

REGULAMENTO DELEGADO (UE) 2017/655 DA COMISSÃO**de 19 de dezembro de 2016****que completa o Regulamento (UE) 2016/1628 do Parlamento Europeu e do Conselho no que se refere à monitorização de emissões de gases poluentes dos motores de combustão interna em serviço instalados em máquinas móveis não rodoviárias****(Texto relevante para efeitos do EEE)**

A COMISSÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia,

Tendo em conta o Regulamento (UE) 2016/1628 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de setembro de 2016, relativo aos requisitos respeitantes aos limites de emissão de gases e partículas poluentes e à homologação de motores de combustão interna para máquinas móveis não rodoviárias, que altera os Regulamentos (UE) n.º 1024/2012 e (UE) n.º 167/2013 e que altera e revoga a Diretiva 97/68/CE ⁽¹⁾, nomeadamente o artigo 19.º, n.º 2,

Considerando o seguinte:

- (1) O artigo 19.º do Regulamento (UE) 2016/1628 prevê a monitorização das emissões de gases poluentes através de ensaios dos motores em serviço instalados nas máquinas móveis não rodoviárias e a funcionar com os seus ciclos de funcionamento normais.
- (2) A fim de assegurar a monitorização prevista no artigo 19.º, é necessário adotar medidas pormenorizadas relativas à seleção dos motores, aos procedimentos de ensaio e à notificação dos resultados.
- (3) No intuito de reduzir os encargos administrativos para os pequenos fabricantes e para os fabricantes de tipos de motor ou famílias de motores em número limitado, é necessário restringir o número de motores submetidos aos ensaios de monitorização em serviço por esses fabricantes.
- (4) A fim de assegurar a coerência na aplicação do presente regulamento, não deve ser exigida ao fabricante a apresentação dos resultados dos ensaios de monitorização em serviço, se puder demonstrar que os motores em causa não foram instalados em máquinas móveis não rodoviárias ou que não pôde aceder a um motor instalado numa aplicação para ensaio.
- (5) A fim de garantir uma maior harmonização entre os procedimentos de monitorização em serviço aplicáveis às máquinas móveis não rodoviárias e a restante legislação da UE e as normas internacionais, estes procedimentos devem ser alinhados com a verificação da conformidade em serviço dos veículos pesados (EURO VI) e com os requisitos estabelecidos no Regulamento n.º 96 da Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa,

ADOTOU O PRESENTE REGULAMENTO:

*Artigo 1.º***Objeto**

O presente regulamento estabelece medidas pormenorizadas relativas à seleção de motores, aos procedimentos de ensaio e à notificação dos resultados da monitorização das emissões de gases poluentes dos motores de combustão interna em serviço instalados em máquinas móveis não rodoviárias efetuada com sistemas portáteis de medição das emissões (PEMS).

⁽¹⁾ JO L 252 de 16.9.2016, p. 53.

*Artigo 2.º***Âmbito de aplicação**

1. O presente regulamento é aplicável à monitorização das emissões de gases poluentes das seguintes categorias de motores em serviço da fase de emissões V instalados em máquinas móveis não rodoviárias:

- a) NRE-v-5;
- b) NRE-v-6.

2. O presente regulamento é aplicável aos fabricantes de motores.

O presente regulamento não é aplicável aos fabricantes de equipamentos de origem.

3. O presente regulamento não é aplicável nos casos em que o fabricante demonstre à entidade homologadora que não é capaz de aceder a nenhum motor instalado numa máquina móvel não rodoviária para efeitos de monitorização em serviço.

*Artigo 3.º***Procedimentos e requisitos para a monitorização das emissões de motores em serviço**

As emissões de gases poluentes dos motores em serviço a que se refere o artigo 19.º, n.º 1, do Regulamento (UE) 2016/1628 devem ser monitorizadas em conformidade com o anexo do presente regulamento.

*Artigo 4.º***Entrada em vigor**

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

O presente regulamento é obrigatório em todos os seus elementos e diretamente aplicável em todos os Estados-Membros.

Feito em Bruxelas, em 19 de dezembro de 2016.

Pela Comissão
O Presidente
Jean-Claude JUNCKER

ANEXO

1. Requisitos gerais para a monitorização em serviço

1.1. Para efeitos do presente anexo, «categoria de máquinas móveis não rodoviárias» é um conjunto de máquinas móveis não rodoviárias que desempenham a(s) mesma(s) função(ões) genérica(s),

1.2. O fabricante deve obter acesso aos motores instalados nas máquinas móveis não rodoviárias, a fim de realizar os ensaios de monitorização em serviço.

Ao realizar os ensaios de monitorização em serviço, o fabricante deve recolher amostras dos dados das emissões de gases poluentes, medir os parâmetros do escape e registar os dados em serviço dos motores instalados nas máquinas móveis não rodoviárias, a funcionar nos seus ciclos de funcionamento normal, até perfazer a duração mínima de ensaio definida no ponto 2 do apêndice 2.

1.3. Os motores submetidos a um ensaio de monitorização em serviço devem:

- a) estar instalados numa das categorias mais representativas de máquinas móveis não rodoviárias para o tipo de motor ou, se aplicável, família de motores selecionados;
- b) estar colocados no mercado da União;
- c) possuir um registo de manutenção, que mostre que o motor foi objeto de manutenção correta e revisões em conformidade com as recomendações do fabricante;
- d) não apresentar quaisquer indícios de utilização indevida (p. ex., sobrecarga, uso de combustível inadequado) ou outros fatores (p. ex., transformação abusiva) que possam afetar o seu desempenho em matéria de emissões de gases poluentes;
- e) estar em conformidade com os documentos de homologação UE no que diz respeito aos componentes do(s) sistema(s) de controlo das emissões instalados no motor e nas máquinas móveis não rodoviárias.

1.4. Os motores seguintes devem ser considerados não elegíveis para os ensaios de monitorização em serviço, sendo necessário selecionar um motor alternativo:

- a) motores desprovidos de uma interface de comunicação que permita recolher os dados necessários da unidade de controlo eletrónico (UCE), conforme especificado no apêndice 7;
- b) motores cuja UCE contenha dados incompletos ou cujo protocolo de dados não permita identificar e validar claramente os sinais necessários; ou

1.5. Devem ser considerados não elegíveis para os ensaios de monitorização em serviço os motores cuja recolha de dados da UCE influencie as emissões de gases poluentes ou o desempenho das máquinas móveis não rodoviárias. Não obstante os requisitos do artigo 39.º do Regulamento (UE) 2016/1628, apenas deve ser selecionado um motor alternativo se o fabricante puder provar concretamente à entidade homologadora a ausência de qualquer estratégia manipuladora.

2. Plano de monitorização dos motores em serviço

2.1. O fabricante apresenta à entidade homologadora que concedeu a homologação para um tipo de motor ou, quando aplicável, uma família de motores, no prazo de um mês a contar do início da produção do tipo de motor ou da família de motores homologados, o plano inicial de monitorização dos motores em serviço.

2.2. O plano inicial deve incluir os critérios utilizados e justificar a seleção:

- a) dos tipos de motor ou famílias de motores e categoria(s) das máquinas móveis não rodoviárias que figuram no plano;
- b) da lista de motores e de máquinas móveis não rodoviárias específicos selecionados para os ensaios de monitorização em serviço, se já estiverem identificados;
- c) do protocolo de ensaio escolhido.

2.3. Os fabricantes apresentam à entidade homologadora um plano atualizado da monitorização dos motores em serviço, sempre que a lista de motores e de máquinas móveis não rodoviárias específicos selecionados for completada ou revista. O plano atualizado deve incluir uma justificação dos critérios usados para a seleção e os motivos da revisão da lista anterior, se aplicável.

- 2.4. A entidade homologadora aprova o(s) plano(s) inicial(ais) e, posteriormente, atualizado(os), ou solicita a introdução das alterações necessárias no prazo de dois meses a contar da data da sua apresentação, e assegura que o plano final inclui a maior variedade possível de tipos de motor e de categorias de máquinas móveis não rodoviárias.
- 2.5. Cada plano de monitorização inicial ou posteriormente atualizado deve ser aprovado pela entidade homologadora antes do início dos ensaios dos motores e das máquinas móveis não rodoviárias nele identificados.
- 2.6. Protocolo de ensaio
- O fabricante pode optar por um dos seguintes protocolos de ensaio para a monitorização em serviço:
- 2.6.1. Protocolo de ensaio baseado no período de durabilidade das emissões (EDP)
- 2.6.1.1. Ensaio de 9 motores com um serviço acumulado inferior a 30 % da EDP. Os resultados dos ensaios devem ser apresentados à entidade homologadora até 31 de dezembro de 2022.
- 2.6.1.2. Ensaio de 9 motores com um serviço acumulado superior a 70 % da EDP. Os relatórios dos ensaios devem ser apresentados à entidade homologadora até 31 de dezembro de 2024.
- 2.6.1.3. Se o fabricante não puder cumprir o requisito do ponto 2.6.1 por indisponibilidade de motores com a acumulação de serviço exigida, a entidade homologadora não pode recusar ao fabricante a possibilidade de mudar para o protocolo de ensaio baseado num período de quatro anos previsto no ponto 2.6.2. Os motores já ensaiados em conformidade com o ponto 2.6.1 permanecem válidos nos termos do ponto 2.6.2.
- 2.6.2. Protocolo de ensaio baseado num período de quatro anos
- Ensaio de 9 motores por ano durante 4 anos consecutivos. Os relatórios dos ensaios devem ser apresentados anualmente à entidade homologadora.
- 2.6.2.1. Os resultados dos 9 primeiros motores devem ser apresentados no prazo de 12 meses após a instalação do primeiro motor numa máquina móvel não rodoviária e, o mais tardar, 18 meses após o início da produção do tipo de motor ou da família de motores homologado/a.
- 2.6.2.2. Se o fabricante demonstrar à entidade homologadora que não foi instalado nenhum motor numa máquina móvel não rodoviária 18 meses após o início da produção, os resultados dos ensaios devem ser apresentados após a instalação do primeiro motor, numa data acordada com a entidade homologadora.
- 2.6.2.3. Pequenos fabricantes
- O número de motores ensaiados deve ser adaptado no caso de pequenos fabricantes:
- os fabricantes que apenas produzam duas famílias de motores devem apresentar resultados de ensaios relativos a seis motores por ano;
 - os fabricantes que produzam mais de 250 motores por ano de uma única família de motores devem apresentar resultados de ensaios relativos a três motores por ano;
 - os fabricantes que produzam entre 125 e 250 motores por ano de uma única família de motores devem apresentar resultados de ensaios relativos a dois motores por ano;
 - os fabricantes que produzam menos de 125 motores por ano de uma única família de motores devem apresentar resultados de ensaios relativos a um motor por ano.
- A entidade homologadora verificará as quantidades de produção declaradas.
- 2.6.3. O fabricante pode realizar mais ensaios do que os estabelecidos nos protocolos de ensaio previstos nos pontos 2.6.1 e 2.6.2.
- 2.6.4. A realização de ensaios múltiplos ao mesmo motor com o objetivo de fornecer dados para as fases consecutivas de acumulação de serviço em conformidade com os pontos 2.6.1 e 2.6.2 é permitida, mas não obrigatória.

3. Condições de ensaio

Os ensaios de monitorização em serviço devem refletir o desempenho do motor quando instalado numa máquina móvel não rodoviária em condições reais de funcionamento e utilizado pelo seu operador profissional habitual.

3.1. Operador

3.1.1. O operador das máquinas móveis não rodoviárias submetidas aos ensaios de monitorização em serviço pode não ser o operador profissional habitual, se o operador demonstrar à entidade homologadora que dispõe de competências e formação suficientes.

3.1.2. O fabricante deve fornecer à entidade homologadora uma descrição pormenorizada das competências e formação do operador profissional habitual e demonstrar que o operador escolhido é adequado para os ensaios de monitorização em serviço.

3.2. Funcionamento das máquinas móveis não rodoviárias

3.2.1. O ensaio deve ser efetuado em condições reais de funcionamento completo (ou parcial) das máquinas móveis não rodoviárias.

3.2.2. Se o fabricante demonstrar à entidade homologadora que não é possível cumprir o disposto no ponto 3.2.1, o ciclo de ensaio deve representar, na medida do possível, as condições reais de funcionamento da máquina móvel não rodoviária.

3.2.2.1. O ciclo de ensaios em funcionamento representativo deve ser determinado pelo fabricante de comum acordo com a entidade homologadora.

3.2.3. Independentemente de serem realizados em condições reais de funcionamento da máquina móvel não rodoviária, ou com base num ciclo de ensaios representativo, os ensaios:

- a) devem avaliar o funcionamento em condições reais da maioria da população em serviço da(s) categoria(s) selecionada(s) de máquinas móveis não rodoviárias;
- b) não podem incluir uma quantidade desproporcionada de atividades executadas à velocidade de marcha lenta sem carga;
- c) devem incluir uma atividade com carga suficiente para atingir a duração mínima de ensaio definida no ponto 2 do apêndice 2.

3.3. Condições ambientes

O ensaio deve ser realizado nas seguintes condições ambientes:

3.3.1. A pressão atmosférica deve ser igual ou superior a 82,5 kPa;

3.3.2. A temperatura deve ser igual ou superior a 266 K (-7 °C) e igual ou inferior à temperatura determinada pela seguinte equação, à pressão atmosférica especificada:

$$T = -0,4514 * (101,3 - p_b) + 311$$

em que:

— T é a temperatura do ar ambiente, em K;

— p_b é a pressão atmosférica, em kPa.

3.4. Óleo lubrificante, combustível e reagente

O óleo lubrificante, o combustível e o reagente (para sistemas de pós-tratamento dos gases de escape que utilizem um reagente para reduzir as emissões de gases poluentes) devem ser conformes com as especificações do fabricante.

3.4.1. O combustível deve ser um combustível comercial ou um combustível de referência como especificado no anexo V do Regulamento Delegado (UE) 2017/654.

3.4.2. Para demonstrar a conformidade com o ponto 3.4, o fabricante deve recolher as amostras e conservá-las durante um período de 12 meses, ou um período inferior se tal for autorizado pela entidade homologadora.

3.4.3. As amostras de reagente não devem ser congeladas.

3.5. Sequência de funcionamento

A sequência de funcionamento corresponde a um período de funcionamento ininterrupto das máquinas móveis não rodoviárias e de amostragem contínua de dados durante um ensaio de monitorização em serviço.

Os ensaios de monitorização em serviço devem ser realizados ao longo de uma única sequência de funcionamento, exceto se for utilizado o método de amostragem combinada de dados previsto no ponto 4.2, que combina várias sequências de funcionamento num único e mesmo ensaio de monitorização em serviço.

4. Métodos de amostragem dos dados

4.1. Amostragem contínua de dados

A amostragem contínua de dados deve ser utilizada quando uma única e mesma sequência de funcionamento é igual ou superior à duração mínima de ensaio definida no ponto 2 do apêndice 2.

4.1.1. Podem ser excluídos no máximo três minutos de dados, em caso de um ou vários episódios de perda temporária de sinal.

4.2. Amostragem combinada de dados

Em alternativa ao ponto 4.1, a amostragem de dados pode ser obtida combinando os resultados de várias sequências de funcionamento.

4.2.1. A amostragem combinada de dados deve apenas ser utilizada quando as condições de ensaio não permitam atingir a duração mínima de ensaio definida no ponto 2 do apêndice 2, com uma única sequência de funcionamento, apesar dos esforços realizados nesse sentido, ou quando a(s) categoria(s) de máquinas móveis não rodoviárias selecionada(s) para ensaio seja(m) utilizada(s) em múltiplas atividades de funcionamento com diferentes ciclos de funcionamento relevante(s).

4.2.2. Devem ser cumpridos os seguintes requisitos adicionais ao aplicar a amostragem combinada de dados:

- a) as diferentes sequências de funcionamento devem ser obtidas utilizando a mesma máquina móvel não rodoviária e o mesmo motor;
- b) a amostragem combinada de dados deve conter um máximo de três sequências de funcionamento;
- c) cada sequência de funcionamento na amostragem combinada de dados deve conter, pelo menos, o trabalho de um ciclo transiente não rodoviário (NRTC);
- d) as sequências de funcionamento na amostragem combinada de dados devem ser obtidas e agrupadas por ordem cronológica;
- e) a análise dos dados deve ser aplicada a todo o conjunto da amostragem combinada de dados;
- f) o período decorrido entre a primeira e a última sequência de funcionamento não pode exceder 72 horas;
- g) a amostragem combinada de dados não deve ser utilizada se ocorrer uma anomalia no motor, como referido no ponto 8 do apêndice 2.

5. Fluxo de dados da UCE

5.1. A UCE deve fornecer informações do fluxo de dados aos instrumentos de medição ou ao registador de dados do PEMS, em conformidade com os requisitos estabelecidos no apêndice 7.

5.2. Conformidade das informações

5.2.1. A conformidade de todos os sinais transmitidos pela UCE com o quadro 1 do apêndice 7 deve ser verificada pela entidade homologadora e tem de cumprir os requisitos estabelecidos no ponto 5 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 da Comissão ⁽¹⁾ relativo aos requisitos técnicos e gerais.

⁽¹⁾ Regulamento Delegado (UE) 2017/654 da Comissão, de 19 de dezembro de 2016, que completa o Regulamento (UE) 2016/1628 do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito aos requisitos técnicos e gerais aplicáveis aos limites de emissões e à homologação de motores de combustão interna de máquinas móveis não rodoviárias (ver página 1 do presente Jornal Oficial).

- 5.2.2. Os fabricantes devem verificar, em conformidade com o método descrito no apêndice 6, a conformidade do sinal do binário da UCE durante a monitorização em serviço dos motores instalados em máquinas móveis não rodoviárias através de um PEMS.

6. Procedimentos de ensaio, pré-processamento e validação dos dados

- 6.1. Os ensaios de monitorização em serviço devem ser efetuados utilizando um sistema portátil de medição das emissões (PEMS), em conformidade com o apêndice 1.
- 6.2. Os fabricantes devem respeitar o procedimento de ensaio descrito no apêndice 2 para a monitorização em serviço de motores instalados em máquinas móveis não rodoviárias com um PEMS.
- 6.3. Os fabricantes devem respeitar os procedimentos estabelecidos no apêndice 3 para o pré-processamento dos dados resultantes da monitorização em serviço de motores instalados em máquinas móveis não rodoviárias com um PEMS.
- 6.4. Os fabricantes devem aplicar os procedimentos estabelecidos no apêndice 4 para a determinação dos eventos válidos durante um ensaio de monitorização em serviço de motores instalados em máquinas móveis não rodoviárias com um PEMS.

7. Disponibilidade dos dados de ensaio

Nenhum dado pode ser alterado ou suprimido de um ensaio. Todos os dados recolhidos para amostragem devem ser conservados, pelo menos, durante 10 anos pelo fabricante, e ser disponibilizados mediante pedido à entidade homologadora e à Comissão.

8. Cálculos

Os fabricantes devem seguir os procedimentos estabelecidos no apêndice 5 para os cálculos das emissões de gases poluentes para a monitorização em serviço de motores instalados em máquinas móveis não rodoviárias com um PEMS.

9. Ensaio de confirmação

- 9.1. As entidades homologadoras podem efetuar um ensaio de confirmação da monitorização em serviço para disporem de uma medição independente dessa monitorização.
- 9.2. O ensaio de confirmação abrange o/a tipo/família de motores e a(s) categoria(s) de máquinas móveis não rodoviárias especificados no ponto 2; qualquer motor específico instalado numa máquina móvel não rodoviária relevante será ensaiado de acordo com os requisitos previstos no presente regulamento.

10. Procedimentos para a apresentação de relatórios

- 10.1. Por cada motor ensaiado, as entidades homologadoras elaboram um relatório de ensaio sobre a monitorização em serviço de motores instalados em máquinas móveis não rodoviárias com um PEMS. O relatório de ensaio deve apresentar as atividades e os resultados da monitorização em serviço, e incluir, pelo menos, as informações exigidas nos pontos 1 a 11 do apêndice 8.
- 10.2. Dados instantâneos medidos e dados instantâneos calculados
- 10.2.1. Os dados instantâneos medidos e os dados instantâneos calculados não devem ser incluídos no relatório de ensaio, mas devem ser conservados pelo fabricante e ser disponibilizados, mediante pedido, à Comissão Europeia e à entidade homologadora durante o período indicado no ponto 7.
- 10.2.2. Os dados instantâneos medidos e os dados instantâneos calculados devem incluir, pelo menos, as informações exigidas nos pontos I-1 a I-2.20 do apêndice 8.
- 10.3. Informações disponíveis ao público

Para efeitos do artigo 44.º, n.º 3, alínea b), do Regulamento (UE) 2016/1628, o fabricante deve apresentar um relatório separado contendo as informações exigidas pelos seguintes pontos do apêndice 8: 1.1, 2.2, 2.4, 3.2, 6.3, 6.4.1, 6.10, 9 e 10.

As informações exigidas no ponto 6.3 devem ser fornecidas a nível regional, apenas com uma localização geográfica aproximada.

*Apêndice 1***Sistema portátil de medição das emissões**

1. O PEMS deve incluir os seguintes instrumentos de medição:
 - a) analisadores de gases para medir as concentrações das emissões de gases poluentes estabelecidas no ponto 1, primeiro parágrafo, do apêndice 2;
 - b) um medidor do caudal dos gases de escape (EFM) baseado no princípio de Pitot ou num princípio equivalente;
 - c) sensores para medir a temperatura e a pressão ambiente;
 - d) outros instrumentos de medição necessários para os ensaios de monitorização em serviço;O PEMS deve incluir igualmente:
 - a) uma conduta de transferência para o transporte das amostras extraídas da sonda de recolha para os analisadores de gases, incluindo uma sonda de recolha de amostras;
 - b) um registador de dados para armazenar os dados recolhidos da UCE.
 - c) O PEMS pode incluir um sistema de posicionamento global (GPS).
 2. Requisitos aplicáveis aos instrumentos de medição
 - 2.1. Os instrumentos de medição devem cumprir os requisitos em matéria de calibração e verificação do desempenho estabelecidos no ponto 8.1 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais. Deve ser dada uma atenção especial à execução das seguintes ações:
 - a) a verificação da estanquidade do lado do vácuo do PEMS, como estabelecido no ponto 8.1.8.7 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais;
 - b) a verificação da resposta e da atualização-registo do analisador de gases em conformidade com o ponto 8.1.6 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.
 - 2.1.2. Os instrumentos de medição devem obedecer às especificações do ponto 9.4 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.
 - 2.1.3. Os gases de análise utilizados para a calibração dos instrumentos de medição devem cumprir os requisitos indicados no ponto 9.5.1 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.
 - 2.2. Requisitos aplicáveis à conduta de transferência e à sonda de recolha de amostras
 - 2.2.1. A conduta de transferência deve cumprir os requisitos estabelecidos no ponto 9.3.1.2 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.
 - 2.2.2. A sonda de recolha de amostras deve cumprir os requisitos estabelecidos no ponto 9.3.1.1 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.
-

Apêndice 2

Procedimento de ensaio para a monitorização em serviço com um PEMS**1. Parâmetros de ensaio**

Durante os ensaios de monitorização em serviço devem ser medidas e registadas as seguintes emissões de gases poluentes: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos totais (HC) e óxidos de azoto (NO_x). Adicionalmente, devem ser medidas as emissões de dióxido de carbono (CO₂), a fim de se proceder aos cálculos descritos no apêndice 5.

Durante os ensaios de monitorização em serviço devem ser medidos e registados os parâmetros indicados no quadro:

Quadro

Parâmetros de ensaio

Parâmetro	Unidade	Fonte
Concentração de HC ⁽¹⁾	ppm	Analisador de gases
Concentração de CO ⁽¹⁾	ppm	Analisador de gases
Concentração de NO _x ⁽¹⁾	ppm	Analisador de gases
Concentração de CO ₂ ⁽¹⁾	ppm	Analisador de gases
Caudal mássico dos gases de escape ⁽²⁾	kg/h	EFM
Temperatura dos gases de escape	°K	EFM ou UCE ou sensor
Temperatura ambiente ⁽³⁾	°K	Sensor
Pressão ambiente	kPa	Sensor
Humidade relativa	%	Sensor
Binário do motor ⁽⁴⁾	Nm	UCE ou sensor
Velocidade do motor	rpm	UCE ou sensor
Caudal de combustível do motor	g/s	UCE ou sensor
Temperatura do fluido de arrefecimento do motor	°K	UCE ou sensor
Temperatura do ar de admissão do motor ⁽³⁾	°K	UCE ou sensor
Latitude da máquina móvel não rodoviária	grau	GPS (facultativo)
Longitude da máquina móvel não rodoviária	grau	GPS (facultativo)

⁽¹⁾ Medido ou corrigido em base húmida.

⁽²⁾ Deve ser usada a medição direta do caudal mássico dos gases de escape, exceto se for aplicável uma das seguintes condições:

- a) O sistema de escape instalado na máquina móvel não rodoviária provoca a diluição dos gases de escape pelo ar a montante do local em que um EFM poderia ser instalado. Neste caso, a amostra de gases de escape deve ser recolhida a montante do ponto de diluição; ou
- b) O sistema de escape instalado na máquina móvel não rodoviária desvia uma parte dos gases de escape para outra parte da referida máquina (p. ex., para aquecimento) a montante do local em que um EFM poderia ser instalado.

Neste caso, se o fabricante puder fornecer à entidade homologadora provas sólidas da correlação entre o caudal mássico do combustível estimado pela UCE e o caudal mássico do combustível medido no banco de ensaio dinamométrico do motor, o EFM pode ser omitido, podendo aplicar-se a medição indireta do caudal dos gases de escape (a partir dos fluxos de combustível e de ar de admissão ou do fluxo de combustível e do balanço do carbono).

⁽³⁾ Utilizar o sensor da temperatura ambiente ou um sensor da temperatura do ar de admissão. A utilização de um sensor da temperatura do ar de admissão deve cumprir os requisitos definidos no segundo parágrafo do ponto 5.1.

⁽⁴⁾ O valor registado deve ser a) o binário útil ou b) o binário útil calculado a partir do binário real do motor em percentagem, o binário de atrito e o binário de referência, em conformidade com a norma referida no ponto 2.1.1 do apêndice 7.

A base do binário útil deve ser o binário útil não corrigido fornecido pelo motor, incluindo os equipamentos e os acessórios a incluir para um ensaio das emissões em conformidade com o apêndice 2 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654.

2. Duração mínima dos ensaios

A duração dos ensaios, compreendendo todas as sequências de funcionamento, e só incluindo dados válidos, deve ser suficientemente longa para permitir concluir cinco a sete vezes o trabalho realizado durante o NRTC ou para produzir entre cinco e sete vezes a massa de referência de CO₂ em kg/ciclo do ensaio NRTC.

3. Preparação das máquinas móveis não rodoviárias

A preparação das máquinas móveis não rodoviárias deve incluir, pelo menos, os seguintes elementos:

- a) a verificação do motor: todos os problemas identificados devem, uma vez solucionados, ser registados e apresentados à entidade homologadora;
- b) a eventual substituição do óleo, do combustível e do reagente, se for caso disso;
- c) a demonstração da disponibilidade das informações do fluxo de dados da UCE, de acordo com os requisitos estabelecidos no ponto 2 do apêndice 7.

4. Instalação de um PEMS

- 4.1. A instalação de um PEMS não deve influenciar o desempenho ou as emissões de gases poluentes das máquinas móveis não rodoviárias.

A instalação deve sempre cumprir as normas locais aplicáveis de segurança e os requisitos em matéria de seguros, bem como respeitar as instruções do fabricante do PEMS, dos instrumentos de medição, da conduta de transferência e da sonda de recolha de amostras.

4.2. Alimentação elétrica

A alimentação elétrica do PEMS deve ser assegurada por uma unidade de alimentação externa.

- 4.2.1. Se o fabricante demonstrar à entidade homologadora que não é possível cumprir o disposto no ponto 4.2, pode ser utilizada uma fonte que retire a sua energia (direta ou indiretamente) do motor durante o ensaio.

- 4.2.2. Neste caso, o pico de consumo, em termos de potência, do PEMS não deve exceder 1 % da potência máxima do motor, devendo ser tomadas medidas adicionais para evitar o excesso de descarga da bateria quando o motor estiver desligado ou em marcha lenta sem carga.

4.3. Instrumentos de medição com exceção do EFM

Todos os instrumentos de medição, exceto o EFM, devem ser instalados num local exposto o mínimo possível aos seguintes elementos:

- a) variações da temperatura ambiente;
- b) variações da pressão ambiente;
- c) radiação eletromagnética;
- d) choques e vibrações mecânicos;
- e) hidrocarbonetos ambientes — caso se recorra a um analisador FID que utilize ar ambiente como ar do queimador do FID.

4.4. EFM

A instalação do EFM não deve aumentar a contrapressão acima do valor recomendado pelo fabricante.

- 4.4.1. O EFM deve ser ligado ao tubo de escape da máquina móvel não rodoviária. Os sensores do EFM devem ser colocados entre duas peças de tubo direito cujo comprimento seja, pelo menos, o dobro do diâmetro do EFM (a montante e a jusante).

- 4.4.2. O EFM deve ser colocado a seguir ao silencioso da máquina móvel não rodoviária, a fim de limitar o efeito da pulsação dos gases de escape sobre os sinais de medição.

4.5. Conduta de transferência e sonda de recolha de amostras

A conduta de transferência deve ser devidamente isolada nos pontos de ligação (sonda de recolha e face posterior dos instrumentos de medição).

4.5.1. Se o comprimento da conduta de transferência for alterado, há que verificar e, se necessário, corrigir os tempos de transporte.

4.5.2. A conduta de transferência e a sonda de recolha de amostras devem ser instaladas em conformidade com os requisitos estabelecidos no ponto 9.3 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.

4.6. Registador de dados

O registador de dados deve estar ligado à UCE do motor, para registar os parâmetros do motor constantes do quadro 1 do apêndice 7 e, se for caso disso, os parâmetros do motor constantes do quadro 2 do referido apêndice.

4.7. GPS (se aplicável)

A antena deve estar montada à maior altura possível, sem correr o risco de sofrer interferências com eventuais obstruções durante o funcionamento em condições reais.

5. Procedimentos prévios aos ensaios de monitorização em serviço

5.1. Medição da temperatura ambiente

A temperatura ambiente deve ser medida no início do ensaio, bem como no final do ensaio, a uma distância razoável da máquina móvel não rodoviária. É permitido utilizar o sinal CAN para a temperatura do ar de admissão (temperatura experimentada pelo motor).

Se for utilizado um sensor de temperatura do ar de admissão para estimar a temperatura ambiente, a temperatura ambiente registada deve ser a temperatura do ar de admissão corrigida do desvio nominal aplicável entre a temperatura ambiente e a temperatura do ar de admissão, como especificado pelo fabricante.

5.2. Ativação e estabilização dos instrumentos de medição

Os instrumentos de medição devem ser aquecidos e estabilizados até as pressões, as temperaturas e os caudais atingirem os seus valores de funcionamento normais, de acordo com as instruções do fabricante do PEMS/instrumento de medição.

5.3. Limpeza e aquecimento da conduta de transferência

A fim de impedir a contaminação do sistema, a conduta de transferência deve ser purgada até se iniciar a amostragem de acordo com as instruções do fabricante do PEMS/conduta de transferência.

A conduta de transferência deve ser aquecida a 190 °C (\pm 10 °C) antes do início do ensaio, a fim de evitar a presença de pontos frios suscetíveis de provocar a contaminação da amostra por hidrocarbonetos condensados.

5.4. Verificação e calibração dos analisadores de gases

A calibração do zero e a regulação da escala, bem como as verificações de linearidade dos analisadores de gases, devem ser efetuadas utilizando os gases de análise definidos no ponto 2.1.3 do apêndice 1.

5.5. Limpeza do EFM

O EFM deve ser purgado nas ligações do transdutor de pressão em conformidade com as instruções do fabricante do PEMS ou do EFM. Esta operação deve eliminar a condensação e a matéria particulada diesel das condutas de pressão e dos portos de medição da pressão da tubagem de circulação dos gases.

6. Registo dos dados dos ensaios de monitorização em serviço

6.1. Antes do ensaio de monitorização em serviço

A amostragem de dados das emissões de gases poluentes, a medição dos parâmetros do escape e o registo dos dados relativos ao motor e ao ambiente devem iniciar-se antes do arranque do motor.

6.2. Durante o ensaio de monitorização em serviço

A amostragem de dados das emissões de gases poluentes, a medição dos parâmetros do escape e o registo dos dados relativos ao motor e ao ambiente devem prosseguir durante todo o funcionamento normal do motor.

O motor pode ser parado e reiniciado, mas a amostragem de dados das emissões de gases poluentes, a medição dos parâmetros do escape e o registo dos dados relativos ao motor e ao ambiente devem prosseguir durante todo o ensaio de monitorização em serviço.

6.3. Após o ensaio de monitorização em serviço

No final do ensaio de monitorização em serviço, deve ser concedido tempo suficiente para que os instrumentos de medição e o registador de dados esgotem os seus tempos de resposta. O motor pode ser desligado antes ou depois de parar o registo de dados.

6.4. Dados medidos válidos para o cálculo das emissões de gases poluentes

Os dados medidos válidos para os cálculos das emissões de gases poluentes são determinados em conformidade com o apêndice 4. O ponto 6.4.2 aplica-se a esses cálculos.

6.4.1. A fim de determinar a duração da fase de arranque após um evento não operacional longo, como estabelecido no ponto 2.2.2 do apêndice 4, mede-se a temperatura dos gases de escape durante a sequência de funcionamento a uma distância máxima de 30 cm da saída do dispositivo de pós-tratamento utilizado para reduzir as emissões de NO_x.

6.4.2. Dados relativos ao arranque a frio

Os dados medidos relativos às emissões de gases poluentes no arranque a frio devem ser suprimidos do cálculo das emissões de gases poluentes.

Os dados medidos válidos para os cálculos das emissões de gases poluentes devem começar depois de a temperatura do fluido de arrefecimento do motor ter atingido 343 K (70 °C) pela primeira vez ou depois de a temperatura do fluido de arrefecimento ter estabilizado a ± 2 K durante um período de 5 minutos, consoante o que ocorrer primeiro; em qualquer caso, deve começar pelo menos 20 minutos após o arranque do motor.

7. Verificação dos analisadores de gases

7.1. Verificação periódica do zero durante a sequência de funcionamento

A verificação do zero dos analisadores de gases deve ser realizada, no mínimo, de duas em duas horas, durante um ensaio de monitorização em serviço.

7.2. Correção periódica do zero durante o ensaio de monitorização em serviço

Os resultados obtidos com as verificações realizadas em conformidade com o ponto 7.1 podem ser utilizados para efetuar uma correção da deriva do zero.

7.3. Verificação da deriva após a realização do ensaio

A verificação da deriva deve apenas ser efetuada se não tiver sido feita qualquer correção da deriva do zero durante o ensaio de monitorização em serviço, em conformidade com o ponto 7.2.

7.3.1. O mais tardar, 30 minutos após o ensaio de monitorização em serviço ter sido concluído, os analisadores de gases devem ser reposicionados no zero e a escala regulada, a fim de verificar a deriva em comparação com os resultados anteriores ao ensaio.

7.3.2. As verificações do zero, da escala e da linearidade dos analisadores de gases devem ser executadas conforme previsto no ponto 5.4.

8. Anomalia do motor

8.1. Caso ocorra uma anomalia durante uma sequência de funcionamento e o operador da máquina móvel não rodoviária seja disso claramente informado pelo sistema de diagnóstico a bordo, através de um aviso de anomalia ótico, mensagem de texto ou outro indicador, o ensaio de monitorização em serviço deve ser considerado nulo.

8.2. Todas as anomalias devem ser corrigidas antes de se proceder a qualquer outro ensaio de monitorização em serviço ao motor.

Apêndice 3

Pré-processamento dos dados para os cálculos das emissões de gases poluentes**1. Definições**

1.2. Para efeitos do presente apêndice, entende-se por:

- 1.2.1. «resposta ao zero», a resposta média, incluindo ruído, a um gás de colocação no zero durante um intervalo de tempo mínimo de 30 segundos;
- 1.2.2. «resposta à regulação da sensibilidade», a resposta média, incluindo ruído, a um gás de regulação da sensibilidade durante um intervalo de tempo mínimo de 30 segundos.

2. Correção da deriva

2.1. Deriva máxima permitida

A deriva da resposta ao zero e da resposta à regulação da sensibilidade deve ser inferior a 2 % da escala completa, na gama mais baixa utilizada:

- a) Se a diferença entre os resultados obtidos antes e após o ensaio for inferior a 2 %, as concentrações medidas podem ser utilizadas sem correção ou podem ser corrigidas dos efeitos da deriva de acordo com o ponto 2.2.
- b) Se a diferença entre os resultados obtidos antes e após o ensaio for igual ou superior a 2 %, as concentrações medidas devem ser corrigidas dos efeitos da deriva de acordo com o ponto 2.2. Se não for feita qualquer correção, o ensaio é considerado nulo.

2.2. Correção da deriva

O valor da concentração corrigida dos efeitos da deriva deve ser calculado de acordo com os requisitos estabelecidos no ponto 2.1 ou no ponto 3.5 do anexo VII do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.

A diferença entre os valores não corrigidos e corrigidos das emissões de gases poluentes específicas ao freio deve ser de ± 6 % dos valores não corrigidos das emissões de gases poluentes específicas ao freio. Se a deriva for superior a 6 %, o ensaio é considerado nulo.

Caso se proceda à correção da deriva, apenas devem ser utilizados os resultados das emissões de gases poluentes com correção dos efeitos da deriva na comunicação das emissões de gases poluentes.

3. Alinhamento temporal

Para minimizar os efeitos de enviesamento do desfasamento de tempo entre os diferentes sinais nos cálculos da massa das emissões de gases poluentes, os dados relevantes para calcular essas emissões devem ser alinhados temporalmente em conformidade com os requisitos estabelecidos nos pontos 3.1 a 3.4.

3.1. Dados dos analisadores de gases

Os dados dos analisadores de gases devem ser corretamente alinhados em conformidade com os requisitos estabelecidos no ponto 8.1.5.3 do anexo VII do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.

3.2. Dados dos analisadores de gases e do EFM

Os dados dos analisadores de gases devem ser corretamente alinhados com os dados do EFM segundo o método descrito no ponto 3.4.

3.3. Dados do PEMS e do motor

Os dados do PEMS (analisadores de gases e EFM) devem ser corretamente alinhados com os dados da UCE do motor segundo o método descrito no ponto 3.4.

3.4. Método para melhorar o alinhamento temporal dos dados do PEMS

Dividem-se os parâmetros do ensaio enumerados no quadro do apêndice 2 em 3 categorias diferentes:

Categoria 1: analisadores de gases (concentrações de HC, CO, CO₂, NO_x);

Categoria 2: EFM (caudal mássico dos gases de escape e temperatura dos gases de escape);

Categoria 3: Motor (binário, velocidade, temperaturas, caudal de combustível medido pela UCE).

O alinhamento temporal de cada categoria com as outras duas categorias deve ser verificado, devendo, para isso, encontrar-se o coeficiente de correlação mais elevado entre duas séries de parâmetros de ensaio. Todos os parâmetros de ensaio de uma categoria devem ser deslocados a fim de maximizar o fator de correlação. Devem utilizar-se os seguintes parâmetros de ensaio no cálculo dos coeficientes de correlação:

- a) Categorias 1 e 2 (dados dos analisadores de gases e do EFM) com a categoria 3 (dados do motor): a partir da UCE;
- b) Categoria 1 com a categoria 2: a concentração de CO₂ e o caudal mássico dos gases de escape;
- c) Categoria 2 com a categoria 3: a concentração de CO₂ e o caudal de combustível do motor.

4. Verificação da coerência dos dados

4.1. Dados dos analisadores de gases e do EFM

Deve verificar-se a coerência dos dados (caudal mássico dos gases de escape medidos com o EFM e concentrações de gases) utilizando uma correlação entre o caudal de combustível medido com a UCE e o caudal de combustível do motor calculado em conformidade com o procedimento descrito no ponto 2.1.6.4 do anexo VII do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.

Deve efetuar-se uma regressão linear dos valores do caudal de combustível tanto medidos como calculados. Deve utilizar-se o método dos mínimos quadrados, tendo a melhor equação a seguinte forma:

$$y = mx + b$$

em que:

- y é o caudal de combustível calculado [g/s];
- m é o declive da reta de regressão;
- x é o caudal de combustível medido [g/s];
- b é a ordenada da reta de regressão com origem no ponto y .

Calcula-se o declive (m) e o coeficiente de determinação (r^2) para cada reta de regressão. Recomenda-se a realização desta análise na gama compreendida entre 15 % do valor máximo e o valor máximo, a uma frequência igual ou superior a 1 Hz. Para que um ensaio seja considerado válido, devem ser preenchidos os dois critérios seguintes:

Quadro

Tolerâncias

Declive da reta de regressão, m	0,9 a 1,1 — Recomendado
Coefficiente de determinação r^2	min. 0,90 — Recomendado

4.2. Dados do binário da UCE

Deve verificar-se a coerência dos dados do binário da UCE, comparando os valores máximos do binário da UCE, a diferentes velocidades do motor (se apropriado), com os valores correspondentes da curva oficial do binário do motor a plena carga e em conformidade com o apêndice 6.

4.3. Consumo de combustível específico ao freio (BSFC)

O BSFC deve ser verificado utilizando:

- a) o consumo de combustível calculado a partir dos dados das emissões de gases poluentes (concentrações dos analisadores de gases e dados do caudal mássico dos gases de escape), em conformidade com o procedimento definido no ponto 2.1.6.4 do anexo VII do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais;
- b) o trabalho calculado a partir dos dados da UCE (binário e velocidade do motor).

4.4. Pressão ambiente

Deve verificar-se a pressão ambiente comparando-a com a altitude indicada pelos dados do GPS, se disponíveis.

4.5. A entidade homologadora pode considerar o ensaio nulo se não estiver satisfeita com os resultados da verificação da coerência dos dados.

5. **Correção base seca-base húmida**

Se as concentrações forem medidas em base seca, devem ser convertidas para uma base húmida de acordo com o procedimento definido no ponto 2 ou ponto 3 do anexo VII do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.

6. **Correção das emissões de NO_x em função da humidade e da temperatura**

As concentrações de NO_x medidas pelos analisadores de gases não devem ser corrigidas em função da temperatura e da humidade do ar ambiente.

Apêndice 4

Algoritmo para determinar eventos válidos durante a monitorização em serviço**1. Disposições gerais**

- 1.1. Para efeitos do presente apêndice, entende-se por «evento» os dados medidos durante um ensaio de monitorização em serviço para os cálculos das emissões de gases poluentes obtidos com um aumento de tempo Δt igual ao período de amostragem dos dados.
- 1.2. O método descrito no presente apêndice tem por base o conceito de eventos operacionais e não operacionais.
- 1.3. Qualquer evento considerado um evento não operacional na aceção do presente apêndice não deve ser considerado válido para os cálculos do trabalho ou da massa de CO_2 , nem das emissões de gases poluentes nem dos fatores de conformidade das janelas de cálculo das médias previstos no ponto 2 do apêndice 5. Apenas devem ser utilizados eventos operacionais para efeitos de cálculo.
- 1.4. Os eventos não operacionais devem ser classificados como eventos não operacionais curtos ($\leq D2$) e eventos não operacionais longos ($> D2$) (ver o quadro para o valor de $D2$).

2. Procedimento para determinar os eventos não operacionais

- 2.1. Devem ser considerados eventos não operacionais os seguintes eventos:
 - 2.1.1. Eventos em que a potência do motor seja inferior a 10 % da sua potência útil máxima.
 - 2.1.2. Eventos que correspondam às condições de funcionamento a frio do sistema motor (arranque a frio), conforme descrito no ponto 6.4.2 do apêndice 2.
 - 2.1.3. Eventos registados em condições ambientes que não cumprem os requisitos do ponto 3.3 do presente apêndice.
 - 2.1.4. Eventos registados durante as verificações periódicas dos instrumentos de medição.
- 2.2. Devem ser adotadas as seguintes medidas adicionais:
 - 2.2.1. Os eventos não operacionais de duração inferior a $D0$ devem ser considerados eventos operacionais e fundidos com os eventos operacionais circundantes (ver o quadro para os valores de $D0$).
 - 2.2.2. A fase de arranque na sequência de eventos não operacionais longos ($> D2$) deve também ser considerada um evento não operacional até que a temperatura dos gases de escape atinja 523 K. Se a temperatura dos gases de escape não atingir 523 K nos minutos $D3$, todos os eventos após $D3$ devem ser considerados eventos operacionais (ver o quadro para os valores de $D3$).
 - 2.2.3. Para todos os eventos não operacionais, os primeiros minutos $D1$ do evento devem ser considerados um evento operacional (ver o quadro para os valores de $D1$).

3. Algoritmo de marcação do «trabalho da máquina»**3.1. Passo 1**

Detetar e dividir os eventos em operacionais e não operacionais.

- 3.1.1. Definir os eventos operacionais e não operacionais em conformidade com o ponto 2.
- 3.1.2. Calcular a duração dos eventos não operacionais.
- 3.1.3. Marcar os eventos não operacionais de duração inferior a $D0$ como eventos operacionais (ver o quadro para os valores de $D0$).
- 3.1.4. Calcular a duração dos restantes eventos não operacionais.

3.2. Passo 2

Fundir os eventos operacionais curtos ($\leq D0$) com os eventos não operacionais.

3.2.1. Fundir os eventos operacionais de duração inferior a $D0$ com os eventos não operacionais circundantes de duração superior a $D1$.

3.3. Passo 3

Excluir os eventos operacionais após eventos não operacionais longos (fase de arranque).

3.3.1. Considerar eventos não operacionais os eventos após eventos não operacionais longos ($> D2$) até que a temperatura dos gases de escape atinja 523 K ou até decorrerem os minutos $D3$ (ver o quadro para os valores de $D3$), conforme o que ocorrer primeiro.

3.4. Passo 4

Incluir eventos não operacionais após eventos operacionais.

3.4.1. Incluir os minutos $D1$ de um evento não operacional no final de qualquer evento operacional (ver o quadro para os valores de $D1$).

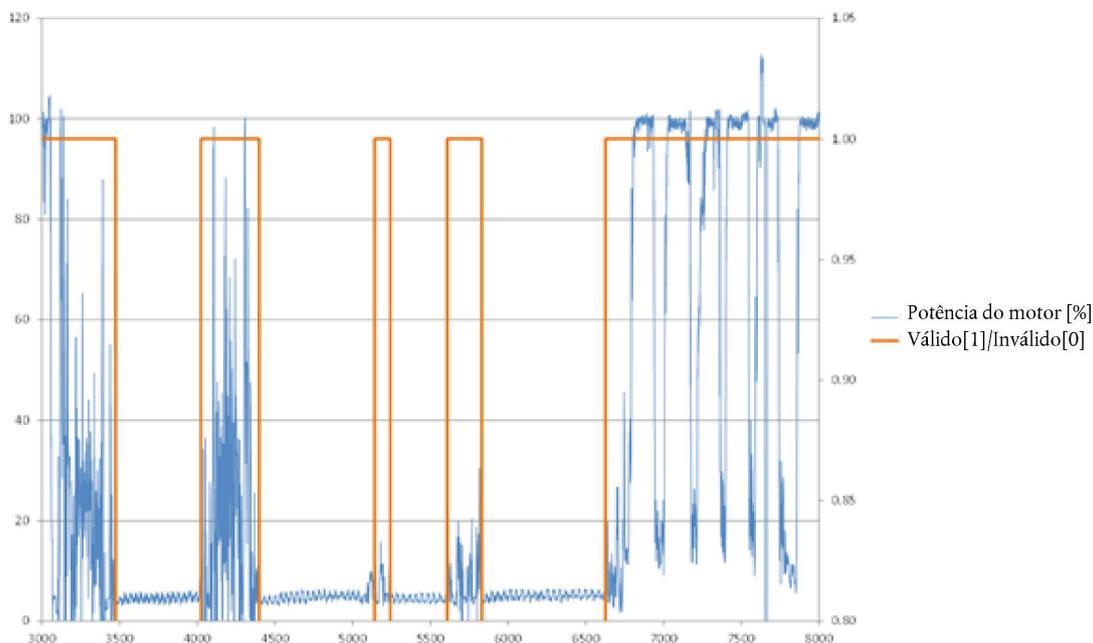
Quadro

Valores para os parâmetros $D0$, $D1$, $D2$ e $D3$

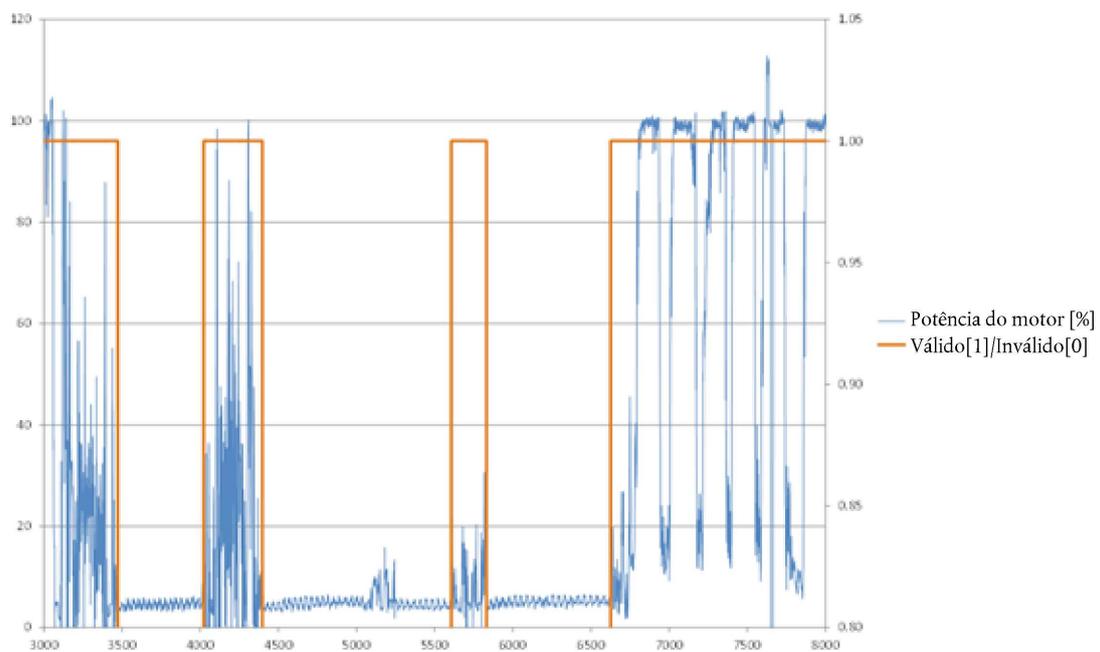
Parâmetros	Valor
$D0$	2 minutos
$D1$	2 minutos
$D2$	10 minutos
$D3$	4 minutos

4. Exemplos

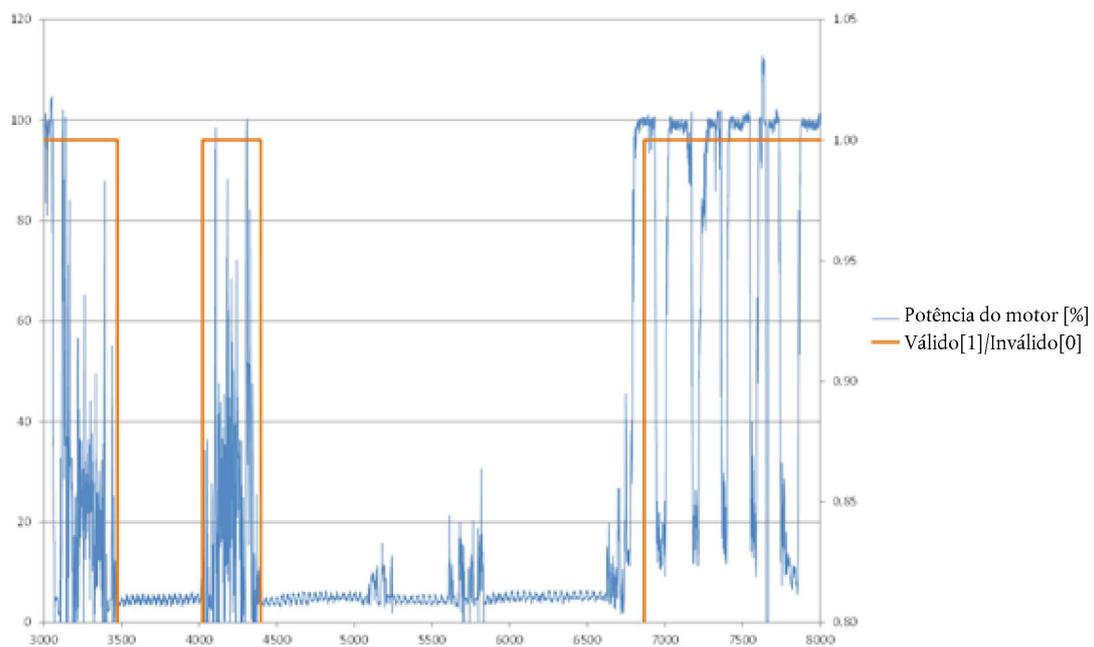
4.1. Exclusão dos dados não operacionais no final do passo 1



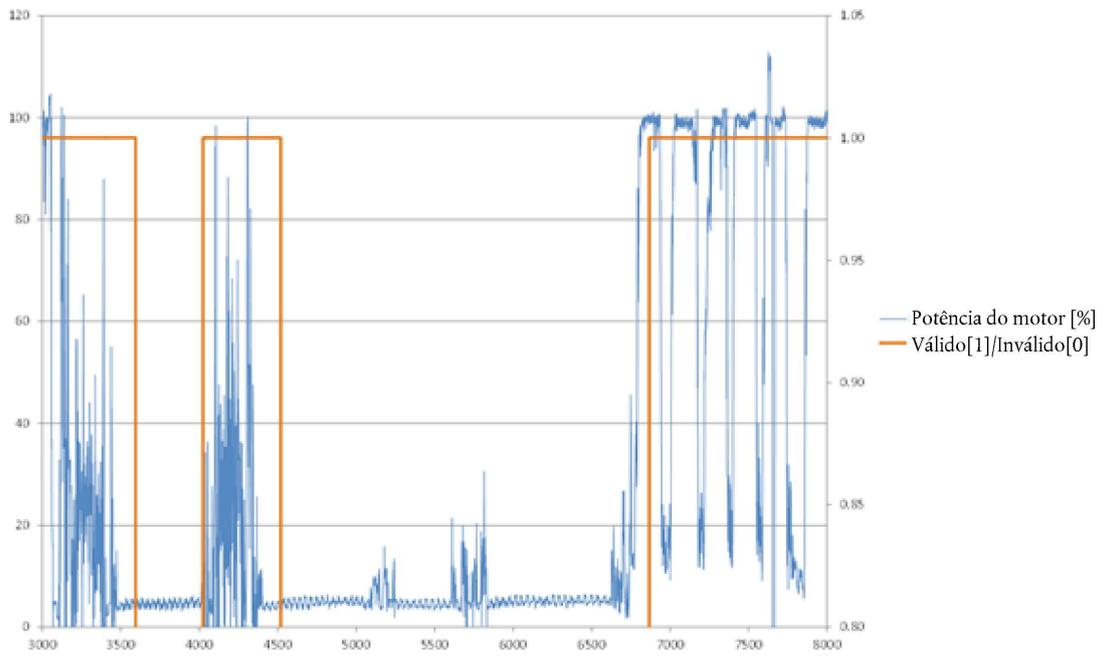
4.2. Exclusão dos dados não operacionais no final do passo 2



4.3. Exclusão dos dados não operacionais no final do passo 3



4.4. Fim do passo 4 — Final



—

Apêndice 5

Cálculos das emissões de gases poluentes

1. Cálculo das emissões instantâneas de gases poluentes

Calcula-se a massa instantânea das emissões de gases poluentes com base na concentração instantânea das emissões de gases poluentes medida durante o ensaio de monitorização em serviço e em conformidade com o procedimento previsto no ponto 2 ou ponto 3 do anexo VII do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.

2. Determinação das emissões de gases poluentes e dos fatores de conformidade segundo o método da janela de cálculo das médias

2.1. Método da janela de cálculo das médias

A janela de cálculo das médias é o subconjunto do conjunto de dados completo calculado durante o ensaio de monitorização em serviço cuja massa de CO₂ ou trabalho é igual à massa de CO₂ ou trabalho do motor medidos durante o ciclo NRTC do laboratório de referência.

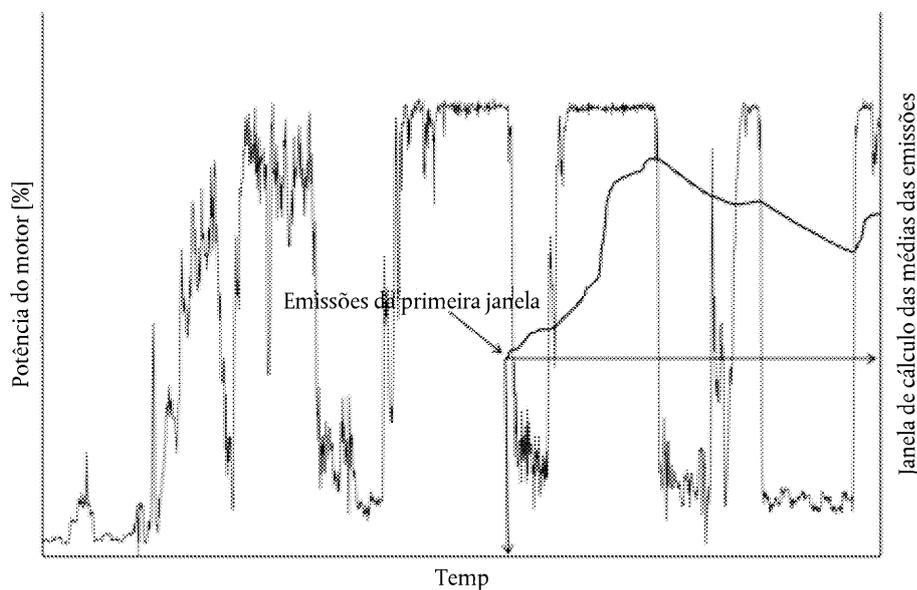
A massa das emissões de gases poluentes e os fatores de conformidade devem ser calculados segundo o método da janela móvel de cálculo das médias, com base no trabalho de referência (procedimento previsto no ponto 2.2) e na massa de CO₂ de referência (procedimento indicado no ponto 2.3) medidos durante o ciclo NRTC do laboratório de referência.

Os cálculos devem ser efetuados em conformidade com os seguintes requisitos gerais:

- 2.1.1. Os dados excluídos, nos termos do apêndice 4, não devem ser considerados para o cálculo do trabalho ou da massa de CO₂ nem das emissões de gases poluentes e dos fatores de conformidade das janelas de cálculo das médias.
- 2.1.2. Os cálculos das janelas móveis de cálculo das médias devem ser efetuados com um aumento de tempo Δt igual ao período de amostragem dos dados.
- 2.1.3. A massa das emissões de gases poluentes por cada janela de cálculo das médias (mg/janela de cálculo das médias) deve ser obtida integrando a massa das emissões instantâneas de gases poluentes na janela de cálculo das médias.
- 2.1.4. Os cálculos devem ser efetuados e apresentados para ambos os procedimentos: a massa de CO₂ de referência e o trabalho de referência.

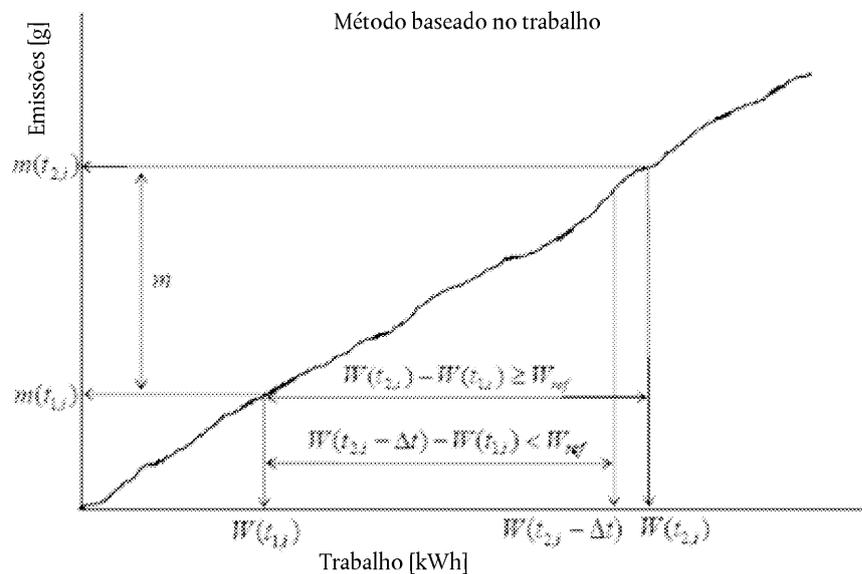
Figura 1

Potência do motor e emissões de gases poluentes a partir da primeira janela de cálculo das médias, em função do tempo



2.2. Método baseado no trabalho

Figura 2

Método baseado no trabalho

A duração $(t_{2,i} - t_{1,i})$ da i -ésima janela de cálculo das médias é determinada por:

$$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i}) \geq W_{ref}$$

em que:

- $W(t_{j,i})$ é o trabalho do motor medido entre o arranque e o tempo $t_{j,i}$, em kWh;
- W_{ref} é o trabalho do motor para o ciclo NRTC, em kWh.
- $t_{2,i}$ deve ser selecionado de forma que:

$$W(t_{2,i} - \Delta t) - W(t_{1,i}) < W_{ref} \leq W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$$

em que Δt é o período de amostragem dos dados, igual a 1 segundo ou menos.

2.2.1. Cálculos das emissões de gases poluentes específicas ao freio

As emissões de gases poluentes específicas ao freio e_{gas} (g/kWh) devem ser calculadas para cada janela de cálculo das médias e para cada gás poluente, do seguinte modo:

$$e_{gas} = \frac{m}{W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})}$$

em que:

- m é a emissão mássica do gás poluente, em mg/janela de cálculo das médias
- $W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$ é o trabalho do motor durante a i -ésima janela de cálculo das médias, em kWh

2.2.2. Seleção de janelas de cálculo das médias válidas

As janelas de cálculo das médias válidas são as janelas de cálculo das médias cuja potência média excede o limite de potência de 20 % da potência máxima do motor. A percentagem de janelas de cálculo das médias válidas deve ser igual ou superior a 50 %.

2.2.2.1. O ensaio é considerado nulo se a percentagem de janelas de cálculo das médias válidas for inferior a 50 %.

2.2.3. Cálculo dos fatores de conformidade

Os fatores de conformidade devem ser calculados para cada janela de cálculo das médias válida e para cada gás poluente da seguinte forma:

$$CF = \frac{e}{L}$$

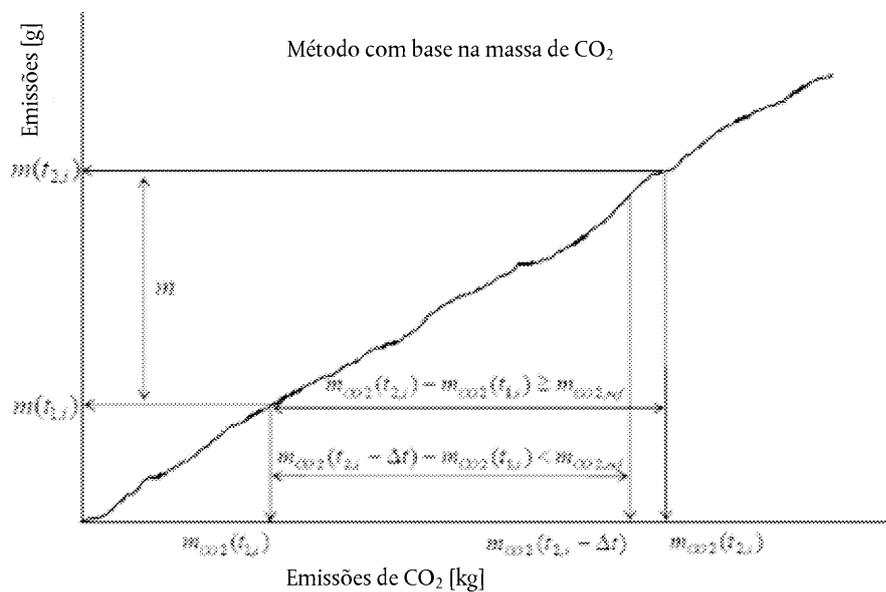
em que:

- e é a emissão do gás poluente específica ao freio, em g/kWh;
- L é o limite aplicável, em g/kWh.

2.3. Método com base na massa de CO₂

Figura 3

Método com base na massa de CO₂



A duração ($t_{2,i} - t_{1,i}$) da i ésima janela de cálculo das médias é determinada por:

$$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i}) \geq m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$$

em que:

- $m_{\text{CO}_2}(t_{j,i})$ é a massa de CO₂ medida entre o início do ensaio e o tempo $t_{j,i}$, em kg;
- $m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$ é a massa de CO₂ determinada para o NRTC, em kg;
- $t_{2,i}$ deve ser selecionado de forma que:

$$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i} - \Delta t) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i}) < m_{\text{CO}_2,\text{ref}} \leq m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i})$$

em que Δt é o período de amostragem dos dados, igual a 1 segundo ou menos.

As massas de CO₂ devem ser calculadas nas janelas de cálculo das médias integrando as emissões instantâneas de gases poluentes calculadas de acordo com os requisitos estabelecidos no ponto 1.

2.3.1. Seleção de janelas de cálculo das médias válidas

As janelas de cálculo das médias válidas são as janelas cuja duração não exceda a duração máxima calculada a partir de:

$$D_{\text{max}} = 3\,600 \cdot \frac{W_{\text{ref}}}{0,2 \cdot P_{\text{max}}}$$

em que:

- D_{max} é a duração máxima da janela de cálculo das médias, em s;
- P_{max} é a potência máxima do motor, em kW.

A percentagem de janelas de cálculo das médias válidas deve ser igual ou superior a 50 %.

2.3.2. Cálculo dos fatores de conformidade

Os fatores de conformidade devem ser calculados para cada janela de cálculo das médias e para cada gás poluente da seguinte forma:

$$CF = \frac{CF_I}{CF_C}$$

com $CF_I = \frac{m}{m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})}$ (razão em serviço) e

$CF_C = \frac{m_L}{m_{CO_2,ref}}$ (razão de certificação)

em que:

- m é a emissão mássica do gás poluente, em mg/janela de cálculo das médias;
- $m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})$ é a massa de CO_2 durante a i ésima janela de cálculo das médias, em kg;
- $m_{CO_2,ref}$ é a massa de CO_2 do motor determinada para o NRTC, em kg;
- m_L é a emissão mássica do gás poluente correspondente ao limite aplicável ao NRTC, em mg.

3. Arredondamento dos cálculos das emissões de gases poluentes

Em conformidade com a norma ASTM E 29-06b («Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications»), os resultados finais do ensaio devem ser arredondados de uma só vez ao número de casas decimais indicado pela norma de emissão aplicável, mais um algarismo significativo. Não é permitido arredondar os valores intermédios que permitem obter o resultado final das emissões de gases poluentes específicas ao freio.

4. Resultados das emissões de gases poluentes

Devem ser notificados os seguintes resultados, em conformidade com o ponto 10 do presente anexo:

- a) a concentração instantânea das emissões de gases poluentes medida durante o ensaio de monitorização em serviço;
- b) a média da concentração de emissões de gases poluentes relativa a todo o ensaio de monitorização em serviço;
- c) a massa instantânea das emissões de gases poluentes calculada em conformidade com o ponto 1;
- d) a massa integrada das emissões de gases poluentes relativa a todo o ensaio de monitorização em serviço, obtida adicionando a massa das emissões instantâneas de gases poluentes calculadas em conformidade com o ponto 1;
- e) a distribuição dos fatores de conformidade par as janelas válidas, calculada em conformidade com os pontos 2.2.3 e 2.3.2 (mínimo, máximo e 90.º percentil acumulado);
- f) a distribuição dos fatores de conformidade para todas as janelas, calculada em conformidade com os pontos 2.2.3 e 2.3.2 sem a determinação dos dados válidos prevista no apêndice 4 e sem a determinação das janelas válidas indicada nos pontos 2.2.2 e 2.3.1 (mínimo, máximo e 90.º percentil acumulado).

*Apêndice 6***Conformidade do sinal do binário da UCE****1. Método do binário máximo**

- 1.1. O método do binário máximo consiste na confirmação de que um ponto na curva do binário máximo de referência em função da velocidade do motor foi atingido durante o ensaio de monitorização em serviço.
- 1.2. Se um ponto na curva do binário máximo de referência em função da velocidade do motor não for atingido durante o ensaio de monitorização em serviço, o fabricante pode modificar a atividade da carga das máquinas móveis não rodoviárias e/ou a duração mínima de ensaio definida no ponto 2 do apêndice 2, se necessário, a fim de executar essa demonstração, após o ensaio de monitorização em serviço.
- 1.3. Os requisitos estabelecidos no ponto 1.2 não são aplicáveis se, na opinião do fabricante, e com o acordo prévio da entidade homologadora, não for possível atingir um ponto na curva do binário máximo em condições normais de funcionamento sem sobrecarregar o motor instalado na máquina móvel não rodoviária ou quando tal não seja seguro.
- 1.4. Neste caso, o fabricante deve propor à entidade homologadora um método alternativo para a verificação do sinal. O método alternativo deve ser utilizado apenas se a entidade homologadora o considerar viável e aplicável sem sobrecarregar o motor ou apresentar qualquer risco de segurança.
- 1.5. O fabricante pode propor à entidade homologadora um método mais exato e completo para verificar a conformidade do sinal do binário da UCE, durante os ensaios de monitorização em serviço do que o método previsto nos pontos 1.1 a 1.4. Neste caso, deve ser utilizado o método proposto pelo fabricante em vez do método previsto naqueles pontos.

2. Impossibilidade de verificar a conformidade do sinal do binário da UCE

Se o fabricante demonstrar à entidade homologadora que não é possível verificar o sinal do binário da UCE durante os ensaios de monitorização em serviço, a verificação efetuada no decurso dos ensaios exigidos para a homologação UE e declarada no certificado de homologação UE será aceite pela entidade homologadora.

Apêndice 7

Requisitos aplicáveis às informações do fluxo de dados da UCE**1. Dados a fornecer**

- 1.1. A UCE deve fornecer, no mínimo, os dados de medição indicados no quadro 1.

Quadro 1

Dados de medição

Parâmetro	Unidade
Binário do motor ⁽¹⁾	Nm
Velocidade do motor	rpm
Temperatura do fluido de arrefecimento do motor	K

⁽¹⁾ O valor fornecido deve ser a) o binário útil de travagem ou b) o binário útil de travagem calculado a partir de outros valores do binário apropriados como definido na norma do protocolo correspondente mencionada no ponto 2.1.1. A base do binário útil deve ser a base do binário útil não corrigido fornecido pelo motor, compreendendo os equipamentos e os acessórios a incluir para o ensaio das emissões, em conformidade com o apêndice 2 do anexo VI do Regulamento Delegado (UE) 2017/654 relativo aos requisitos técnicos e gerais.

- 1.2. Quando a pressão ambiente ou a temperatura ambiente não são medidas por sensores externos, devem ser fornecidas pela UCE de acordo com o quadro 2.

Quadro 2

Dados de medição adicionais

Parâmetro	Unidade
Temperatura ambiente ⁽¹⁾	K
Pressão ambiente	kPa
Caudal de combustível do motor	g/s

⁽¹⁾ A utilização de um sensor da temperatura do ar de admissão deve cumprir os requisitos definidos no ponto 5.1, segundo parágrafo, do apêndice 2.

- 1.3. Quando o caudal mássico dos gases de escape não for medido diretamente, o caudal de combustível do motor deve ser fornecido de acordo com o quadro do ponto 1 do apêndice 2.

2. Requisitos em matéria de comunicação

- 2.1. Acesso às informações do fluxo de dados

- 2.1.1. O acesso às informações do fluxo de dados deve ser assegurado, pelo menos, em conformidade com uma das seguintes séries de normas:

- a) ISO 27145 e ISO 15765-4 (protocolo CAN);
- b) ISO 27145 e ISO 13400 (protocolo TCP/IP);
- c) SAE J1939-73.

- 2.1.2. A UCE deve suportar os serviços correspondentes de, pelo menos, uma das normas supracitadas, a fim de fornecer os dados constantes do quadro 1.

A implementação de funções adicionais da(s) norma(s) na UCE é permitida, mas não é obrigatória.

- 2.1.3. O acesso às informações do fluxo de dados deve ser possível através de uma conexão por cabo (analisador externo).

2.2. Comunicação por cabo segundo o protocolo CAN

- 2.2.1. A velocidade de transmissão de dados através da ligação por cabo deve ser de 250 kbps ou 500 kbps.

- 2.2.2. A interface de conexão entre o motor e os instrumentos de medição do PEMS deve ser normalizada e cumprir todos os requisitos da norma ISO 15031-3 tipo A (12 volts CC), tipo B (24 volts CC) ou SAE J1939-13 (12 ou 24 volts CC).

2.3. Requisitos em matéria de documentação

O fabricante deve indicar na ficha de informações estabelecida no Regulamento de Execução (UE) 2017/656 da Comissão ⁽¹⁾ relativo aos requisitos administrativos, a(s) norma(s) de comunicação utilizadas para facultar o acesso às informações do fluxo de dados em conformidade com o ponto 2.1.1.

—

⁽¹⁾ Regulamento de Execução (UE) 2017/656 da Comissão, de 19 de dezembro de 2016, que estabelece os requisitos administrativos em matéria de limites de emissão e de homologação de motores de combustão interna para máquinas móveis não rodoviárias em conformidade com o Regulamento (UE) 2016/1628 do Parlamento Europeu e do Conselho (ver página 364 do presente Jornal Oficial).

Apêndice 8

Relatório de ensaio da monitorização em serviço**1. Informações do fabricante do motor**

- 1.1. Marca (designação(ões) comercial(ais) do fabricante)
- 1.2. Nome da empresa e endereço do fabricante
- 1.3. Nome e endereço do representante autorizado do fabricante (se existir)
- 1.4. Nome(s) e endereço(s) da(s) instalação(ões) de fabrico/montagem

2. Informações relativas ao motor

- 2.1. Designação do tipo de motor/família de motores
- 2.2. Categoria e subcategoria do tipo de motor/família de motores
- 2.3. Número de homologação
- 2.4. Designação(ões) comercial(ais) (se for caso disso)
- 2.5. Número de identificação do motor
- 2.6. Ano e mês de produção do motor
- 2.7. Motor reconstruído
- 2.8. Cilindrada do motor [dm³]
- 2.9. Número de cilindros
- 2.10. Potência útil nominal declarada do motor/velocidade nominal declarada do motor [kW/rpm]
- 2.11. Potência útil máxima do motor/velocidade máxima do motor [kW/rpm]
- 2.12. Binário máximo declarado do motor/velocidade do binário declarada [kW/rpm]
- 2.13. Marcha lenta sem carga [Nm/rpm]
- 2.14. Fabricante forneceu curva do binário com plena carga (sim/não)
- 2.15. Fabricante forneceu número de referência da curva do binário com plena carga
- 2.16. Sistema DeNO_x (p. ex., EGR, SCR)
- 2.17. Tipo de catalisador
- 2.18. Tipo de coletor de partículas
- 2.19. Pós-tratamento modificado em relação à homologação (sim/não)
- 2.20. Informações sobre a UCE (número de calibração do software)

3. Informação sobre a máquina móvel não rodoviária

- 3.1. Proprietário da máquina móvel não rodoviária
- 3.2. Categoria(s) da máquina móvel não rodoviária
- 3.3. Fabricante da máquina móvel não rodoviária
- 3.4. Número de identificação da máquina móvel não rodoviária
- 3.5. Número e país de registo da máquina móvel não rodoviária (se disponível)
- 3.6. Designação(ões) comercial(ais) da máquina móvel não rodoviária (se for caso disso)
- 3.7. Ano e mês de produção da máquina móvel não rodoviária

4. Seleção do motor/máquina móvel não rodoviária

- 4.1. Método de localização da máquina móvel não rodoviária ou do motor
- 4.2. Critérios de seleção de máquinas móveis não rodoviárias, motores, famílias em serviço
- 4.3. Local onde opera normalmente a máquina móvel não rodoviária ensaiada
- 4.4. Horas de funcionamento no início do ensaio:
 - 4.4.1. Máquina móvel não rodoviária [h]
 - 4.4.2. Motor [h]

5. Sistema portátil de medição das emissões (PEMS)

- 5.1. Alimentação elétrica do PEMS: externa/proveniente da máquina móvel não rodoviária
- 5.2. Marca e tipo dos instrumentos de medição (PEMS)
- 5.3. Data de calibração dos instrumentos de medição (PEMS)
- 5.4. Software de cálculo e versão utilizada (p. ex., EMROAD 4.0)
- 5.5. Localização dos sensores de condições ambientes

6. Condições de ensaio

- 6.1. Data e hora do ensaio
- 6.2. Duração do ensaio [s]
- 6.3. Local de ensaio
- 6.4. Condições meteorológicas gerais e condições ambientes (p. ex., temperatura, humidade, altitude)
 - 6.4.1. Condições ambientes médias (calculadas a partir dos dados instantâneos medidos)
- 6.5. Horas de funcionamento por máquina móvel não rodoviária/motor
- 6.6. Informações pormenorizadas sobre o funcionamento em condições reais da máquina móvel não rodoviária
- 6.7. Especificações do combustível de ensaio
- 6.8. Especificações do óleo lubrificante
- 6.9. Especificações do reagente (se aplicável)
- 6.10. Breve descrição do trabalho executado:

7. Concentração média das emissões de gases poluentes

- 7.1. Concentração média de HC [ppm] [facultativo]
- 7.2. Concentração média de CO [ppm] [facultativo]
- 7.3. Concentração média de NO_x [ppm] [facultativo]
- 7.4. Concentração média de CO₂ [ppm] [facultativo]
- 7.5. Caudal mássico médio dos gases de escape [kg/h] [facultativo]
- 7.6. Temperatura média dos gases de escape [°C] [facultativo]

8. Massa integrada das emissões de gases poluentes

- 8.1. Emissões de THC [g]
- 8.2. Emissões de CO [g]

- 8.3 Emissões de NO_x [g]
- 8.4 Emissões de CO₂ [g]
- 9. Fatores de conformidade da janela de cálculo das médias (calculados em conformidade com os apêndices 2 a 5)
(mínimo, máximo e 90.º percentil acumulado)
- 9.1. Fator de conformidade THC da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
- 9.2. Fator de conformidade CO da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
- 9.3. Fator de conformidade NO_x da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
- 9.4. Fator de conformidade THC da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
- 9.5. Fator de conformidade CO da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
- 9.6. Fator de conformidade NO_x da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
- 9.7. Janela de cálculo das médias de trabalho: potência mínima e máxima da janela de cálculo das médias [%]
- 9.8. Janela de cálculo das médias de massa de CO₂: duração mínima e máxima da janela de cálculo das médias [s]
- 9.9. Janela de cálculo das médias de trabalho: percentagem de janelas de cálculo das médias válidas
- 9.10. Janela de cálculo das médias de massa de CO₂: percentagem de janelas de cálculo das médias válidas
- 9.11. Emissões de CO₂
- 10. **Fatores de conformidade da janela de cálculo das médias (calculados em conformidade com os apêndices 2, 3 e 5 sem a determinação dos dados válidos em conformidade com o apêndice 4 e sem a determinação de janelas válidas tal como previsto nos pontos 2.2.2 e 2.3.1 do apêndice 5)**
(mínimo, máximo e 90.º percentil acumulado)
- 10.1. Fator de conformidade THC da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
- 10.2. Fator de conformidade CO da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
- 10.3. Fator de conformidade NO_x da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
- 10.4. Fator de conformidade THC da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
- 10.5. Fator de conformidade CO da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
- 10.6. Fator de conformidade NO_x da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
- 10.7. Janela de cálculo das médias de trabalho: potência mínima e máxima da janela de cálculo das médias [%]
- 10.8. Janela de cálculo das médias de massa de CO₂: duração mínima e máxima da janela de cálculo das médias [s]
- 11. **Verificação dos resultados do ensaio**
- 11.1. Resultados da calibração no zero, da regulação da escala e da verificação do analisador de THC, antes e depois do ensaio
- 11.2. Resultados da calibração no zero, da regulação da escala e da verificação do analisador de CO, antes e depois do ensaio
- 11.3. Resultados da calibração no zero, da regulação da escala e da verificação do analisador de NO_x, antes e depois do ensaio
- 11.4. Resultados da calibração no zero, da regulação da escala e da verificação do analisador de CO₂, antes e depois do ensaio

11.5. Resultados da verificação da coerência dos dados, em conformidade com o ponto 4 do apêndice 3

I-1. Dados instantâneos medidos

- I-1.1. Concentração de THC [ppm]
- I-1.2. Concentração de CO [ppm]
- I-1.3. Concentração de NO_x [ppm]
- I-1.4. Concentração de CO₂ [ppm]
- I-1.5. Caudal mássico dos gases de escape [kg/h]
- I-1.6. Temperatura dos gases de escape [°C]
- I-1.7. Temperatura do ar ambiente [°C]
- I-1.8. Pressão ambiente [kPa]
- I-1.9. Humidade ambiente [g/kg] [facultativo]
- I-1.10. Binário do motor [Nm]
- I-1.11. Velocidade do motor [rpm]
- I-1.12. Caudal de combustível do motor [g/s]
- I-1.13. Temperatura do fluido de arrefecimento do motor [°C]
- I-1.14. Latitude da máquina móvel não rodoviária [graus]
- I-1.15. Longitude da máquina móvel não rodoviária [graus]

I-2. Dados instantâneos calculados

- I-2.1. Massa de THC [g/s]
 - I-2.2. Massa de CO [g/s]
 - I-2.3. Massa de NO_x [g/s]
 - I-2.4. Massa de CO₂ [g/s]
 - I-2.5. Massa acumulada de THC [g]
 - I-2.6. Massa acumulada de CO [g]
 - I-2.7. Massa acumulada de NO_x [g]
 - I-2.8. Massa acumulada de CO₂ [g]
 - I-2.9. Caudal de combustível calculado [g/s]
 - I-2.10. Potência do motor [kW]
 - I-2.11. Trabalho do motor [kWh]
 - I-2.12. Duração da janela de cálculo das médias de trabalho [s]
 - I-2.13. Potência média do motor da janela de cálculo das médias de trabalho [%]
 - I-2.14. Fator de conformidade THC da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
 - I-2.15. Fator de conformidade CO da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
 - I-2.16. Fator de conformidade NO_x da janela de cálculo das médias de trabalho [-]
 - I-2.17. Duração da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [s]
 - I-2.18. Fator de conformidade THC da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
 - I-2.19. Fator de conformidade CO da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
 - I-2.20. Fator de conformidade NO_x da janela de cálculo das médias de massa de CO₂ [-]
-