iniciado quer com valor razoável para C_d, tal como 0,98, quer com valor razoável para Q_{ssv}. Se o cálculo for iniciado com o Q_{ssv}, o valor inicial de Q_{ssv}, é utilizado para avaliar Re.

Durante todos os ensaios de emissões, o número de Reynolds da garganta do SSV deve situar-se na gama de grandeza dos números de Reynolds utilizados para obter a curva de calibração desenvolvida no ponto 2.4 do apêndice 5.

4.2. **Determinação do caudal mássico dos gases de escape brutos**

Para calcular as emissões contidas nos gases de escape brutos e para controlar um sistema de diluição do escoamento parcial, é necessário conhecer o caudal mássico dos gases de escape. Para determinar este caudal, pode-se utilizar qualquer um dos métodos descritos nos pontos 4.2.2 a 4.2.5.

4.2.1. *Tempo de resposta*

Para fins do cálculo das emissões, o tempo de resposta de qualquer método descrito a seguir deve ser igual ou inferior ao valor exigido para o tempo de resposta do analisador, conforme definido no ponto 1.5 do apêndice 5 do presente anexo.

Para efeitos do controlo de um sistema de diluição do escoamento parcial, é necessária uma resposta mais rápida. No que diz respeito aos sistemas de diluição do escoamento parcial, é necessário um tempo de resposta $\leq$ 0,3 s. Para os sistemas de diluição do escoamento parcial com controlo antecipado baseado num ensaio pré-registado, é necessário um tempo de resposta no sistema de medida do caudal dos gases de escape de $\leq$ 5 segundos, com um tempo de subida $\leq$ 1 segundo. O tempo de resposta do sistema deve ser especificado pelo fabricante do instrumento. Os requisitos relativos ao tempo de resposta para os sistemas de medida do caudal dos gases de escape e de diluição do fluxo parcial são os indicados no ponto 3.8.3.2.

4.2.2. *Método de medição directa*

A medição directa do caudal instantâneo dos gases de escape pode ser efectuada por sistemas como os seguintes:

— dispositivos de diferencial de pressão, tais como tubeiras de escoamento,

— medidor de caudal ultra-sónico,

— medidor de caudal por vórtices.

Devem ser tomadas precauções para evitar erros de medição que teriam influência nos erros dos valores de emissões. Tais precauções incluem a instalação cuidadosa do dispositivo do sistema de escape do motor de acordo com as recomendações do fabricante do instrumento e com a boa prática de engenharia. O comportamento funcional do motor e as emissões não devem ser afectados pela instalação do dispositivo.

A precisão da determinação do caudal dos gases de escape deve ser de, pelo menos, ± 2,5 % da leitura ou 1,5 % do valor máximo do motor, consoante o que for maior.

4.2.3. *Método de medição do ar e do combustível*

Trata-se da medição do caudal de ar e do caudal de combustível. Utilizam-se debitómetros de ar e de combustível para atingir a precisão da determinação do fluxo dos gases de escape no ponto 4.2.2. O cálculo do caudal dos gases de escape faz-se do seguinte modo:

$$q_{mew} = q_{maw} + q_{mf}$$

4.2.4. *Método de medição de um gás marcador*

Este método envolve a medição da concentração de um gás marcador nos gases de escape. Injecta-se uma quantidade conhecida de um gás inerte (por exemplo, hélio puro) no escoamento dos gases de escape como marcador. O gás é misturado e diluído com os gases de escape, mas não deve reagir no tubo de escape. A concentração do gás deve ser então medida na amostra de gases de escape.

Para assegurar a mistura completa do gás marcador, a sonda de recolha de amostras dos gases de escape deve estar localizada, pelo menos, a 1 metro ou 30 vezes o diâmetro do tubo de escape, conforme o que for maior, a jusante do ponto de injecção do gás marcador. A sonda de recolha de amostras pode estar localizada mais próxima do ponto de injecção se se verificar a mistura completa por comparação da concen-

▼M1

tração do gás marcador com a concentração de referência, quando o gás marcador for injectado a montante do motor.

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

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

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_a)}$$

em que:

$q_{mew,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape, kg/s

q_{vt} = caudal do gás marcador, cm^3/min

$c_{mix.i}$ = concentração instantânea do gás marcador após mistura, ppm

ρ_e = densidade dos gases de escape, kg/m^3 (ver quadro 3)

c_a = concentração de fundo em base húmida do gás marcador no ar de admissão, ppm

Quando a concentração de fundo for inferior a 1 % da concentração do gás marcador após mistura ($c_{mix.i}$) ao escoamento máximo de escape, a concentração de fundo pode ser desprezada.

O sistema completo deve cumprir as especificações de precisão para o escoamento de gases de escape e deve ser calibrado em conformidade com o ponto 1.7 do apêndice 5 do presente anexo.

4.2.5. *Método de medida do caudal de ar e relação ar/combustível*

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

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda_i}\right)$$

em que:

$$A/F_{st} = \frac{138{,}0 \times \left(\beta + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right)}{12{,}011 \times \beta + 1{,}00794 \times \alpha + 15{,}9994 \times \varepsilon + 14{,}0067 \times \delta + 32{,}065 \times \gamma}$$

$$\lambda_i = \frac{\beta \times \left(100 - \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{2} - c_{HC} \times 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times c_{CO2}}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times c_{CO2}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \times \left(c_{CO2} + c_{CO} \times 10^{-4}\right)}{4{,}764 \times \left(\beta + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \times \left(c_{CO2} + c_{CO} \times 10^{-4} + c_{HC} \times 10^{-4}\right)}$$

em que:

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

λ = quociente de excesso de ar

c_{CO2} = concentração do CO_2 em seco, %

c_{CO} = concentração do CO seco, ppm

c_{HC} = concentração de HC, ppm

▼M1

Nota: β pode ser 1 para combustíveis que contenham carbono e 0 para combustíveis com hidrogénio.

O debitómetro de ar deve satisfazer as especificações de precisão constantes do ponto 2.2 do apêndice 4 do presente anexo, o analisador de CO_2 utilizado deve satisfazer as especificações do ponto 3.3.2 do apêndice 4 do presente anexo e o sistema completo deve cumprir as especificações de precisão relativas ao caudal dos gases de escape.

Facultativamente, pode-se utilizar um equipamento de medida da relação ar/combustível, tal como um sensor do tipo zircónia, para a medição do ar em excesso, em conformidade com as especificações do ponto 3.3.6 do apêndice 4 do presente anexo.

5. CÁLCULO DAS EMISSÕES GASOSAS

5.1. **Avaliação dos dados**

Para a avaliação das emissões gasosas nos gases de escape diluídos, as concentrações das emissões (HC, CO e NO_x) e o caudal mássico dos gases de escape diluídos devem ser registados em conformidade com o ponto 3.8.2.1, sendo armazenados num sistema informático. No que diz respeito aos analisadores analógicos, regista-se a resposta, podendo os dados de calibração ser aplicados em linha ou não durante a avaliação dos dados.

Para a avaliação das emissões gasosas nos gases de escape brutos, as concentrações das emissões (HC, CO e NO_x) e o caudal mássico dos gases de escape devem ser registados em conformidade com o ponto 3.8.2.2, sendo armazenados num sistema informático. No que diz respeito aos analisadores analógicos, regista-se a resposta, podendo os dados de calibração ser aplicados em linha ou não durante a avaliação dos dados.

5.2. **Correcção para a passagem de base seca a base húmida**

Se as concentrações forem medidas instantaneamente em base seca, devem ser convertidas em base húmida, de acordo com as fórmulas seguintes. Para efectuar uma medição contínua, a conversão deve ser aplicada a cada medição instantânea antes de se realizar qualquer outro cálculo.

$$c_{wet} = k_W \times c_{dry}$$

São aplicáveis as equações de conversão constantes do ponto 5.2 do apêndice 1 do presente anexo.

5.3. **Correcção quanto à humidade e temperatura dos NO_x**

Dado que as emissões de NO_x dependem das condições do ar ambiente, corrige-se a concentração de NO_x em função da temperatura e da humidade do ar ambiente através dos factores indicados no ponto 5.3 do apêndice 1 do presente anexo. Os factores são válidos na gama entre 0 e 25 g/kg de ar seco.

5.4. **Cálculo dos caudais mássicos das emissões**

Calculam-se os caudais mássicos das emissões durante o ciclo (g/ensaio) como se segue, consoante o método de medição aplicado. Converte-se a concentração medida para base húmida em conformidade com o ponto 5.2 do apêndice 1 do presente anexo, caso a medição não tenha já sido efectuada em base húmida. Aplicam-se os valores para u_{gas} que são indicados no quadro 6 do apêndice 1 do presente anexo para os componentes seleccionados, com base nas propriedades ideais do gás e combustível pertinentes no âmbito da presente directiva.

a) *Para os gases de escape brutos:*

$$m_{gas} = u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{gas,i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f}$$

em que:

u_{gas} = relação entre a densidade do componente dos gases de escape e a densidade dos gases de escape do quadro 6

▼M1

$c_{gas,i}$ = concentração instantânea do componente respectivo nos gases de escape brutos, ppm;

$q_{mew,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape, kg/s

f = razão de recolha de dados, Hz

n = número de medições

b) *para os gases de escape diluídos sem compensação do fluxo:*

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed}$$

em que:

u_{gas} = relação entre a densidade do componente dos gases de escape e a densidade do ar do quadro 6

c_{gas} = concentrações médias corrigidas em relação às condições de fundo do componente respectivo, ppm

m_{ed} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo, kg

c) *para os gases de escape diluídos com compensação do fluxo:*

$$m_{gas} = \left[u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n}\left(c_{e,i} \times q_{mdew,i} \times \frac{1}{f}\right)\right] - \left[\left(m_{ed} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{gas}\right)\right]$$

em que:

$c_{e,i}$ = concentração instantânea do componente respectivo medida nos gases de escape diluídos, ppm,

c_d = concentração do componente respectivo medida no ar de diluição, ppm

$q_{mdew,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape diluídos, kg/s

m_{ed} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo, kg,

u_{gas} = relação entre a densidade do componente dos gases de escape e a densidade do ar do quadro 6

D = factor de diluição (ver ponto 5.4.1)

Se aplicável, calculam-se os NMHC e o CH_4 utilizando qualquer um dos métodos descritos no ponto 3.3.4 do apêndice 4 do presente anexo do seguinte modo:

a) *Método GC (sistema de diluição do fluxo total, apenas):*

$$c_{NMHC} = c_{HC} - c_{CH4}$$

b) *Método NMC:*

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/oCutter)} \times \left(1 - E_M\right) - c_{HC(w/Cutter)}}{E_E - E_M}$$

$$c_{CH_4} = \frac{c_{HC(w/Cutter)} - c_{HC(w/oCutter)} \times \left(1 - E_E\right)}{E_E - E_M}$$

em que:

$c_{HC(w/Cutter)}$ = concentração de HC com a amostra de gás a passar através do NMC

$c_{HC(w/oCutter)}$ = concentração de HC com a amostra de gás a passar fora do NMC

▼M1

5.4.1. *Determinação das concentrações corrigidas em relação às condições de fundo (sistema de diluição do fluxo total, apenas)*

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

$$c = c_e - c_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right)$$

em que:

c_e = concentração do poluente respectivo medida nos gases de escape diluídos, ppm,

c_d = concentração do poluente respectivo medida no ar de diluição, ppm,

D = factor de diluição

Calcula-se o factor de diluição do seguinte modo:

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

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2} + (c_{HC} + c_{CO}) \times 10^{-4}}$$

b) No que diz respeito aos motores a GN

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2} + (c_{NMHC} + c_{CO}) \times 10^{-4}}$$

em que:

c_{CO2} = concentração do CO_2 nos gases de escape diluídos, vol %

c_{HC} = concentração de HC nos gases de escape diluídos, ppm C1

c_{NMHC} = concentração de NMHC nos gases de escape diluídos, ppm C1

c_{CO} = concentração do CO nos gases de escape diluídos, ppm

F_S = factor estequiométrico

Convertem-se as concentrações medidas em base seca em base húmida, em conformidade com o ponto 5.2 do apêndice 1 do presente anexo.

Calcula-se o factor estequiométrico do seguinte modo:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2}\right)}$$

sendo

α, ε são os quocientes molares relativos a um combustível $C H_\alpha O_\varepsilon$

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

F_S (diesel) = 13,4

F_S (GPL) = 11,6

F_S (GN) = 9,5

▼M1

5.5. **Cálculo das emissões específicas**

As emissões (g/kWh) são calculadas do seguinte modo:

a) todos os componentes, excepto NO_x:

$$M_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}}$$

b) NO_x:

$$M_{gas} = m_{gas} \times \frac{k_h}{W_{act}}$$

em que:

W_{act} = trabalho realizado no ciclo real conforme determinado no ponto 3.9.2.

5.5.1. No caso de um sistema de pós-tratamento periódico dos gases de escape, as emissões são ponderadas do seguinte modo:

$$\overline{M_{Gas}} = (n1 \times \overline{M_{Gas,n1}} + n2 \times \overline{M_{Gas,n2}}) / (n1 + n2)$$

em que:

n1 = número de ensaios ETC entre 2 regenerações;

n2 = número de ETC durante a regeneração (mínimo de um ensaio ETC);

$M_{gas,n2}$ = emissões durante a regeneração;

$M_{gas,n1}$ = emissões durante a regeneração.

6. CÁLCULO DAS EMISSÕES DE PARTÍCULAS (SE APLICÁVEL)

6.1. **Avaliação dos dados**

Os filtros de partículas devem voltar à câmara de pesagem, o mais tardar, uma hora após o fim do ensaio. Devem ser condicionados numa placa de Petri parcialmente coberta e protegida contra a contaminação por pó durante uma hora, pelo menos, mas não durante mais de 80 horas, sendo depois pesados. Regista-se a massa bruta dos filtros e subtrai-se o peso da tara, obtendo como resultado a massa de partículas m_f. Para a avaliação da concentração das partículas, registam-se a massa total das amostras (m_{sep}) que passam através dos filtros durante o ciclo de ensaios.

Se tiver de ser aplicada uma correcção em relação às condições de fundo, registam-se a massa do ar de diluição (m_d) através do filtro e a massa de partículas ($m_{f,d}$).

6.2. **Cálculo do caudal mássico**

6.2.1. *Sistema de diluição do fluxo total*

Calcula-se a massa de partículas (g/ensaio) do seguinte modo:

$$m_{PT} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{m_{ed}}{1000}$$

em que:

m_f = massa das partículas recolhidas durante o ciclo, mg

m_{sep} = massa dos gases de escape diluídos que passa através dos filtros de recolha de partículas, kg

▼**M1**

m_{ed} = massa dos gases de escape diluídos durante o ciclo, kg

Caso se utilize 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.

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd}$$

em que:

m_{set} = massa dos gases de escape duplamente diluídos através do filtro de partículas, kg

m_{ssd} = massa do ar de diluição secundária, kg

Se o nível de fundo das partículas do ar de diluição for determinado em conformidade com o ponto 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:

$$m_{PT} = \left[\frac{m_f}{m_{sep}} - \left(\frac{m_{f,d}}{m_d} \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{ed}}{1000}$$

em que:

m_{PT}, m_{sep}, m_{ed} = ver acima

m_d = massa do ar de diluição primária recolhido pelo sistema de recolha de partículas de fundo, kg

$m_{f,d}$ = massa das partículas de fundo recolhidas do ar de diluição primária, mg

D = factor de diluição conforme determinado no ponto 5.4.1.

6.2.2. *Sistema de diluição do fluxo parcial*

Calcula-se a massa das partículas (g/ensaio) através de qualquer um dos seguintes métodos:

a)

$$m_{PT} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{m_{edf}}{1000}$$

em que:

m_f = massa das partículas recolhidas durante o ensaio, mg

m_{sep} = massa dos gases de escape diluídos que passa através dos filtros de recolha de partículas, kg

m_{edf} = massa dos gases de escape diluídos durante o ciclo, kg

Determina-se a massa total dos gases de escape diluídos equivalentes durante o ciclo do seguinte modo:

$$m_{edf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medf,i} \times \frac{1}{f}$$

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \times r_{d,i}$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,,i}}{\left(q_{mdew,,i} - q_{mdw,,i} \right)}$$

▼M1

com:

$q_{medf,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape diluídos equivalentes, kg/s

$q_{mew,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape, kg/s

$r_{d,i}$ = relação instantânea de diluição

$q_{mdew,i}$ = caudal mássico instantâneo dos gases de escape diluídos através do túnel de diluição, kg/s

$q_{mdw,i}$ = caudal mássico instantâneo do ar de diluição, kg/s

f = razão de recolha de dados, Hz

n = número de medições

b)

$$m_{PT} = \frac{m_f}{r_s \times 1000}$$

em que:

m_f = massa das partículas recolhidas durante o ensaio, mg

r_s = relação média de recolha de amostras durante o ciclo de ensaio

com:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}}$$

em que:

m_{se} = massa de escape recolhida durante o ensaio, kg

m_{ew} = caudal mássico total dos gases de escape durante o ciclo, kg

m_{sep} = massa dos gases de escape diluídos que passa através dos filtros de recolha de partículas, kg

m_{sed} = massa dos gases de escape diluídos que passam através do túnel de diluição, kg

NOTA: No caso do sistema de recolha total de amostras, os valores m_{sep} e M_{sed} são idênticos.

6.3. **Cálculo das emissões específicas**

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

$$M_{PT} = \frac{m_{PT}}{W_{act}}$$

em que:

W_{act} = trabalho realizado no ciclo real conforme determinado no ponto 3.9.2, kWh.

6.3.1 No caso de um sistema de pós-tratamento com regeneração periódica, as emissões são ponderadas do seguinte modo:

$$\overline{PT} = (n1 \times \overline{PT_{n1}} + n2 \times \overline{PT_{n2}}) / (n1 + n2)$$

em que:

n1 = número de ensaios ETC entre duas regenerações;

▼**M1**

n2 = número de ensaios ETC durante a regeneração (mínimo de um ensaio ETC);

$\overline{PT_{n2}}$ = emissões durante a regeneração;

$\overline{PT_{n1}}$ = emissões fora da regeneração.

▼B

Apêndice 3

PROGRAMA DO DINAMÓMETRO PARA MOTORES NO ENSAIO ETC

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0,1	1,5
17	23,1	21,5
18	12,6	28,5
19	21,8	71
20	19,7	76,8
21	54,6	80,9
22	71,3	4,9
23	55,9	18,1
24	72	85,4
25	86,7	61,8
26	51,7	0
27	53,4	48,9
28	34,2	87,6
29	45,5	92,7
30	54,6	99,5
31	64,5	96,8
32	71,7	85,4
33	79,4	54,8
34	89,7	99,4
35	57,4	0
36	59,7	30,6
37	90,1	«m»
38	82,9	«m»
39	51,3	«m»
40	28,5	«m»
41	29,3	«m»
42	26,7	«m»
43	20,4	«m»
44	14,1	0
45	6,5	0
46	0	0
47	0	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0
51	0	0
52	0	0
53	0	0
54	0	0
55	0	0
56	0	0
57	0	0

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
58	0	0
59	0	0
60	0	0
61	0	0
62	25,5	11,1
63	28,5	20,9
64	32	73,9
65	4	82,3
66	34,5	80,4
67	64,1	86
68	58	0
69	50,3	83,4
70	66,4	99,1
71	81,4	99,6
72	88,7	73,4
73	52,5	0
74	46,4	58,5
75	48,6	90,9
76	55,2	99,4
77	62,3	99
78	68,4	91,5
79	74,5	73,7
80	38	0
81	41,8	89,6
82	47,1	99,2
83	52,5	99,8
84	56,9	80,8
85	58,3	11,8
86	56,2	«m»
87	52	«m»
88	43,3	«m»
89	36,1	«m»
90	27,6	«m»
91	21,1	«m»
92	8	0
93	0	0
94	0	0
95	0	0
96	0	0
97	0	0
98	0	0
99	0	0
100	0	0
101	0	0
102	0	0
103	0	0
104	0	0
105	0	0
106	0	0
107	0	0
108	11,6	14,8
109	0	0
110	27,2	74,8
111	17	76,9
112	36	78
113	59,7	86
114	80,8	17,9
115	49,7	0
116	65,6	86
117	78,6	72,2
118	64,9	«m»

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
119	44,3	«m»
120	51,4	83,4
121	58,1	97
122	69,3	99,3
123	72	20,8
124	72,1	«m»
125	65,3	«m»
126	64	«m»
127	59,7	«m»
128	52,8	«m»
129	45,9	«m»
130	38,7	«m»
131	32,4	«m»
132	27	«m»
133	21,7	«m»
134	19,1	0,4
135	34,7	14
136	16,4	48,6
137	0	11,2
138	1,2	2,1
139	30,1	19,3
140	30	73,9
141	54,4	74,4
142	77,2	55,6
143	58,1	0
144	45	82,1
145	68,7	98,1
146	85,7	67,2
147	60,2	0
148	59,4	98
149	72,7	99,6
150	79,9	45
151	44,3	0
152	41,5	84,4
153	56,2	98,2
154	65,7	99,1
155	74,4	84,7
156	54,4	0
157	47,9	89,7
158	54,5	99,5
159	62,7	96,8
160	62,3	0
161	46,2	54,2
162	44,3	83,2
163	48,2	13,3
164	51	«m»
165	50	«m»
166	49,2	«m»
167	49,3	«m»
168	49,9	«m»
169	51,6	«m»
170	49,7	«m»
171	48,5	«m»
172	50,3	72,5
173	51,1	84,5
174	54,6	64,8
175	56,6	76,5
176	58	«m»
177	53,6	«m»
178	40,8	«m»
179	32,9	«m»

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
180	26,3	«m»
181	20,9	«m»
182	10	0
183	0	0
184	0	0
185	0	0
186	0	0
187	0	0
188	0	0
189	0	0
190	0	0
191	0	0
192	0	0
193	0	0
194	0	0
195	0	0
196	0	0
197	0	0
198	0	0
199	0	0
200	0	0
201	0	0
202	0	0
203	0	0
204	0	0
205	0	0
206	0	0
207	0	0
208	0	0
209	0	0
210	0	0
211	0	0
212	0	0
213	0	0
214	0	0
215	0	0
216	0	0
217	0	0
218	0	0
219	0	0
220	0	0
221	0	0
222	0	0
223	0	0
224	0	0
225	21,2	62,7
226	30,8	75,1
227	5,9	82,7
228	34,6	80,3
229	59,9	87
230	84,3	86,2
231	68,7	«m»
232	43,6	«m»
233	41,5	85,4
234	49,9	94,3
235	60,8	99
236	70,2	99,4
237	81,1	92,4
238	49,2	0
239	56	86,2
240	56,2	99,3

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
241	61,7	99
242	69,2	99,3
243	74,1	99,8
244	72,4	8,4
245	71,3	0
246	71,2	9,1
247	67,1	«m»
248	65,5	«m»
249	64,4	«m»
250	62,9	25,6
251	62,2	35,6
252	62,9	24,4
253	58,8	«m»
254	56,9	«m»
255	54,5	«m»
256	51,7	17
257	56,2	78,7
258	59,5	94,7
259	65,5	99,1
260	71,2	99,5
261	76,6	99,9
262	79	0
263	52,9	97,5
264	53,1	99,7
265	59	99,1
266	62,2	99
267	65	99,1
268	69	83,1
269	69,9	28,4
270	70,6	12,5
271	68,9	8,4
272	69,8	9,1
273	69,6	7
274	65,7	«m»
275	67,1	«m»
276	66,7	«m»
277	65,6	«m»
278	64,5	«m»
279	62,9	«m»
280	59,3	«m»
281	54,1	«m»
282	51,3	«m»
283	47,9	«m»
284	43,6	«m»
285	39,4	«m»
286	34,7	«m»
287	29,8	«m»
288	20,9	73,4
289	36,9	«m»
290	35,5	«m»
291	20,9	«m»
292	49,7	11,9
293	42,5	«m»
294	32	«m»
295	23,6	«m»
296	19,1	0
297	15,7	73,5
298	25,1	76,8
299	34,5	81,4
300	44,1	87,4
301	52,8	98,6

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
302	63,6	99
303	73,6	99,7
304	62,2	«m»
305	29,2	«m»
306	46,4	22
307	47,3	13,8
308	47,2	12,5
309	47,9	11,5
310	47,8	35,5
311	49,2	83,3
312	52,7	96,4
313	57,4	99,2
314	61,8	99
315	66,4	60,9
316	65,8	«m»
317	59	«m»
318	50,7	«m»
319	41,8	«m»
320	34,7	«m»
321	28,7	«m»
322	25,2	«m»
323	43	24,8
324	38,7	0
325	48,1	31,9
326	40,3	61
327	42,4	52,1
328	46,4	47,7
329	46,9	30,7
330	46,1	23,1
331	45,7	23,2
332	45,5	31,9
333	46,4	73,6
334	51,3	60,7
335	51,3	51,1
336	53,2	46,8
337	53,9	50
338	53,4	52,1
339	53,8	45,7
340	50,6	22,1
341	47,8	26
342	41,6	17,8
343	38,7	29,8
344	35,9	71,6
345	34,6	47,3
346	34,8	80,3
347	35,9	87,2
348	38,8	90,8
349	41,5	94,7
350	47,1	99,2
351	53,1	99,7
352	46,4	0
353	42,5	0,7
354	43,6	58,6
355	47,1	87,5
356	54,1	99,5
357	62,9	99
358	72,6	99,6
359	82,4	99,5
360	88	99,4
361	46,4	0
362	53,4	95,2

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
363	58,4	99,2
364	61,5	99
365	64,8	99
366	68,1	99,2
367	73,4	99,7
368	73,3	29,8
369	73,5	14,6
370	68,3	0
371	45,4	49,9
372	47,2	75,7
373	44,5	9
374	47,8	10,3
375	46,8	15,9
376	46,9	12,7
377	46,8	8,9
378	46,1	6,2
379	46,1	«m»
380	45,5	«m»
381	44,7	«m»
382	43,8	«m»
383	41	«m»
384	41,1	6,4
385	38	6,3
386	35,9	0,3
387	33,5	0
388	53,1	48,9
389	48,3	«m»
390	49,9	«m»
391	48	«m»
392	45,3	«m»
393	41,6	3,1
394	44,3	79
395	44,3	89,5
396	43,4	98,8
397	44,3	98,9
398	43	98,8
399	42,2	98,8
400	42,7	98,8
401	45	99
402	43,6	98,9
403	42,2	98,8
404	44,8	99
405	43,4	98,8
406	45	99
407	42,2	54,3
408	61,2	31,9
409	56,3	72,3
410	59,7	99,1
411	62,3	99
412	67,9	99,2
413	69,5	99,3
414	73,1	99,7
415	77,7	99,8
416	79,7	99,7
417	82,5	99,5
418	85,3	99,4
419	86,6	99,4
420	89,4	99,4
421	62,2	0
422	52,7	96,4
423	50,2	99,8

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
424	49,3	99,6
425	52,2	99,8
426	51,3	100
427	51,3	100
428	51,1	100
429	51,1	100
430	51,8	99,9
431	51,3	100
432	51,1	100
433	51,3	100
434	52,3	99,8
435	52,9	99,7
436	53,8	99,6
437	51,7	99,9
438	53,5	99,6
439	52	99,8
440	51,7	99,9
441	53,2	99,7
442	54,2	99,5
443	55,2	99,4
444	53,8	99,6
445	53,1	99,7
446	55	99,4
447	57	99,2
448	61,5	99
449	59,4	5,7
450	59	0
451	57,3	59,8
452	64,1	99
453	70,9	90,5
454	58	0
455	41,5	59,8
456	44,1	92,6
457	46,8	99,2
458	47,2	99,3
459	51	100
460	53,2	99,7
461	53,1	99,7
462	55,9	53,1
463	53,9	13,9
464	52,5	«m»
465	51,7	«m»
466	51,5	52,2
467	52,8	80
468	54,9	95
469	57,3	99,2
470	60,7	99,1
471	62,4	«m»
472	60,1	«m»
473	53,2	«m»
474	44	«m»
475	35,2	«m»
476	30,5	«m»
477	26,5	«m»
478	22,5	«m»
479	20,4	«m»
480	19,1	«m»
481	19,1	«m»
482	13,4	«m»
483	6,7	«m»
484	3,2	«m»

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
485	14,3	63,8
486	34,1	0
487	23,9	75,7
488	31,7	79,2
489	32,1	19,4
490	35,9	5,8
491	36,6	0,8
492	38,7	«m»
493	38,4	«m»
494	39,4	«m»
495	39,7	«m»
496	40,5	«m»
497	40,8	«m»
498	39,7	«m»
499	39,2	«m»
500	38,7	«m»
501	32,7	«m»
502	30,1	«m»
503	21,9	«m»
504	12,8	0
505	0	0
506	0	0
507	0	0
508	0	0
509	0	0
510	0	0
511	0	0
512	0	0
513	0	0
514	30,5	25,6
515	19,7	56,9
516	16,3	45,1
517	27,2	4,6
518	21,7	1,3
519	29,7	28,6
520	36,6	73,7
521	61,3	59,5
522	40,8	0
523	36,6	27,8
524	39,4	80,4
525	51,3	88,9
526	58,5	11,1
527	60,7	«m»
528	54,5	«m»
529	51,3	«m»
530	45,5	«m»
531	40,8	«m»
532	38,9	«m»
533	36,6	«m»
534	36,1	72,7
535	44,8	78,9
536	51,6	91,1
537	59,1	99,1
538	66	99,1
539	75,1	99,9
540	81	8
541	39,1	0
542	53,8	89,7
543	59,7	99,1
544	64,8	99
545	70,6	96,1

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
546	72,6	19,6
547	72	6,3
548	68,9	0,1
549	67,7	«m»
550	66,8	«m»
551	64,3	16,9
552	64,9	7
553	63,6	12,5
554	63	7,7
555	64,4	38,2
556	63	11,8
557	63,6	0
558	63,3	5
559	60,1	9,1
560	61	8,4
561	59,7	0,9
562	58,7	«m»
563	56	«m»
564	53,9	«m»
565	52,1	«m»
566	49,9	«m»
567	46,4	«m»
568	43,6	«m»
569	40,8	«m»
570	37,5	«m»
571	27,8	«m»
572	17,1	0,6
573	12,2	0,9
574	11,5	1,1
575	8,7	0,5
576	8	0,9
577	5,3	0,2
578	4	0
579	3,9	0
580	0	0
581	0	0
582	0	0
583	0	0
584	0	0
585	0	0
586	0	0
587	8,7	22,8
588	16,2	49,4
589	23,6	56
590	21,1	56,1
591	23,6	56
592	46,2	68,8
593	68,4	61,2
594	58,7	«m»
595	31,6	«m»
596	19,9	8,8
597	32,9	70,2
598	43	79
599	57,4	98,9
600	72,1	73,8
601	53	0
602	48,1	86
603	56,2	99
604	65,4	98,9
605	72,9	99,7
606	67,5	«m»

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
607	39	«m»
608	41,9	38,1
609	44,1	80,4
610	46,8	99,4
611	48,7	99,9
612	50,5	99,7
613	52,5	90,3
614	51	1,8
615	50	«m»
616	49,1	«m»
617	47	«m»
618	43,1	«m»
619	39,2	«m»
620	40,6	0,5
621	41,8	53,4
622	44,4	65,1
623	48,1	67,8
624	53,8	99,2
625	58,6	98,9
626	63,6	98,8
627	68,5	99,2
628	72,2	89,4
629	77,1	0
630	57,8	79,1
631	60,3	98,8
632	61,9	98,8
633	63,8	98,8
634	64,7	98,9
635	65,4	46,5
636	65,7	44,5
637	65,6	3,5
638	49,1	0
639	50,4	73,1
640	50,5	«m»
641	51	«m»
642	49,4	«m»
643	49,2	«m»
644	48,6	«m»
645	47,5	«m»
646	46,5	«m»
647	46	11,3
648	45,6	42,8
649	47,1	83
650	46,2	99,3
651	47,9	99,7
652	49,5	99,9
653	50,6	99,7
654	51	99,6
655	53	99,3
656	54,9	99,1
657	55,7	99
658	56	99
659	56,1	9,3
660	55,6	«m»
661	55,4	«m»
662	54,9	51,3
663	54,9	59,8
664	54	39,3
665	53,8	«m»
666	52	«m»
667	50,4	«m»

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
668	50,6	0
669	49,3	41,7
670	50	73,2
671	50,4	99,7
672	51,9	99,5
673	53,6	99,3
674	54,6	99,1
675	56	99
676	55,8	99
677	58,4	98,9
678	59,9	98,8
679	60,9	98,8
680	63	98,8
681	64,3	98,9
682	64,8	64
683	65,9	46,5
684	66,2	28,7
685	65,2	1,8
686	65	6,8
687	63,6	53,6
688	62,4	82,5
689	61,8	98,8
690	59,8	98,8
691	59,2	98,8
692	59,7	98,8
693	61,2	98,8
694	62,2	49,4
695	62,8	37,2
696	63,5	46,3
697	64,7	72,3
698	64,7	72,3
699	65,4	77,4
700	66,1	69,3
701	64,3	«m»
702	64,3	«m»
703	63	«m»
704	62,2	«m»
705	61,6	«m»
706	62,4	«m»
707	62,2	«m»
708	61	«m»
709	58,7	«m»
710	55,5	«m»
711	51,7	«m»
712	49,2	«m»
713	48,8	40,4
714	47,9	«m»
715	46,2	«m»
716	45,6	9,8
717	45,6	34,5
718	45,5	37,1
719	43,8	«m»
720	41,9	«m»
721	41,3	«m»
722	41,4	«m»
723	41,2	«m»
724	41,8	«m»
725	41,8	«m»
726	43,2	17,4
727	45	29
728	44,2	«m»

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
729	43,9	«m»
730	38	10,7
731	56,8	«m»
732	57,1	«m»
733	52	«m»
734	44,4	«m»
735	40,2	«m»
736	39,2	16,5
737	38,9	73,2
738	39,9	89,8
739	42,3	98,6
740	43,7	98,8
741	45,5	99,1
742	45,6	99,2
743	48,1	99,7
744	49	100
745	49,8	99,9
746	49,8	99,9
747	51,9	99,5
748	52,3	99,4
749	53,3	99,3
750	52,9	99,3
751	54,3	99,2
752	55,5	99,1
753	56,7	99
754	61,7	98,8
755	64,3	47,4
756	64,7	1,8
757	66,2	«m»
758	49,1	«m»
759	52,1	46
760	52,6	61
761	52,9	0
762	52,3	20,4
763	54,2	56,7
764	55,4	59,8
765	56,1	49,2
766	56,8	33,7
767	57,2	96
768	58,6	98,9
769	59,5	98,8
770	61,2	98,8
771	62,1	98,8
772	62,7	98,8
773	62,8	98,8
774	64	98,9
775	63,2	46,3
776	62,4	«m»
777	60,3	«m»
778	58,7	«m»
779	57,2	«m»
780	56,1	«m»
781	56	9,3
782	55,2	26,3
783	54,8	42,8
784	55,7	47,1
785	56,6	52,4
786	58	50,3
787	58,6	20,6
788	58,7	«m»
789	59,3	«m»

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
790	58,6	«m»
791	60,5	9,7
792	59,2	9,6
793	59,9	9,6
794	59,6	9,6
795	59,9	6,2
796	59,9	9,6
797	60,5	13,1
798	60,3	20,7
799	59,9	31
800	60,5	42
801	61,5	52,5
802	60,9	51,4
803	61,2	57,7
804	62,8	98,8
805	63,4	96,1
806	64,6	45,4
807	64,1	5
808	63	3,2
809	62,7	14,9
810	63,5	35,8
811	64,1	73,3
812	64,3	37,4
813	64,1	21
814	63,7	21
815	62,9	18
816	62,4	32,7
817	61,7	46,2
818	59,8	45,1
819	57,4	43,9
820	54,8	42,8
821	54,3	65,2
822	52,9	62,1
823	52,4	30,6
824	50,4	«m»
825	48,6	«m»
826	47,9	«m»
827	46,8	«m»
828	46,9	9,4
829	49,5	41,7
830	50,5	37,8
831	52,3	20,4
832	54,1	30,7
833	56,3	41,8
834	58,7	26,5
835	57,3	«m»
836	59	«m»
837	59,8	«m»
838	60,3	«m»
839	61,2	«m»
840	61,8	«m»
841	62,5	«m»
842	62,4	«m»
843	61,5	«m»
844	63,7	«m»
845	61,9	«m»
846	61,6	29,7
847	60,3	«m»
848	59,2	«m»
849	57,3	«m»
850	52,3	«m»

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
851	49,3	«m»
852	47,3	«m»
853	46,3	38,8
854	46,8	35,1
855	46,6	«m»
856	44,3	«m»
857	43,1	«m»
858	42,4	2,1
859	41,8	2,4
860	43,8	68,8
861	44,6	89,2
862	46	99,2
863	46,9	99,4
864	47,9	99,7
865	50,2	99,8
866	51,2	99,6
867	52,3	99,4
868	53	99,3
869	54,2	99,2
870	55,5	99,1
871	56,7	99
872	57,3	98,9
873	58	98,9
874	60,5	31,1
875	60,2	«m»
876	60,3	«m»
877	60,5	6,3
878	61,4	19,3
879	60,3	1,2
880	60,5	2,9
881	61,2	34,1
882	61,6	13,2
883	61,5	16,4
884	61,2	16,4
885	61,3	«m»
886	63,1	«m»
887	63,2	4,8
888	62,3	22,3
889	62	38,5
890	61,6	29,6
891	61,6	26,6
892	61,8	28,1
893	62	29,6
894	62	16,3
895	61,1	«m»
896	61,2	«m»
897	60,7	19,2
898	60,7	32,5
899	60,9	17,8
900	60,1	19,2
901	59,3	38,2
902	59,9	45
903	59,4	32,4
904	59,2	23,5
905	59,5	40,8
906	58,3	«m»
907	58,2	«m»
908	57,6	«m»
909	57,1	«m»
910	57	0,6
911	57	26,3

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
912	56,5	29,2
913	56,3	20,5
914	56,1	«m»
915	55,2	«m»
916	54,7	17,5
917	55,2	29,2
918	55,2	29,2
919	55,9	16
920	55,9	26,3
921	56,1	36,5
922	55,8	19
923	55,9	9,2
924	55,8	21,9
925	56,4	42,8
926	56,4	38
927	56,4	11
928	56,4	35,1
929	54	7,3
930	53,4	5,4
931	52,3	27,6
932	52,1	32
933	52,3	33,4
934	52,2	34,9
935	52,8	60,1
936	53,7	69,7
937	54	70,7
938	55,1	71,7
939	55,2	46
940	54,7	12,6
941	52,5	0
942	51,8	24,7
943	51,4	43,9
944	50,9	71,1
945	51,2	76,8
946	50,3	87,5
947	50,2	99,8
948	50,9	100
949	49,9	99,7
950	50,9	100
951	49,8	99,7
952	50,4	99,8
953	50,4	99,8
954	49,7	99,7
955	51	100
956	50,3	99,8
957	50,2	99,8
958	49,9	99,7
959	50,9	100
960	50	99,7
961	50,2	99,8
962	50,2	99,8
963	49,9	99,7
964	50,4	99,8
965	50,2	99,8
966	50,3	99,8
967	49,9	99,7
968	51,1	100
969	50,6	99,9
970	49,9	99,7
971	49,6	99,6
972	49,4	99,6

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
973	49	99,5
974	49,8	99,7
975	50,9	100
976	50,4	99,8
977	49,8	99,7
978	49,1	99,5
979	50,4	99,8
980	49,8	99,7
981	49,3	99,5
982	49,1	99,5
983	49,9	99,7
984	49,1	99,5
985	50,4	99,8
986	50,9	100
987	51,4	99,9
988	51,5	99,9
989	52,2	99,7
990	52,8	74,1
991	53,3	46
992	53,6	36,4
993	53,4	33,5
994	53,9	58,9
995	55,2	73,8
996	55,8	52,4
997	55,7	9,2
998	55,8	2,2
999	56,4	33,6
1000	55,4	«m»
1001	55,2	«m»
1002	55,8	26,3
1003	55,8	23,3
1004	56,4	50,2
1005	57,6	68,3
1006	58,8	90,2
1007	59,9	98,9
1008	62,3	98,8
1009	63,1	74,4
1010	63,7	49,4
1011	63,3	9,8
1012	48	0
1013	47,9	73,5
1014	49,9	99,7
1015	49,9	48,8
1016	49,6	2,3
1017	49,9	«m»
1018	49,3	«m»
1019	49,7	47,5
1020	49,1	«m»
1021	49,4	«m»
1022	48,3	«m»
1023	49,4	«m»
1024	48,5	«m»
1025	48,7	«m»
1026	48,7	«m»
1027	49,1	«m»
1028	49	«m»
1029	49,8	«m»
1030	48,7	«m»
1031	48,5	«m»
1032	49,3	31,3
1033	49,7	45,3

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1034	48,3	44,5
1035	49,8	61
1036	49,4	64,3
1037	49,8	64,4
1038	50,5	65,6
1039	50,3	64,5
1040	51,2	82,9
1041	50,5	86
1042	50,6	89
1043	50,4	81,4
1044	49,9	49,9
1045	49,1	20,1
1046	47,9	24
1047	48,1	36,2
1048	47,5	34,5
1049	46,9	30,3
1050	47,7	53,5
1051	46,9	61,6
1052	46,5	73,6
1053	48	84,6
1054	47,2	87,7
1055	48,7	80
1056	48,7	50,4
1057	47,8	38,6
1058	48,8	63,1
1059	47,4	5
1060	47,3	47,4
1061	47,3	49,8
1062	46,9	23,9
1063	46,7	44,6
1064	46,8	65,2
1065	46,9	60,4
1066	46,7	61,5
1067	45,5	«m»
1068	45,5	«m»
1069	44,2	«m»
1070	43	«m»
1071	42,5	«m»
1072	41	«m»
1073	39,9	«m»
1074	39,9	38,2
1075	40,1	48,1
1076	39,9	48
1077	39,4	59,3
1078	43,8	19,8
1079	52,9	0
1080	52,8	88,9
1081	53,4	99,5
1082	54,7	99,3
1083	56,3	99,1
1084	57,5	99
1085	59	98,9
1086	59,8	98,9
1087	60,1	98,9
1088	61,8	48,3
1089	61,8	55,6
1090	61,7	59,8
1091	62	55,6
1092	62,3	29,6
1093	62	19,3
1094	61,3	7,9

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1095	61,1	19,2
1096	61,2	43
1097	61,1	59,7
1098	61,1	98,8
1099	61,3	98,8
1100	61,3	26,6
1101	60,4	«m»
1102	58,8	«m»
1103	57,7	«m»
1104	56	«m»
1105	54,7	«m»
1106	53,3	«m»
1107	52,6	23,2
1108	53,4	84,2
1109	53,9	99,4
1110	54,9	99,3
1111	55,8	99,2
1112	57,1	99
1113	56,5	99,1
1114	58,9	98,9
1115	58,7	98,9
1116	59,8	98,9
1117	61	98,8
1118	60,7	19,2
1119	59,4	«m»
1120	57,9	«m»
1121	57,6	«m»
1122	56,3	«m»
1123	55	«m»
1124	53,7	«m»
1125	52,1	«m»
1126	51,1	«m»
1127	49,7	25,8
1128	49,1	46,1
1129	48,7	46,9
1130	48,2	46,7
1131	48	70
1132	48	70
1133	47,2	67,6
1134	47,3	67,6
1135	46,6	74,7
1136	47,4	13
1137	46,3	«m»
1138	45,4	«m»
1139	45,5	24,8
1140	44,8	73,8
1141	46,6	99
1142	46,3	98,9
1143	48,5	99,4
1144	49,9	99,7
1145	49,1	99,5
1146	49,1	99,5
1147	51	100
1148	51,5	99,9
1149	50,9	100
1150	51,6	99,9
1151	52,1	99,7
1152	50,9	100
1153	52,2	99,7
1154	51,5	98,3
1155	51,5	47,2

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1156	50,8	78,4
1157	50,3	83
1158	50,3	31,7
1159	49,3	31,3
1160	48,8	21,5
1161	47,8	59,4
1162	48,1	77,1
1163	48,4	87,6
1164	49,6	87,5
1165	51	81,4
1166	51,6	66,7
1167	53,3	63,2
1168	55,2	62
1169	55,7	43,9
1170	56,4	30,7
1171	56,8	23,4
1172	57	«m»
1173	57,6	«m»
1174	56,9	«m»
1175	56,4	4
1176	57	23,4
1177	56,4	41,7
1178	57	49,2
1179	57,7	56,6
1180	58,6	56,6
1181	58,9	64
1182	59,4	68,2
1183	58,8	71,4
1184	60,1	71,3
1185	60,6	79,1
1186	60,7	83,3
1187	60,7	77,1
1188	60	73,5
1189	60,2	55,5
1190	59,7	54,4
1191	59,8	73,3
1192	59,8	77,9
1193	59,8	73,9
1194	60	76,5
1195	59,5	82,3
1196	59,9	82,8
1197	59,8	65,8
1198	59	48,6
1199	58,9	62,2
1200	59,1	70,4
1201	58,9	62,1
1202	58,4	67,4
1203	58,7	58,9
1204	58,3	57,7
1205	57,5	57,8
1206	57,2	57,6
1207	57,1	42,6
1208	57	70,1
1209	56,4	59,6
1210	56,7	39
1211	55,9	68,1
1212	56,3	79,1
1213	56,7	89,7
1214	56	89,4
1215	56	93,1
1216	56,4	93,1

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1217	56,7	94,4
1218	56,9	94,8
1219	57	94,1
1220	57,7	94,3
1221	57,5	93,7
1222	58,4	93,2
1223	58,7	93,2
1224	58,2	93,7
1225	58,5	93,1
1226	58,8	86,2
1227	59	72,9
1228	58,2	59,9
1229	57,6	8,5
1230	57,1	47,6
1231	57,2	74,4
1232	57	79,1
1233	56,7	67,2
1234	56,8	69,1
1235	56,9	71,3
1236	57	77,3
1237	57,4	78,2
1238	57,3	70,6
1239	57,7	64
1240	57,5	55,6
1241	58,6	49,6
1242	58,2	41,1
1243	58,8	40,6
1244	58,3	21,1
1245	58,7	24,9
1246	59,1	24,8
1247	58,6	«m»
1248	58,8	«m»
1249	58,8	«m»
1250	58,7	«m»
1251	59,1	«m»
1252	59,1	«m»
1253	59,4	«m»
1254	60,6	2,6
1255	59,6	«m»
1256	60,1	«m»
1257	60,6	«m»
1258	59,6	4,1
1259	60,7	7,1
1260	60,5	«m»
1261	59,7	«m»
1262	59,6	«m»
1263	59,8	«m»
1264	59,6	4,9
1265	60,1	5,9
1266	59,9	6,1
1267	59,7	«m»
1268	59,6	«m»
1269	59,7	22
1270	59,8	10,3
1271	59,9	10
1272	60,6	6,2
1273	60,5	7,3
1274	60,2	14,8
1275	60,6	8,2
1276	60,6	5,5
1277	61	14,3

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1278	61	12
1279	61,3	34,2
1280	61,2	17,1
1281	61,5	15,7
1282	61	9,5
1283	61,1	9,2
1284	60,5	4,3
1285	60,2	7,8
1286	60,2	5,9
1287	60,2	5,3
1288	59,9	4,6
1289	59,4	21,5
1290	59,6	15,8
1291	59,3	10,1
1292	58,9	9,4
1293	58,8	9
1294	58,9	35,4
1295	58,9	30,7
1296	58,9	25,9
1297	58,7	22,9
1298	58,7	24,4
1299	59,3	61
1300	60,1	56
1301	60,5	50,6
1302	59,5	16,2
1303	59,7	50
1304	59,7	31,4
1305	60,1	43,1
1306	60,8	38,4
1307	60,9	40,2
1308	61,3	49,7
1309	61,8	45,9
1310	62	45,9
1311	62,2	45,8
1312	62,6	46,8
1313	62,7	44,3
1314	62,9	44,4
1315	63,1	43,7
1316	63,5	46,1
1317	63,6	40,7
1318	64,3	49,5
1319	63,7	27
1320	63,8	15
1321	63,6	18,7
1322	63,4	8,4
1323	63,2	8,7
1324	63,3	21,6
1325	62,9	19,7
1326	63	22,1
1327	63,1	20,3
1328	61,8	19,1
1329	61,6	17,1
1330	61	0
1331	61,2	22
1332	60,8	40,3
1333	61,1	34,3
1334	60,7	16,1
1335	60,6	16,6
1336	60,5	18,5
1337	60,6	29,8
1338	60,9	19,5

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1339	60,9	22,3
1340	61,4	35,8
1341	61,3	42,9
1342	61,5	31
1343	61,3	19,2
1344	61	9,3
1345	60,8	44,2
1346	60,9	55,3
1347	61,2	56
1348	60,9	60,1
1349	60,7	59,1
1350	60,9	56,8
1351	60,7	58,1
1352	59,6	78,4
1353	59,6	84,6
1354	59,4	66,6
1355	59,3	75,5
1356	58,9	49,6
1357	59,1	75,8
1358	59	77,6
1359	59	67,8
1360	59	56,7
1361	58,8	54,2
1362	58,9	59,6
1363	58,9	60,8
1364	59,3	56,1
1365	58,9	48,5
1366	59,3	42,9
1367	59,4	41,4
1368	59,6	38,9
1369	59,4	32,9
1370	59,3	30,6
1371	59,4	30
1372	59,4	25,3
1373	58,8	18,6
1374	59,1	18
1375	58,5	10,6
1376	58,8	10,5
1377	58,5	8,2
1378	58,7	13,7
1379	59,1	7,8
1380	59,1	6
1381	59,1	6
1382	59,4	13,1
1383	59,7	22,3
1384	60,7	10,5
1385	59,8	9,8
1386	60,2	8,8
1387	59,9	8,7
1388	61	9,1
1389	60,6	28,2
1390	60,6	22
1391	59,6	23,2
1392	59,6	19
1393	60,6	38,4
1394	59,8	41,6
1395	60	47,3
1396	60,5	55,4
1397	60,9	58,7
1398	61,3	37,9
1399	61,2	38,3

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1400	61,4	58,7
1401	61,3	51,3
1402	61,4	71,1
1403	61,1	51
1404	61,5	56,6
1405	61	60,6
1406	61,1	75,4
1407	61,4	69,4
1408	61,6	69,9
1409	61,7	59,6
1410	61,8	54,8
1411	61,6	53,6
1412	61,3	53,5
1413	61,3	52,9
1414	61,2	54,1
1415	61,3	53,2
1416	61,2	52,2
1417	61,2	52,3
1418	61	48
1419	60,9	41,5
1420	61	32,2
1421	60,7	22
1422	60,7	23,3
1423	60,8	38,8
1424	61	40,7
1425	61	30,6
1426	61,3	62,6
1427	61,7	55,9
1428	62,3	43,4
1429	62,3	37,4
1430	62,3	35,7
1431	62,8	34,4
1432	62,8	31,5
1433	62,9	31,7
1434	62,9	29,9
1435	62,8	29,4
1436	62,7	28,7
1437	61,5	14,7
1438	61,9	17,2
1439	61,5	6,1
1440	61	9,9
1441	60,9	4,8
1442	60,6	11,1
1443	60,3	6,9
1444	60,8	7
1445	60,2	9,2
1446	60,5	21,7
1447	60,2	22,4
1448	60,7	31,6
1449	60,9	28,9
1450	59,6	21,7
1451	60,2	18
1452	59,5	16,7
1453	59,8	15,7
1454	59,6	15,7
1455	59,3	15,7
1456	59	7,5
1457	58,8	7,1
1458	58,7	16,5
1459	59,2	50,7
1460	59,7	60,2

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1461	60,4	44
1462	60,2	35,3
1463	60,4	17,1
1464	59,9	13,5
1465	59,9	12,8
1466	59,6	14,8
1467	59,4	15,9
1468	59,4	22
1469	60,4	38,4
1470	59,5	38,8
1471	59,3	31,9
1472	60,9	40,8
1473	60,7	39
1474	60,9	30,1
1475	61	29,3
1476	60,6	28,4
1477	60,9	36,3
1478	60,8	30,5
1479	60,7	26,7
1480	60,1	4,7
1481	59,9	0
1482	60,4	36,2
1483	60,7	32,5
1484	59,9	3,1
1485	59,7	«m»
1486	59,5	«m»
1487	59,2	«m»
1488	58,8	0,6
1489	58,7	«m»
1490	58,7	«m»
1491	57,9	«m»
1492	58,2	«m»
1493	57,6	«m»
1494	58,3	9,5
1495	57,2	6
1496	57,4	27,3
1497	58,3	59,9
1498	58,3	7,3
1499	58,8	21,7
1500	58,8	38,9
1501	59,4	26,2
1502	59,1	25,5
1503	59,1	26
1504	59	39,1
1505	59,5	52,3
1506	59,4	31
1507	59,4	27
1508	59,4	29,8
1509	59,4	23,1
1510	58,9	16
1511	59	31,5
1512	58,8	25,9
1513	58,9	40,2
1514	58,8	28,4
1515	58,9	38,9
1516	59,1	35,3
1517	58,8	30,3
1518	59	19
1519	58,7	3
1520	57,9	0
1521	58	2,4

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1522	57,1	«m»
1523	56,7	«m»
1524	56,7	5,3
1525	56,6	2,1
1526	56,8	«m»
1527	56,3	«m»
1528	56,3	«m»
1529	56	«m»
1530	56,7	«m»
1531	56,6	3,8
1532	56,9	«m»
1533	56,9	«m»
1534	57,4	«m»
1535	57,4	«m»
1536	58,3	13,9
1537	58,5	«m»
1538	59,1	«m»
1539	59,4	«m»
1540	59,6	«m»
1541	59,5	«m»
1542	59,6	0,5
1543	59,3	9,2
1544	59,4	11,2
1545	59,1	26,8
1546	59	11,7
1547	58,8	6,4
1548	58,7	5
1549	57,5	«m»
1550	57,4	«m»
1551	57,1	1,1
1552	57,1	0
1553	57	4,5
1554	57,1	3,7
1555	57,3	3,3
1556	57,3	16,8
1557	58,2	29,3
1558	58,7	12,5
1559	58,3	12,2
1560	58,6	12,7
1561	59	13,6
1562	59,8	21,9
1563	59,3	20,9
1564	59,7	19,2
1565	60,1	15,9
1566	60,7	16,7
1567	60,7	18,1
1568	60,7	40,6
1569	60,7	59,7
1570	61,1	66,8
1571	61,1	58,8
1572	60,8	64,7
1573	60,1	63,6
1574	60,7	83,2
1575	60,4	82,2
1576	60	80,5
1577	59,9	78,7
1578	60,8	67,9
1579	60,4	57,7
1580	60,2	60,6
1581	59,6	72,7
1582	59,9	73,6

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1583	59,8	74,1
1584	59,6	84,6
1585	59,4	76,1
1586	60,1	76,9
1587	59,5	84,6
1588	59,8	77,5
1589	60,6	67,9
1590	59,3	47,3
1591	59,3	43,1
1592	59,4	38,3
1593	58,7	38,2
1594	58,8	39,2
1595	59,1	67,9
1596	59,7	60,5
1597	59,5	32,9
1598	59,6	20
1599	59,6	34,4
1600	59,4	23,9
1601	59,6	15,7
1602	59,9	41
1603	60,5	26,3
1604	59,6	14
1605	59,7	21,2
1606	60,9	19,6
1607	60,1	34,3
1608	59,9	27
1609	60,8	25,6
1610	60,6	26,3
1611	60,9	26,1
1612	61,1	38
1613	61,2	31,6
1614	61,4	30,6
1615	61,7	29,6
1616	61,5	28,8
1617	61,7	27,8
1618	62,2	20,3
1619	61,4	19,6
1620	61,8	19,7
1621	61,8	18,7
1622	61,6	17,7
1623	61,7	8,7
1624	61,7	1,4
1625	61,7	5,9
1626	61,2	8,1
1627	61,9	45,8
1628	61,4	31,5
1629	61,7	22,3
1630	62,4	21,7
1631	62,8	21,9
1632	62,2	22,2
1633	62,5	31
1634	62,3	31,3
1635	62,6	31,7
1636	62,3	22,8
1637	62,7	12,6
1638	62,2	15,2
1639	61,9	32,6
1640	62,5	23,1
1641	61,7	19,4
1642	61,7	10,8
1643	61,6	10,2

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1644	61,4	«m»
1645	60,8	«m»
1646	60,7	«m»
1647	61	12,4
1648	60,4	5,3
1649	61	13,1
1650	60,7	29,6
1651	60,5	28,9
1652	60,8	27,1
1653	61,2	27,3
1654	60,9	20,6
1655	61,1	13,9
1656	60,7	13,4
1657	61,3	26,1
1658	60,9	23,7
1659	61,4	32,1
1660	61,7	33,5
1661	61,8	34,1
1662	61,7	17
1663	61,7	2,5
1664	61,5	5,9
1665	61,3	14,9
1666	61,5	17,2
1667	61,1	«m»
1668	61,4	«m»
1669	61,4	8,8
1670	61,3	8,8
1671	61	18
1672	61,5	13
1673	61	3,7
1674	60,9	3,1
1675	60,9	4,7
1676	60,6	4,1
1677	60,6	6,7
1678	60,6	12,8
1679	60,7	11,9
1680	60,6	12,4
1681	60,1	12,4
1682	60,5	12
1683	60,4	11,8
1684	59,9	12,4
1685	59,6	12,4
1686	59,6	9,1
1687	59,9	0
1688	59,9	20,4
1689	59,8	4,4
1690	59,4	3,1
1691	59,5	26,3
1692	59,6	20,1
1693	59,4	35
1694	60,9	22,1
1695	60,5	12,2
1696	60,1	11
1697	60,1	8,2
1698	60,5	6,7
1699	60	5,1
1700	60	5,1
1701	60	9
1702	60,1	5,7
1703	59,9	8,5
1704	59,4	6

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1705	59,5	5,5
1706	59,5	14,2
1707	59,5	6,2
1708	59,4	10,3
1709	59,6	13,8
1710	59,5	13,9
1711	60,1	18,9
1712	59,4	13,1
1713	59,8	5,4
1714	59,9	2,9
1715	60,1	7,1
1716	59,6	12
1717	59,6	4,9
1718	59,4	22,7
1719	59,6	22
1720	60,1	17,4
1721	60,2	16,6
1722	59,4	28,6
1723	60,3	22,4
1724	59,9	20
1725	60,2	18,6
1726	60,3	11,9
1727	60,4	11,6
1728	60,6	10,6
1729	60,8	16
1730	60,9	17
1731	60,9	16,1
1732	60,7	11,4
1733	60,9	11,3
1734	61,1	11,2
1735	61,1	25,6
1736	61	14,6
1737	61	10,4
1738	60,6	«m»
1739	60,9	«m»
1740	60,8	4,8
1741	59,9	«m»
1742	59,8	«m»
1743	59,1	«m»
1744	58,8	«m»
1745	58,8	«m»
1746	58,2	«m»
1747	58,5	14,3
1748	57,5	4,4
1749	57,9	0
1750	57,8	20,9
1751	58,3	9,2
1752	57,8	8,2
1753	57,5	15,3
1754	58,4	38
1755	58,1	15,4
1756	58,8	11,8
1757	58,3	8,1
1758	58,3	5,5
1759	59	4,1
1760	58,2	4,9
1761	57,9	10,1
1762	58,5	7,5
1763	57,4	7
1764	58,2	6,7
1765	58,2	6,6

▼B

Tempo s	Velocidade %	Binário Norm. %
1766	57,3	17,3
1767	58	11,4
1768	57,5	47,4
1769	57,4	28,8
1770	58,8	24,3
1771	57,7	25,5
1772	58,4	35,5
1773	58,4	29,3
1774	59	33,8
1775	59	18,7
1776	58,8	9,8
1777	58,8	23,9
1778	59,1	48,2
1779	59,4	37,2
1780	59,6	29,1
1781	50	25
1782	40	20
1783	30	15
1784	20	10
1785	10	5
1786	0	0
1787	0	0
1788	0	0
1789	0	0
1790	0	0
1791	0	0
1792	0	0
1793	0	0
1794	0	0
1795	0	0
1796	0	0
1797	0	0
1798	0	0
1799	0	0
1800	0	0

«m» = *motoring* (rotação do motor sem alimentação).

▼B

A figura 5 contém uma representação gráfica do programa do dinamómetro no ensaio ETC.

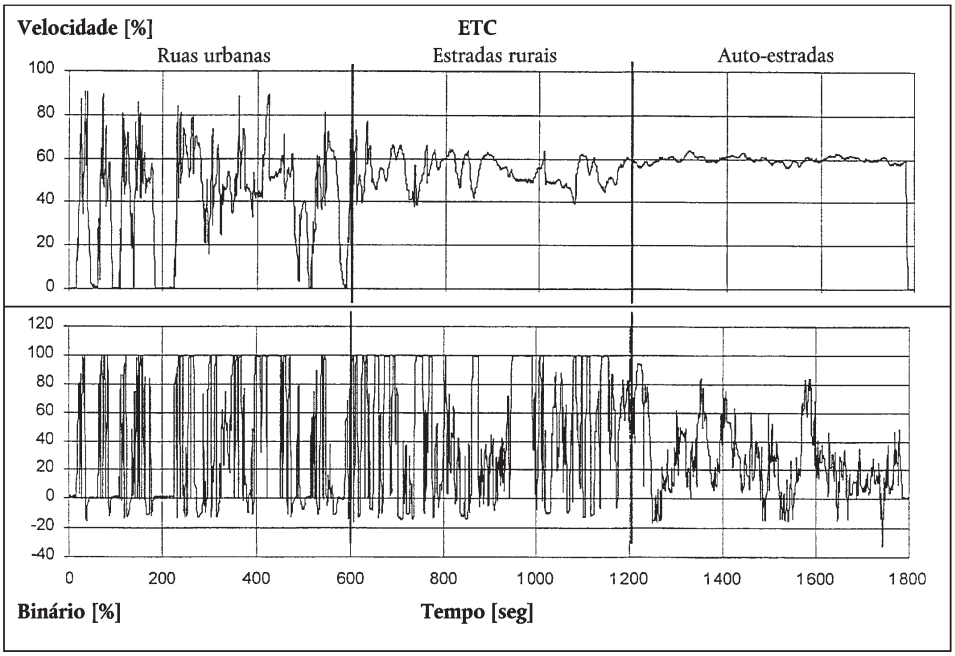


Figura 5

Programa do dinamómetro no ensaio ETC

▼B

Apêndice 4

MÉTODOS DE MEDIÇÃO E DE RECOLHA DE AMOSTRAS

▼M1

1. INTRODUÇÃO

Medem-se os componentes gasosos, partículas e fumos emitidos pelo motor submetido a ensaio pelos métodos descritos no anexo V. Os pontos do anexo V descrevem, respectivamente, os sistemas de análise recomendados para as emissões gasosas (ponto 1), os sistemas recomendados de diluição e de recolha de amostras de partículas (ponto 2) e os opacímetros recomendados para a medição dos fumos (ponto 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 do fluxo total para a determinação das partículas. Determinam-se as partículas com um sistema de diluição do fluxo quer parcial quer total.

Para o ETC, podem utilizar-se os seguintes sistemas:

— um sistema de diluição do caudal total CVS para determinar as emissões gasosas e de partículas (são permitidos sistemas de diluição dupla),

ou

— uma combinação da medição dos gases de escape brutos para as emissões gasosas e um sistema de diluição do fluxo parcial para as emissões de partículas,

ou

— qualquer combinação de ambos os princípios (nomeadamente, medição dos gases brutos e medição do fluxo total de partículas).

▼B

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 Apêndices 1 e 2 do presente anexo. O sistema de medição da velocidade deve ter uma precisão de ± 2 % da leitura. O sistema de medição do binário deve ter uma precisão de ± 3 % da leitura na gama >20 % da escala total e uma precisão de ± 0,6 % da escala total na gama ≤ 20 % da escala total.

▼M1

2.2. **Outros instrumentos**

Utiliza-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 temperatura do combustível. Esses instrumentos devem satisfazer os requisitos indicados no quadro 9:

Quadro 9

Precisão dos instrumentos de medida

Instrumento de medida	Precisão
Consumo de combustível	± 2 % do valor máximo do motor
Consumo de ar	± 2 % da leitura ou ± 1 % do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado
Fluxo dos gases de escape	± 2,5 % da leitura ou 1,5 % do valor máximo do motor, conforme o valor mais elevado

▼M1

Instrumento de medida	Precisão
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 na admissão	± 0,05 kPa absoluto
Outras pressões	± 0,1 kPa absoluto
Humidade relativa	± 3 % absoluto
Humidade absoluta	± 5 % da leitura
Caudal do ar de diluição	± 2 % da leitura
Caudal dos gases de escape diluídos	± 2 % da leitura

3. DETERMINAÇÃO DOS COMPONENTES GASOSOS

3.1. **Especificações gerais dos analisadores**

Os analisadores devem ter uma gama de medidas adequada à precisão necessária para medir as concentrações dos componentes dos gases de escape (ponto 3.1.1). Recomenda-se que os analisadores funcionem de modo tal que as concentrações medidas fiquem compreendidas entre 15 % e 100 % da escala completa.

Se 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 diferentes de zero nominalmente equidistantes para assegurar a precisão das curvas de calibração, em conformidade com o ponto 1.6.4 do apêndice 5 do presente anexo.

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

3.1.1. *Exactidão*

O desvio do analisador relativamente ao ponto de calibração nominal não pode ser superior a ± 2 % da leitura em toda a gama de medição, com excepção do zero, ou a ± 0,3 % da escala completa, conforme o valor maior. A exactidão é determinada em conformidade com os requisitos de calibração previstos no ponto 1.6 do apêndice 5 do presente anexo.

NOTA: Para efeitos da presente directiva, a exactidão é definida como o desvio de leitura do analisador em relação aos valores de calibração nominais utilizando um gás de calibração (= valor verdadeiro).

3.1.2. *Precisão*

A precisão, definida como 2,5 vezes o desvio-padrão de 10 respostas repetitivas a um determinado gás de calibração ou regulação, não pode ser superior a ± 1 % da escala completa para cada gama utilizada acima de 155 ppm (ou ppmC) ou ± 2 % de cada gama utilizada abaixo de 155 ppm (ou ppmC).

3.1.3. *Ruído*

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

▼M1

3.1.4. *Desvio do zero*

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

3.1.5. *Desvio de calibração*

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

3.1.6. *Tempo de subida*

O tempo de subida do analisador instalado no sistema de medição não deve exceder 3,5 segundos.

NOTA: Avaliar apenas o tempo de resposta do analisador não define com clareza a adequação do sistema total ao ensaio em condições transientes. Os volumes, e especialmente os volumes mortos através do sistema, afectarão não só o tempo de transporte da sonda até ao analisador, mas também o tempo de subida. Do mesmo modo, os tempos de transporte dentro de um analisador seriam definidos como tempo de resposta do analisador, tal como o conversor ou os colectores de água dentro dos analisadores de NO_x. A determinação do tempo total de resposta do sistema é descrita no ponto 1.5 do apêndice 5 ao presente anexo.

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 pontos 3.3.1 a 3.3.4 descrevem os princípios de medição a utilizar. O anexo V contém uma descrição pormenorizada dos sistemas de medição. 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 (CO_2)*

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

3.3.3. *Análise dos hidrocarbonetos (HC)*

No que diz respeito aos motores diesel e alimentados a GPL, 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 GN, o analisador de hidrocarbonetos pode ser do tipo não aquecido de ionização por chama (FID), dependendo do método utilizado (ver ponto 1.3 do anexo V).

3.3.4. *Análise dos hidrocarbonetos não metânicos (NMHC) (apenas motores a GN)*

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 em conformidade com o ponto 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 em conformidade com o ponto 3.3.3, por subtracção do metano dos hidrocarbonetos.

▼M1

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 (ver ponto 1.9.2.2 do apêndice 5 do anexo III) tenha sido satisfatória.

3.3.6. *Medição da relação ar/combustível*

O equipamento de medida da relação ar/combustível utilizado para determinar o escoamento dos gases de escape, conforme especificado no ponto 4.2.5 do apêndice 2 do presente anexo é um sensor da relação ar/combustível de gama larga ou um sensor lambda do tipo Zircónia. O sensor é montado directamente no tubo de escape num local em que a temperatura dos gases de escape seja suficientemente elevada para eliminar a condensação da água.

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

± 3 % da leitura $\lambda < 2$

± 5 % da leitura $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % da leitura $5 \leq \lambda$

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

3.4. **Recolha de amostras das emissões gasosas**

3.4.1. *Gases de escape de brutos*

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, mas suficientemente próximo do motor de modo a assegurar uma temperatura dos gases de escape de, no mínimo, 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 distintos de colectores, por exemplo nos motores em «V», é recomendável combinar os colectores a montante da sonda de recolha de amostras. Caso tal não seja prático, é admissível obter uma amostra do grupo com o nível de emissões CO_2 mais elevado. 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 dos gases de escape, a amostra de gases de escape deve ser tomada a jusante desse sistema.

3.4.2. *Gases de escape diluídos*

O tubo de escape entre o motor e o sistema de diluição do fluxo total deve cumprir o disposto no ponto 2.3.1 do anexo V (EP).

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.

A recolha de amostras pode geralmente ser executada de duas formas:

— 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 os 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 do fluxo parcial ou um sistema de diluição do fluxo total. A capacidade de escoamento do

▼M1

sistema de diluição deve ser suficientemente grande para eliminar completamente a condensação de água nos sistemas de diluição e de recolha de amostras A temperatura dos gases de escape diluídos deve ser inferior a 325 K (52 °C) [1], imediatamente a montante dos suportes dos filtros. É permitido o controlo da humidade do ar de diluição antes de entrar no sistema de diluição e a desumidificação é especialmente útil se a humidade do ar de diluição for elevada. A temperatura do ar de diluição deve ser superior a 288 K (15 °C) na estreita proximidade do túnel de diluição.

O sistema de diluição do fluxo parcial tem de ser concebido para obter uma amostra proporcional dos gases de escape brutos da corrente de gases de escape do motor, respondendo assim às variações no caudal da corrente dos gases de escape, e introduzir ar de diluição nessa amostra para se atingir uma temperatura inferior a 325 K (52 °C) no filtro de ensaio. Para o efeito, é essencial que o quociente de diluição ou o quociente de amostragem r_{dil} ou r_s sejam determinados, de modo a cumprir os limites de precisão indicados no ponto 3.2.1 do apêndice 5 do presente anexo. Podem ser aplicados diferentes métodos de extracção; o tipo de extracção utilizado dita, em grau significativo, os equipamentos e os processos de recolha de amostras a utilizar (ponto 2.2 do anexo V).

Em geral, a sonda de recolha de amostras de partículas deve ser instalada muito perto da sonda de recolha de amostras de emissões gasosas, mas a uma distância suficiente para não causar interferências. Por conseguinte, as disposições relativas à instalação constantes do ponto 3.4.1 são igualmente aplicáveis à recolha de amostras de partículas. A conduta de recolha deve ser conforme ao disposto no ponto 2 do anexo V.

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 distintos de colectores, por exemplo nos motores em «V», é recomendável combinar os colectores a montante da sonda de recolha de amostras. Caso tal não seja prático, é admissível obter uma amostra do grupo com o nível de emissões de partículas mais elevado. Podem ser utilizados outros métodos em relação aos quais se tenha podido demonstrar haver uma correlação com os métodos acima referidos. Para o cálculo das emissões de escape, deve ser utilizado o caudal mássico total dos gases de escape do motor.

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 filtro (ver ponto 4.1.3) para todo o ciclo de ensaio. Para o ensaio ESC, deve prestar-se atenção considerável aos tempos e caudais da recolha de amostras durante a fase de recolha do ensaio.

4.1. **Filtros da recolha de amostras de partículas**

Durante a sequência de ensaio, os gases de escape diluídos devem ser recolhidos por meio de um filtro que cumpra o disposto nos pontos 4.1.1 e 4.1.2.

4.1.1. *Especificação dos filtros*

São necessários filtros de fibra de vidro revestidos de fluorocarbono. Todos os tipos de filtro devem ter um rendimento de recolha de 0,3 μm DOP (ftalato de dioctilo) de, pelo menos, 99 % a uma velocidade nominal do gás compreendida entre 35 e 100 cm/s.

4.1.2. *Dimensão dos filtros*

Recomenda-se filtros de partículas com um diâmetro de 47 mm ou de 70 mm. São aceitáveis filtros de maior diâmetro (ponto 4.1.4), mas não são permitidos filtros de diâmetro inferior.

[1] A Comissão irá rever a temperatura a montante do suporte do filtro, 325 K (52 °C), e, se necessário, proporá uma temperatura alternativa a aplicar à homologação de novos tipos a partir de 1 de Outubro de 2008.

▼M1

4.1.3. *Velocidade nominal no filtro*

Deve-se obter uma velocidade nominal do gás através do filtro compreendida entre 35 e 100 cm/s. O aumento da perda de carga entre o início e o fim do ensaio não deve ser superior a 25 kPa.

4.1.4. *Carga do filtro*

As cargas mínimas exigidas para as dimensões de filtros mais comuns são as indicadas no quadro 10. Para as dimensões maiores, a carga mínima é de 0,065 mg/1 000 mm^2 de área de filtragem.

Quadro 10

Cargas mínimas dos filtros

Diâmetro do filtro (mm)	Carga mínima (mg)
47	0,11
70	0,25
90	0,41
110	0,62

Se, com base em ensaios anteriores, é improvável que a carga mínima do filtro exigida possa ser atingida durante um ciclo de ensaio, após optimização dos caudais e do quociente de diluição, é admissível uma carga inferior do filtro, mediante a aprovação das partes interessadas, se for possível demonstrar que esta cumpre as exigências de precisão constantes dos pontos 4.2, nomeadamente com uma balança de 0,1 μg.

4.1.5. *Suporte do filtro*

Para o ensaio das emissões, coloca-se os filtros num conjunto para suporte de filtros em conformidade com o disposto no ponto 2.2 do anexo V. O conjunto de suporte dos filtros deve ser concebido de modo a permitir uma distribuição uniforme do caudal na superfície de mancha do filtro. A montante ou a jusante do suporte do filtro devem ser colocadas válvulas de acção rápida. Um pré-classificador por inércia com um ponto de corte de 50 % entre 2,5 μm e 10 μm pode ser instalado imediatamente a montante do suporte do filtro. A utilização de um pré-classificador é fortemente recomendada se for usada uma sonda de recolha de amostras de tubo aberto virada para montante no tubo de escape.

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 ± 3 K (22 °C ± 3 °C) durante todo o período de condicionamento e pesagem. A humidade deve ser mantida a um ponto de orvalho de 282,5 K ± 3 K (9,5 °C ± 3> °C) e a humidade relativa a 45 % ± 8 %).

4.2.2. *Pesagem dos filtros de referência*

O ambiente da câmara (ou sala) deve estar isento de quaisquer contaminantes ambientes (tais como poeira) que possam ficar nos filtros de partículas durante a sua fase de estabilização. Serão admitidas perturbações das condições da câmara de pesagem, conforme assinalado no ponto 4.2.1, se a sua duração não exceder 30 minutos. A câmara de pesagem deve satisfazer as condições exigidas antes da entrada do pessoal neste mesmo recinto. Devem ser pesados, pelo menos, dois filtros de referência não utilizados no prazo de 4 horas, mas, de preferência, em simultâneo com as pesagens do filtro 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 variar entre pesagens dos filtros de recolha de amostras em mais de 10 μg, todos os filtros de recolha devem ser deitados fora, repetindo-se o ensaio de emissões.

Se não forem cumpridos os critérios de estabilidade da câmara de pesagem indicados no ponto 4.2.1, mas a pesagem dos filtros de referência cumprir esses critérios, o fabricante dos motores pode optar por aceitar os pesos dos filtros de recolha ou anular os ensaios, reparar

▼M1

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 o peso do filtro deve ter uma precisão (desvio-padrão) de 2 μg e uma resolução de, pelo menos, 1 μg (1 dígito = 1 μg) especificadas pelo fabricante da balança.

4.2.4. *Eliminação dos efeitos da electricidade estática*

Para eliminar os efeitos da electricidade estática, os filtros devem ser neutralizados antes da pesagem, por exemplo por um neutralizador de polónio, uma gaiola de Faraday ou um dispositivo de efeito semelhante.

4.2.5. *Especificações para medição de caudais*

4.2.5.1. Exigências gerais

As precisões absolutas do debitómetro ou da instrumentação de medição dos fluxos deve ser a especificada no ponto 2.2.

4.2.5.2. Disposições especiais para sistemas de diluição do fluxo parcial

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

$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw}$

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

Podem ser obtidas precisões aceitáveis para o q_{mp} através de qualquer um dos seguintes métodos:

As precisões absolutas de q_{mdew} e q_{mdw} são ± 0,2 %, o que garante uma precisão de q_{mp} de ≤ 5 % com um quociente de diluição de 15. Todavia, ocorrerão erros maiores com quocientes de diluição superiores.

A calibração de q_{mdw} relativamente a q_{mdew} é efectuada de modo a obter as mesmas precisões para q_{mp} que as obtidas na alínea a). Para indicações pormenorizadas sobre essa calibração, ver ponto 3.2.1 do apêndice 5 do anexo III.

Determina-se indirectamente a precisão de q_{mp} a partir da precisão do quociente de diluição, conforme determinado por um gás marcador, por exemplo, o CO_2. São novamente necessárias precisões equivalentes para o q_{mp} às obtidas pelo método da alínea a).

As precisões absolutas de q_{mdew} e q_{mdw} situam-se a ± 2 % da escala completa, o erro máximo da diferença entre q_{mdew} e q_{mdw} situa-se a 0,2 %, e o erro de linearidade está a ± 0,2 % do valor mais elevado de q_{mdew} observado durante o ensaio.;

▼B

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 ponto 3 do Anexo V,

▼B

— uma unidade de tratamento de dados capaz de realizar as funções descritas no ponto 6 do Apêndice 1 do Anexo III,

— uma impressora e/ou um meio de armazenamento electrónico para registar e fornecer os valores necessários dos fumos especificados no ponto 6.3 do Apêndice 1 do Anexo III.

5.2. **Requisitos específicos**

5.2.1. *Linearidade*

A linearidade deve estar compreendida entre ± 2 % da opacidade.

5.2.2. *Desvio do zero*

O desvio do zero durante o período de uma hora não deve exceder ± 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.

▼B

Apêndice 5

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 da presente directiva. O método de calibração a utilizar para os analisadores indicados no ponto 3 do Apêndice 4 do Anexo III e no ponto 1 do Anexo V está descrito no presente ponto.

1.2. **Gases de calibração**

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

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

1.2.1. *Gases puros*

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

Azoto purificado

(Contaminação ≤ 1 ppm C1, ≤ ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

Oxigénio purificado

(Pureza > 99,5 % vol O_2)

Mistura hidrogénio-hélio

(40 ± 2 % de hidrogénio; restante: hélio)

(Contaminação ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO_2)

Ar de síntese purificado

(Contaminação ≤ 1ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 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:

C_3H_8 e ar de síntese purificado (ver ponto 1.2.1);

CO e azoto purificado;

NO_x e azoto purificado (a quantidade de NO_2 contida neste gás de calibração não deve exceder 5 % do teor de NO);

CO_2 e azoto purificado;

CH_4 e ar de síntese purificado;

C_2H_6 e ar de síntese purificado.

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

A concentração real de um gás de 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 N_2 purificado ou ar de síntese purificado. A precisão do dispositivo misturador deve ser tal que a concentração dos gases de calibração diluídos possa ser determinada com uma aproximação de ± 2 %.

▼M1

1.2.3. *Utilização de dispositivos de mistura de gases de grande precisão*

Os gases utilizados para a calibração podem também ser obtidos através de dispositivos de mistura de gases de grande precisão (misturadores--doseadores de gases), por diluição de N_2 purificado ou de ar de síntese purificado. A precisão do dispositivo misturador deve ser tal que a concentração dos gases de calibragem diluídos possa ser determinada com uma precisão de ± 2 %. Esta precisão implica que os gases primários utilizados para a mistura devem ser conhecidos com uma precisão mínima de ± 1 %, com base em normas nacionais ou internacionais sobre gases. A verificação será efectuada entre 15 % e 50 % da escala completa relativamente a cada calibração que inclua um dispositivo de mistura.

Em alternativa, o dispositivo de mistura pode ser verificado com um instrumento, que por natureza é linear, utilizando gás NO com um CLD. O valor de calibração do instrumento deve ser ajustado com o gás de calibração directamente ligado ao instrumento. O dispositivo de mistura deve ser verificado com as regulações utilizadas e o valor nominal comparado com a concentração medida pelo instrumento. Esta diferença deve, em cada ponto, situar-se a ± 1 % do valor nominal.

▼B

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

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

▼M1

1.4. **Ensaio de estanquidade**

Deve-se efectuar um ensaio de fugas no sistema. Para tal, desliga-se a sonda do sistema de escape e obtura-se a sua extremidade. Liga-se a bomba do analisador. Após um período inicial de estabilização, todos os debitómetros devem indicar zero. Se tal não acontecer, as linhas de recolha de amostras devem ser verificadas e a anomalia corrigida.

A taxa de fuga máxima admissível no lado do vácuo é de 0,5 % do caudal durante a utilização para a parte do sistema que está a ser verificada. Os fluxos do analisador e do sistema de derivação podem ser utilizados para estimar os caudais em utilização.

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

$$\Delta p = p / V_s \times 0{,}005 \times q_{vs}$$

em que:

V_s = volume do sistema, l

q_{vs} = caudal do sistema, l/min

Outro método consiste na introdução de uma modificação do patamar de concentração no início da linha de recolha de amostras, passando do gás de colocação em zero para o gás de calibração. Se, após um período adequado de tempo, a leitura revelar uma concentração inferior em 1 % à introduzida, este facto aponta para problemas de calibração ou de estanquidade.

1.5. **Verificação do tempo de resposta do sistema analítico**

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

Regista-se a alteração de concentração de cada componente do gás. O tempo de resposta é definido como a diferença de tempo entre a mudança do gás e a alteração adequada da concentração registada. O tempo de resposta do sistema (t_{90}) consiste no tempo de atraso do detector de medida e no tempo de subida do detector. O tempo de atraso é definido como o tempo que passa entre a mudança (t_0) e a obtenção de uma resposta de 10 % da leitura final (t_{10}). O tempo de

▼M1

subida é definido como o tempo que passa entre a obtenção da resposta a 10 % e da resposta a 90 % da leitura final ($t_{90} - t_{10}$).

Para o alinhamento temporal do analisador e dos sinais do escoamento dos gases de escape no caso da medição bruta, o tempo de transformação é definido como tempo necessário para se passar da alteração (t_0) até se obter a resposta de 50 % da leitura final (t_{50}).

O tempo de resposta do sistema deve ser ≤ 10 segundos, com um tempo de subida de ≤ 3,5 segundos para todos os componentes limitados (CO, NO_x, HC ou NMHC) e todas as gamas utilizadas.

1.6. **Calibração**

1.6.1. *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.

1.6.2. *Tempo de aquecimento*

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

1.6.3. *Analisador NDIR e HFID*

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

1.6.4. *Estabelecimento da curva de calibração*

— Calibra-se cada uma das gamas operacionais normalmente utilizadas;

— utilizando ar de síntese purificado (ou azoto), põe-se a zero os analisadores de CO, CO_2, NO_x e HC;

— introduzem-se os gases de calibração adequados nos analisadores, registam-se os valores e a estabelece-se a curva de calibração;

— a curva de calibração é estabelecida por, pelo menos, seis pontos de calibração (excluindo o zero), aproximadamente equidistantes na gama de funcionamento; a concentração nominal mais elevada deve ser igual ou superior a 90 % da escala completa;

— a curva de calibração é calculada pelo método dos mínimos quadrados; pode utilizar-se uma equação de correlação linear ou não linear;

— os pontos de calibração não devem diferir da linha de correlação dos quadrados mínimos em mais de ± 2 % da leitura ou em ± 0,3 % da escala completa, conforme o valor que for maior;

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

1.6.5. *Métodos alternativos*

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

1.6.6. *Calibração do analisador do gás marcador para medições do caudal dos gases de escape*

A curva de calibração é estabelecida por, pelo menos, seis pontos de calibração (excluindo o zero), aproximadamente equidistantes na gama de funcionamento. A concentração nominal mais elevada deve ser igual ou superior a 90 % da escala completa. A curva de calibração é calculada pelo método dos mínimos quadrados.

Os pontos de calibração não devem diferir da linha de correlação dos mínimos quadrados em mais de ± 2 % da leitura ou em ± 0,3 % da escala completa, conforme o valor que for maior.

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

▼B

►M1 1.6.7. ◄ *Verificação da calibração*

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

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

Se, para dois pontos dados, o valor encontrado não diferir do valor de referência declarado em mais de ± 4 % da escala completa, os parâmetros de ajustamento podem ser modificados. Se não for este o caso, deve ser estabelecida uma nova curva de calibração de acordo com o ponto 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 pontos 1.7.1 a 1.7.8 (figura 6).

1.7.1. *Instalação de ensaio*

Usando a instalação indicada na figura 6 (ver também ponto 3.3.5 do Apêndice 4 do Anexo III) 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 zero e um gás de calibração (cujo teor de NO deve ser igual a cerca de 80 % da gama de funcionamento; a concentração de NO_2 da mistura de gases deve ser inferior a 5 % da concentração de NO). O analisador de NO_x deve estar no modo NO para que o gás de calibração não passe através do conversor. A concentração indicada tem de ser registada.

1.7.3. *Cálculos*

Calcula-se a eficiência do conversor de NO_x do seguinte modo:

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

em que

a = Concentração de NO_x de acordo com o ponto 1.7.6

b = Concentração de NO_x de acordo com o ponto 1.7.7

c = Concentração de NO de acordo com o ponto 1.7.4

d = Concentração de NO de acordo com o ponto 1.7.5

1.7.4. *Adição de oxigénio*

Através de um T junta-se continuamente oxigénio ou ar de colocação no zero ao fluxo de gás até que a concentração indicada seja cerca de 20 % menor do que a concentração de calibração indicada no ponto 1.7.2 (O analisador está no modo NO). Regista-se a concentração «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 ponto 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 ponto 1.7.6 passa através do conversor para o detector. Regista-se a concentração «b» indicada (O analisador está no modo NO_x).

▼B

1.7.8. *Modo NO*

Comutado para o modo NO com o ozonizador desactivado, o fluxo de oxigénio ou de ar de síntese é também desligado. A leitura de NO_x do analisador não deve desviar-se mais de ± 5 % do valor medido de acordo com o ponto 1.7.2. (O analisador está no modo NO).

1.7.9. *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 ponto 1.7.5, deve-se utilizar a gama mais alta que dê essa redução.

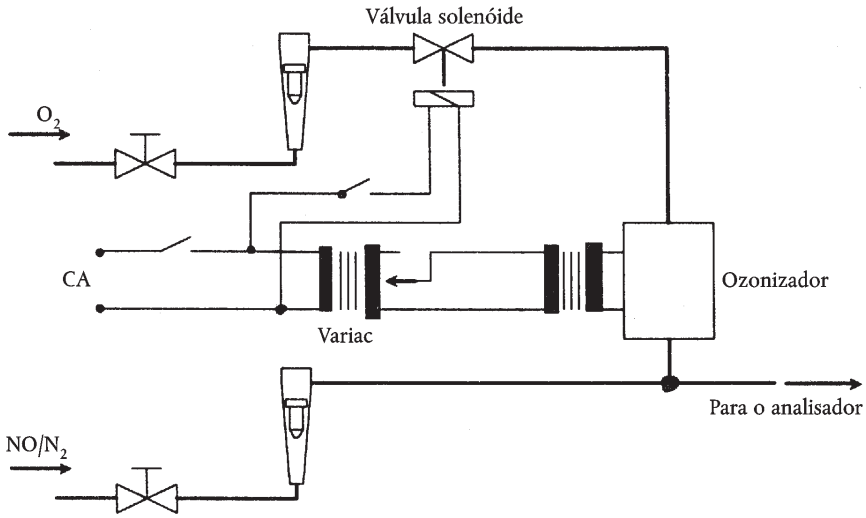


Figura 6

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 optimizar a resposta na gama de funcionamento mais comum.

Com os caudais de combustível e de ar regulados de acordo com as recomendações do fabricante, introduz-se no analisador um gás de calibração com uma concentração de C de 350 ppm ± 75 ppm. 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 zero. O caudal de combustível deve ser aumentado e reduzido progressivamente em relação à especificação do fabricante. Registam-se as respostas com o gás de calibração e o gás de colocação no zero 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 e ar de síntese purificado, de acordo com o ponto 1.5.

Os factores de resposta devem ser determinados ao colocar um analisador em serviço e após longos intervalos de manutenção. O factor de resposta (R_f) para uma dada espécie de hidrocarboneto é a relação

▼B

entre a leitura C1 no FID e a concentração de gás no cilindro, expressa em ppm C1.

A concentração do gás de ensaio deve situar-se a um nível que dê uma resposta de cerca de 80 % da escala completa. A concentração deve ser conhecida com uma precisão de ± 2 % em relação a um padrão gravimétrico expresso em volume. Além disso, o cilindro de gás deve ser pré-condicionado durante 24 horas à temperatura de 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °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 ponto 1.8.2. O gás de ensaio a utilizar e a gama de factores de resposta recomendada são os seguintes:

Propano e azoto $0{,}95 \leq R_f \leq 1{,}05$

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 ± 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 GN)*

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 (ver ponto 4.3 do Apêndice 2 do Anexo III).

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:

$$CE_M = 1 - (conc_w/conc_{w/o})$$

em que

$conc_w$ = concentração de HC com o CH_4 a passar através do NMC,

$conc_{w/o}$ = 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:

$$CE_E = 1 - \frac{conc_w}{conc_{w/o}}$$

em que:

$conc_w$ = concentração de HC com o C_2H_6 a passar através do NMC

▼B

$conc_{w/o}$ = 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 pontos 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_2

Faz-se passar um gás de calibração do CO_2 com uma concentração de 80 % a 100 % da escala completa da gama máxima de funcionamento através do analisador NDIR, registando-se o valor de CO_2 como A. A seguir dilui-se cerca de 50 % com um gás de calibração do NO e passa-se através do NDIR e (H)CLD, registando-se os valores de CO_2 e NO como B e C respectivamente. Fecha-se a entrada de CO_2 e deixa-se passar apenas o gás de calibração do NO através do (H)CLD, registando-se o valor de NO como D.

O efeito de atenuação, que não deve ser superior a 3 % da escala completa, é calculado do modo a seguir indicado:

$$\%\ \text{atenuação do CO2} = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)}\right)\right] \times 100$$

em que:

A = concentração do CO_2 não diluído medida com o NDIR (%),

B = concentração do CO_2 diluído medida com o NDIR (%),

C = concentração do NO diluído medida com o (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

▼B

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 %) da mistura é calculada do seguinte modo:

$$H = 100 \times (G/E)$$

A concentração prevista (De) do gás de calibração do NO diluído (em vapor de água) é calculada do seguinte modo:

$$D_e = D \times (1 - H/100)$$

Para os gases de escape dos motores *diesel*, estima-se a concentração máxima de vapor de água (Hm, em %) 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 ponto 1.9.2.1), do seguinte modo:

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

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

$$\%\ \text{atenuação de } H_2O = 100 \times ((D_e - C)/D_e) \times (H_m/H)$$

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

2. CALIBRAÇÃO DO SISTEMA 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, por exemplo, 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 m^3/min 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 (Q_s) em cada posição de restrição (mínimo 6 posições) em m3/min (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 m^3/rot à temperatura e à pressão absolutas à entrada da bomba, como segue:

▼B

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_A}$$

em que:

Q_s = caudal de ar às condições normais (101,3 kPa, 273 K), em m^3/s,

T = temperatura à entrada da bomba, em K,

p_A = pressão absoluta à entrada da bomba (p_a - p_1), 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:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

em que:

Δp_p = diferença de pressão entre a entrada e a saída da bomba, em kPa,

p_A = 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:

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

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 ± 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 (ponto 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:

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

em que:

K_v = coeficiente de calibração,

p_A = 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 m^3/min (condições normais) a partir dos valores de medição do debitómetro, segundo o método prescrito pelo fabricante.

▼B

Calcula-se o coeficiente de calibração a partir dos dados de calibração para cada posição como segue:

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

em que:

Q_s = caudal às condições normais (101,3 kPa, 273 K), em m^3/s,

T = temperatura à entrada do venturi, em K,

p_A = 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 ± 0,3 % do valor médio de K_V.

▼M1

2.4. **Calibração do tubo de Venturi subsónico (SSV)**

A calibração do SSV baseia-se na equação de escoamento para um tubo de Venturi subsónico. O caudal do gás é uma função da pressão e temperatura de entrada e da queda de pressão entre a entrada e a garganta do SSV.

2.4.1. *Análise dos resultados*

Calcula-se o caudal de ar (Q_{ssv}) em cada regulação da restrição (mínimo 16 regulações) em m^3/min em condições normais a partir dos dados do debitómetro e utilizando o método prescrito pelo fabricante. Calcula-se o coeficiente de descarga a partir dos dados de calibração para cada regulação do seguinte modo:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}\right) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1,4286}}\right)\right]}$$

em que:

Q_{SSV} = caudal em condições normais (101,3 kPa, 273 K), em m^3/s,

T = temperatura à entrada do tubo de Venturi, em K,

d = diâmetro da garganta do SSV, m

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

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

r_D = relação entre o diâmetro da garganta do SSV, d, e o diâmetro interno do tubo de entrada =

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

▼M1

Para determinar a gama do escoamento subsónico, traça-se C_d em função do número de Reynolds, na garganta do SSV. Calcula-se o número de Reynolds na garganta do SSV com a seguinte fórmula:

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

em que:

A_1 = = conjunto de constantes e conversões de unidades

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

Q_{SSV} = caudal em condições normais (101,3 kPa, 273 K), em m^3/s,

d = diâmetro da garganta do SSV, m

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

$$\mu = \frac{bT^{3/2}}{S+T} = \frac{bT^{1/2}}{1+\frac{S}{T}} \quad \text{kg/m-s}$$

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

S = constante empírica

Visto que o Q_{SSV} é um dos valores da fórmula do número de Reynolds, os cálculos devem começar com um valor inicial aleatório para Q_{SSV} ou C_d do Venturi de calibração e ser repetidos até que o valor de Q_{SSV} convirja. O método de convergência deve ter uma precisão igual ou superior a 0,1 %.

Os valores calculados de C_d para um mínimo de 16 pontos na região de escoamento subsónico retirados da equação de ajustamento da curva de calibração devem ter uma tolerância de ± 0,5 % do C_d medido para cada ponto de calibração.

▼B

►M1 2.5. ◄ **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 ponto 4.3 do Apêndice 2 do Anexo III, excepto no caso do propano, em que se utiliza um factor de 0,000472 em vez de 0,000479 para o HC. Utiliza-se qualquer uma das duas técnicas a seguir descritas.

►M1 2.5.1. ◄ *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 5 a 10 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 ± 3 % do valor conhecido da massa do gás injectado.

►M1 2.5.2. ◄ *Medição por um método gravimétrico*

Determina-se, com uma precisão de ± 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 5 a 10 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

▼B

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 ± 3 % do valor conhecido da massa do gás injectado.

▼M1

3. CALIBRAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DAS PARTÍCULAS

3.1. **Introdução**

A calibração da medição das partículas está limitada aos debitómetros utilizados para determinar o caudal das amostras e a razão de diluição. Cada analisador deve ser calibrado tantas vezes quantas as necessárias para satisfazer os requisitos de precisão da presente directiva. O método de calibração a utilizar é o descrito no ponto 3.2.

3.2. **Medição dos caudais**

3.2.1. *Calibração periódica*

— para cumprir a precisão absoluta das medições dos caudais especificada no ponto 2.2 do apêndice 4 do presente anexo, o debitómetro ou os instrumentos de medição de caudais devem ser calibrados com um debitómetro de precisão previsto em normas internacionais e/ou nacionais,

— se o caudal da amostra de gases for determinado por medição diferencial, o debitómetro ou os instrumentos de medição devem ser calibrados através de um dos procedimentos a seguir indicados, de modo a que o caudal de q_{mp} à entrada do túnel cumpra os requisitos de precisão do ponto 4.2.5.2 do apêndice 4 do presente anexo.

a) O debitómetro para o q_{mdw} é ligado em série ao debitómetro para o q_{mdew}, sendo a diferença entre os dois debitómetros calculada durante, pelo menos, 5 pontos de regulação com os valores de caudal igualmente espaçados entre o valor mais baixo do q_{mdw} utilizado durante o ensaio e o valor do q_{mdew} utilizado durante o ensaio. O túnel de diluição pode ser colocado em derivação;

b) Liga-se em série um aparelho calibrado de medição do caudal mássico ao debitómetro para q_{mdew} e verifica-se a precisão em relação ao valor utilizado para o ensaio. Liga-se em série um aparelho calibrado de medição do caudal mássico ao debitómetro para q_{mdw}, e verifica-se a precisão em relação ao valor utilizado para o ensaio para, pelo menos, 5 pontos correspondentes a uma razão de diluição compreendida entre 3 e 50, relativa ao q_{mdew} utilizado durante o ensaio;

c) Desliga-se o tubo de transferência TT do escape e liga-se ao tubo de transferência um dispositivo de medição de caudais calibrado com uma gama adequada à medição de q_{mp}. Regula-se então o q_{mdew} no valor utilizado no ensaio e o q_{mdw} é regulado sequencialmente em, pelo menos, 5 valores correspondentes a razões de diluição q entre 3 e 50. Em alternativa, pode existir um percurso de calibração especial do escoamento em que o túnel seja colocado em derivação, mas o escoamento do ar total e de diluição através dos aparelhos de medida correspondentes é o mesmo que no ensaio real;

d) Introduz-se um gás marcador no tubo de transferência TT. Este gás marcador pode ser um componente dos gases de escape, como o CO_2 ou os NO_x. Após diluição no túnel mede-se a quantidade do gás marcador em relação a 5 razões de diluição compreendidas entre 3 e 50. A precisão do escoamento da amostra é determinada a partir da relação de diluição r_d:

$$q_{mp} = \frac{q_{mdew}}{r_d}$$

— têm-se em consideração as precisões dos analisadores de gás para garantir a precisão de q_{mp}.

3.2.2. *Verificação do escoamento de carbono*

— Recomenda-se uma verificação do escoamento de carbono que utilize os gases de escape reais para detectar problemas de medida e

▼M1

de controlo e verificar o funcionamento correcto do sistema de diluição do fluxo parcial. A verificação do escoamento de carbono deve ser efectuada, pelo menos, quando se instala um novo motor ou quando se muda algum elemento significativo na configuração da célula de ensaio,

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

— se for efectuada uma verificação do escoamento de carbono, deve ser aplicado o procedimento indicado no apêndice 6 do presente anexo. Os caudais de carbono devem ser calculados em conformidade com os pontos 2.1 a 2.3 do apêndice 6 do presente anexo. Todos os caudais de carbono devem coincidir, não registando uma divergência de mais de 6 % entre si.

3.2.3. *Verificação pré-ensaio*

— Duas horas antes da realização ensaio, deve efectuar-se uma verificação pré-ensaio, do seguinte modo:

— deve verificar-se a precisão dos debitómetros pelo mesmo método que o utilizado para a calibração (ver ponto 3.2.1) para, pelo menos, dois pontos, incluindo valores do caudal de q_{mdw} que correspondam a razões de diluição compreendidas entre 5 e 15 para o valor de q_{mdew} utilizado durante o ensaio,

— caso se possa demonstrar, através de registos do método de calibração descrito no ponto 3.2.1, que a calibração dos debitómetros é estável durante um período de tempo maior, a verificação pré-ensaio pode ser omitida.

3.3. **Determinação do tempo de transformação (para sistemas de diluição do fluxo parcial durante o ensaio ETC apenas)**

— As regulações do sistema para a avaliação do tempo de transformação são exactamente as mesmas que durante a medição do ensaio. Determina-se o tempo de transformação através do seguinte método:

— instala-se em série com a sonda, e estreitamente ligado a esta, um debitómetro de referência independente e com uma gama de medida adequada ao escoamento da sonda. Este debitómetro deve ter um tempo de transformação inferior a 100 ms para a dimensão do patamar do escoamento utilizado na medição do tempo de resposta, com uma restrição do escoamento suficientemente baixa para não afectar o comportamento funcional dinâmico do sistema de diluição do fluxo parcial e tendo em conta as boas práticas de engenharia,

— introduz-se uma variação discreta do fluxo dos gases de escape (ou do fluxo de ar, se o fluxo dos gases de escape estiver a ser calculado) do sistema de diluição do fluxo parcial, desde um valor baixo até, pelo menos, 90 % da escala completa. O iniciador para a mudança de patamar deve ser o mesmo que o utilizado para dar início ao controlo antecipado no ensaio real. Registam-se o estímulo do patamar do escoamento dos gases de escape e a resposta do debitómetro a uma frequência de amostragem de, pelo menos, 10 Hz,

— a partir desses dados determinam-se o tempo de transformação para o sistema de diluição do fluxo parcial, isto é o tempo que decorre desde o início do estímulo do patamar até ao ponto correspondente a 50 % da resposta do debitómetro. Do mesmo modo devem ser determinados os tempos de transformação do sinal de q_{mp} do sistema de diluição do fluxo parcial e do sinal de $q_{mew,i}$ do debitómetro dos gases de escape. Esses sinais são utilizados em verificações de regressão realizadas após cada ensaio (ver ponto 3.8.3.2 do apêndice 2 do presente anexo),

— repete-se o cálculo, pelo menos, durante cinco estímulos de subida e de descida, procedendo-se depois ao cálculo da média dos resultados. O tempo de transformação interno (< 100 msec) do debitómetro de referência deve ser subtraído deste valor. Este é o valor «antecipado» do sistema de diluição do fluxo parcial, que deve ser aplicado em conformidade com o ponto 3.8.3.2 do apêndice 2 do presente anexo.

▼M1

3.4. **Verificação das condições de escoamento parcial**

A gama de velocidades dos gases de escape e as oscilações de pressão devem ser verificadas e reguladas em conformidade com os requisitos do ponto 2.2.1 do anexo V (EP), se aplicável.

3.5. **Intervalos de calibração**

Os instrumentos de medição do fluxo devem ser calibrados, pelo menos, trimestralmente ou sempre que ocorra uma reparação ou mudança do sistema susceptível de influenciar a calibração.

▼B

4. CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE MEDIDA DOS FUMOS

4.1. **Introdução**

O opacímetro deve ser calibrado tantas vazes quantas as necessárias para satisfazer os requisitos de precisão da presente directiva. O método de calibração a utilizar para os componentes indicados no ponto 5 do Apêndice 4 do Anexo III e no ponto 3 do Anexo V está descrito no presente ponto.

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 ponto 5.2.5 do Apêndice 4 do Anexo III, 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 ± 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 ponto 4.2.2 pelo menos de 3 em 3 meses ou sempre que ocorra uma reparação ou mudança do sistema que possa influenciar a calibração.

▼M1

Apêndice 6

VERIFICAÇÃO DO ESCOAMENTO DE CARBONO

1. INTRODUÇÃO

Todo o carbono existente no escape, à excepção de uma pequena parte, provém do combustível e a sua quase totalidade, excluindo-se apenas uma ínfima parte, apresenta-se nos gases de escape como o CO_2. Esta é a justificação para um controlo do sistema de verificação que se baseia nas medições de CO_2.

O caudal de carbono nos sistemas de medição de gases de escape é determinado com base no caudal de combustível. O caudal de carbono em vários pontos de recolha dos sistemas de recolha de amostras de emissões e de partículas é determinado com base nas concentrações de CO_2 e nos caudais de gás nesses mesmos pontos.

Por conseguinte, o motor constitui uma fonte identificada de caudal de carbono e observando o mesmo caudal de carbono no tubo de escape e à saída do sistema de recolha de amostras de partículas de fluxo parcial, verifica a estanquidade e a precisão da medição de caudais. Este controlo tem a vantagem de os componentes funcionarem em condições de ensaio reais do motor relativamente à temperatura e ao caudal.

O esquema da figura seguinte mostra os pontos de recolha de amostras em que o caudal de carbono deve ser controlado. As equações específicas aplicáveis ao caudal de carbono em cada um dos pontos de recolha de amostras são indicadas mais adiante.

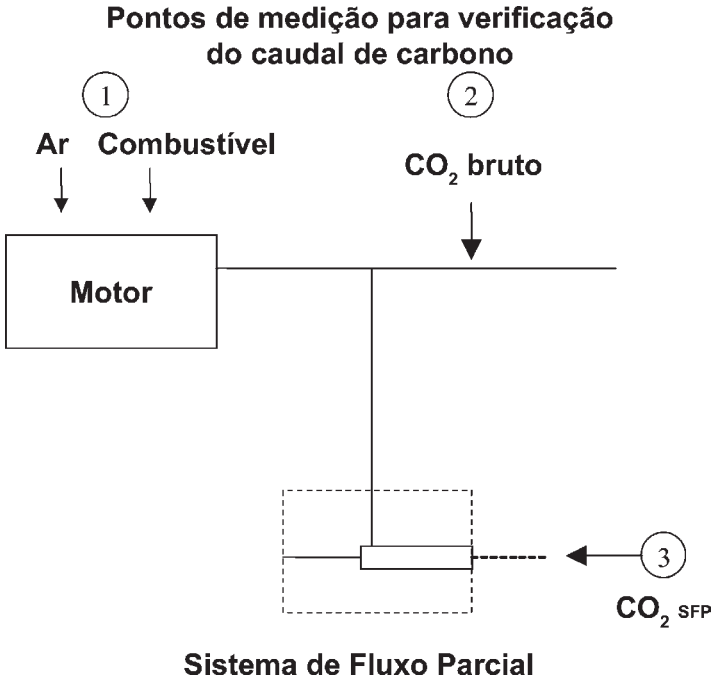


Figura 7

2. CÁLCULOS

2.1. **Caudal de carbono que entra no motor (ponto 1)**

O caudal mássico de carbono que entra no motor para um combustível $CH_\alpha O_\varepsilon$ calcula-se da seguinte forma:

$$q_{mCf} = \frac{12{,}011}{12{,}011 + \alpha + 15{,}9994 \times \varepsilon} \times q_{mf}$$

▼M1

em que:

q_{mf} = caudal mássico do combustível, kg/s

2.2. **Caudal de carbono no tubo de escape (ponto 2)**

O caudal mássico de carbono no tubo de escape do motor deve ser determinado a partir da concentração bruta de CO_2 e do caudal mássico dos gases de escape:

$$q_{m\mathrm{Ce}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,r}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100} \right) \times q_{m\mathrm{ew}} \times \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{re}}}$$

em que:

$c_{\mathrm{CO2,r}}$ = concentração em base húmida do CO_2 nos gases de escape brutos, %

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = concentração em base húmida do CO_2 no ar ambiente, % (cerca de 0,04 %)

$q_{m\mathrm{ew}}$ = Caudal mássico dos gases de escape em base húmida, kg/s

M_{re} = Massa molecular dos gases de escape

Se o CO_2 for medido em base seca, deve ser convertido em base húmida, nos termos do ponto 5.2 do apêndice 1 do presente anexo.

2.3. **Caudal de carbono no sistema de diluição (ponto 3)**

O caudal mássico de carbono deve ser determinado a partir da concentração do CO_2 diluído, do caudal mássico dos gases de escape e do caudal da amostra:

$$q_{m\mathrm{Cp}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,d}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100} \right) \times q_{m\mathrm{dew}} \times \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{re}}} \times \frac{q_{m\mathrm{ew}}}{q_{mp}}$$

em que:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = concentração em base húmida do CO_2 nos gases de escape diluídos à saída do túnel de diluição, %

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = concentração em base húmida do CO_2 no ar ambiente, % (cerca de 0,04 %)

$q_{m\mathrm{dew}}$ = caudal mássico dos gases de escape diluídos em base húmida, kg/s

$q_{m\mathrm{ew}}$ = caudal mássico dos gases de escape em base húmida, kg/s (sistema de diluição do fluxo parcial, apenas)

q_{mp} = caudal da amostra dos gases de escape no sistema de diluição do fluxo parcial, kg/s (sistema de diluição do fluxo parcial, apenas)

M_{re} = massa molecular dos gases de escape

Se o CO_2 for medido em base seca, deve ser convertido em base húmida, nos termos do ponto 5.2 do apêndice 1 do presente anexo.

2.4. A massa molecular (M_{re}) dos gases de escape deve ser calculada do seguinte modo:

$$M_{\mathrm{re}} = \frac{1 + \frac{q_{mf}}{q_{maw}}}{\frac{q_{mf}}{q_{maw}} \times \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12{,}011 + 1{,}00794 \times \alpha + 15{,}9994 \times \varepsilon + 14{,}0067 \times \delta + 32{,}065 \times \gamma} + \frac{\frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1{,}00794 + 15{,}9994} + \frac{1}{M_{ra}}}{1 + H_a \times 10^{-3}}}$$

sendo

q_{mf} = caudal mássico do combustível, kg/s

q_{maw} = caudal mássico do ar de admissão em base húmida, kg/s

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

▼**M1**

M_{ra} = massa molecular do ar de admissão seco (= 28,9 g/mol)

$\alpha, \delta, \varepsilon, \gamma$ = quocientes molares de um combustível $C H_{\alpha} O_{\delta} N_{\varepsilon} S_{\gamma}$

Em alternativa, podem utilizar-se as seguintes massas moleculares:

M_{re} (diesel) = 28,9 g/mol

M_{re} (GPL) = 28,6 g/mol

M_{re} (GN) = 28,3 g/mol

▼B

ANEXO IV

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

▼M1

1.1. **Combustível diesel de referência para ensaio de motores em função dos limites de emissão indicados na linha A dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I** ([1])

▼B

Parâmetro	Unidade	Limites ([2])		Método de ensaio	Publicação
		Mínimo	Máximo		
Índice de cetano ([3])		52,0	54,0	EN-ISO 5165	1998 ([4])
Densidade a 15 °C	kg/m^3	833	837	EN-ISO 3675	1995
Destilação:					
— ponto de 50 vol	°C	245	—	EN-ISO 3405	1998
— ponto de 95 vol	°C	345	350	EN-ISO 3405	1998
— ponto de ebulição final	°C	—	370	EN-ISO 3405	1998
Ponto de inflamação	°C	55	—	EN 27719	1993
Ponto de colmatação do filtro frio	°C	—	- 5	EN 116	1981
Viscosidade a 40 °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	1998 ([4])
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)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974-95	1998 ([4])
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	[2000] ([4])

([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 MJ/kg = (46,423 - 8,792d^2 + 3,170d)(1 - (x + y + s)) + 9,420s - 2,499x

em que:

d = densidade a 15 °C

x = proporção em massa de água (% dividida por 100)

y = proporção em massa de cinzas (% dividida por 100)

s = proporção em massa de enxofre (% dividida por 100).

([2]) Os valores indicados na especificação são «valores reais». Para fixar os valores-limite, aplicaram-se os termos da norma ISO 4259, «*Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test*» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2R acima do zero; 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.

▼B

(3) 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.

(4) O mês de publicação será acrescentado oportunamente.

(5) 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 incluído no ponto 6.2.1 do Anexo I à presente directiva deve ter um valor máximo de 50 ppm. A Comissão apresentará o mais rapidamente possível uma alteração ao presente Anexo que reflicta o valor médio do teor de enxofre do combustível existente no mercado, em relação ao combustível definido no Anexo IV da Directiva 98/70/CE.

(6) 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.

▼M1

1.2. **Combustível diesel de referência para ensaio de motores em função dos limites de emissão indicados nas linhas B1, B2 ou C dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I**

Parâmetro	Unidade	Limites ([1])		Método de ensaio
		Mínimo	Máximo	
Índice de cetano ([2])		52,0	54,0	EN-ISO 5165
Densidade a 15 °C	kg/m^3	833	837	EN-ISO 3675
Destilação:				
— ponto de 50 %	°C	245	—	EN-ISO 3405
— ponto de 95 %	°C	345	350	EN-ISO 3405
— Ponto de ebulição final	°C	—	370	EN-ISO 3405
Ponto de inflamação	°C	55	—	EN 22719
Ponto de colmatação do filtro frio	°C	—	– 5	EN 116
Viscosidade a 40 °C	mm^2/s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	% m/m	2,0	6,0	IP 391
Teor de enxofre ([3])	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Ensaio de corrosão em cobre		—	Classe 1	EN-ISO 2160
Resíduo carbonoso Conradson [10 % no resíduo de destilação (DR)]	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370
Teor em cinzas máx.	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245
Teor de água	% m/m	—	0,02	EN-ISO 12937
Índice de neutralização (ácido forte)	Mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974
Estabilidade à oxidação ([4])	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205
Poder lubrificante (diâmetro da marca de desgaste após teste HFRR a 60 °C)	µm	—	400	CEC F-06-A-96
FAME	proibido			

([1]) Os valores citados nas especificações são «valores reais». Para fixar os valores-limite, foi aplicada a norma ISO 4259, «Petroleum products - Determination and application of precision data in relation to methods of test» e, para fixar um valor mínimo, tomou-se em consideração uma diferença mínima de 2R acima de zero; na fixação de um valor máximo e mínimo, a diferença mínima é de 4R (R = reprodutibilidade).

Embora esta medida seja necessária por razões técnicas, o fabricante de combustíveis deve, no entanto, tentar obter o valor zero, quando o valor máximo estabelecido for 2R, e o valor médio, no caso de serem indicados os limites máximo e mínimo. Caso seja necessário determinar se um combustível cumpre ou não as condições das especificações, aplica-se a norma ISO 4259.

([2]) O intervalo indicado para o índice de cetano não está em conformidade com os requisitos de um mínimo de 4R. No entanto, em caso de diferendo entre o fornecedor e o utilizador do combustível, pode aplicar-se a norma ISO 4259 para resolver tais diferendos, desde que se efectue um número suficiente de medições repetidas para obter a precisão necessária, em vez de se realizar medições únicas.

([3]) O teor real de enxofre do combustível utilizado no ensaio de tipo I deve ser indicado.

([4]) Embora a estabilidade da oxigenação seja controlada, é provável que o prazo de validade do produto seja limitado. Recomenda-se a consulta do fornecedor sobre as condições de armazenamento e de duração.

▼B

►M1 1.3. ◄ **Etanol para motores *diesel*** [1]

Parâmetro	Unidade	Limites [2]		Método de ensaio [3]
		Mínimo	Massa máxima	
Álcool, massa	% m/m	92,4	—	ASTM D 5501
Outro álcool que não o etanol contido no álcool total, massa	% m/m	—	2	ADTM D 5501
Densidade a 15 °C	kg/m^3	795	815	ASTM D 4052
Teor de cinzas	% m/m		0,001	ISO 6245
Ponto de inflamação	°C	10		ISO 2719
Acidez, calculada como ácido acético	% m/m	—	0,0025	ISO 1388-2
Índice de neutralização (ácido forte)	KOH mg/1	—	1	
Cor	Consoante a escala	—	10	ASTM D 1209
Resíduos de corantes 100 °C	mg/kg		15	ISO 759
Teor de água	% m/m		6,5	ISO 760
Aldeídos, calculados como ácido acético	% m/m		0,0025	ISO 1388-4
Teor de enxofre	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Ésteres, calculados como acetato de etilo	% m/m	—	0,1	ASSTM D 1617

(1) Pode ser utilizado um aditivo para melhorar o índice de cetano do etanol, conforme especificado pelo fabricante do motor. A quantidade máxima permitida é 10 % m/m.

(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 zero; 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.

(3) Serão adoptados métodos ISO equivalentes quando emitidos para todas as propriedades supramencionadas.

▼B

2. GÁS NATURAL (GN)

Os combustíveis no mercado europeu estão disponíveis em duas gamas:

— a gama H, cujos combustíveis de referência extremos são os G_R e G_{23},

— gama L, cujos combustíveis de referência extremos são o G_{23} e o G_{25}.

As características dos combustíveis de referência G_R, G_{23} e G_{25} estão resumidas a seguir:

Combustível de referência G_R

Características	Unidades	Típico	Limites		Método de ensaio
			Mínimo	Máximo	
Composição:					
Metano		87	84	89	
Etano		13	11	15	
Outros componentes (1)	%-mole	—	—	1	ISO 6974
Teor de enxofre	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertes $+C_{2+}$

(2) Valor a determinar em 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		92,5	91,5	93,5	
Outros componentes (1)	%-mole	—	—	1	ISO 6974
N_2		7,5	6,5	8,5	
Teor de enxofre	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertes (diferentes de N_2) $+C_2$ $+C_{2+}$

(2) Valor a determinar em 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		86	84	88	
Outros componentes (1)	%-mole	—	—	1	ISO 6974
N_2		14	12	16	
Teor de enxofre	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertes (diferentes de N_2) $+C_2$ $+C_{2+}$

(2) Valor a determinar em condições standard [293,2 K (20 °C) e 101,3 kPa].

▼M1

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS COMBUSTÍVEIS GPL DE REFERÊNCIA

A. **Dados técnicos dos combustíveis GPL de referência utilizados para ensaio de veículos em função dos limites de emissão indicados na linha A do quadro do ponto 6.2.1 do anexo I**

Parâmetro	Unidade	Combustível A	Combustível B	Método de ensaio
Composição				ISO 7941
Teor de C_3	% vol	50 ± 2	85 ± 2	
Teor de C_4	% vol	remanescente	remanescente	
$< C_3$, $>C_4$	% vol	máx. 2	máx. 2	
Olefinas	% vol	máx. 12	máx. 14	
Resíduo de evaporação	mg/kg	máx. 50	máx. 50	ISO 13757
Água a 0 °C		isenção	isenção	inspecção visual
Teor total de enxofre	mg/kg	máx. 50	máx. 50	EN 24260
Sulfureto de hidrogénio		não aplicável	nenhum	ISO 8819
Corrosão em lâmina de cobre	classificação	classe 1	classe 1	ISO 6251 ([1])
Odor		característico	característico	
Índice de octanas motor		mín. 92,5	mín. 92,5	EN 589, anexo B

([1]) 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. Por conseguinte, é proibida a adição de tais compostos com a única finalidade de influenciar os resultados do ensaio.

B. **Dados técnicos dos combustíveis GPL de referência utilizados para ensaio de veículos em função dos limites de emissão indicados nas linhas B1, B2 ou C dos quadros do ponto 6.2.1 do anexo I**

Parâmetro	Unidade	Combustível A	Combustível B	Método de ensaio
Composição				ISO 7941
Teor de C_3	% vol	50 ± 2	85 ± 2	
Teor de C_4	% vol	remanescente	remanescente	
$< C_3$, $>C_4$	% vol	máx. 2	máx. 2	
Olefinas	% vol	máx. 12	máx. 14	
Resíduo de evaporação	mg/kg	máx. 50	máx. 50	ISO 13757
Água a 0 °C		isenção	isenção	inspecção visual
Teor total de enxofre	mg/kg	máx. 10	máx. 10	EN 24260
Sulfureto de hidrogénio		não aplicável	nenhum	ISO 8819
Corrosão em lâmina de cobre	classificação	classe 1	classe 1	ISO 6251 ([1])
Odor		característico	característico	

▼M1

Parâmetro	Unidade	Combustível A	Combustível B	Método de ensaio
Índice de octanas motor		mín. 92,5	mín. 92,5	EN 589, anexo B

(1) 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. Por conseguinte, é proibida a adição de tais compostos com a única finalidade de influenciar os resultados do ensaio.

▼B

ANEXO V

SISTEMAS DE ANÁLISE E DE RECOLHA DE AMOSTRAS

1. DETERMINAÇÃO DAS EMISSÕES GASOSAS

1.1. **Introdução**

O ponto 1.2 e as figuras 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.

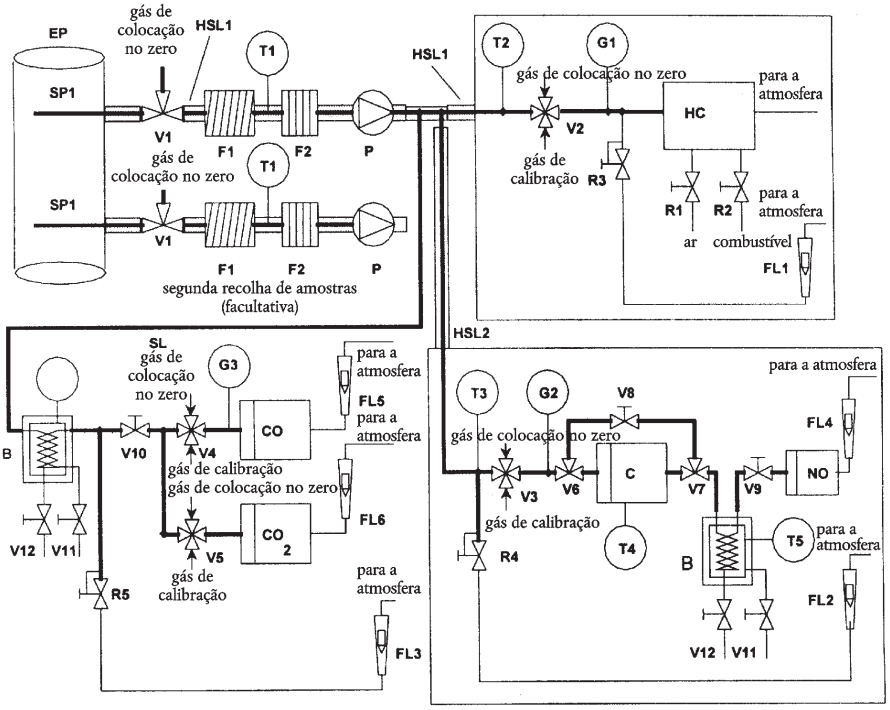


Figura 7

Diagrama do sistema de análise dos gases de escape brutos para o CO, o CO_2, 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 7, ensaio ESC apenas) ou diluídos (figura 8, ensaios ETC e ESC), baseado 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.

▼B

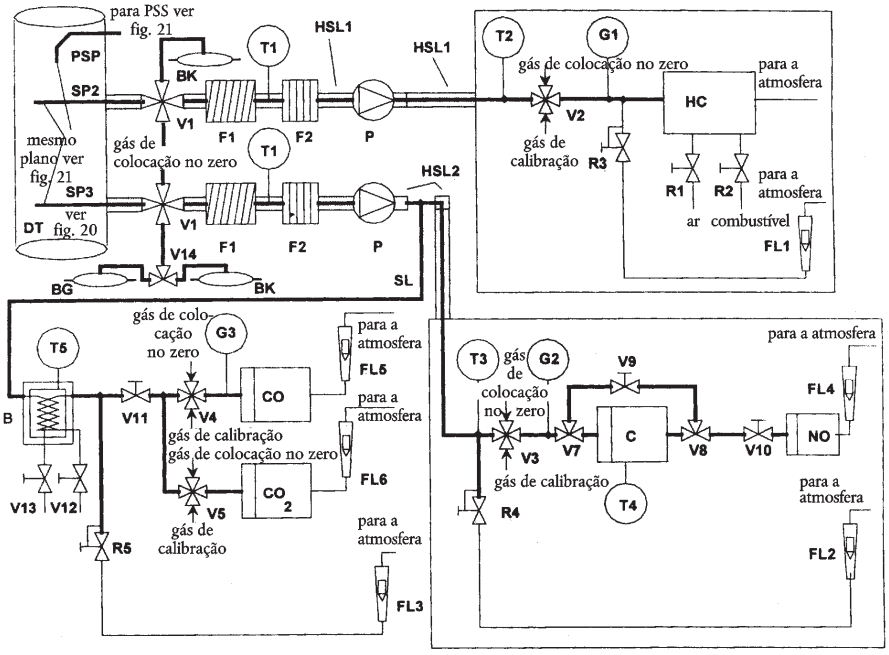


Figura 8

Diagrama do sistema de análise dos gases de escape diluídos para o CO, o CO_2, os NO_x e os HCEnsaio ETC (facultativo para o ensaio ESC)

1.2.1. *Componentes das figuras 7 e 8*

EP Tubo de escape

SP1 Sonda de recolha de gases de escape (figura 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 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 (ver ponto 2.3, figura 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 ± 10 K (190 °C ± 10 °C) à saída da sonda.

SP3 Sonda de recolha de CO, CO_2 e NO_x nos gases de escape diluídos (figura 8 apenas)

A sonda deve:

— estar no mesmo plano que a sonda SP2,

▼B

— 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 Conduta de recolha de amostras aquecida

A conduta 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 conduta 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 ± 10 K (190 °C ± 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 ± 10 K (190 °C ± 10 °C) imediatamente antes do filtro aquecido F2 e do HFID.

HSL2 Conduta de recolha dos NO_x, aquecida

A conduta 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 Conduta de recolha para o CO e o CO_2

A conduta deve ser de aço inoxidável ou PTFE. Pode ser aquecida ou não.

BK Saco dos elementos de fundo (facultativo; figura 8 apenas)

Este saco serve para a medição das concentrações de fundo.

BG Saco de recolha (facultativo; figura 8, CO e CO_2 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 conduta 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 conduta HSL1. O filtro deve ser mudado quando necessário.

P Bomba de recolha de amostras aquecida

A bomba deve ser aquecida até à temperatura da conduta HSL1.

HC

Detector aquecido de ionização por chama (HFID) para a determinação dos hidrocarbonetos. A temperatura deve ser mantida entre 453 K e 473 K (180 °C e 200 °C).

CO e CO_2

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).

▼B

C Conversor

Utiliza-se um conversor para a redução catalítica do NO_2 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 pontos 1.9.1 e 1.9.2 do Apêndice 5 do Anexo III. 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 do orvalho dos gases recolhidos não deve exceder 280 K (7 °C). Não são admitidos exsicantes químicos para a remoção da água da amostra.

T1, T2, T3 Sensores de temperatura

Para monitorizar a temperatura da corrente de gás.

T4 Sensor de temperatura

Para monitorizar a temperatura do conversor NO_2-NO.

T5 Sensor de temperatura

Para monitorizar a temperatura do banho de arrefecimento.

G1, G2, G3 Manómetros

Para medir a pressão nas condutas de recolha de amostras.

R1, R2 Reguladores de pressão

Para regular a pressão do ar e do combustível, respectivamente, que chegam ao HFID.

R3, R4, R5 Reguladores de pressão

Para regular a pressão nas condutas de recolha de amostras e o fluxo para os analisadores.

FL1, FL2, FL3 Debitómetros

Para monitorizar o caudal de derivação das amostras.

FL4, FL5, 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, 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, V10 Válvulas de agulha

Para regular o fluxo para os analisadores.

V11, V12 Válvulas de purga (facultativas)

Para drenar o condensado do banho B.

1.3. **Análise dos NMHC (Motores a GN apenas)**

1.3.1. *Cromatografia em fase gasosa (GC, figura 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 ponto 3.4.2 do Apêndice 4 do Anexo III.

▼B

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 30 segundos um ciclo completo desde a injecção de uma amostra até à injecção 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 Apêndice 2 do Anexo III).

A figura 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.

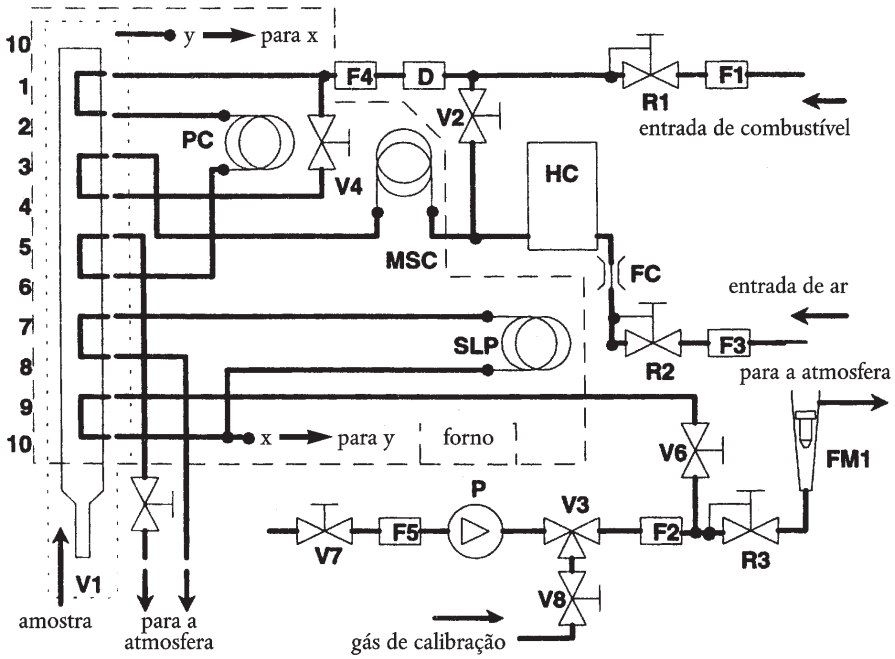


Figura 9

Diagrama do sistema de análise do metano (método GC)

Componentes da figura 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 12 horas a 423 K (150 °C) com um gás de transporte antes da utilização inicial.

MSC Crivo molecular (coluna com enchimento)

Utiliza-se uma coluna tipo 13X, de 250/350 μm (rede 45/60), de 1 220 mm de comprimento e 2,16 mm de diâmetro interior, que deve ser condicionada pelo menos durante 12 horas a 423 K (150 °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 (150 °C).

SLP Tubo espiralado para a amostra

Um comprimento suficiente de tubo de aço inoxidável para se obter um volume de cerca de 1 cm^3.

▼B

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 injecção da amostra

Para injectar a amostra retirada do saco de recolha de amostras através da SL da figura 8. Deve ser do tipo de 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, V8 Válvulas de agulha

Para regular os fluxos no sistema.

R1, R2, 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, G3 Manómetros

Para regular os fluxos do combustível (= gás de transporte), da amostra e do ar, respectivamente.

F1, F2, F3, F4, F5 Filtros

Filtros metálicos sinterizados para impedir a entrada de impurezas na bomba ou no instrumento.

FL1

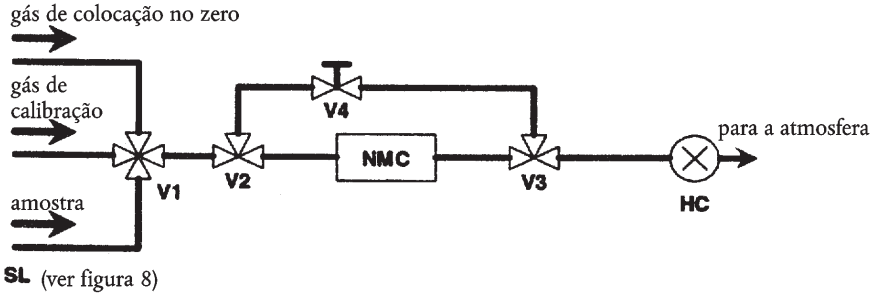
Para medir o caudal de derivação da amostra.

1.3.2. *Separador de hidrocarbonetos não metânicos (NMC, figura 10)*

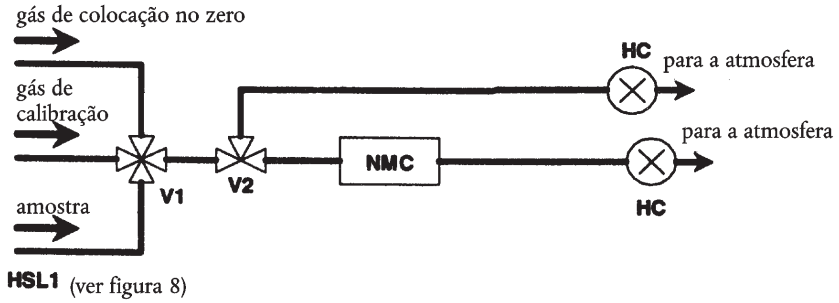
O separador oxida todos os hidrocarbonetos com excepção do CH_4 em CO_2 e H_2O, de modo tal que ao fazer passar a amostra através do NMC apenas o CH_4 é detectado pelo FID. Se se utilizar a recolha de amostras através de sacos, instala-se na SL (ver ponto 1.2, figura 8) um sistema de desvio do fluxo com o qual este pode ser passado alternativamente através ou em torno do separador de acordo com a parte superior da figura 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 ponto 1.2, figura 8) de acordo com a parte inferior da figura 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 (ver ponto 1.8.2 do Apêndice 5 do Anexo III).

▼B



Método da recolha de amostras em sacos



Método de integração

Figura 10

Diagrama do sistema de análise do metano com o separador de hidrocarbonetos não-metânicos (NMC)

Componentes da figura 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 zero e gás de calibração). V1 é idêntica a V2 da figura 8.

V2, 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 8.

FL1 Debitómetro

Para medir o caudal de derivação da amostra. FL1 é idêntico a FL1 da figura 8.

▼B

2. DILUIÇÃO DOS GASES DE ESCAPE E DETERMINAÇÃO DAS PARTÍCULAS

2.1. **Introdução**

Os pontos 2.2, 2.3 e 2.4 e as figuras 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, 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.

2.2. **Sistema de diluição parcial do fluxo**

Descreve-se seguidamente um sistema de diluição (figuras 11 a 19) baseado na diluição de parte da corrente de gases de escape. A separação dessa corrente e o processo de diluição que se lhe segue podem ser efectuados por diferentes tipos de sistemas de diluição. Para a subsequente recolha das partículas, pode-se fazer passar para o sistema de recolha de amostras de partículas a totalidade dos gases de escape diluídos ou apenas uma porção destes (ponto 2.4, figura 21). O primeiro método é referido como sendo do tipo de recolha de amostras total, e o segundo, como sendo do tipo de recolha de amostras fraccionada.

O cálculo da razão de diluição depende do tipo de sistema utilizado. Recomendam-se os seguintes tipos:

Sistemas isocinéticos (figuras 11 e 12)

Nestes sistemas, o fluxo para o tubo de transferência deve ter as mesmas características que o fluxo total dos gases de escape em termos de velocidade e/ou pressão dos gases, exigindo-se assim um escoamento regular e uniforme dos gases de escape ao nível da sonda de recolha. Consegue-se habitualmente este resultado utilizando um ressonador e um tubo de chegada rectilíneo a montante do ponto de recolha. A razão de separação é então calculada a partir de valores facilmente mensuráveis, como os diâmetros dos tubos. É de notar que o método isocinético apenas é utilizado para igualizar as condições de escoamento e não para igualizar a distribuição da granulometria. Em geral esta última não é necessária dado que as partículas são suficientemente pequenas para seguir as linhas de corrente do fluido.

Sistemas com regulação dos caudais e medição das concentrações (figuras 13 a 17)

Com estes sistemas, retira-se uma amostra da corrente total dos gases de escape ajustando o caudal do ar de diluição e o caudal total dos gases diluídos. A razão de diluição é determinada a partir das concentrações dos gases marcadores, tais como o CO_2 e os NO_x que estão naturalmente presentes nos gases de escape dos motores. Medem-se as concentrações nos gases de escape diluídos e no ar de diluição, podendo a concentração nos gases de escape brutos ser medida directamente ou determinada a partir do caudal do combustível e da equação do balanço do carbono, se a composição do combustível for conhecida. Os sistemas podem ser regulados com base na razão de diluição calculada (figuras 13 e 14) ou com base no caudal que entra no tubo de transferência (figuras 15, 16 e 17).

Sistemas com regulação dos caudais e medição do caudal (figuras 18 e 19)

Com estes sistemas, retira-se uma amostra da corrente total dos gases de escape ajustando o caudal do ar de diluição e o caudal total dos gases diluídos. A razão de diluição é determinada pela diferença entre os dois caudais. Este método exige uma calibração precisa dos debitómetros entre si, dado que a grandeza relativa dos dois caudais pode levar a erros significativos a razões de diluição mais elevadas (de 15 e superiores). A regulação dos caudais efectua-se muito facilmente mantendo o caudal de gases de escape diluídos constante e variando o caudal de ar de diluição, se necessário.

Ao utilizar sistemas de diluição parcial do fluxo, é necessário evitar os problemas potenciais de perdas de partículas no tubo de transferência, assegurar a recolha de uma amostra representativa dos gases de escape do motor e determinar a razão de separação. Os sistemas descritos têm em conta estes factores essenciais.

▼B

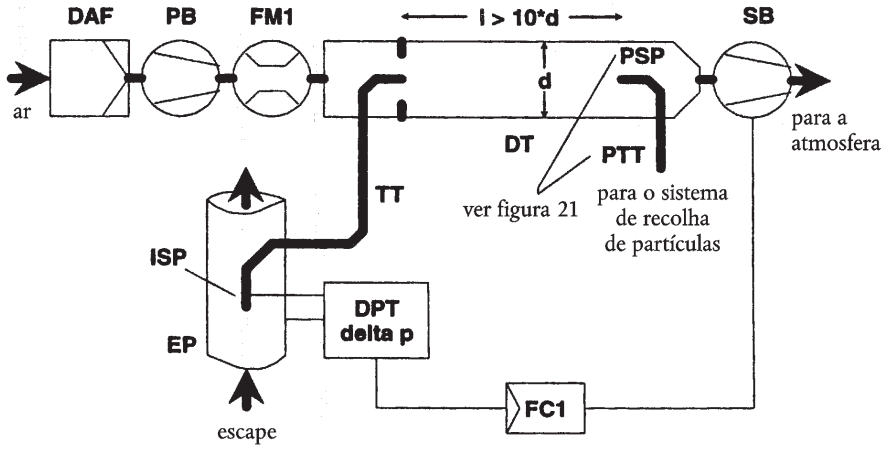


Figura 11

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

Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através do tubo de transferência TT pela sonda de recolha de amostras isocinética ISP. Mede-se a diferença de pressão dos gases de escape entre o tubo de escape e a entrada da sonda, utilizando o transdutor de pressão DPT. O sinal resultante é transmitido ao regulador de caudal FC1, que comanda a ventoinha de aspiração SB para manter uma diferença de pressão nula na ponta da sonda. Nestas condições, as velocidades dos gases de escape em EP e ISP são idênticas, e o fluxo através de ISP e TT é uma fracção constante do fluxo de gases de escape. A razão de separação é determinada pelas áreas das secções de EP e ISP. O caudal do ar de diluição é medido com o dispositivo FM1. A razão de diluição é calculada a partir do caudal do ar de diluição e da razão de separação.

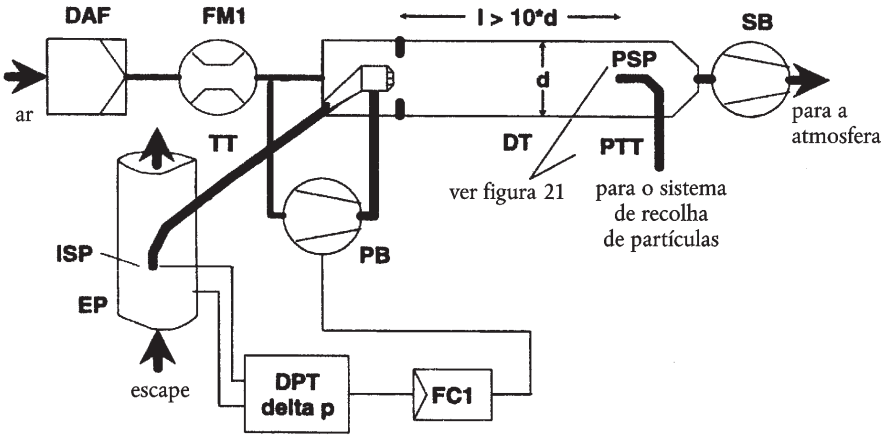


Figura 12

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

Os gases de escape brutos são transferidos do tubo de escape EP para o túnel de diluição DT através do tubo de transferência TT pela sonda de recolha de amostras isocinética ISP. Mede-se a diferença de pressão dos gases de escape entre o tubo de escape e a entrada da sonda, utilizando o transdutor de pressão DPT. O sinal resultante é transmitido ao regulador

▼B

de caudal FC1, que comanda a ventoinha de pressão PB para manter uma diferença de pressão nula na ponta da sonda. Isto consegue-se retirando uma pequena fracção do ar de diluição cujo caudal já foi medido com o debitómetro FM1 e fazendo-o chegar a TT através de um orifício pneumático. Nestas condições, as velocidades dos gases de escape em EP e ISP são idênticas, e o fluxo através de ISP e TT é uma fracção constante do fluxo de gases de escape. A razão de separação é determinada pelas áreas das secções de EP e ISP. O ar de diluição é aspirado através de DT pela ventoinha de aspiração SB, e o seu caudal é medido com o FM1 à entrada em DT. A razão de diluição é calculada a partir do caudal do ar de diluição e da razão de separação.

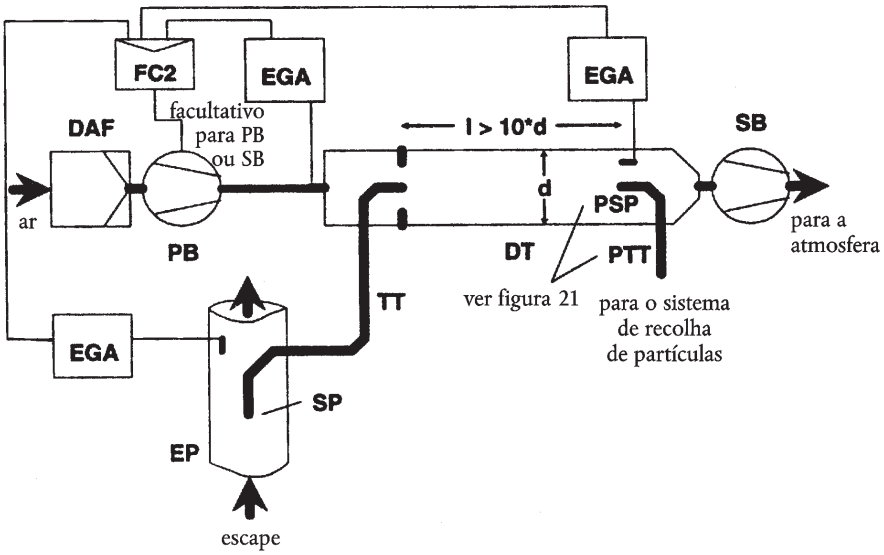


Figura 13

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.

▼B

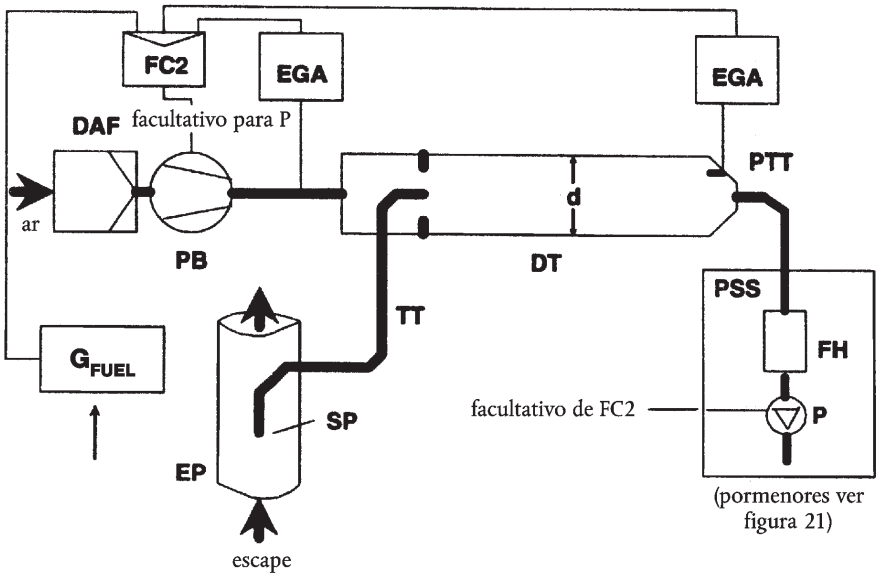
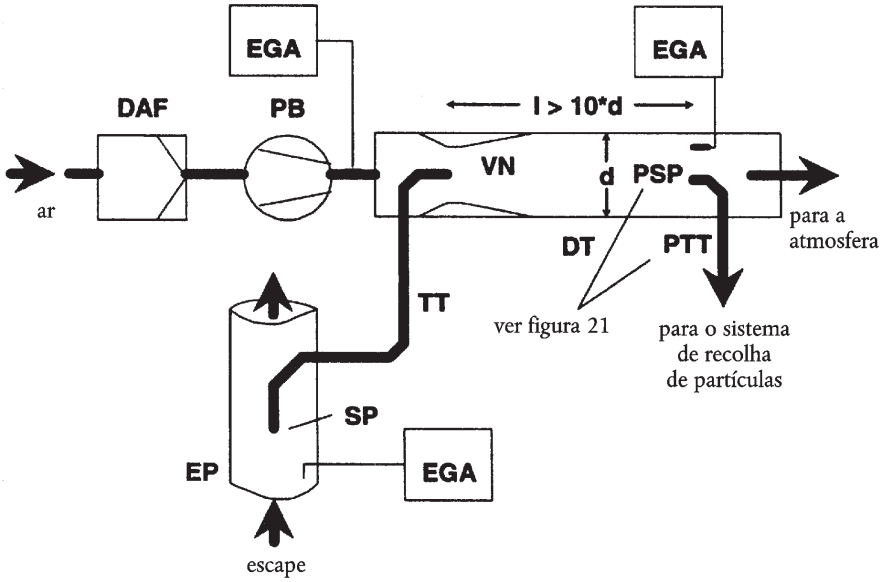


Figura 14

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 ao caudal de combustível G_{FUEL} são transmitidos quer ao regulador de caudais FC2 quer ao regulador de caudais FC3 do sistema de recolha de amostras de partículas (ver figura 21). FC2 comanda a ventoinha de pressão PB, enquanto FC3 comanda a bomba de recolha de amostras P (ver figura 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 G_{FUEL} utilizando a hipótese do balanço do carbono.



▼B

Figura 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.

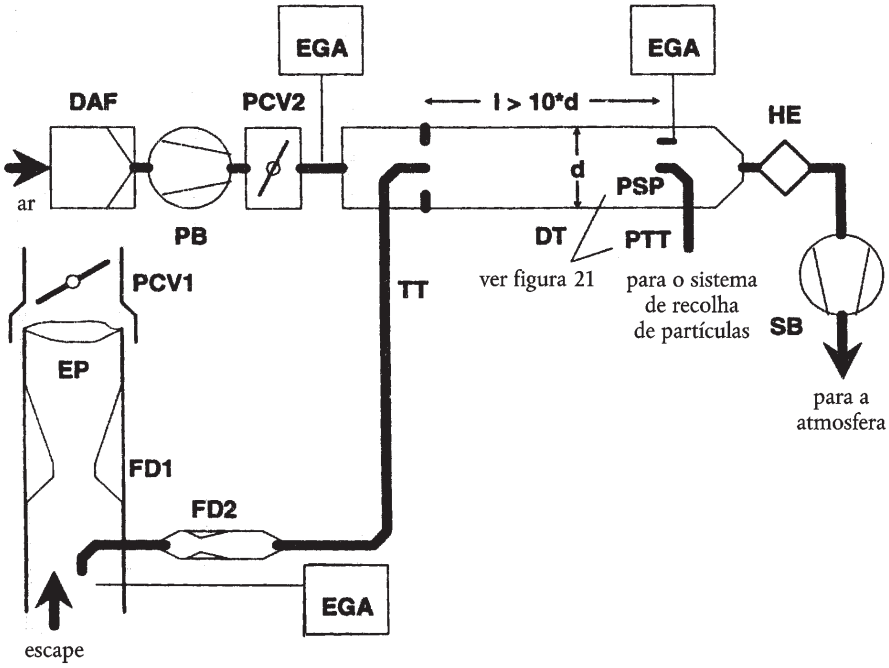


Figura 16

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.

▼B

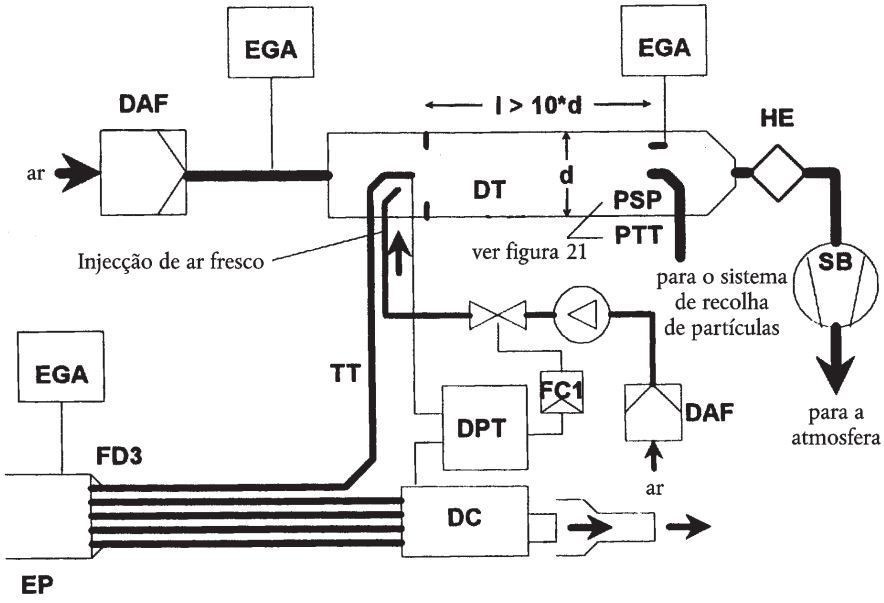


Figura 17

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 injecção para se obter uma regulação precisa da separação. A razão de diluição é calculada a partir das concentrações dos gases marcadores.

▼B

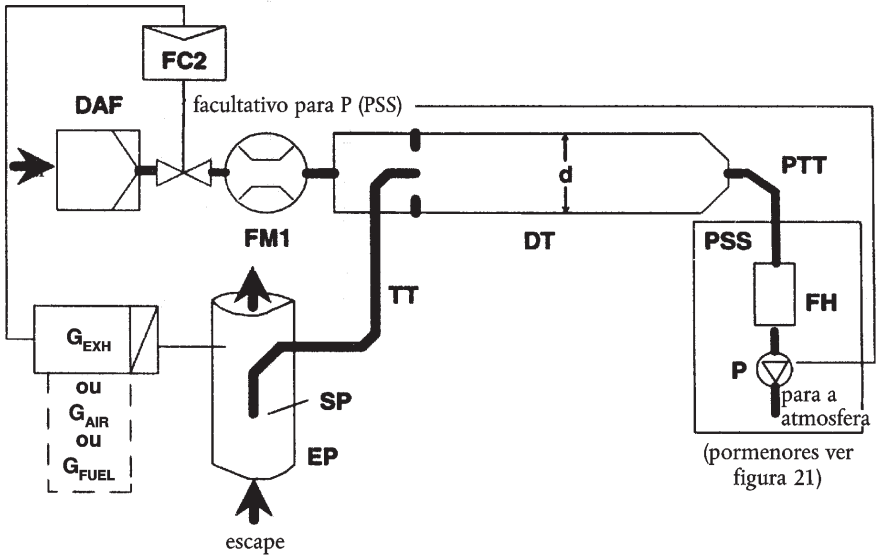


Figura 18

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 21). O caudal de ar de diluição é regulado pelo regulador de caudais FC2, que pode utilizar G_{EXHW}, G_{AIRW}, 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 (ver figura 21). A razão de diluição é calculada a partir destes dois caudais.

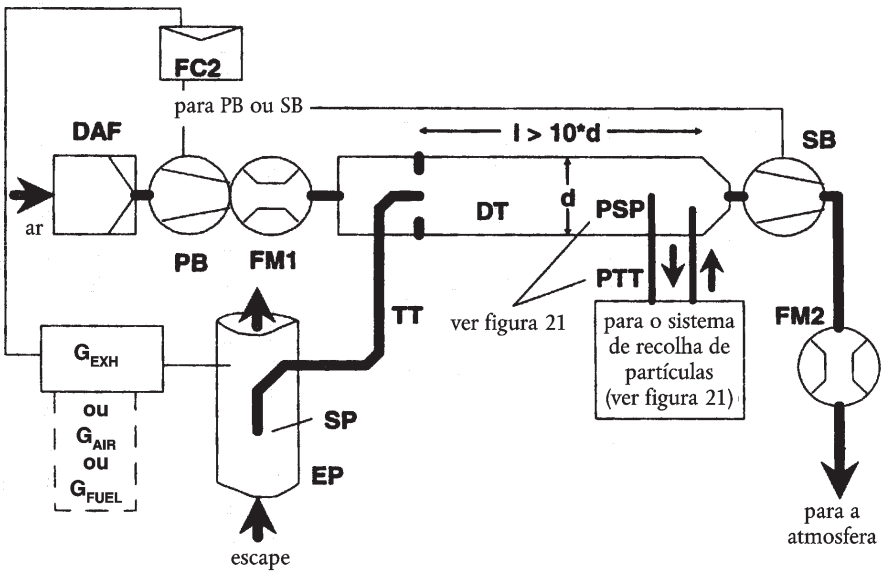


Figura 19

Sistema de diluição parcial do fluxo com regulação do escoamento e recolha de amostras fraccionada

▼B

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_{AIRW}, ou G_{FUEL} podem ser utilizados como sinais de comando para FC2. O caudal do ar de diluição é medido com o debitómetro FM1, e o caudal total, com o debitómetro FM2. A razão de diluição é calculada a partir destes dois caudais.

2.2.1. *Componentes das figuras 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 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 SP1 no ponto 1.2.1, figura 5.

ISP Sonda isocinética de recolha de amostras (figuras 11 e 12)

A sonda isocinética de recolha de amostras deve ser instalada virada para montante na linha de 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, FD2 Separador de fluxo (figura 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 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

▼B

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 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 $G_{EDFW,i}$ esteja dentro de uma margem de ±4 %.

TT Tubo de transferência (figuras 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 metro, deve ser isolado com material de condutividade térmica máxima de 0,05 W/m*K), devendo a espessura radial do isolamento corresponder ao diâmetro da sonda. Se o tubo tiver um comprimento superior a 1 m, deve ser isolado e aquecido de modo a obter-se uma temperatura mínima da parede de 523 K (250 °C).

DPT Transdutor de pressão diferencial (figuras 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 11, 12 e 17)

No caso dos sistemas isocinéticos (figuras 11 e 12), é necessário um regulador de caudais para manter uma diferença de pressão nula entre EP e ISP. O ajustamento pode ser feito:

a) regulando a velocidade ou o caudal da ventoinha de aspiração SB e mantendo a velocidade da ventoinha de pressão PB constante durante cada modo (figura 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 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 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 injecção para DT à saída de TT.

PCV1 e PCV2 Válvulas de regulação de pressão (figura 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 contrapressão 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 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 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

▼B

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 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 18), o FC2 regula directamente o caudal de ar.

FM1 Debitómetro (figuras 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 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 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 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 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 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 de 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 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.

▼B

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 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 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 (ponto 2.4, figuras 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 ponto 2.4, figura 22, dado que compartilha a maioria das peças com um sistema de recolha de partículas típico.

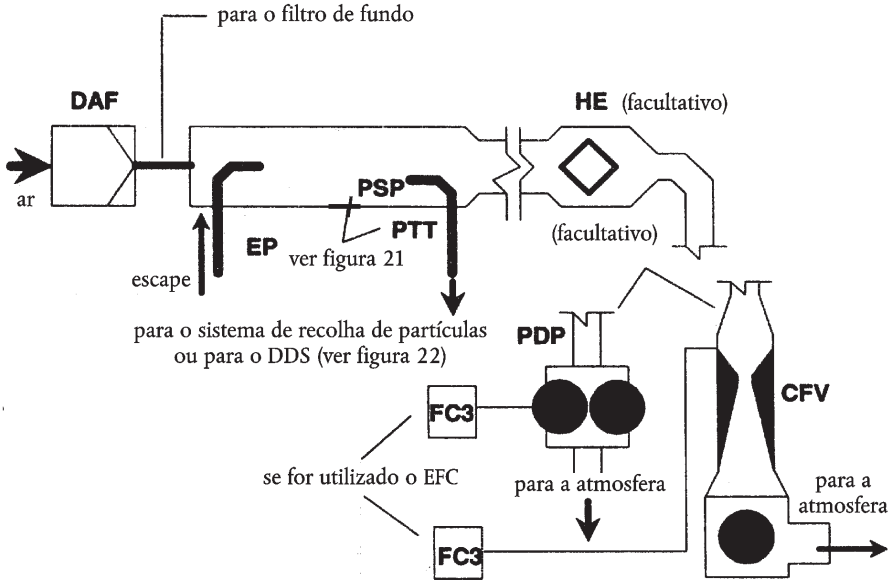


Figura 20

Sistema de diluição total do fluxo

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 partículas e para a determinação do caudal. Dado que a determinação da massa das partículas se baseia no fluxo total dos gases de escape diluídos, não é necessário calcular a razão de diluição.

▼B

2.3.1. *Componentes da figura 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 a 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/mK 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 ± 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 ± 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 efectuar a medição contínua do caudal e regular a recolha proporcional de amostras no sistema de partículas. Para esse efeito, utilizam-se os sinais dos caudais medidos continuamente para corrigir o caudal das amostras através dos filtros de partículas do sistema de recolha de partículas (ver ponto 2.4, figuras 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 4 000) e um comprimento suficiente para assegurar uma mistura completa dos gases de escape e do ar de diluição; pode-se utilizar um orifício de mistura,

— deve ter pelo menos 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 (ponto 2.4, figura 21). A

▼B

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 (52 °C) imediatamente antes do filtro de partículas primário.

Quando se utiliza a diluição dupla, transfere-se uma amostra do túnel de diluição para o túnel de diluição secundária onde é mais diluída, sendo então passada através dos filtros de recolha (ponto 2.4, figura 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 (191 °C) na zona da 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 (52 °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 (52 °C) por aquecimento directo ou por pré-aquecimento do ar de diluição, desde que a temperatura do ar não exceda 325 K (52 °C) antes da introdução dos gases de escape no túnel de diluição,

— pode ser isolada.

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 (ponto 2.2, figuras 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 (ponto 2.2, figuras 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19 e ponto 2.3, figura 20) e de recolha de amostras formam usualmente unidades diferentes.

Na presente directiva, o sistema de diluição dupla, (figura 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 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.

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.

▼B

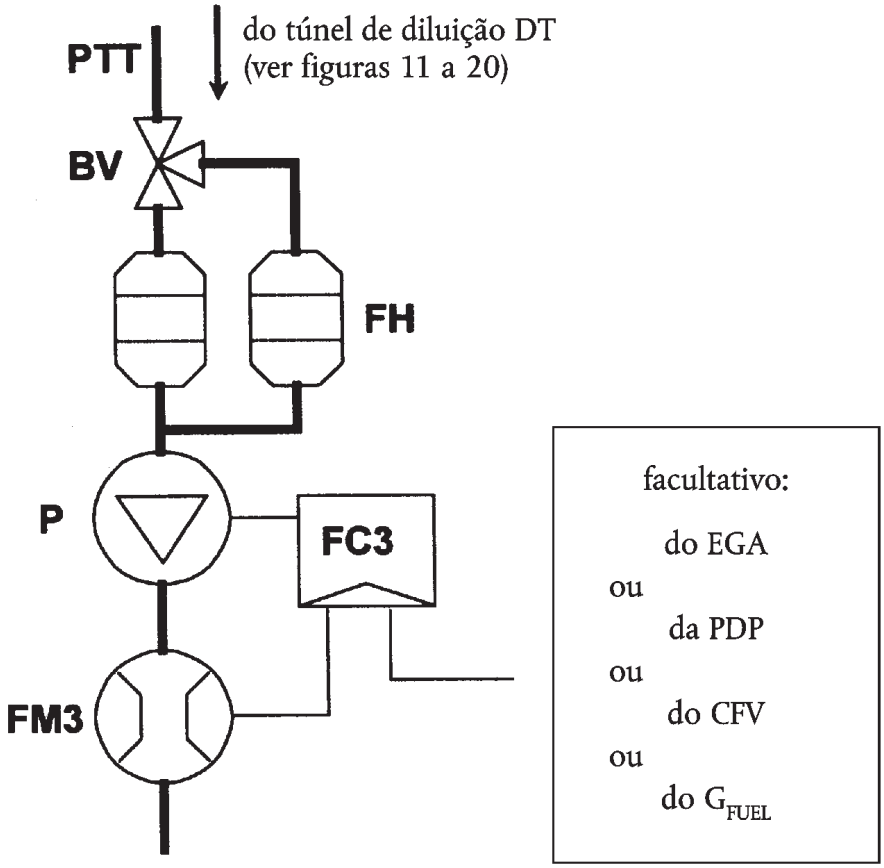


Figura 21

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 (ver figura 20), o caudal dos gases de escape diluídos é utilizado como sinal de comando para o FC3.

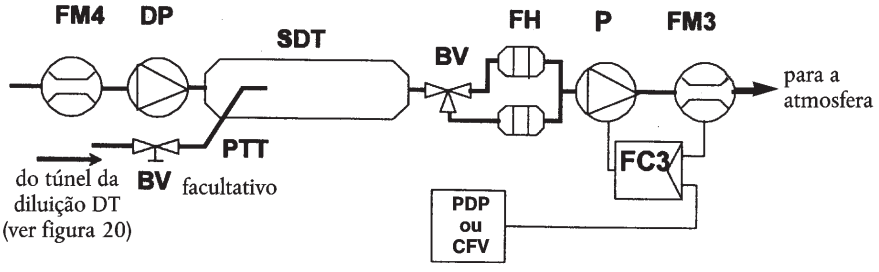


Figura 22

Sistema de diluição dupla (sistema de diluição total do fluxo apenas)

▼B

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 20), o caudal total dos gases de escape diluídos é utilizado como sinal de comando para o FC3.

2.4.1. *Componentes das figuras 21 e 22*

PTT Tubo de transferência de partículas (figuras 21 e 22)

O tubo de transferência de partículas não deve exceder 1 020 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 pontos 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 (figura 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 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 ponto 4.1.3 do Apêndice 4 do Anexo III.

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 21 e 22)

A bomba da 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.

▼B

DP Bomba do ar de diluição (figura 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 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C) se o ar de diluição não for pré-aquecido.

FC3 Regulador de caudais (figuras 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 (ver figura 20).

FM3 Debitómetro (figuras 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 22)

O contador de gás ou outro aparelho deve estar localizado de modo que a temperatura do gás de admissão se mantenha a 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °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, como por exemplo 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 pontos 3.2 e 3.3 e as figuras 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 (opacímetro em linha de fluxo total), no final do tubo de escape (opacímetro de fim de linha de fluxo total) ou tomando uma amostra do tubo de escape (opacímetro 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. **Opacímetro de fluxo total**

Podem ser utilizados dois tipos genéricos de opacímetros de fluxo total (figura 23). Com o opacímetro em linha, mede-se a opacidade da coluna total dos fumos de escape dentro do tubo de escape. Com esse tipo de opacímetro, o comprimento efectivo do percurso óptico é função da concepção do opacímetro.

Com o opacímetro 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 opacímetro,

▼B

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 opacímetro.

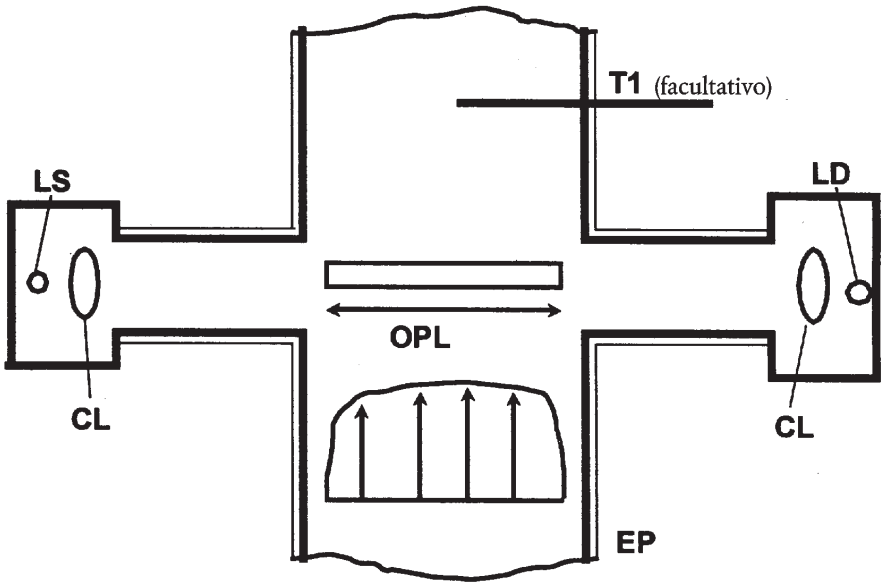


Figura 23

Opacímetro de fluxo total

3.2.1. *Componentes da figura 23*

EP Tubo de escape

Com um opacímetro 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 opacímetro 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 opacímetro deve ser montado no centro da coluna de fumos a 25 ± 5 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 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 (por exemplo, ar de purga). Se o comprimento do percurso óptico não for conhecido, deve ser determinado de acordo com a norma ISO DIS 11614, ponto 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 2 800 a 3 250 K ou um díodo 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 fotoeléctrica ou um fotodíodo (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

▼B

fototópica do olho humano (resposta máxima) na gama dos 550 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.º 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 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.

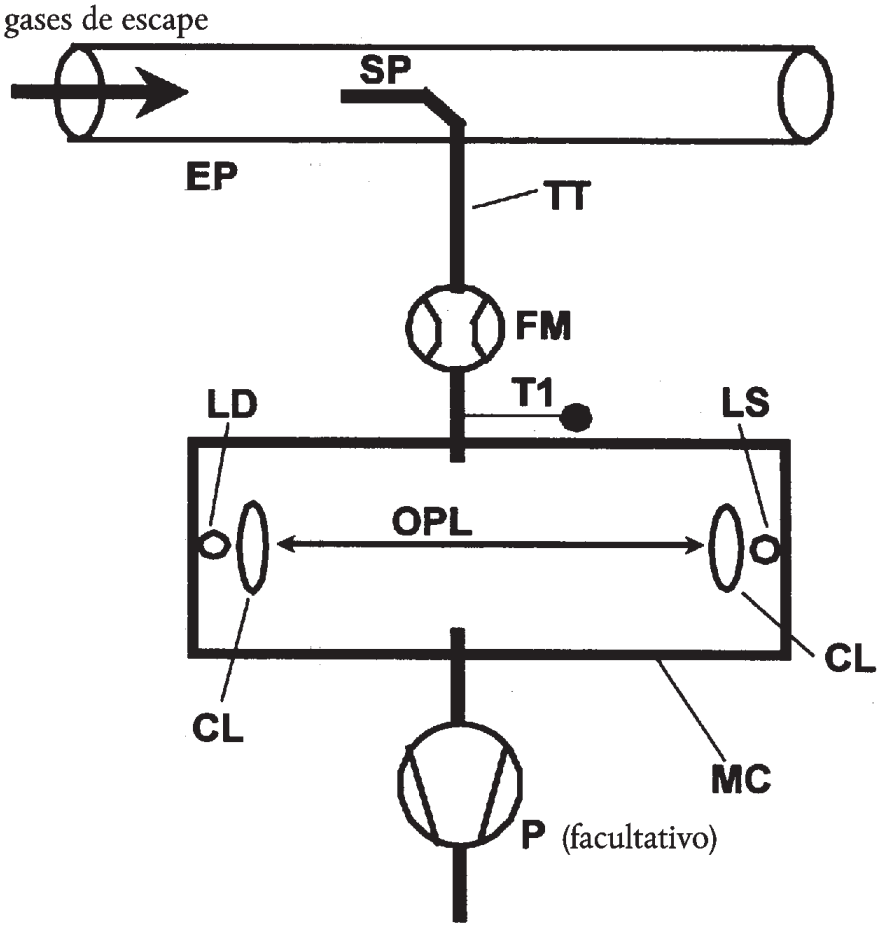


Figura 24

Opacímetro de fluxo parcial

▼B

3.3.1. *Componentes da figura 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 K ± 30 K (100 °C ± 30 °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 ponto 5.2.4 do Apêndice 4 do Anexo III.

— 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 ± 5 K entre 343 K (70 °C) e 373 K (100 °C), mas seja como for suficientemente 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 (por exemplo, ar de purga). Se o comprimento do percurso óptico não for conhecido, deve ser determinado de acordo com a norma ISO DIS 11614, ponto 11.6.5.

LS Fonte de luz

A fonte luminosa deve ser uma lâmpada incandescente com uma temperatura de cor na gama dos 2 800 a 3 250 K ou um díodo 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.

▼B

LD Detector de luz

O detector deve ser uma célula fotoeléctrica ou um fotodíodo (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 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.

▼B

ANEXO VI

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 88/77/CEE

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: .....

0.4. Categoria do veículo: .....

0.5. Categoria do motor: diesel/alimentado a GN/alimentado a GLP/alimentado a etanol (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 Anexo 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 Anexo I .....

7. Local: .....

8. Data: .....

9. Assinatura: .....

10. Vai anexo o índice do *dossier* de homologação que está arquivado junto das entidades homologadoras e pode ser obtido a pedido.

(1) Riscar o que não interessa.

▼M1

Apêndice 1

▼B

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*/alimentado a GN/alimentado a GLP/alimentado a etanol (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 ponto 1.1 tiver sido homologado como unidade técnica:	
1.2.1.	Número de homologação do motor/família de motores (1):	.....
►(1) 1.2.2.	Número de calibração do suporte lógico da unidade de controlo electrónico do motor (EECU):	.....◄
1.3.	Pormenores a indicar em relação à homologação de um/uma (1) 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:	..... cm^3
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) M1

(1) Riscar o que não interessa.

▼**M1**

1.4. Níveis de emissão do motor/motor precursor ([1]):

1.4.1. Ensaio ESC:

Factor de deterioração (DF): calculado/fixo ([1])

Especificar os valores DF e as emissões do ensaio ESC no quadro seguinte:

Ensaio ESC				
DF	CO	THC	NO_x	PT
Emissões	CO (g/kWh)	THC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh)
Medidas:				
Calculadas com DF:				

1.4.2. Ensaio ELR:

Valor dos fumos: … m^{-1}

1.4.3. Ensaio ETC:

Factor de deterioração (DF): calculado/fixo ([1])

Ensaio ETC					
DF:	CO	NMHC	CH_4	NO_x	PT
Emissões	CO (g/kWh)	NMHC (g/kWh) ([1])	CH_4 (g/kWh) ([1])	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh) ([1])
Medidas com regeneração:					
Medidas sem regeneração:					
Medidas/ponderadas:					
Calculadas com DF:					

([1]) Suprimir o que não é aplicável.

([1]) Suprimir o que não é aplicável.

▼M1

Apêndice 2

INFORMAÇÕES RELATIVAS AO SISTEMA OBD

Conforme se indica no apêndice 5 do anexo II da presente directiva, as informações constantes do presente apêndice são fornecidas pelo fabricante do veículo para permitir o fabrico de peças de substituição ou de acessórios compatíveis com o sistema OBD, bem como de ferramentas de diagnóstico e equipamentos de ensaio. O fabricante não é obrigado a fornecer estas informações se estas estiverem abrangidas por direitos de propriedade intelectual ou constituírem um saber-fazer específico do fabricante ou do(s) fornecedor(es) de equipamentos de origem.

Este apêndice é fornecido, mediante pedido e sem discriminação, a qualquer fabricante de componentes, ferramentas de diagnóstico ou equipamentos de ensaio interessado.

Em conformidade com as disposições do ponto 1.3.3 do apêndice 5 do anexo II, as informações exigidas pelo presente ponto devem ser idênticas às fornecidas nesse apêndice.

1. Uma descrição do tipo e número de ciclos de pré-condicionamento usados para a homologação inicial do veículo.

2. Uma descrição do tipo de ciclo de demonstração do OBD usado para a homologação inicial do veículo relativa ao componente controlado pelo sistema OBD.

3. Um documento exaustivo que descreva todos os componentes monitorizados pela estratégia para detecção de anomalias e activação do IA (número fixo de ciclos de condução ou método estatístico), incluindo uma lista de parâmetros secundários pertinentes monitorizados para cada componente controlado pelo sistema OBD. Uma lista de todos os formatos e códigos de saída do OBD utilizados (com uma explicação de cada um deles) e associados a cada componente do grupo motopropulsor relacionado com as emissões, bem como com cada componente não relacionado com as emissões, sempre que a monitorização dos componentes seja usada para determinar a activação do IA.

▼B

ANEXO VII

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 indicados 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 (C3) e tem de ser multiplicada por 3 para se transformar em equivalente de C1. O método de cálculo é idêntico para os outros modos.

P (kW)	T_a (K)	H_a (g/kg)	G_{EXH} (kg)	G_{AIRW} (kg)	G_{FUEL} (kg)	HC (ppm)	CO (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 $K_{W,r}$ (ponto 4.2 do Apêndice 1 do Anexo III):

$$F_{FH} = \frac{1{,}969}{1 + \frac{18{,}09}{545{,}29}} = 1{,}9058 \text{ e } K_{W2} = \frac{1{,}608 \times 7{,}81}{1000 + (1{,}608 \times 7{,}81)} = 0{,}0124$$

$$K_{W,r} = \left(1 - 1{,}9058 \times \frac{18{,}09}{541{,}06}\right) - 0{,}0124 = 0{,}9239$$

Cálculo das concentrações em base húmida

$$CO = 41{,}2 \times 0{,}9239 = 38{,}1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 \times 0{,}9239 = 457 \text{ ppm}$$

Cálculo do factor de correcção da humidade dos No_x, $K_{H,D}$ (ponto 4.3 do Apêndice 1 do Anexo III):

$$A = 0{,}309 \times 18{,}09/541{,}06 - 0{,}0266 = -0{,}0163$$

$$B = - 0{,}209 \times 18{,}09/541{,}06 + 0{,}00954 = 0{,}0026$$

$$K_{H,D} = \frac{1}{1\text{-}0{,}0163 \times (7{,}81\text{-}10{,}71) + 0{,}0026 \times (294{,}8\text{-}298)} = 0{,}9625$$

Cálculo dos caudais mássicos das emissões (ponto 4.4 do Apêndice 1 do Anexo III):

$$NO_x = 0{,}001587 \times 457 \times 0{,}9625 \times 563{,}38 = 393{,}27 \text{ g/h}$$

$$CO = 0{,}000966 \times 38{,}1 \times 563{,}38 = 20{,}735 \text{ g/h}$$

$$HC = 0{,}000479 \times 6{,}3 \times 3 \times 563{,}38 = 5{,}100 \text{ g/h}$$

Cálculo das emissões específicas (ponto 4.5 do Apêndice 1 do Anexo III):

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 de ponderação, conforme indicado no ponto 2.7.1 do Apêndice 1 do Anexo III, procedendo-se em seguida à sua soma para obter o caudal mássico médio das emissões durante o ciclo:

$$\begin{aligned} CO &= (6{,}7 \times 0{,}15) + (24{,}6 \times 0{,}08) + (20{,}5 \times 0{,}10) + (20{,}7 \times 0{,}10) + \\ &\quad (20{,}6 \times 0{,}05) + (15{,}0 \times 0{,}05) + (19{,}7 \times 0{,}05) + (74{,}5 \times 0{,}09) + \\ &\quad (31{,}5 \times 0{,}10) + (81{,}9 \times 0{,}08) + (34{,}8 \times 0{,}05) + (30{,}8 \times 0{,}05) + \\ &\quad (27{,}3 \times 0{,}05) \\ &= 30{,}91 \text{ g/h} \end{aligned}$$

Multiplica-se a potência do motor em cada um dos modos pelos respectivos factores de ponderação, conforme indicado no ponto 2.7.1 do Apêndice 1 do

▼B

Anexo III, procedendo-se em seguida à sua soma para obter a potência média do ciclo:

$P(n) = (0,1 \times 0,15) + (96,8 \times 0,08) + (55,2 \times 0,10) + (82,9 \times 0,10) + (46,8 \times 0,05) + (70,1 \times 0,05) + (23,0 \times 0,05) + (114,3 \times 0,09) + (27,0 \times 0,10) + (122,0 \times 0,08) + (28,6 \times 0,05) + (87,4 \times 0,05) + (57,9 \times 0,05)$

$= 60,006$ kW

$$\overline{CO} = \frac{30,91}{60,006} = 0,0515 \text{ g/kWh}$$

Cálculo das emissões específicas dos NO_x do ponto aleatório (ponto 4.6.1 do Apêndice 1 do Anexo III):

Considera-se que os valores a seguir indicados foram determinados no ponto aleatório:

n_Z = 1 600 min^{-1}

M_Z = 495 Nm

$NO_{x\ mass.Z}$ = 487,9 g/h (calculado de acordo com as fórmulas anteriores)

$P(n)_Z$ = 83 kW

$NO_{x,Z}$ = 487,9/83 = 5,878 g/kWh

Determinação do valor das emissões do ciclo de ensaios (ponto 4.6.2 do Apêndice 1 do Anexo III):

Sejam os valores dos quatro modos envolventes no ensaio ESC os seguintes:

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

$E_{TU} = 5,889 + (4,973-5,889) \times (1\,600-1\,368) / (1\,785-1\,368) = 5,377$ g/kWh

$E_{RS} = 5,943 + (5,565-5,943) \times (1\,600-1\,368) / (1\,785-1\,368) = 5,732$ g/kWh

$M_{TU} = 681 + (601-681) \times (1\,600-1\,368) / (1\,785-1\,368) = 641,3$ Nm

$M_{RS} = 515 + (460-515) \times (1\,600-1\,368) / (1\,785-1\,368) = 484,3$ Nm

$E_Z = 5,732 + (5,377-5,732) \times (495-484,3) / (641,3-484,3) = 5,708$ g/kWh

Comparação dos valores das emissões dos NO_x (ponto 4.6.3 do Apêndice 1 do Anexo III):

$$NO_{x\ diff} = 100 \times (5,878-5,708) / 5,708 = 2,98\ \%$$

1.2. **Emissões de partículas**

A medição das partículas baseia-se no princípio da recolha de amostras de partículas durante o ciclo completo, mas determinando 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} (pontos 5.2.3 e 5.2.4 do Apêndice 1 do Anexo III)

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

$$G_{EDFW} = \frac{206,5 \times 10,76}{0,657-0,040} = 3601,2 \text{ kg/h}$$

▼B

b) Método da medição do caudal

$$q = \frac{6,0}{6,0\text{-}5,4435} = 10,78$$

$$G_{EDFW} = 334,02 \times 10,78 = 3600,7 \text{ kg/h}$$

Cálculo do caudal mássico (ponto 5.4 do Apêndice 1 do Anexo III):

Multiplicam-se os caudais G_{EDFW} dos diversos modos pelos respectivos factores de ponderação, conforme indicado no ponto 2.7.1 do Apêndice 1 do Anexo III, 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:

$\bar{G}_{EDFW}$ = (3 567 × 0,15) + (3 592 × 0,08) + (3 611 × 0,10) + (3 600 × 0,10) + (3 618 × 0,05) + (3 600 × 0,05) + (3 640 × 0,05) + (3 614 × 0,09) + (3 620 × 0,10) + (3 601 × 0,08) + (3 639 × 0,05) + (3 582 × 0,05) + (3 635 × 0,05)

= 3 604,6 kg/h

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 kg

Sendo a massa de partículas nos filtros de 2,5 mg, então

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} \times \frac{360,4}{1000} = 5,948 \text{ g/h}$$

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 ponto 3.1 do presente anexo e não está indicado aqui.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; \; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

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) × 0,10] + [(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

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} - \left(\frac{0,1}{1,5} \times 0,923\right) \times \frac{3604,6}{1000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Cálculo das emissões específicas (ponto 5.5 do Apêndice 1 do Anexo III):

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 kW

$$\bar{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

se corrigida quanto às condições de fundo, $\bar{PT} = (5,726/60,006) = 0,095$ g/k Wh,

Cálculo do factor de ponderação específico (ponto 5.6 do Apêndice 1 do Anexo III):

Considerando os valores calculados para o modo 4 acima, então

▼B

$$WF_{E,i} = (0{,}152 \times 3604{,}6/1{,}515 \times 3600{,}7) = 0{,}1004$$

Este valor está dentro da aproximação em relação ao valor requerido, ou seja, 0,10 ±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 modo tal 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 tp e te são valores dados para cada opacímetro, e t_{Aver} é definido como sendo 1,0 s na presente directiva, tF 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 modo tal que o tempo de resposta do filtro de Bessel se ajuste ao tempo de subida requerido.

▼B

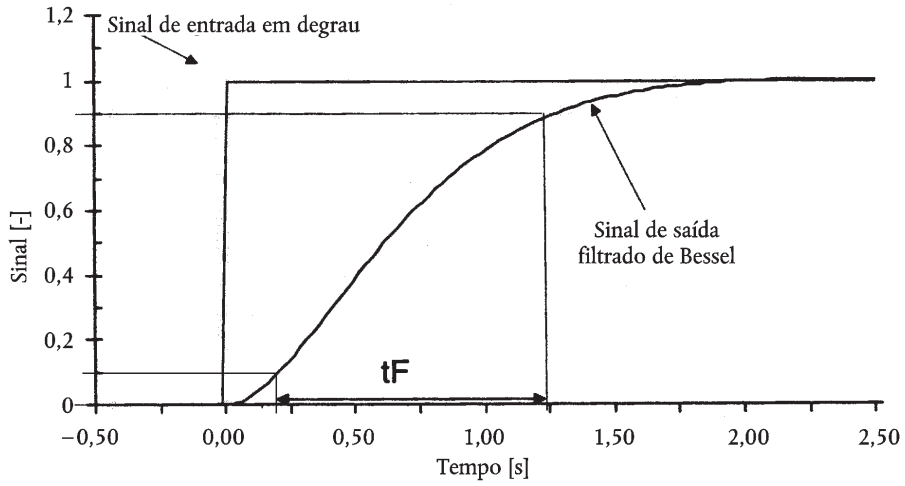


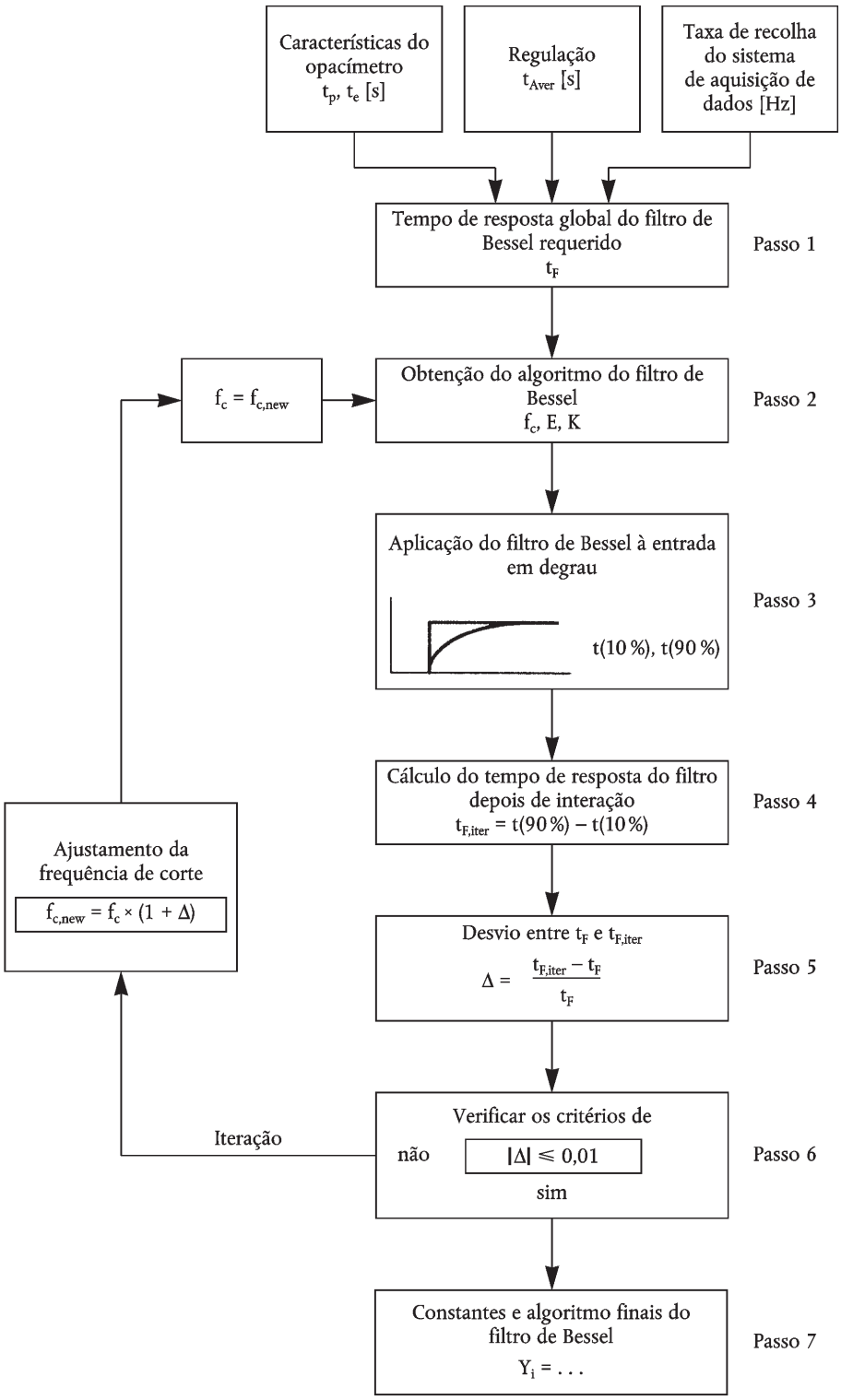
Figura a

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).

▼B

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.



▼B

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 ponto 6.1 do Apêndice 1 do Anexo III.

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 da presente directiva),

— taxa de recolha: 150 Hz.

Passo 1 Tempo de resposta do filtro de Bessel t_F:

$$t_F = \sqrt{1^2 - (0{,}15^2 + 0{,}05^2)} = 0{,}987421 \text{ s}$$

Passo 2 Estimativa da frequência de corte e cálculo das constantes de Bessel E, K para a primeira iteração:

$$f_c = \frac{3{,}1415}{10 \times 0{,}987421} = 0{,}318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1/150 = 0{,}006667 \text{ s}$$

$$\Omega = \frac{1}{tan\ [3‹1415 \times 0‹006667 \times 0‹318152] = 150‹07664}$$

$$E = \frac{1}{1 + 150{,}076644 \times \sqrt{3 \times 0{,}618034 + 0{,}618034 + 150{,}076644^2} = 7{,}07948 \times 10^{-5}}$$

$$K = 2 \times 7{,}07948 \times 10^{-5} \times (0{,}618034 \times 150{,}076644^2\text{-}1)\text{-}1 = 0{,}970783$$

o que dá o algoritmo de Bessel:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7{,}07948\ E\text{-}5 \times (S_i + 2 \times S_{i-2}) + S_{i-2}\text{-}4 \times Y_{i-2}) + 0{,}970783 \times (Y_{i-1}\text{-}Y_{i-}$$

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 fc, 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:

$$t_{10} = t_{lower} + \Delta t \times (0{,}1\text{-}out_{lower})/(out_{upper}\text{-}out_{lower})$$

$$t_{90} = t_{lower} + \Delta t \times (0{,}9\text{-}out_{lower})/(out_{upper}\text{-}out_{lower})$$

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 s

t_{90} = 0,273333 + 0,006667 × (0,9-0,899147)/(0,901168-0,899147) = 1,276147 s

Passo 4 Tempo de resposta do filtro do primeiro ciclo de iteração:

$$t_{F,iter} = 1{,}276147\text{-}0{,}200945 = 1{,}075202 \text{ s}$$

▼B

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:

$$f_{c,new} = 0{,}318152 \times (1 + 0{,}081641) = 0{,}344126 \text{ Hz}$$

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		1.ª Iteração	2.ª 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	0,346417

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 o ponto 2.3).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8{,}272777 \text{ E-5} \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + 0{,}968410 \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

▼B

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	- 0,013333	0	0,000000	0,000000
- 1	- 0,006667	0	0,000000	0,000000
0	0,000000	1	0,000071	0,000083
1	0,006667	1	0,000352	0,000411
2	0,013333	1	0,000908	0,001060
3	0,020000	1	0,001731	0,002019
4	0,026667	1	0,002813	0,003278
5	0,033333	1	0,004145	0,004828
~	~	~	~	~
24	0,160000	1	0,067877	0,077876
25	0,166667	1	0,072816	0,083476
26	0,173333	1	0,077874	0,089205
27	0,180000	1	0,083047	0,095056
28	0,186667	1	0,088331	0,101024
29	0,193333	1	0,093719	0,107102
30	0,200000	1	0,099208	0,113286
31	0,206667	1	0,104794	0,119570
32	0,213333	1	0,110471	0,125949
33	0,220000	1	0,116236	0,132418
34	0,226667	1	0,122085	0,138972
35	0,233333	1	0,128013	0,145605
36	0,240000	1	0,134016	0,152314
37	0,246667	1	0,140091	0,159094
~	~	~	~	~
175	1,166667	1	0,862416	0,895701
176	1,173333	1	0,864968	0,897941
177	1,180000	1	0,867484	0,900145
178	1,186667	1	0,869964	0,902312
179	1,193333	1	0,872410	0,904445

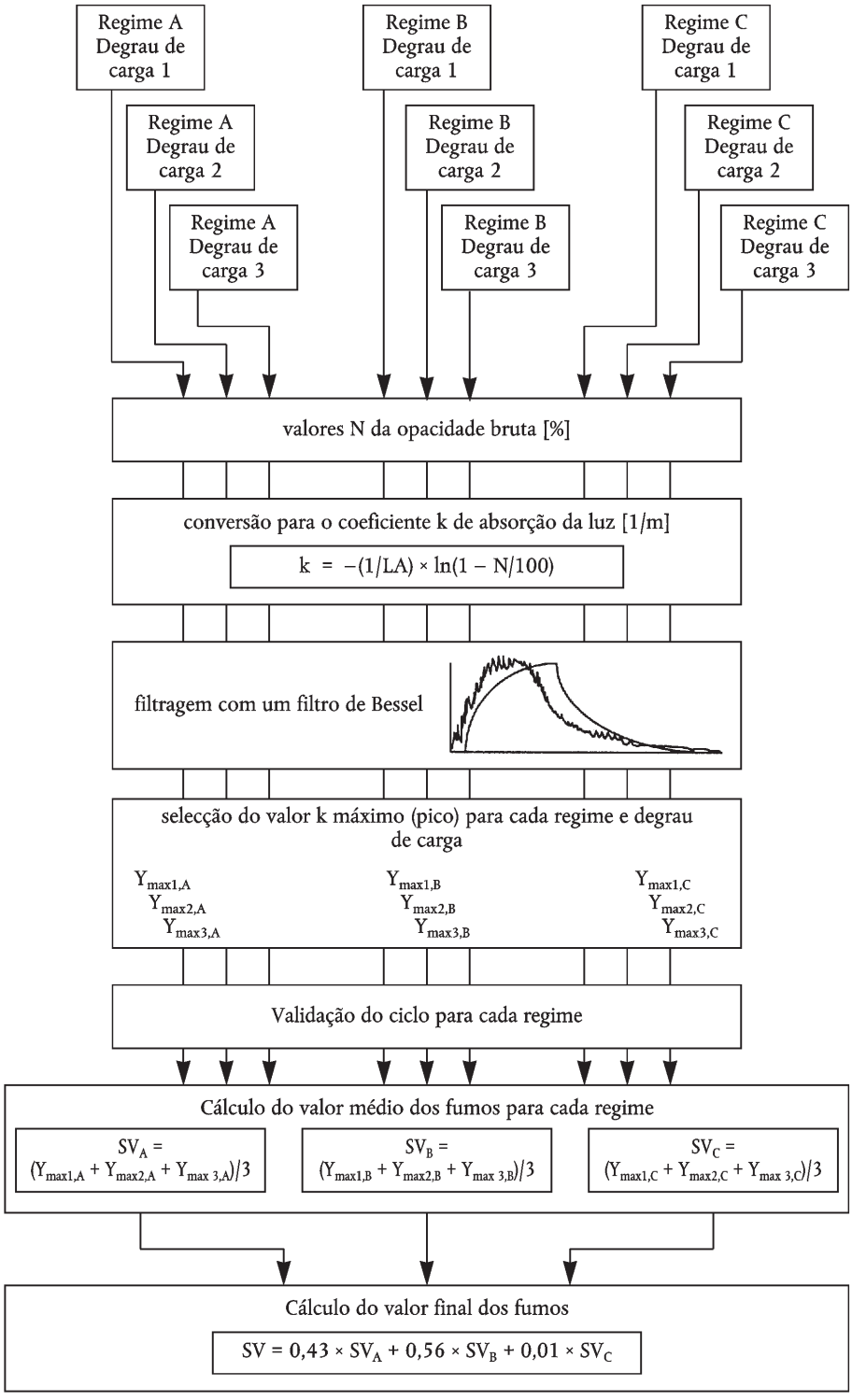
▼B

Índice i [-]	Tempo [s]	Sinal de entrada em degrau S_i [-]	Sinal de saída filtrado Y_i [-]	
			1.ª Iteração	2.ª Iteração
180	1,200000	1	0,874821	0,906542
181	1,206667	1	0,877197	0,908605
182	1,213333	1	0,879540	0,910633
183	1,220000	1	0,881849	0,912628
184	1,226667	1	0,884125	0,914589
185	1,233333	1	0,886367	0,916517
186	1,240000	1	0,888577	0,918412
187	1,246667	1	0,890755	0,920276
188	1,253333	1	0,892900	0,922107
189	1,260000	1	0,895014	0,923907
190	1,266667	1	0,897096	0,925676
191	1,273333	1	0,899147	0,927414
192	1,280000	1	0,901168	0,929121
193	1,286667	1	0,903158	0,930799
194	1,293333	1	0,905117	0,932448
195	1,300000	1	0,907047	0,934067
~	~	~	~	~

▼B

2.3. **Cálculo dos valores dos fumos**

No esquema a seguir apresenta-se o processo geral de determinação do valor final de fumos.



▼B

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 $Y_{max1,A}$ (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 ponto 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.

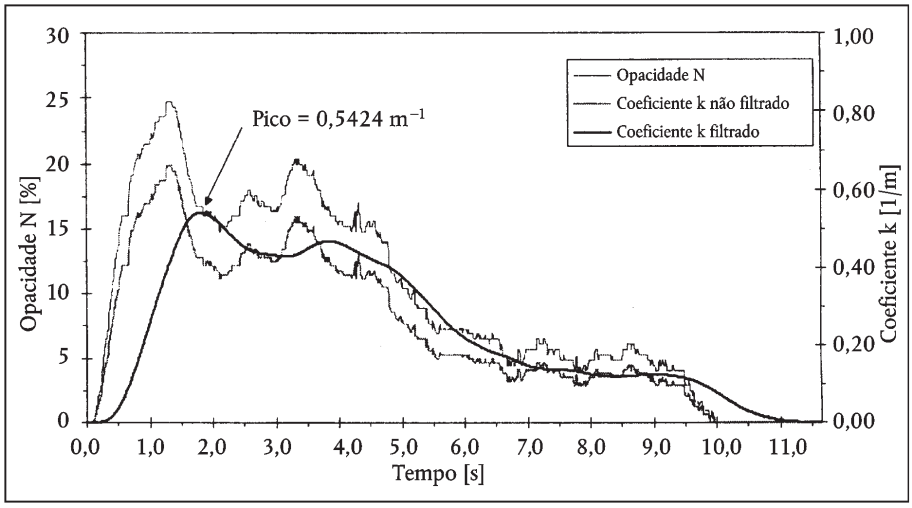


Figura b

Traços da opacidade medida N, do coeficiente k dos fumos não filtrados e do coeficiente k dos fumos filtrados

O valor de 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 zero.

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 (ponto 6.3.1 do Apêndice 1 do Anexo III):

$$k = -(1/0{,}430) \times \ln(1-(16{,}783/100)) = 0{,}427252\ m^{-1}$$

Este valor corresponde a S_{272} na equação a seguir.

Cálculo da média de Bessel dos fumos (ponto 6.3.2, do Apêndice 1 do Anexo III):

Na equação a seguir, utilizam-se as constantes de Bessel do ponto 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.

▼B

Y_{272} = 0,542383 + 8,272777 × 10^{-5} × (0,427252 + 2 × 0,427392 + 0,427532-4 × 0,542337) + 0,968410 × (0,542383-0,542337)

= 0,542389 m^{-1}

Este valor corresponde a $Y_{max1,A}$ na equação a seguir.

Cálculo do valor final dos fumos (ponto 6.3.3 do Apêndice 1 do Anexo III):

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

RW_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 = 0,5482 m^{-1}

RW_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 = 0,5462 m^{-1}

RW_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 = 0,5099 m^{-1}

RW = (0,43 × 0,5482) + (0,56 × 0,5462) + (0,01 × 0,5099) = 0,5467 m^{-1}

Validação do ciclo (ponto 3.4 do Apêndice 1 do Anexo III)

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 absoluto (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.

▼B

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

▼B

Índice i [-]	Tempo [s]	Opacidade N [%]	Valor K não filtrado [m-1]	Valor K filtrado [m-1]
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

▼B

Índice i [-]	Tempo [s]	Opacidade N [%]	Valor K não filtrado [m-1]	Valor K filtrado [m-1]
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
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	0,405473	0,530477
300	2,000000	16,000000	0,405473	0,529704

3. ENSAIO ETC

3.1. **Emissões gasosas (motores *diesel*)**

Consideram-se os seguintes resultados do ensaio com um sistema PDP-CVS

V_0 (m^3/rev)	0,1776
N_p (rev)	23 073

▼B

p_B (kPa)	98,0
p_1 (kPa)	2,3
T (K)	322,5
H_a (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 (ponto 4.1 do Apêndice 2 do Anexo III):

M_{TOTW} = 1,293 × 0,1776 × 23 073 × (98,0-2,3) × 273 / (101,3 × 322,5) = 4237,2 kg

Cálculo do factor de correcção dos NO_x (ponto 4.2 do Apêndice 2 do Anexo III):

$$K_{H,\,D} = \frac{1}{1\text{-}0{,}0182 \times (12{,}8\text{-}10{,}71)} = 1{,}039$$

Cálculo das concentrações corrigidas quanto às condições de fundo (ponto 4.3.1.1 do Apêndice 2 do Anexo III):

Seja o combustível diesel de composição $C_1H_{1,8}$:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{1{,}8}{2} + \left[3{,}76 \times \left(1 + \frac{1{,}8}{4}\right)\right]} = 13{,}6$$

$$DF = \frac{13{,}6}{0{,}723 + (9{,}00 + 38{,}9) \times 10^{-4}} = 18{,}69$$

$NO_{x\ conc}$ = 53,7-0,4 × (1-(1/18,69)) = 53,3 ppm

CO_{conc} = 38,9-1,0 × (1-(1/18,69)) = 37,9 ppm

HC_{conc} = 9,00-3,02 × (1-(1/18,69)) = 6,14 ppm

Cálculo do fluxo mássico das emissões (ponto 4.3.1 do Apêndice 2 do Anexo III):

$NO_{x\ mass}$ = 0,001587 × 53,3 × 1,039 × 4237,2 = 372,391 g

CO_{mass} = 0,000966 × 37,9 × 4237,2 = 155,129 g

HC_{mass} = 0,000479 × 6,14 × 4237,2 = 12,462 g

▼B

Cálculo das emissões específicas (ponto 4.4 do Apêndice 2 do Anexo III):

$$NO_x^- = 372{,}391/62{,}72 = 5{,}94 \text{ g/kWh}$$

$$CO^- = 155{,}129/62{,}72 = 2{,}47 \text{ g/kWh}$$

$$HC^- = 12{,}462/62{,}72 = 0{,}199 \text{ g/kWh}$$

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 (ponto 5.1 do Apêndice 2 do Anexo III):

$$M_f = 3{,}030 + 0{,}044 = 3{,}074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2{,}159\text{-}0{,}909 = 1{,}250 \text{ kg}$$

$$PT_{mass} = \frac{3{,}074}{1{,}250} \times \frac{4237{,}2}{1000} = 10{,}42 \text{ g}$$

Cálculo da emissão mássica corrigida quanto às condições de fundo (ponto 5.1 do Apêndice 2 do Anexo III)

$$PT_{mass} = \left[\frac{3{,}074}{1{,}250} - \left(\frac{0{,}341}{1{,}245} \times \left(1 + \frac{1}{18{,}69}\right)\right)\right] \times \frac{4237{,}2}{1000} = 9{,}32 \text{ g}$$

Cálculo das emissões específicas (ponto 5.2 do Apêndice 2 do Anexo III):

$$PT^- = 10{,}42/62{,}72 = 0{,}166 \text{ g/kWh}$$

$PT^- = 9{,}32/62{,}72 = 0{,}149$ g/kWh, se corrigido quanto às condições de fundo

▼B

3.3. **Emissões gasosas (motor a GN)**

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 (ponto 4.2 do Apêndice 2 do Anexo III)

$$K_{H,G} = \frac{1}{1\text{-}0{,}0329 \times (12{,}8\text{-}10{,}71)} = 1{,}074$$

Cálculo da concentração dos NMHC (ponto 4.3.1 do Apêndice 2 do Anexo III)

a) Método GC

$$NMHC_{conce} = 27{,}0\text{-}18{,}0 = 9{,}0 \text{ ppm}$$

b) Método NMC

Considerando uma eficiência do metano de 0,04 e uma eficiência do etano de 0,98 (ver ponto 1.8.4 do Apêndice 5 do Anexo III)

$$NMHC_{conce} = \frac{27{,}0 \times (1\text{-}0{,}04)\text{-}18{,}0}{0{,}98\text{-}0{,}04} = 8{,}4 \text{ ppm}$$

Cálculo das concentrações corrigidas quanto às condições de fundo (ponto 4.3.1.1 do Apêndice 2 do Anexo III)

Considerando um combustível de referência G_{20} (100 % metano) com a composição C_1H_4:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{4}{2} + \left(3{,}76 \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)\right)} = 9{,}5$$

$$DF = \frac{9{,}5}{0{,}723 + (27{,}0 + 44{,}3) \times 10^{-4}} = 13{,}01$$

▼B

Para os NMHC, a concentração de fundo é a diferença entre HC_{concd} *e* $CH_{4\ concd}$

$$NO_{x\ conc} = 17{,}2\text{-}0{,}4 \times (1\text{-}(1/13{,}01)) = 16{,}8 \text{ ppm}$$

$$CO_{conc} = 44{,}3\text{-}1{,}0 \times (1\text{-}(1/13{,}01)) = 43{,}4 \text{ ppm}$$

$$NMHC_{conc} = 8{,}4\text{-}1{,}32 \times (1\text{-}(1/13{,}01)) = 7{,}2 \text{ ppm}$$

$$CH_{4\ conc} = 18{,}0\text{-}1{,}7 \times (1\text{-}(1/13{,}01)) = 16{,}4 \text{ ppm}$$

Cálculo do fluxo mássico das emissões (ponto 4.3.1 do Apêndice 2 do Anexo III)

$$NO_{x\ mass} = 0{,}001587 \times 16{,}8 \times 1{,}074 \times 4237{,}2 = 121{,}330 \text{ g}$$

$$CO_{mass} = 0{,}000966 \times 43{,}4 \times 4237{,}2 = 177{,}642 \text{ g}$$

$$NMHC_{mass} = 0{,}000502 \times 7{,}2 \times 4237{,}2 = 15{,}315 \text{ g}$$

$$CH_{4\ mass} = 0{,}000554 \times 16{,}4 \times 4237{,}2 = 38{,}498 \text{ g}$$

Cálculo das emissões específicas (ponto 4.4 do Apêndice 2 do Anexo III)

$$\overline{NO_x} = 121{,}330/62{,}72 = 1{,}93 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CO} = 177{,}642/62{,}72 = 2{,}83 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{NMHC} = 15{,}315/62{,}72 = 0{,}244 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CH_4} = 38{,}498/62{,}72 = 0{,}614 \text{ g/kWh}$$

4. FACTOR DE DESVIO λ (S_λ)

4.1. **Cálculo do factor de desvio λ (S_λ)** [1]

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{\text{inert }\%}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right)\text{-}\frac{O_2^*}{100}}$$

em que:

S_λ = factor de desvio λ,

inert % = % em volume de gases inertes no combustível (isto é, N_2, CO_2, He, etc.),

O_2^* = % em volume de oxigénio original no combustível,

N e m = referem-se ao C_nH_m médio que representa os hidrocarbonetos combustíveis, isto é:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_4\ \%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{C_5\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1-diluent }\%}{100}}$$

[1] *Stoichiometric Air/Fuel ratios of automotive fuels* – SAE J1829, Junho de 1987. John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill, 1988, capítulo 3.4 «Combustion stoichiometry» (páginas 68 a 72).*

▼B

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\ \%}{100}\right] + \ldots 8 \times \left[\frac{C_3H_8\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1-diluent \%}}{100}}$$

em que:

CH_4 = % em volume de metano no combustível,

C_2 = % em volume de todos os hidrocarbonetos C_2 (por exemplo: C_2H_6, C_2H_4, etc.) no combustível,

C_3 = % em volume de todos os hidrocarbonetos C_3 (por exemplo: C_3H_8, C_3H_6, etc.) no combustível,

C_4 = % em volume de todos os hidrocarbonetos C_4 (por exemplo: C_4H_{10}, C_4H_8, etc.) no combustível,

C_5 = % em volume de todos os hidrocarbonetos C_5 (por exemplo: C_5H_{12}, C_5H_{10}, etc.) no combustível,

diluent = % 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 % (Vol.-%)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1- (em vol)}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}86}{1\text{-}\frac{14}{100}} = \frac{0{,}86}{0{,}86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1- (em vol)}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}86}{0{,}86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{\text{inert \%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right)\text{-}\frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1{,}16$$

Exemplo 2: GR: CH_4 = 87 %, C_2H_6 = 13 % (e, vol)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1- diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}87 + 2 \times 0{,}13}{1\text{-}\frac{0}{100}} = \frac{1{,}13}{1} = 1{,}13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1 - diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}87 + 6 \times 0{,}13}{1} = 4{,}26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{\text{inert \%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right)\text{-}\frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{0}{100}\right) \times \left(1{,}13 + \frac{4{,}26}{4}\right)} = 0{,}911$$

▼B

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 %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\ -\ \text{diluent}\ \%}{100}} = \frac{1 \times 0{,}89 + 2 \times 0{,}045 + 3 \times 0{,}023 + 4 \times 0{,}002}{1 - \frac{(0{,}64 + 4)}{100}} = 1{,}11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6}{100}\right] + .. + 8 \times \left[\frac{C_3H_8}{100}\right]}{\frac{1\ -\ \text{diluent}\ \%}{100}}$$

$$= \frac{4 \times 0{,}89 + 4 \times 0{,}045 + 8 \times 0{,}023 + 14 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}6 + 4}{100}} = 4{,}24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\ \%}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1{,}11 + \frac{4{,}24}{4}\right) - \frac{0{,}6}{100}} = 0{,}96$$

▼B

ANEXO VIII

REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS RELATIVOS AOS MOTORES *DIESEL* A ETANOL

No caso dos motores *diesel* a etanol, aplicar-se-ão as seguintes modificações específicas, nos pontos adequados, às equações e factores aplicáveis aos métodos de ensaio definidos no Anexo III da presente directiva.

NO ANEXO III, APÊNDICE 1

4.2. **Correcção para a passagem de base seca a base húmida**

$$F_{FH} = \frac{1{,}877}{\left(\frac{1 + 2{,}577 \times G_{FUEL}}{G_{AIR\,W}}\right)}$$

4.3. **Correcção quanto à humidade e temperatura dos NO_x**

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

em que,

A = 0,181 G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0,0266.

B = – 0,123 G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0,00954.

T_a = temperatura do ar, K

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

4.4. **Cálculo dos caudais mássicos das emissões**

Calculam-se os caudais mássicos das emissões (g/h) para cada modo como se indica a seguir, tomando a massa volúmica dos gases de escape como 1,272 kg/m³ a 273 K (0 °C) e 101,3 kPa:

(1) $NO_{x\,mass} = 0{,}001613 \times NO_{x\,conc} \times K_{H,D} \times G_{EXH\,W}$

(2) $CO_{x\,mass} = 0{,}000982 \times CO_{conc} \times G_{EXH\,W}$

(3) $HC_{mass} = 0{,}000809 \times HC_{conc} \times K_{H,D} \times G_{EXH\,W}$

em que

$NO_{x\,conc}$, CO_{conc}, HC_{conc} [1] são as concentrações médias (ppm) nos gases de escape brutos, determinadas no ponto 4.1.

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

(1) $NO_{x\,mass} = 0{,}001587 \times NO_{x\,conc} \times K_{H,D} \times G_{TOT\,W}$

(2) $CO_{x\,mass} = 0{,}000966 \times CO_{conc} \times G_{TOT\,W}$

(3) $HC_{mass} = 0{,}000795 \times HC_{conc} \times G_{TOT\,W}$

em que

$NO_{x\,conc}$, CO_{conc}, HC_{conc} [1] são as concentrações médias corrigidas em relação às condições do fundo (ppm) de cada modo nos gases de escape diluídos, determinadas no ponto 4.3.1.1 do apêndice 2 do Anexo III.

NO ANEXO III, APÊNDICE 2

Os pontos 3.1, 3.4, 3.8.3 e 5 do apêndice 2 não são apenas aplicáveis aos motores *diesel*. Estes pontos são também aplicáveis aos motores *diesel* a etanol.

[1] Expressas em equivalente C1.

▼B

4.2. As condições do ensaio devem ser preparadas de forma a que a temperatura e a humidade do ar medidas na admissão do motor estejam reguladas para as condições standard durante a realização do ensaio. O valor standard deverá ser 6 ± 0,5 g de água por kg de ar seco a um intervalo de temperatura de 298 ± 3 K. Dentro destes limites, não deve ser efectuada qualquer outra correcção dos NO_x. O ensaio é considerado nulo caso não sejam satisfeitas estas condições.

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)$NO_{x\ mass} = 0{,}001587 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times M_{TOT\ W}$(motores alimentados com etanol)

(2)$CO_{x\ mass} = 0{,}000966 \times CO_{conc} \times M_{TOT\ W}$(motores alimentados com etanol)

(3)$HC_{mass} = 0{,}000794 \times HC_{conc} \times M_{TOT\ W}$(motores alimentados com etanol)

em que

$NO_{x\ conc}$, 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 HC) ou medição em saco, ppm,

M_{TOTW} =massa total de gás de escape diluídos durante o ciclo, de acordo com o ponto 4.1, kg.

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 determinados pelo método do saco de recolha de amostras ou medição contínua com integração. Utiliza-se a seguinte fórmula:

$$conc = conc_e - conc_d \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right)$$

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:

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

em que:

CO_{2conce} = concentração do CO_2 nos gases de escape diluídos, vol %,

HC_{conce} = concentração dos HC nos gases de escape diluídos, ppm C1,

CO_{conce} = concentração do CO nos gases de escape diluídos, ppm

F_S = factor estequiométrico

([1]) Expressas em equivalente C1.

▼B

Convertem-se as concentrações medidas em base seca em base húmida de acordo com o ponto 4.2 do apêndice 1 do Anexo III.

O factor estequiométrico para a composição do combustível geral $CH_\alpha O_\beta N_\gamma$, é calculado do seguinte modo:

$$F_S = \frac{100 \times 1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\beta}{2}\right) + \frac{\gamma}{2}}$$

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

F_S (etanol) = 12,3.

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:

$$(1)\,NO_{x\ mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times NO_{x\ conce,i} \times 0{,}001587) - \left(M_{TOTW} \times NO_{x\ concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}001587\right)$$

$$(2)\,CO_{mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times CO_{conce,i} \times 0{,}000966) - \left(M_{TOTW} \times CO_{concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}000966\right)$$

$$(3)\,HC_{mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times HC_{conce,i} \times 0{,}000749) - \left(M_{TOTW} \times HC_{concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}000749\right)$$

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 (ver ponto 4.1), kg,

M_{TOTW} = massa total dos gases de escape diluídos durante o ciclo (ver ponto 4.1), kg,

DF = factor de diluição conforme determinado no ponto 4.3.1.1.

4.4. **Cálculo das emissões específicas**

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

$$\overline{NO}_x = \frac{NO_{x\ mass}}{W_{act}}$$

$$\overline{CO} = \frac{CO_{mass}}{W_{act}}$$

▼B

$$\overline{HC} = \frac{HC_{mass}}{W_{act}}$$

em que,

W_{act} = trabalho realizado no ciclo real conforme determinado no ponto 3.9.2, kWh.

▼B

ANEXO IX

PRAZOS-LIMITE DE TRANSPOSIÇÃO DAS DIRECTIVAS REVOGADAS PARA O DIREITO NACIONAL

Referidos no artigo 10.º

Parte A

Directivas revogadas

Directivas	Jornal Oficial
Directiva 88/77/CEE	L 36 de 9.2.1988, p. 33
Directiva 91/542/CEE	L 295 de 25.10.1991, p. 1
Directiva 96/1/CE	L 40 de 17.2.1996, p. 1
Directiva 1999/96/CE	L 44 de 16.2.2000, p. 1
Directiva 2001/27/CE	L 107 de 18.4.2001, p. 10

Parte B

Prazos-limite de transposição para o direito nacional

Directiva	Prazos-limite de transposição	Data de aplicação
Directiva 88/77/CEE	1 de Julho de 1988	
Directiva 91/542/CEE	1 de Janeiro de 1992	
Directiva 96/1/CE	1 de Julho de 1996	
Directiva 1999/96/CE	1 de Julho de 2000	
Directiva 2001/27/CE	1 de Outubro de 2001	1 de Outubro de 2001

▼B

ANEXO X

QUADRO DE CORRESPONDÊNCIA

(Referido no n.º 2 do artigo 10.º)

Directiva 88/77/ /CEE	Directiva 91/542/ /CEE	Directiva 1999/96/ /CE	Directiva 2001/27/ /CE	A presente Directiva
Artigo 1.º	—		—	Artigo 1.º
Artigo 2.º, n.º 1	Artigo 2.º, n.º 1	Artigo 2.º, n.º 1	Artigo 2.º, n.º 1	Artigo 2.º, n.º 4
Artigo 2.º, n.º 2	Artigo 2.º, n.º 2	Artigo 2.º, n.º 2	Artigo 2.º, n.º 2	Artigo 2.º, n.º 1
—	Artigo 2.º, n.º 3	—	—	—
Artigo 2.º, n.º 3	—	—	—	—
Artigo 2.º, n.º 4	Artigo 2.º, n.º 4	Artigo 2.º, n.º 3	Artigo 2.º, n.º 3	Artigo 2.º, n.º 2
—	—	—	Artigo 2.º, n.º 4	Artigo 2.º, n.º 3
—	—	—	Artigo 2.º, n.º 5	—
—	—	Artigo 2.º, n.º 4	—	Artigo 2.º, n.º 5
—	—	Artigo 2.º, n.º 5	—	Artigo 2.º, n.º 6
—	—	Artigo 2.º, n.º 6	—	Artigo 2.º, n.º 7
—	—	Artigo 2.º, n.º 7	—	Artigo 2.º, n.º 8
—	—	Artigo 2.º, n.º 8	—	Artigo 2.º, n.º 9
Artigo 3.º	—	—	—	—
—	—	Artigos 5.º e 6.º	—	Artigo 3.º
—	—	Artigo 4.º	—	Artigo 4.º
—	Artigo 3.º, n.º 1	Artigo 3.º, n.º 1	—	Artigo 6.º, n.º 1
—	Artigo 3.º, n.º 1, a)	Artigo 3.º, n.º 1, a)	—	Artigo 6.º, n.º 2
—	Artigo 3.º, n.º 1, b)	Artigo 3.º, n.º 1, b)	—	Artigo 6.º, n.º 3
—	Artigo 3.º, n.º 2	Artigo 3.º, n.º 2	—	Artigo 6.º, n.º 4
—	Artigo 3.º, n.º 3	Artigo 3.º, n.º 3	—	Artigo 6., n.º 5
Artigo 4.º	—	—	—	Artigo 7.º
Artigo 6.º	Artigos 5.º e 6.º	Artigo 7.º	—	Artigo 8.º
Artigo 5.º	Artigo 4.º	Artigo 8.º	Artigo 3.º	Artigo 9.º
—	—	—	—	Artigo 10.º
—	—	Artigo 9.º	Artigo 4.º	Artigo 11.º
Artigo 7.º	Artigo 7.º	Artigo 10.º	Artigo 5.º	Artigo 12.º
Anexos I a VII	—	—	—	Anexos I a VII
—	—	—	Anexo VIII	Anexo VIII
—	—	—	—	Anexo IX
—	—	—	—	Anexo X