



Portaria nº 281, de 28 de junho de 2021.

Aprova o Regulamento Técnico Metrológico consolidado para instrumentos de medição destinados a medir a fração volumétrica de determinados componentes dos gases de exaustão dos motores de veículos automotores.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO, no exercício da competência que lhe foi outorgada pelos artigos 4º, § 2º, da Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e 3º, incisos II e III, da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999, combinado com o disposto nos artigos 18, inciso V, do Anexo I ao Decreto nº 6.275, de 28 de novembro de 2007, e 105, inciso V, do Anexo à Portaria nº 2, de 4 de janeiro de 2017, do então Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, e item 4, alínea "a" da Resolução nº 8, de 22 de dezembro de 2016, do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro).

Considerando o que determina o Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019, que dispõe sobre a revisão e a consolidação dos atos normativos inferiores a decreto;

Considerando a Portaria Inmetro nº 155, de 12 de agosto de 2005, que aprova o Regulamento Técnico Metrológico para instrumentos de medição de gases de exaustão de veículos com motores do ciclo Otto;

Considerando a Portaria Inmetro nº 327, de 16 de setembro de 2008, que altera a Portaria Inmetro nº 155, de 2005, e o que consta no Processo SEI nº 0052600.004355/2021-45, **resolve**:

Art. 1º Fica aprovado o Regulamento Técnico Metrológico consolidado que estabelece as condições mínimas para instrumentos de medição destinados a medir a fração volumétrica de determinados componentes dos gases de exaustão de motores de veículos automotores, doravante denominados "instrumentos", fixado no Anexo.

Parágrafo único. O disposto no regulamento se aplica a instrumentos:

I - utilizados para medição de gases de exaustão de veículos automotores que possuam motores de ignição por centelha (motores do ciclo Otto). Tais instrumentos são utilizados para determinar a fração volumétrica dos seguintes gases componentes da exaustão veicular: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e hidrocarbonetos (HC, em termos de n-hexano);

II - cujo princípio de detecção é baseado na absorção infravermelha dos gases. Entretanto, não exclui instrumentos similares baseados em outros princípios de detecção, desde que estes cumpram os requisitos técnicos e metrológicos aqui estipulados; e

III - de classe de exatidão 0 e I.



Serviço Público Federal

MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO

Art. 2º A infringência a quaisquer dispositivos do regulamento sujeitará os infratores às penalidades previstas no art. 8º da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999 e alterações da Lei nº 12.545, de 14 de dezembro de 2011.

Art. 3º Ficam revogadas:

I - Portaria Inmetro nº 155, de 12 de agosto de 2005, publicada no Diário Oficial da União em 17 de agosto de 2005, seção 1, páginas 64 a 68; e

II - Portaria Inmetro nº 327, de 16 de setembro de 2008, publicada no Diário Oficial da União em 18 de setembro de 2008, seção 1, páginas 110 a 111.

Art. 4º Esta Portaria entra em vigor em 1º de setembro de 2021, conforme determina o Art. 4º do Decreto nº 10.139, de 2019.

MARCOS HELENO GUERSON DE OLIVEIRA JÚNIOR





## ANEXO

REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO - RTM A QUE SE REFERE A PORTARIA nº 281, de 28 DE JUNHO DE 2021.

### 1. TERMOS E DEFINIÇÕES

1.1. Para fins deste documento aplicam-se os termos constantes do Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal, aprovado pela Portaria Inmetro nº 150, de 29 de março de 2016, e do Vocabulário Internacional de Metrologia - Conceitos fundamentais e gerais e termos associados, aprovado pela Portaria Inmetro nº 232, de 8 de maio de 2012, ou suas substitutas, além dos demais termos apresentados a seguir.

1.2. Sonda de amostragem: dispositivo introduzido na extremidade do cano de descarga do veículo para captar amostras de gás.

1.3. Condensador: dispositivo que elimina umidade da amostra até um nível que previna a condensação dentro do sistema de condução de gás do instrumento.

1.4. Filtro: dispositivo que elimina partículas sólidas da amostra do gás de exaustão.

1.5. Sistema de condução de gás: todos os componentes do instrumento por onde passa a amostra de gás, desde a sonda de amostragem até a saída da amostra de gás.

1.6. Ajuste: operação destinada a fazer com que o instrumento tenha desempenho compatível com seu uso, podendo ser automático, semiautomático ou manual.

1.7. Regulagem: ajuste empregando somente os recursos disponíveis no instrumento para o usuário.

1.8. Dispositivo de regulagem manual: permite a regulagem do instrumento pelo usuário.

1.9. Dispositivo de regulagem semiautomático: permite ao usuário iniciar a regulagem do instrumento sem que haja possibilidade de modificar o resultado apresentado, seja esta regulagem automaticamente exigida ou não.

1.10. Dispositivo de ajuste automático: realiza o ajuste do instrumento de acordo com o preestabelecido, sem intervenção do usuário para iniciar o processo.

1.11. Dispositivo de ajuste ao zero: permite o ajuste ao zero da indicação do instrumento.

1.12. Dispositivo de ajuste com gás de referência: permite o ajuste do instrumento em função do valor do gás de referência.

1.13. Dispositivo de ajuste interno: permite o ajuste do instrumento a um valor determinado sem utilizar gás de referência externo.

1.14. Tempo de aquecimento: tempo decorrido entre o momento em que o instrumento é ligado e o momento em que ele fica apto a satisfazer as exigências metrológicas.

1.15. Tempo de resposta: intervalo de tempo entre o instante em que o instrumento é submetido a variação brusca na composição da mistura gasosa e o instante em que o resultado atinge e permanece dentro de limites especificados em torno do seu valor final estável.

1.16. Erro de indicação (ou erro absoluto): indicação do instrumento menos o valor verdadeiro da grandeza de entrada correspondente.





1.17. Erro relativo: erro absoluto da medição dividido pelo valor verdadeiro da grandeza de entrada correspondente.

1.18. Falha: diferença entre erro de indicação e erro de um instrumento determinado sob condições de referência.

1.19. Falha significativa: falha cujo módulo é maior que o módulo do erro máximo admissível na verificação inicial. As seguintes falhas são consideradas como não significativas:

I - falhas provenientes de causas simultâneas e mutuamente independentes no próprio instrumento ou em seus sistemas de teste;

II - falhas que impliquem na impossibilidade de executar qualquer medição;

III - falhas transitórias, que sejam variações momentâneas na indicação, as quais não podem ser interpretadas, registradas ou transmitidas como resultado de medição; e

IV - falhas que causem variações tão grandes nos resultados das medições que sejam notadas por todos os usuários do instrumento.

1.20 Grandeza de influência: grandeza que não é o mensurando mas que influencia o resultado da medição.

1.21 Condições de utilização: condições de uso estabelecendo as faixas das grandezas de influência sob as quais as características metrológicas do instrumento mantêm-se dentro de limites especificados.

1.22 Fator de influência: grandeza de influência cujo valor se enquadra nas condições de utilização do instrumento.

1.23 Perturbação: grandeza de influência cujo valor se situa dentro dos limites especificados no presente RTM, mas fora das condições de utilização do instrumento.

1.24 Condições de referência: condições de uso prescritas para os ensaios de desempenho do instrumento ou para intercomparação de resultados de medições.

1.25 Sistema de checagem: sistema incorporado ao instrumento que permite detectar e evidenciar falhas significativas.

1.26 Sistema de checagem automático: sistema de checagem cujo funcionamento independe da intervenção do usuário. Pode ser de dois tipos:

I - permanente (tipo P): sistema de checagem automático que funciona durante cada ciclo de medição; e

II - intermitente (tipo I): sistema de checagem automático que funciona em intervalos específicos de tempo ou em número pré-fixado de ciclos de medição.

1.27 Ensaio: série de operações destinadas a verificar a conformidade do instrumento em relação a requisitos especificados.

1.28 Gás zero: gás puro (normalmente N<sub>2</sub>) ou mistura de gases (ar atmosférico) destinado a estabilizar a indicação do "zero" do instrumento.

1.29 Gás de referência: mistura estável de gases, de concentração conhecida, usada nos ensaios metrológicos do instrumento.

1.30 Módulo ou valor absoluto: valor de um número desconsiderando seu sinal.



1.31 Instrumento portátil: instrumento desenvolvido para ser transportado manualmente por uma pessoa, com seus acessórios padrão, e que permita ser colocado em superfície apropriada durante o uso.

1.32 Medição em serviço: aquela realizada no momento em que o instrumento está medindo gases de exaustão de veículo automotor.

1.33 Medição em serviço: aquela realizada no momento em que o instrumento está medindo gases de exaustão de veículo automotor.

## 2. REQUISITOS METROLÓGICOS

### 2.1. Unidade de medida

2.1.1 As indicações das frações volumétricas dos componentes da mistura gasosa devem ser expressas:

I - em percentagem (% vol) para CO e CO<sub>2</sub>; e

II - em partes por milhão (ppm vol) para HC.

2.1.1.1 Os registros destas indicações devem ser expressos em % vol CO, % vol CO<sub>2</sub> e ppm vol HC.

2.1.2 Para efeito deste RTM, as frações molares são consideradas iguais às frações volumétricas.

### 2.2. Intervalo de medição

2.2.1. Os intervalos mínimos para cada mensurando constam na Tabela 1.

Tabela 1

| Classe | Intervalo de medição |                         |              |
|--------|----------------------|-------------------------|--------------|
|        | CO (% vol)           | CO <sub>2</sub> (% vol) | HC (ppm vol) |
| 0 e I  | 0 a 6                | 0 a 16                  | 0 a 2 000    |

### 2.3. Resolução da indicação

#### 2.3.1. Divisões e marcas da escala analógica

2.3.1.1. Os valores das divisões da escala para um instrumento analógico devem ser:

I - 0,1% vol ou 0,2% vol para CO e CO<sub>2</sub>; e

II - 10 ppm vol ou 20 ppm vol para HC.

2.3.1.2. O comprimento mínimo de uma divisão deve ser de 1,25 mm.

2.3.1.3. A espessura do ponteiro indicador não pode ser maior que um quarto do comprimento de uma divisão.

2.3.1.4. O ponteiro indicador deve cobrir pelo menos um terço da menor marca da escala e deve ser claramente visível.

2.3.1.5. A numeração da escala deve ser impressa com algarismos de pelo menos 5 mm de altura, de forma clara, indelével e inequívoca.





### 2.3.2. Indicação digital

2.3.2.1. Os caracteres digitais devem ter pelo menos 5 mm de altura.

2.3.2.2. A resolução da indicação deve ser igual ou melhor que o estipulado na Tabela 2.

Tabela 2

| Classe | Resolução da indicação |                         |              |
|--------|------------------------|-------------------------|--------------|
|        | CO (% vol)             | CO <sub>2</sub> (% vol) | HC (ppm vol) |
| 0 e I  | 0,01                   | 0,1                     | 1            |

### 2.4. Erros máximos admissíveis

#### 2.4.1. Avaliação de modelo

2.4.1.1. Nas condições de referência listadas em 6.1.6, constam na Tabela 3.

Tabela 3

| Classe | Tipo de erro de indicação | Erros máximos admissíveis* |                 |              |
|--------|---------------------------|----------------------------|-----------------|--------------|
|        |                           | CO                         | CO <sub>2</sub> | HC           |
| 0      | absoluto                  | ± 0,03% vol                | ± 0,4% vol      | ± 10 ppm vol |
|        | relativo                  | ± 3%                       | ± 4%            | ± 5%         |
| I      | absoluto                  | ± 0,06% vol                | ± 0,4% vol      | ± 12 ppm vol |
|        | relativo                  | ± 3%                       | ± 4%            | ± 5%         |

\*Deve ser aplicado o erro que for maior (absoluto ou relativo)

#### 2.4.2. Verificação inicial

2.4.2.1. Nas condições listadas em 3.8.1, constam na Tabela 4.

Tabela 4

| Classe | Tipo de erro de indicação | Erros máximos admissíveis* |                 |              |
|--------|---------------------------|----------------------------|-----------------|--------------|
|        |                           | CO                         | CO <sub>2</sub> | HC           |
| 0      | absoluto                  | ± 0,03% vol                | ± 0,5% vol      | ± 10 ppm vol |
|        | relativo                  | ± 5%                       | ± 5%            | ± 5%         |
| I      | absoluto                  | ± 0,06% vol                | ± 0,5% vol      | ± 12 ppm vol |
|        | relativo                  | ± 5%                       | ± 5%            | ± 5%         |

\*Deve ser aplicado o erro que for maior (absoluto ou relativo)

#### 2.4.3. Verificação subsequente

2.4.3.1 Conforme Tabela 5.



Tabela 5

| Classe | Tipo de erro de indicação | Erros máximos admissíveis* |                 |              |
|--------|---------------------------|----------------------------|-----------------|--------------|
|        |                           | CO                         | CO <sub>2</sub> | HC           |
| 0      | absoluto                  | ± 0,05% vol                | ± 0,5% vol      | ± 15 ppm vol |
|        | relativo                  | ± 7%                       | ± 5%            | ± 5%         |
| I      | absoluto                  | ± 0,10% vol                | ± 0,5% vol      | ± 20 ppm vol |
|        | relativo                  | ± 7%                       | ± 5%            | ± 5%         |

\*Deve ser aplicado o erro que for maior (absoluto ou relativo)

#### 2.4.4. Medição em serviço

##### 2.4.4.1. Conforme Tabela 6.

Tabela 6

| Classe | Tipo de erro de indicação | Erros máximos admissíveis* |                 |              |
|--------|---------------------------|----------------------------|-----------------|--------------|
|        |                           | CO                         | CO <sub>2</sub> | HC           |
| 0      | absoluto                  | ± 0,07% vol                | ± 0,6% vol      | ± 30 ppm vol |
|        | relativo                  | ± 10%                      | ± 6%            | ± 8%         |
| I      | absoluto                  | ± 0,15% vol                | ± 0,6% vol      | ± 40 ppm vol |
|        | relativo                  | ± 10%                      | ± 6%            | ± 8%         |

\*Deve ser aplicado o erro que for maior (absoluto ou relativo)

### 3. REQUISITOS TÉCNICOS

#### 3.1 Construção

3.1.1. Todos os componentes do sistema de condução do gás devem ser feitos de material resistente à corrosão, em particular o material da sonda de amostragem, que deve suportar a temperatura do gás de exaustão. Os materiais utilizados não podem influenciar na composição do gás coletado para amostra.

3.1.2. A sonda de amostragem deve ser projetada de tal modo que possa ser inserida pelo menos 30 cm dentro do cano de descarga do veículo e fixada no local por um sistema de retenção, independentemente da profundidade de inserção.

3.1.3. O sistema de condução do gás deve conter um filtro com elementos reaproveitáveis ou substituíveis capazes de remover partículas maiores que 5mm de diâmetro. Deve ser possível observar o grau de contaminação dos filtros sem removê-los, assim como deve ser possível substituí-los, quando necessário, sem o emprego de ferramentas especiais.

3.1.4. O sistema de condução do gás deve possuir um condensador que evite a formação de água no sistema de medição. Caso este condensador fique saturado, ele deve ser capaz de se esvaziar automaticamente ou a operação de medição deve ser automaticamente cancelada.

3.1.5. Além da sonda, os instrumentos devem ter um conector para inserir ar ambiente (ou gás zero) para fornecer referência para ajuste ao zero do instrumento. Se for utilizado ar ambiente, este deve passar por



um filtro de carvão vegetal ou sistema equivalente. Um conector para entrada de gás de referência também deve ser adicionado ao instrumento. Ambos os conectores devem estar localizados à jusante do condensador e do filtro, a fim de minimizar contaminação em potencial dos gases introduzidos.

3.1.6. A bomba impulsionadora do gás de exaustão deve ser montada de modo que suas vibrações não afetem as medições. Deve ser possível ligar e desligar a bomba separadamente de outros componentes do instrumento. Não pode ser possível realizar medição quando a bomba estiver desligada.

3.1.7. O instrumento deve ser equipado com dispositivo que indique e impeça a realização de medições quando o fluxo de gás cai a um nível tal que possa interferir na medição, fazendo-a exceder uma das seguintes condições:

I - tempo de resposta máximo exigido na avaliação de modelo; ou

II - metade do módulo do erro máximo admissível na checagem inicial.

3.1.8. O sistema de condução do gás deve ser impermeável ao ar de forma que o resultado da medição não seja influenciado pela diluição com o ar ambiente por mais que metade do módulo do erro máximo admissível na checagem inicial. Um procedimento para teste de vazamento, com precisão suficiente para detectar o vazamento máximo especificado, deve constar do manual de instruções do fabricante. Caso este valor máximo seja excedido, os instrumentos não podem permitir a execução de uma medição.

3.1.9. O instrumento pode ser equipado com interface que permita acoplar qualquer dispositivo periférico ou outros instrumentos. A interface não pode permitir que funções metrológicas do instrumento, ou seus dados de medição, sejam influenciados indesejavelmente pelos dispositivos periféricos, por outros instrumentos interconectados, ou por perturbações sobre a interface. Funções que são realizadas ou iniciadas através da interface devem atender aos requisitos e condições do item 3.

### 3.2. Dispositivos de ajuste

3.2.1. O instrumento deve ser dotado de dispositivo de ajuste que forneça operações de ajuste ao zero, regulagem com gás e ajustes internos.

3.2.2. As operações de ajuste ao zero e ajustes internos devem ser por meio de dispositivos de ajuste automáticos.

3.2.3. O ajuste interno não pode influenciar o valor "zero" ajustado nem a linearidade da resposta do instrumento, que devem estar de acordo com qualquer ajuste feito com o gás de referência. Deve ser fornecido um método para acoplamento de modo que, cada vez que um gás de referência for introduzido, o valor do gás e o valor do ajuste interno sejam modificados, de forma que o instrumento indique corretamente o valor do gás de referência.

### 3.3. Segurança de operação

3.3.1. O instrumento deve ser projetado e fabricado de modo que quando exposto às perturbações listadas em 3.8.2 não venham a ocorrer falhas significativas ou, caso ocorram, sejam detectadas e evidenciadas pelo dispositivo de checagem. Se esta detecção for feita por dispositivos de checagem automáticos, deve ser possível observar o seu correto funcionamento.

3.3.2. O instrumento deve ser equipado com dispositivo de checagem para detectar resíduos de HC. Este dispositivo tem como objetivo confirmar que, antes de uma medição, o valor indicado é menor que 20 ppm vol, em termos de n-hexano, para uma amostra do ar ambiente captada pela sonda.



3.3.3. Deve ser impedida a realização de medições caso o valor do resíduo de HC exceda 20 ppm vol, em termos de n-hexano. Se o instrumento funcionar em ciclos de medição, este requisito deve ser satisfeito no início de cada ciclo. Caso contrário, o fabricante deve indicar o que caracteriza o início da medição.

3.3.4. O instrumento deve ser equipado com um dispositivo automático de checagem, devendo operar de forma que, antes de uma medição, possam ser indicados ou impressos todos os ajustes internos e ajustes com gás de referência. Todos os outros parâmetros de dispositivos de checagem devem ser confirmados por indicações ou valores que atendam aos limites fixados. Os dispositivos de checagem, para cada parâmetro do instrumento, devem ser, no mínimo, dos tipos listados na Tabela 7.

Tabela 7

| Parâmetros do instrumento    | Tipo de dispositivo de checagem |
|------------------------------|---------------------------------|
| Aquecimento                  | P = automático permanente       |
| Baixo fluxo                  |                                 |
| Resíduo de HC                | I = automático intermitente     |
| Ajuste da referência interna |                                 |
| Gás de referência            |                                 |
| Estanqueidade                |                                 |

3.3.4.1. Os intervalos de tempo relativos aos parâmetros "Gás de referência" e "Estanqueidade" devem ser especificados no manual de instruções do fabricante. Estes intervalos serão averiguados na avaliação de modelo.

3.3.5. Instrumentos equipados com dispositivo de ajuste automático ou semiautomático não podem ser capazes de realizar uma medição até que os ajustes corretos estejam concluídos.

3.3.6. Instrumentos equipados com dispositivo de ajuste semiautomático não podem ser capazes de realizar uma medição caso algum ajuste seja necessário.

3.3.7. Para instrumentos equipados com dispositivos de ajuste automáticos ou semiautomáticos, podem ser previstos meios para alertar acerca da necessidade de um ajuste.

3.3.8. Para instrumentos sem um dispositivo de compensação de pressão, é necessário o ajuste diário com gás de referência. Esta condição deve estar expressa no manual de instruções.

3.3.9. Em um instrumento alimentado por bateria, caso a tensão fornecida esteja abaixo da especificada pelo fabricante, o instrumento deve continuar a funcionar de forma correta ou não pode exibir nenhum resultado de medição.

### 3.4. Tempo de aquecimento

3.4.1. Após o período de aquecimento, os instrumentos devem estar em condições de cumprir os requisitos metrológicos estipulados neste RTM.

3.4.2. Devem ser providos meios para evitar a indicação de medição da fração volumétrica do gás durante a fase de aquecimento.

### 3.5. Tempo de resposta





3.5.1. Os instrumentos devem indicar 95% do valor final (aquele obtido com gás de referência) em no máximo 15 s, após a troca do gás zero pelo gás de referência.

### 3.6. Fator de equivalência propano/hexano

3.6.1. Os instrumentos devem medir HC em ppm vol n-hexano ( $C_6H_{14}$ ) e o ajuste pode ser feito usando-se propano ( $C_3H_8$ ). Portanto, um fator de conversão indicado como "fator de equivalência  $C_3/C_6$ ", ou PEF, deve ser clara e permanentemente afixado no instrumento ou claramente exibido no dispositivo indicador. Opcionalmente, pode-se exibir uma tabela de fatores de conversão com suas respectivas frações volumétricas.

3.6.2. O fator de conversão deve ser fornecido pelo fabricante com três algarismos significativos.

3.6.3. Se o elemento sensível ao gás for substituído ou reparado, um novo fator de conversão deve substituir o valor afixado e/ou exibido no instrumento.

### 3.7. Estabilidade com o tempo ou deriva

3.7.1. Quando utilizado de acordo com as instruções de operação do fabricante, as medições realizadas por um instrumento sob condições ambientais estáveis e após ajuste utilizando gás de referência ou sistema de ajuste interno, devem permanecer dentro dos erros máximos admissíveis na verificação inicial por, pelo menos, 4 h, sem a necessidade de ajustes com gás de referência ou reajustes internos.

3.7.2. Se o instrumento for equipado com meios de compensação de deriva, tais como regulador de zero automático ou ajuste interno automático, a ação desses ajustes não pode produzir indicação que possa ser confundida com medição de gás externo.

### 3.8. Grandezas de influência

#### 3.8.1. Condições de operação:

- a) temperatura: 5 °C a 40 °C;
- b) umidade relativa: até 90%;
- c) pressão atmosférica: 860 hPa a 1 060 hPa;
- d) tensão de alimentação: -15% até +10% da tensão nominal e +2% da frequência nominal; e
- e) para instrumentos alimentados por bateria, os limites de alimentação devem ser os especificados pelo fabricante.

#### 3.8.2. Perturbações

3.8.2.1. Ao submeter o instrumento às perturbações listadas abaixo, não podem ocorrer falhas significativas. Caso ocorram, estas devem ser detectadas e evidenciadas por meio de dispositivos de checagem.

I - choque mecânico e vibrações;

II - redução da tensão de alimentação por curto intervalo de tempo;

III - transientes na tensão de alimentação;

IV - descarga eletrostática;

V - campos eletromagnéticos; e





VI - campos magnéticos na frequência de alimentação.

3.8.3. Influência de outros gases na medição (sensibilidade cruzada)

3.8.3.1 O projeto do instrumento deve ser tal que as medições não sejam influenciadas por mais que a metade do módulo do erro máximo admissível na verificação inicial, quando outros gases, que não o mensurando, estejam presentes nas frações volumétricas máximas especificadas na Tabela 12.

3.9. Manual de instruções

3.9.1. O fabricante deve fornecer, juntamente com o instrumento, um manual de instruções escrito de forma clara e em língua portuguesa, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

I - o intervalo de tempo e os procedimentos de ajuste e manutenção que devem ser observados para atender aos erros máximos admissíveis;

II - descrição do procedimento do teste de estanqueidade;

III - informação da obrigatoriedade do operador realizar a verificação do resíduo de HC antes de cada medição, incluindo descrição do procedimento da verificação do resíduo de HC;

IV - temperaturas mínima e máxima de armazenamento;

V - especificação da tensão de alimentação, frequência e potência; e

VI - condições de operação.

3.9.2. Outras informações podem ser fornecidas desde que não prejudiquem a clareza das informações obrigatórias.

## 4. MARCAÇÃO

4.1. Marcas de verificação e selagem

4.1.1. Devem ser previstos meios, sejam mecânicos, eletrônicos ou via software, com o objetivo de proteger partes, componentes, circuitos ou programas que, uma vez manipulados, ameacem a segurança metrológica do instrumento.

4.1.2. O instrumento deve prever local adequado para fácil aposição e visualização das marcas de verificação.

## 5. INSCRIÇÕES OBRIGATÓRIAS

5.1. O instrumento deve apresentar de forma clara e indelével as seguintes informações:

I - marca ou nome do fabricante;

II - nome do importador e país de origem, quando aplicável;

III - classe de exatidão;

IV - número de série e ano de fabricação;

V - taxa de fluxo mínima e nominal;





VI - tensão nominal de alimentação, frequência e potência;

VII - gases medidos com seus respectivos valores máximos; e

VIII - número e ano da Portaria de Aprovação de Modelo.

5.2. A marca, o número de série e o fator de equivalência propano/hexano (PEF) do banco óptico devem ser apresentados no corpo do banco, de forma clara e indelével.

5.3. O valor do fator de equivalência propano/hexano (PEF) de cada instrumento deve estar permanentemente afixado no painel frontal do instrumento ou exibido pelo dispositivo indicador. Caso o instrumento possua mais de um fator de equivalência, estes devem ser exibidos com suas concentrações correspondentes.

5.4. Para instrumentos que tenham suas funções metrológicas controladas por software, a identificação deve ser apresentada em inscrição clara e indelével, ou ser exibida pelo dispositivo indicador.

5.5. Outras inscrições podem ser utilizadas desde que não interfiram na clareza das informações prestadas.

## 6. CONTROLE METROLÓGICO LEGAL

### 6.1. Avaliação de Modelo

6.1.1. Todo instrumento deve ser submetido a aprovação do respectivo modelo perante o Inmetro.

6.1.2. Na solicitação de aprovação de modelo devem ser apresentados os seguintes documentos:

I - solicitação de aprovação de modelo de acordo com o estipulado em normas Inmetro específicas;

II - memorial descritivo:

a) deve conter descrição detalhada do instrumento, de acordo com o estipulado em normas Inmetro específicas;

b) lista de componentes essenciais e características, inclusive materiais empregados na construção;

c) apresentação de diagramas e desenhos dos sistemas empregados nas medições e manutenção do instrumento;

d) informações gerais sobre os programas (software) necessários, para instrumentos equipados com microprocessadores;

e) indicação e descrição dos processos controláveis, ajustáveis ou rastreáveis por microprocessamento, acompanhado de desenhos, diagramas e instruções pertinentes; e

f) descrição dos equipamentos intervenientes nos processos de coleta e condução da amostra, medição, calibração ou ajuste do instrumento;

III - manual do instrumento; e

IV - Certificado de Origem, no caso de instrumentos importados.

6.1.3. O requerente da aprovação de modelo deve submeter ao Inmetro dois exemplares do instrumento, programados de acordo com o exigido.





6.1.4. O requerente deve disponibilizar meios necessários para viabilizar a avaliação de modelo quanto a deslocamentos, instalações e adequação do instrumento.

6.1.5. A avaliação de modelo consiste nas seguintes etapas:

I - exame da documentação: verificar se a documentação está completa;

II - exame geral: verificar se a amostra está de acordo com o memorial descritivo e com este RTM;

III - ensaios de desempenho: relacionados no item 7.

6.1.6. Condições de referência:

a) temperatura:  $20\text{ °C} + 2\text{ °C}$ ;

b) umidade relativa:  $60\% + 10\%$ ;

c) pressão atmosférica: ambiente estável;

d) tensão de alimentação: tensão nominal  $+2\%$ , frequência nominal  $+1\%$ ; e

e) presença de gases de influência: nenhuma, exceto os mensurandos em  $N_2$ .

6.2. Verificação Inicial

6.2.1. Todo instrumento deve ser submetido a verificação inicial antes de sua comercialização ou utilização.

6.2.2. O requerente da aprovação de modelo deve solicitar a verificação inicial e disponibilizar local e meios adequados para execução do serviço.

6.2.3. A verificação inicial consiste nas seguintes etapas:

I - exame preliminar: compreendendo as inscrições obrigatórias, simbologia e identificação do instrumento;

II - ensaios:

a) Bloqueio da medição durante o aquecimento;

b) Estanqueidade;

c) Ensaio de restrição ou baixo fluxo;

d) Determinação do erro nas condições de operação;

e) Determinação do tempo de resposta; e

f) Verificação do resíduo de HC.

6.2.4. Todo instrumento aprovado deve portar as marcas de verificação e selagem.

6.3. Verificação Subsequente

6.3.1. Todo instrumento em uso no território brasileiro deve ser submetido a verificação periódica a cada seis meses.

6.3.2. É responsabilidade do detentor do instrumento submetê-lo a verificação periódica perante o Órgão Metrológico competente.



6.3.3. Nas verificações periódicas serão aplicados os mesmos exames aplicados na verificação inicial.

6.3.4. Os erros devem estar dentro dos limites definidos em 2.4.3.

#### 6.4. Inspeção Metrológica

6.4.1. Todo instrumento em uso no território brasileiro está sujeito a inspeção metrológica, independente de data, hora ou local.

6.4.2. Na inspeção metrológica podem ser realizados exames específicos, de acordo com o objetivo da inspeção.

6.4.3. Aplicam-se os erros máximos admissíveis na medição em serviço definidos em 2.4.4.

### 7. MÉTODOS DE ENSAIO

7.1. Nas especificações dos métodos de ensaio, as frações volumétricas de HC estão especificadas em termos de n-hexano. Os ensaios devem ser realizados utilizando o propano e deve ser considerado o fator de equivalência propano x hexano.

#### 7.1.1. Determinação da curva de calibração

7.1.1.1. Os erros não podem exceder os erros máximos admissíveis fixados em 2.4.1.

7.1.1.2. Os erros do instrumento devem ser determinados sob as condições de referência listadas em 6.1.6, separadamente para cada mensurando e em pelo menos quatro pontos próximos às concentrações determinadas na Tabela 8.

Tabela 8

| Mensurando      | Frações volumétricas do mensurando |             |               |               |
|-----------------|------------------------------------|-------------|---------------|---------------|
|                 | 1ª                                 | 2ª          | 3ª            | 4ª            |
| CO              | 0,5% vol                           | 1% vol      | 3,5% vol      | 6% vol        |
| CO <sub>2</sub> | 6% vol                             | 10% vol     | 14% vol       | 16% vol       |
| HC              | 100 ppm vol                        | 300 ppm vol | 1 000 ppm vol | 1 000 ppm vol |

7.1.1.3. Adicionalmente, para instrumentos Classe 0 devem ser utilizadas frações volumétricas menores que 0,3% vol CO e 50 ppm vol HC.

7.1.1.4. As medições devem ser realizadas sucessivamente.

#### 7.1.2. Estabilidade com o tempo ou deriva

7.1.2.1. O instrumento, sob as condições de referência fixadas em 6.1.6, é submetido ao procedimento descrito a seguir e deve atender ao disposto em 3.7.

7.1.2.2. Após o período de aquecimento, realizam-se medições a cada 30 min, totalizando período mínimo de 4 h de ensaio. Devem ser empregadas as concentrações determinadas na Tabela 9.



Tabela 9

| Mensurando      | Frações volumétricas do mensurando |
|-----------------|------------------------------------|
| CO              | 0,5% vol                           |
| CO <sub>2</sub> | 14% vol                            |
| HC              | 100 ppm vol                        |

### 7.1.3. Repetitividade

7.1.3.1. Para vinte medições consecutivas de uma mesma mistura de gás de referência, realizadas com o mesmo procedimento de medição, pelo mesmo observador, com o mesmo instrumento, no mesmo local e repetidas em curto período de tempo, o desvio padrão experimental dos resultados não pode ser maior que um terço do módulo do erro máximo admissível na verificação inicial, determinado em 2.4.2.

7.1.3.2 Devem ser utilizadas as frações volumétricas determinadas na Tabela 9.

### 7.1.4. Calor seco

7.1.4.1. Consiste na exposição do instrumento a temperatura de 40 °C sob condição de "ar livre", durante 2 h (contadas após o instrumento estabilizar sua temperatura).

7.1.4.2. Durante os períodos de aquecimento e resfriamento, a taxa de mudança de temperatura não pode ser superior a 1 °C/min.

7.1.4.3. Durante o ensaio, a umidade atmosférica não pode ultrapassar 20 g/m<sup>3</sup>.

7.1.4.4. O gás de referência deve ser fornecido a sonda a pressão ambiente.

7.1.4.5. Durante este ensaio, deve-se realizar uma medição a cada 30 min, empregando duas misturas gasosas com as concentrações definidas na Tabela 10.

7.1.4.6. O ensaio deve ser realizado conforme as normas IEC 60068-2-2 e IEC 60068-3-1.

7.1.4.7. Os erros observados em cada medição devem estar dentro dos erros máximos admissíveis e estipulados para verificação inicial, conforme determina o subitem 2.4.2.

Tabela 10

| Mensurando      | Frações volumétricas do mensurando |               |
|-----------------|------------------------------------|---------------|
|                 | 1ª mistura                         | 2ª mistura    |
| CO              | 0,5% vol                           | 3,5% vol      |
| CO <sub>2</sub> | 14% vol                            | 14% vol       |
| HC              | 100 ppm vol                        | 1 000 ppm vol |

### 7.1.5. Frio

7.1.5.1. Consiste na exposição do instrumento a temperatura de 5 °C sob condição de "ar livre", durante 2 h (contadas após o instrumento estabilizar sua temperatura).



7.1.5.2. Durante os períodos de aquecimento e resfriamento, a taxa de mudança de temperatura não pode ser superior a 1 °C/min.

7.1.5.3. O gás de referência deve ser fornecido a sonda a pressão ambiente.

7.1.5.4. Durante este ensaio, deve-se realizar uma medição a cada 30 min, empregando duas misturas gasosas com as concentrações definidas na Tabela 10.

7.1.5.5. O ensaio deve ser realizado conforme as normas IEC 60068-2-1 e IEC 60068-3-1.

7.1.5.6. Os erros observados em cada medição devem estar dentro dos erros máximos admissíveis e estipulados para verificação inicial, conforme determina o subitem 2.4.2.

#### 7.1.6. Calor úmido

7.1.6.1. Consiste na exposição do instrumento a temperatura constante de 40 °C e umidade relativa de 93% durante quatro dias.

7.1.6.2. Durante o ensaio não pode ocorrer condensação de água sobre o instrumento.

7.1.6.3. Considera-se que a temperatura está estável quando a diferença entre as temperaturas extremas não excede 5 °C e a taxa de mudança não excede 5 °C/h.

7.1.6.4. O gás de referência deve ser fornecido a sonda a pressão ambiente.

7.1.6.5. Durante este ensaio, deve-se realizar uma medição por dia empregando duas misturas gasosas com as concentrações definidas na Tabela 10.

7.1.6.6. O ensaio deve ser realizado conforme as normas IEC 60068-3-4, IEC 60068-2-78.

7.1.6.7. Os erros observados em cada medição devem estar dentro dos erros máximos admissíveis e estipulados para verificação inicial, conforme determina o subitem 2.4.2.

#### 7.1.7. Pressão atmosférica

7.1.7.1. O ensaio consiste em medições sob as pressões limite das condições de operação ou sob pressões limite fora desta faixa, quando especificadas pelo fabricante do instrumento.

7.1.7.2. Os valores limite devem ser estabelecidos gradualmente a partir da pressão ambiente, devendo permanecer estáveis por 30 min antes do início das medições especificadas em 7.1.7.3.

7.1.7.3. Os gases de referência devem ser fornecidos a sonda a pressão ambiente. As medições devem ser realizadas empregando duas misturas gasosas com as concentrações definidas na Tabela 10, na seguinte sequência:

I - pressão ambiente;

II - pressão limite superior;

III - pressão limite inferior; e

IV - pressão ambiente.

7.1.7.4. Os erros observados em cada medição devem estar dentro dos erros máximos admissíveis estipulados para verificação inicial em 2.4.2.



7.1.7.5. Se um ajuste automático ou semiautomático é parte do processo de compensação de pressão, deve-se assegurar que as medições em ambos os limites de pressão sejam realizadas após o processo de compensação haver terminado.

#### 7.1.8. Variação da alimentação elétrica

7.1.8.1. O ensaio de alimentação elétrica de corrente alternada consiste na exposição do instrumento aos valores extremos de tensão de alimentação e frequência nominal, conforme as condições de operação (3.8.1 d), pelo tempo suficiente para realização das medições determinadas em 7.1.8.3.

7.1.8.2. O ensaio de alimentação elétrica em corrente contínua consiste na exposição do instrumento a condições de alimentação específicas pelo tempo suficiente para realização das medições necessárias. Os limites de tolerância superior e inferior devem ser especificados pelo fabricante. Fora destes limites o instrumento deve evidenciar esta condição.

7.1.8.3. Enquanto os instrumentos são submetidos respectivamente às condições estipuladas em 7.1.8.1 e 7.1.8.2, as medições devem ser realizadas utilizando-se as concentrações de gases determinadas na Tabela 11.

7.1.8.4. As variações da alimentação elétrica não podem causar variações de indicação maiores que metade do módulo do erro máximo admissível na verificação inicial, determinado em 2.4.2.

Tabela 11

| Mensurando      | Fração volumétrica do mensurando |
|-----------------|----------------------------------|
| CO              | 0,5% vol                         |
| CO <sub>2</sub> | 14% vol                          |
| HC              | 100 ppm vol                      |

#### 7.1.9. Sensibilidade cruzada

7.1.9.1. A sensibilidade cruzada deve ser determinada através dos dois ensaios a seguir:

I - ensaio somente com N<sub>2</sub>:

- fornecer ao instrumento somente N<sub>2</sub>;
- fornecer sucessivamente ao instrumento cada gás de influência individualmente, misturado com N<sub>2</sub>, nas concentrações máximas determinadas na Tabela 12; e
- comparar as indicações do instrumento obtidas em a) e b) para cada mensurando. As diferenças de indicação devem atender aos requisitos estipulados em 3.8.3.

II - ensaio com todos os mensurandos em N<sub>2</sub>:

- fornecer sucessivamente ao instrumento cada gás de influência individualmente, misturado com N<sub>2</sub>, nas concentrações máximas determinadas na Tabela 12;
- fornecer ao instrumento todos os mensurandos misturados com N<sub>2</sub>; e
- para cada mensurando, a diferença entre o erro determinado em a) e o erro determinado em b) deve atender aos requisitos estipulados em 3.8.3.



Tabela 12

| Mensurando      | Fração volumétrica do mensurando |
|-----------------|----------------------------------|
| CO              | 6% vol                           |
| CO <sub>2</sub> | 16% vol                          |
| HC              | 1 000 ppm vol                    |
| H <sub>2</sub>  | 5% vol                           |
| NO              | 0,3% vol                         |
| vapor d'água    | até saturação                    |

7.1.9.2. Para o ensaio descrito em 7.1.9.1-II e para instrumentos que utilizam detecção por absorção no infravermelho, devem ser utilizadas as seguintes frações volumétricas para mensurandos em N<sub>2</sub>:

I - 3,5% vol CO;

II - 14% vol CO<sub>2</sub>;

III - 1 000 ppm vol HC; e

IV - vapor d'água até saturação.

#### 7.1.10. Choque mecânico e vibração

7.1.10.1. De acordo com a norma IEC 60068-2-31, o instrumento deve ser colocado em posição normal de utilização sobre superfície rígida. Ele deve ser levantado por uma de suas arestas inferiores, proporcionando queda livre sobre a superfície de teste, segundo as condições abaixo:

I - altura da queda: 25 mm; e

II - número de quedas: uma para cada aresta inferior.

7.1.10.2. Antes e depois dos ensaios, deve-se realizar medições empregando as frações volumétricas constantes da Tabela 11.

7.1.10.3. Devem ser obedecidos os requisitos determinados em 3.8.2.

#### 7.1.11. Redução da tensão de alimentação por curto intervalo de tempo

7.1.11.1. Redução da tensão em 30%: a tensão de alimentação do instrumento deve ser reduzida em 30%, com duração de meio ciclo. O ensaio deve ser repetido dez vezes, com intervalos de pelo menos 10 s.

7.1.11.2. Redução da tensão em 60%: a tensão de alimentação do instrumento deve ser reduzida em 60%, com duração de cinco ciclos. O ensaio deve ser repetido dez vezes, com intervalos de pelo menos 10 s.

7.1.11.3. Durante os ensaios, deve-se realizar medições utilizando as frações volumétricas determinadas na Tabela 11.

7.1.11.4. Devem ser obedecidos os requisitos determinados em 3.8.2.

7.1.11.5. Os ensaios devem ser realizados conforme a norma IEC 61000-4-11.

#### 7.1.12. Transientes elétricos na alimentação



7.1.12.1. Instrumentos que utilizam alimentação em corrente alternada: aplica-se na linha de alimentação trem de pulsos positivos e negativos, constituído por pulsos de amplitude de 1 kV. Os ensaios devem ser realizados conforme a IEC 61000-4-4.

7.1.12.2. Para instrumentos que utilizam alimentação por bateria de veículos, os ensaios constantes de 7.1.8, 7.1.11 e 7.1.12, devem ser executados conforme previsto na norma ISO/DIS 7637-2.3, de acordo com as condições listadas na Tabela 13.

Tabela 13

| Pulso     | Nível de Severidade | Amplitude do Sinal |
|-----------|---------------------|--------------------|
| 1 (12 V)  | IV                  | -100 V             |
| 1 (24 V)  |                     | +600 V             |
| 2a (12 V) |                     | +50 V              |
| 2b (12 V) |                     | +10 V              |
| 2a (24 V) |                     | +50 V              |
| 2b (24 V) |                     | +20 V              |
| 3a (12 V) |                     | -150 V             |
| 3b (12 V) |                     | +100 V             |
| 3a (24 V) |                     | -200 V             |
| 3b (24 V) |                     | +200 V             |
| 4 (12 V)  |                     | -7 V               |
| 5 (24 V)  |                     | -16 V              |

7.1.12.3. As medições realizadas durante o ensaio devem utilizar as frações volumétricas definidas na Tabela 11.

7.1.12.4. Devem ser obedecidos os requisitos determinados em 3.8.2.

#### 7.1.13. Descargas eletrostáticas

7.1.13.1. Este ensaio deve ser realizado de acordo com a norma IEC 61000-4-2. Aplicam-se:

- I - no mínimo, dez descargas pelo ar, com intensidade de 8 kV, polaridades positiva e negativa; e
- II - no mínimo, dez descargas por contato (diretamente no corpo do instrumento), com intensidade de 6 kV, polaridades positiva e negativa.

7.1.13.2. Devem ser escolhidos pontos do instrumento, normalmente sujeitos às descargas (acessíveis ao operador), sendo estas aplicadas com intervalos de 10 s.

7.1.13.3. Durante o ensaio, as medições devem ser realizadas utilizando as frações volumétricas definidas na Tabela 11.

7.1.13.4. Devem ser obedecidos os requisitos determinados em 3.8.2.

#### 7.1.14. Imunidade a campos eletromagnéticos radiados



7.1.14.1. Os ensaios devem ser realizados conforme a norma IEC 61000-4-3. Submete-se o instrumento a campo eletromagnético:

I - de intensidade de 3 V/m nas frequências de 80 MHz a 800 MHz e de 960 MHz a 1 400 MHz; e

II - de intensidade de 10 V/m nas frequências de 800 MHz a 960 MHz e de 1 400 MHz a 2 000 MHz.

7.1.14.2. O sinal deve ter modulação em amplitude de 80% com 1 kHz, onda senoidal.

7.1.14.3. O ensaio pode ser realizado em célula transversal eletromagnética ou por sistema de antenas em câmara anecoica/semianecoica.

7.1.14.4. As medições realizadas durante o ensaio devem utilizar as frações volumétricas definidas na Tabela 11.

7.1.14.5. Devem ser obedecidos os requisitos determinados em 3.8.2.

7.1.15. Campos magnéticos na frequência de alimentação

7.1.15.1. O instrumento sob teste deve ser exposto a campo magnético contínuo de 30 A/m na frequência de alimentação.

7.1.15.2 As medições realizadas durante o ensaio devem utilizar as frações volumétricas definidas na Tabela 11.

7.1.15.3. Devem ser obedecidos os requisitos determinados em 3.8.2.

7.1.16. Tempo de aquecimento

7.1.16.1. O ensaio deve ser realizado em duas sequências: a primeira utilizando-se as condições de referência listadas em 6.1.6; e a segunda, modificando-se a temperatura de ensaio para 5 °C.

7.1.16.2. O ensaio deve constituir-se das seguintes etapas:

I - estabilizar o instrumento em cada temperatura;

II - deixar o instrumento aquecer-se;

III - imediatamente após o término do período de aquecimento estipulado pelo fabricante ou a sinalização de término do aquecimento, realizar uma medição de fração volumétrica (todos os ajustes internos necessários devem ser feitos antes desta medição); e

IV - nos intervalos de tempo de 2 min, 5 min e 15 min após o aquecimento, proceder a medição com o mesmo gás de referência utilizado no inciso III.

7.1.16.3. A diferença entre qualquer dos quatro valores medidos nos incisos III e IV de 7.1.16.2 não pode exceder o módulo do erro máximo admissível na verificação inicial.

7.1.17. Tempo de resposta

7.1.17.1. A medição deve ser realizada para determinar o tempo necessário para o instrumento responder ao gás de referência após uma amostra de gás zero ter sido fornecida à sonda.

7.1.17.2. Deve ser empregado um meio para propiciar a troca imediata de amostra de gás zero para amostra de gás de referência, que passam através da sonda.

7.1.17.3. O gás de referência e o gás zero devem ser fornecidos a sonda a pressão atmosférica.



7.1.17.4. O tempo de resposta não pode exceder ao fixado em 3.5.

7.1.17.5. As medições realizadas durante o ensaio devem utilizar as frações volumétricas definidas na Tabela 11.

7.1.18. Indicação de baixo fluxo

7.1.18.1. A medição deve ser realizada com gás de referência, que é inicialmente fornecido ao instrumento numa taxa de fluxo maior que o mínimo necessário para o instrumento.

7.1.18.2. Durante a medição, a taxa de fluxo de gás deve ser reduzida até o indicador de baixo fluxo responder, conforme os requisitos de 3.1.7.

7.1.18.3. Com a vazão obtida no item anterior, realizar ensaio de tempo de resposta.

7.1.18.4. As medições realizadas durante o ensaio devem utilizar as frações volumétricas definidas na Tabela 11.

7.1.19. Estanqueidade

7.1.19.1. Um escapamento ajustável deve ser introduzido artificialmente no sistema de manuseio de gás e próximo a bomba, onde um orifício de tamanho apropriado exercerá maior influência na medição. Com este escapamento artificial fechado, um gás de referência deve ser fornecido a sonda a pressão ambiente.

7.1.19.2. Durante a amostragem do gás de referência, registrar o valor indicado e então ajustar a taxa de escapamento até que a indicação do gás de referência divirja do valor indicado sem o escape, conforme fixado em 3.1.8.

7.1.19.3. Sem alterar o escape artificial, suspender o fornecimento de gás de referência a sonda e realizar o ensaio de escapamento conforme o manual de instruções do fabricante.

7.1.19.4. As medições realizadas durante o ensaio devem utilizar as frações volumétricas definidas na Tabela 11.

7.1.20. Resíduo de HC

7.1.20.1. O gás de exaustão de um motor de teste especialmente ajustado deve ser amostrado por, no mínimo, 5 min, por um instrumento que esteja em equilíbrio térmico a 5 °C.

7.1.20.2. O gás de exaustão deve conter, no mínimo, 5% de CO e 800 ppm de HC.

7.1.20.3. Imediatamente após a amostragem, deve ser feita uma verificação do resíduo de HC conforme descrito no manual de instruções do fabricante.

7.1.20.4. Esta operação deve ser repetida tantas vezes quanto forem necessárias para atingir um nível de resíduo de HC que atenda aos requisitos de 3.3.2.

7.1.20.5. Em seguida, deve-se realizar uma medição com gás de referência para verificar se os resultados obtidos estão dentro dos erros máximos admissíveis na verificação inicial.

7.1.20.6. Na realização deste teste, devem ser empregadas as frações volumétricas determinadas na Tabela 14.



Tabela 14

| Mensurando | Fração volumétrica do mensurando |
|------------|----------------------------------|
| CO         | 3,5% vol                         |
| HC         | 1 000 ppm vol                    |

#### 7.1.21. Unidade de filtro

7.1.21.1. Em condições de referência, o instrumento deve ser exposto por, no mínimo, 30 min ao gás de exaustão de um motor de teste especialmente ajustado para gerar aproximadamente 800 ppm HC.

7.1.21.2. Imediatamente após este período, o instrumento deve ser submetido a uma verificação de resíduo de HC de acordo com o estipulado no manual de instruções do fabricante.

7.1.21.3. Esta operação deve ser repetida tantas vezes quanto forem necessárias para que o resíduo de HC encontrado atenda ao estipulado em 3.3.2.

7.1.21.4. Em seguida, o instrumento deve ser submetido a amostra de gás de referência, de acordo com o determinado na Tabela 15, e fornecida a pressão ambiente.

7.1.21.5. O instrumento deve atender aos requisitos para o erro máximo admissível na verificação inicial e para tempo de resposta.

Tabela 15

| Mensurando      | Fração volumétrica do mensurando |
|-----------------|----------------------------------|
| CO              | 3,5% vol                         |
| CO <sub>2</sub> | 14% vol                          |
| HC              | 1 000 ppm vol                    |

#### 7.1.22. Condensador

7.1.22.1. O condensador deve ser submetido aos seguintes ensaios:

I - ensaio de alta temperatura:

a) estabilizar o instrumento em 40 °C; e

b) durante 30 min fornecer ao instrumento gás zero, saturado de água e a 40 °C, ou ar ambiente saturado de água e a 40 °C; e

II - ensaio de baixa temperatura:

a) estabilizar o instrumento a uma baixa temperatura ambiente, dentro das condições de operação; e

b) durante 30 min, fornecer ao instrumento gases de exaustão de qualquer veículo automotor, exceto aqueles com motores de dois tempos.

7.1.22.2. Após cada ensaio, o instrumento deve ser verificado com a mesma fração volumétrica de gases determinada na Tabela 15.

7.1.22.3. O instrumento deve atender aos requisitos fixados para o erro máximo admissível na verificação inicial e para tempo de resposta, antes e após o ensaio.



## 8. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO

8.1. Todo instrumento deve ser utilizado de forma apropriada, observando as prescrições deste RTM e as instruções do manual, de forma a assegurar medições seguras e confiáveis.

8.2 Todo instrumento deve manter as características construtivas, operacionais e metrológicas do modelo aprovado e estar com seus elementos, dispositivos e funções em perfeitas condições de conservação e funcionamento.

8.2.1. Todas as inscrições obrigatórias, unidades, símbolos, legendas e indicações devem estar visíveis e legíveis.

8.2.2. Os caracteres dos indicadores devem permanecer alinhados, perfeitamente legíveis e não podem apresentar falhas parciais ou totais.

8.3. É responsabilidade do detentor do instrumento zelar pela correta manutenção do mesmo, através das firmas permissionárias do serviço de instalação e manutenção.



## ANEXO A

### CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO DOS GASES DE REFERÊNCIA

#### A.1. Requisitos gerais

A.1.1. Os gases de referência devem ser fornecidos em cilindros específicos ou por mistura dinâmica.

A.1.1.1. Cada cilindro de gás deve ser identificado com as informações a seguir (sob forma de marca, rótulo e/ou certificado):

I - fornecedor do cilindro de gás e o número de série;

II - composição da mistura gasosa;

III - limites de temperatura para uso e armazenagem;

IV - datas de análise e validade da mistura;

V - informação sobre rastreabilidade dos padrões utilizados com o número do certificado de calibração da RBC/Inmetro; e,

VI - indicar a expressão "mistura de gases de referência".

A.1.1.2. As misturas gasosas devem atender aos requisitos das normas ISO 6145 e ISO 6142, assim como os requisitos fixados em A.1.2 e A.2.

A.1.2. A composição dos gases de referência, usados na avaliação de modelo e verificações, deve ser certificada em conformidade com os requisitos de A.2 por laboratório acreditado pelo Inmetro.

A.1.3. - Os materiais dos cilindros de gás devem ser inertes ao seu conteúdo.

#### A.2. Especificações e incertezas de composição das misturas gasosas

A.2.1. A unidade empregada para quantificar os gases contidos ou entregues deve ser em mols ou em fração volumétrica.

A.2.2. É admitida diferença de, no máximo, 15%, entre a concentração solicitada para cada gás e o valor realmente obtido.

A.2.3. A incerteza na concentração de cada componente da mistura gasosa deve ser, no máximo, 1%, exceto para HC em concentrações de 1 000 ppm ou menos, quando a incerteza deve ser, no máximo, 2%.

A.2.3.1. Os valores de incerteza especificados são relativos aos padrões referidos em A.1.2.

A.2.3.2. A concentração de cada componente associado que não seja objeto da medição deve ter incerteza de, no máximo, 5%.

#### A.3. Preparação de gases em casos especiais

A.3.1. O propano deve ser utilizado para misturas de gás de referência que requeiram HC.

A.3.1.1. Deve ser levado em consideração o fator de equivalência propano/hexano (PEF).





Serviço Público Federal

MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO

A.3.2. As frações volumétricas de H<sub>2</sub>, NO e vapor d'água devem ser combinadas com outros gases conforme exigências dos ensaios de avaliação de modelo.

A.3.2.1. A fração volumétrica de vapor de água exigida não pode ser fornecida em cilindros de gás de alta pressão, devido à instabilidade e efeitos corrosivos.

A.3.3. O ar ambiente deve passar por filtro de carvão ou sistema equivalente, quando for utilizado para zerar o instrumento.



Diretoria de Metrologia Legal – Dimel  
Divisão de Articulação e Regulamentação Técnica Metrológica - Diart  
Endereço: Av. N. Sra. das Graças, 50, Xerém - Duque de Caxias - RJ CEP: 25250-020  
Telefones: (21) 2679-9156 - Fax : (21) 2679-1761 - e-mail: diart@inmetro.gov.br