



Portaria Inmetro nº 060 , de 19 de fevereiro de 2008.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO, no uso de suas atribuições, conferidas pelo parágrafo 3º do Art. 4º da Lei n.º 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e tendo em vista o disposto no artigo 3º, incisos II e III, da Lei n.º 9.933, de 20 de dezembro de 1999, no inciso V do Art. 18 da Estrutura Regimental do Inmetro, aprovada pelo Decreto nº 6.275, de 28 de novembro de 2007, e pela alínea "a" do subitem 4.1 da Regulamentação Metrológica aprovada pela Resolução n.º 11, de 12 de outubro de 1988, do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Conmetro,

Considerando que os opacímetros de fluxo parcial devem atender às especificações metrológicas, de forma a garantir sua confiabilidade;

Considerando a Norma ISO 11614, edição 1999, resolve baixar as seguintes disposições:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico Metrológico, em anexo, o qual estabelece as condições técnicas e metrológicas essenciais a que devem atender os opacímetros de fluxo parcial.

Art. 2º Estabelecer que os opacímetros atualmente em uso continuarão a ser utilizados, desde que atendam aos erros máximos admissíveis para as verificações subseqüentes.

Art. 3º Determinar que os opacímetros cujos modelos estão sendo submetidos à verificação inicial, com base na Portaria Inmetro n.º 167, de 07 de julho de 2006, poderão ser comercializados até 31 de dezembro de 2008, desde que atendam aos erros máximos admissíveis para verificação inicial.

Art. 4º Determinar que, a partir de 1º de janeiro de 2009, somente poderão ser submetidos à verificação inicial, e posteriormente comercializados, os modelos de opacímetros de fluxo parcial que estiverem de acordo com os requisitos estabelecidos no Regulamento ora aprovado.

Art. 5º Determinar que as infrações a qualquer dispositivo do Regulamento em anexo sujeitarão os infratores às penalidades cominadas no artigo 8º da Lei 9.933, de 20 de dezembro de 1999.

Art. 6º Revogar a Portaria Inmetro n.º 167, de 07 de julho de 2006.

Art. 7º Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

JOÃO ALZIRO HERZ DA JORNADA





## REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO A QUE SE REFERE A PORTARIA INMETRO N.º 060 DE 19 DE FEVEREIRO DE 2008.

### 1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Este Regulamento Técnico Metrológico (RTM) estabelece as condições técnicas e metrológicas essenciais a que devem atender os opacímetros, instrumentos utilizados para a medição da opacidade e determinação do coeficiente de absorção de luz da fumaça emitida por motores de ignição por compressão (motores do ciclo Diesel).

1.2 Este RTM se aplica unicamente aos opacímetros de fluxo parcial.

### 2 TERMINOLOGIA

2.1 Opacímetro de fluxo parcial: instrumento utilizado para determinar a opacidade da fumaça gerada por um motor de ignição por compressão, captando parte da fumaça expelida através do cano de descarga.

2.2 Opacidade: fração da luz emitida pela fonte de luz do opacímetro que não atinge o receptor.

2.3 Coeficiente de absorção de luz (k): coeficiente definido pela lei de Beer-Lambert com base na opacidade.

2.4 Comprimento efetivo do caminho óptico: comprimento do feixe de luz entre o emissor e o receptor que é interceptado pelo fluxo de fumaça, com as correções de não-uniformidade que forem necessárias.

2.5 Banco óptico: parte do opacímetro que contém a câmara de medição, o conjunto óptico e demais componentes necessários à realização de medições.

2.6 Conjunto óptico: conjunto formado pelo emissor e pelo receptor de luz.

2.7 Câmara de medição: volume do opacímetro que é preenchido com a amostra de fumaça, permitindo a realização da medição de opacidade.

2.8 Ensaio dinâmico: ensaio onde o opacímetro realiza a medição da opacidade em uma amostra de fumaça gerada por um motor de ignição por compressão.

2.9 Ensaio estático: ensaio onde o opacímetro realiza a medição da opacidade de um filtro de densidade neutra.

2.10 Filtro de densidade neutra: lâmina transparente com opacidade conhecida utilizada como padrão para simular a presença de fumaça dentro da câmara de medição.

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

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

### 3 INDICAÇÃO DOS RESULTADOS

3.1 A indicação da opacidade deve expressa ser em percentual (%).

3.2 A indicação do coeficiente de absorção de luz (k) deve expressa ser em  $m^{-1}$ .

### 4 PRESCRIÇÕES METROLÓGICAS

4.1 As faixas de medição e suas respectivas resoluções devem ser as determinadas na Tabela 1.

Tabela 1: Valores de faixas de medição e resolução

Indicação de resultados	Faixas de medição	Resolução (melhor ou igual a)
Opacidade (%)	0 a 99,9	0,1
Coeficiente de absorção de luz ( $m^{-1}$ )	0 a 9,99	0,01

4.2 Erros máximos admissíveis na medição do coeficiente de absorção de luz.

4.2.1 Apreciação Técnica de Modelo: para os opacímetros submetidos às condições de referência listadas em 4.3.1 são admitidos os erros máximos constantes da Tabela 2.





Tabela 2: Erros máximos admissíveis na apreciação técnica de modelo

Tipo de Ensaio	Faixa do k (m <sup>-1</sup> )	Erro Máximo Admissível
Dinâmico	0,00 a 3,00	± (5 % da referência + 0,30 m <sup>-1</sup> )
	3,01 a 9,99	± (30 % da referência - 0,45 m <sup>-1</sup> )
Estático	0,00 a 2,50	± 0,15 m <sup>-1</sup>
	2,51 a 9,99	± 0,30 m <sup>-1</sup>

4.2.2 Verificação inicial: conforme Tabela 3.

Tabela 3: Erros máximos admissíveis na verificação inicial

Tipo de Ensaio	Faixa do k (m <sup>-1</sup> )	Erro Máximo Admissível
Estático	0,00 a 2,50	± 0,15 m <sup>-1</sup>
	2,51 a 9,99	± 0,30 m <sup>-1</sup>

4.2.3 Verificações subseqüentes: conforme Tabela 4.

Tabela 4: Erros máximos admissíveis nas verificações subseqüentes

Tipo de Ensaio	Faixa do k (m <sup>-1</sup> )	Erro Máximo Admissível
Estático	0,00 a 2,50	± 0,25 m <sup>-1</sup>
	2,51 a 9,99	± 0,50 m <sup>-1</sup>

### 4.3 Condições de referência

4.3.1 Os ensaios de apreciação técnica de modelo devem ser realizados sob as seguintes condições:

- temperatura ambiente: 5 °C a 40 °C;
- umidade relativa do ar: até 90 %;
- pressão atmosférica: ambiente estável;
- tensão de alimentação: tensão nominal ± 10 % e frequência nominal ± 2 %;
- opacímetros alimentados por bateria devem trazer a indicação de seus limites de variação na tensão de alimentação.

4.3.2 Os ensaios das verificações inicial e subseqüentes devem ser realizados sob as condições de utilização do opacímetro.

### 4.4 Modo de operação

4.4.1 O opacímetro deve ser capaz de determinar e registrar o valor do pico de opacidade, com base no método de aceleração livre descrito na Norma ABNT NBR 13037 “Veículos rodoviários automotores - Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre - Determinação da opacidade”.

4.4.2 O opacímetro deve permitir também a realização de medições da opacidade de filtros de densidade neutra, sem a necessidade de utilização dos sensores de medição das rotações do motor e da temperatura do óleo do motor.

### 4.5 Padrões utilizados no ensaio dinâmico

4.5.1 As medições do opacímetro sob ensaio serão comparadas com as medições realizadas por um opacímetro de referência, com ambos recebendo fumaça gerada por um mesmo motor Diesel em condições de funcionamento adequadas à realização de medições, utilizando-se os procedimentos descritos no item 5 da Norma ABNT NBR 13037 “Veículos rodoviários automotores - Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre - Determinação da opacidade”.

4.5.2 A fumaça a ser analisada deve ser gerada por um veículo em condições de funcionamento adequadas à realização de medições.



#### 4.6 Padrões utilizados no ensaio estático

4.6.1 Os filtros de densidade neutra a serem aplicados ao opacímetro sob ensaio devem ser calibrados por laboratório rastreável ao Inmetro e apresentar uma opacidade conhecida com uma incerteza de medição máxima de  $\pm 1\%$  da opacidade do filtro.

4.6.2 Antes de cada medição deve ser assegurado que os referidos filtros estejam limpos, sem arranhões e que sejam adequados ao modelo de opacímetro a ser ensaiado.

### 5 PRESCRIÇÕES TÉCNICAS

#### 5.1 Construção

5.1.1 O opacímetro e seus dispositivos devem ser fabricados com materiais de resistência adequada ao seu propósito e possuir características capazes de assegurar a estabilidade de funcionamento do instrumento nas condições previstas para sua utilização.

5.1.2 O opacímetro deve assegurar a efetiva eliminação da fumaça contida na câmara de medição, seja pela sua construção ou pela utilização de um sistema de proteção como a ventilação forçada, a fim de evitar a deposição de material particulado sobre o conjunto óptico.

5.1.2.1 Na ocorrência de falhas no sistema de proteção, o opacímetro deve evidenciar o problema através de indicação sonora e/ou visual.

5.1.3 O opacímetro deve apresentar a indicação do coeficiente de absorção de luz relativo a um comprimento efetivo do caminho óptico de 0,430 m.

5.1.4 O opacímetro deve possuir um local para a aposição das marcas de verificação e de selagem, de forma que as mesmas fiquem protegidas do contato direto com a fumaça e de outros tipos de agressão e desgaste.

#### 5.2 Banco óptico

5.2.1 A câmara de medição deve possuir uma superfície interna não-reflexiva e deve evitar que a luminosidade externa influencie no resultado das medições.

5.2.2 O comprimento efetivo do caminho óptico utilizado para determinar o coeficiente de absorção de luz deve considerar a eventual influência dos dispositivos de transporte da fumaça e/ou de proteção do conjunto óptico.

5.2.3 O opacímetro deve possuir um local específico para a introdução do filtro de densidade neutra, de modo que ele fique posicionado adequadamente entre o emissor e o receptor de luz, permitindo simular a presença de fumaça na câmara de medição do instrumento.

5.2.3.1 Deve ser possível introduzir o filtro de densidade neutra no opacímetro sem a necessidade de utilizar ferramentas ou desmontar o instrumento.

5.2.4 A câmara de medição deve funcionar aquecida à temperatura mínima de 70 °C para evitar a condensação da fumaça em seu interior.

5.2.4.1 O tempo máximo de aquecimento do opacímetro deve ser de 15 min.

5.2.4.2 Durante o aquecimento o opacímetro não deve permitir a realização de medições.

5.2.4.3 Os resultados das medições devem ser referenciados à temperatura da câmara de medição de 100 °C.

#### 5.3 Amostragem da fumaça

5.3.1 A sonda de amostragem deve possuir dispositivos que permitam sua fixação no cano de descarga do veículo.

5.3.2 A entrada da fumaça na sonda de amostragem deve localizar-se na parte da frente da sonda e apresentar uma distância mínima de 5 mm em relação à parede do cano de descarga do veículo.

5.3.3 A sonda de amostragem deve possuir diâmetro e comprimento que assegurem uma amostragem representativa e permita um fluxo adequado e com temperatura compatível da fumaça para dentro do opacímetro.

5.3.4 O sistema de amostragem não deve permitir a interferência de ar externo na medição.

5.3.5 A conexão do opacímetro ao cano de descarga não deve afetar o desempenho do motor do veículo.



## 5.4 Conjunto óptico

5.4.1 O conjunto óptico deve estar protegido da fumaça e deve ser facilmente acessível para a realização de limpeza.

5.4.2 A fonte de luz deve ser uma lâmpada incandescente com temperatura de cor situada entre 2800 K e 3250 K ou um diodo emissor de luz (LED) de cor verde com pico espectral entre 550 nm e 570 nm.

5.4.3 O receptor de luz deve ser uma fotocélula ou um fotodiodo (com filtro se necessário).

5.4.3.1 Caso a fonte de luz seja uma lâmpada incandescente, a resposta espectral do receptor deverá ser similar à curva de sensibilidade do olho humano na faixa de 550 nm a 570 nm.

5.4.4 O receptor deve ser posicionado de modo a não ser afetado por luminosidade externa ao opacímetro.

## 5.5 Dispositivos de ajuste

5.5.1 O opacímetro deve possuir um dispositivo de ajuste do zero, que deve ser automaticamente acionado antes de cada ciclo de medição dinâmica e sempre que o operador necessite.

5.5.2 O ajuste de zero deve ser ativado automaticamente sempre que forem indicados valores negativos de opacidade e/ou coeficiente de absorção de luz.

5.5.3 O opacímetro deve apresentar uma deriva de zero de, no máximo,  $0,02 \text{ m}^{-1}$  durante 60 min, sem sobrecarga por amostragem e sem realizar o ajuste de zero.

5.5.4 O opacímetro deve possuir um dispositivo de controle de impurezas que impeça a realização de medições sempre que a quantidade de impurezas acumuladas ponha em risco o resultado das medições.

5.5.4.1 O dispositivo citado em 5.5.4 deve atuar antes do início da medição ou quando do ajuste de zero do instrumento.

## 6 INSCRIÇÕES OBRIGATÓRIAS

6.1 O banco óptico do opacímetro deve apresentar as seguintes inscrições de forma clara, indelével e em local facilmente visível:

- a) marca e modelo do fabricante do banco óptico;
- b) marca e modelo do opacímetro;
- c) número de série e ano de fabricação do banco óptico;
- d) tensão nominal de alimentação e frequência;
- e) comprimento efetivo do caminho óptico;
- f) marca de aprovação de modelo.

6.2 Caso o banco óptico seja um módulo destacável do restante do opacímetro, a outra parte do instrumento deve apresentar as seguintes inscrições de forma clara, indelével e em local facilmente visível:

- a) marca e modelo do opacímetro;
- b) número de série e ano de fabricação;
- c) tensão nominal de alimentação e frequência;
- d) marca de aprovação de modelo.

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

## 7 CONTROLE METROLÓGICO

7.1 Apreciação técnica de modelo (ATM): todo opacímetro, importado ou fabricado no Brasil, deve obrigatoriamente ter seu modelo aprovado de acordo com este RTM.

7.1.1 Por ocasião da solicitação de aprovação de modelo devem ser apresentados os seguintes documentos:

7.1.1.1 Solicitação de aprovação de modelo, feita de acordo com o estipulado na Norma NIE-Dimel-013 “Solicitação de aprovação de modelo ou serviços correlatos” e procedimentos complementares.

7.1.1.2 Memorial descritivo contendo no mínimo as seguintes informações:

- a) descrição detalhada do opacímetro, de acordo com o estipulado na Norma NIE-Dimel-013 “Solicitação de aprovação de modelo ou serviços correlatos” e procedimentos complementares;





- b) lista de seus componentes essenciais e suas características, inclusive os materiais empregados na construção;
- c) apresentação de diagramas e desenhos dos sistemas empregados nas medições e manutenção do opacímetro;
- d) informações gerais sobre os programas (software) necessários para realização das medições;
- 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, de medição, de calibração ou de ajuste do opacímetro.

7.1.2 O requerente da aprovação deve enviar ao Inmetro 02 (dois) exemplares do opacímetro em condições de realizar os ensaios previstos para a ATM.

7.1.2.1 Ao final do processo de ATM um dos exemplares será devolvido ao requerente da aprovação, permanecendo o outro sob a guarda do Inmetro.

7.1.3 O requerente da aprovação deve disponibilizar os meios necessários para viabilizar a ATM quanto a deslocamentos, instalações e adequação do opacímetro, assim como fornecer os filtros de densidade neutra descritos em 4.6.

7.1.4 A ATM compreende as seguintes etapas:

7.1.4.1 Exame da documentação: consiste em verificar se a documentação apresentada está completa e de acordo com o determinado em 7.1.1.

7.1.4.2 Exame geral: consiste em verificar a conformidade do opacímetro com a documentação apresentada, realizando uma avaliação inicial quanto às suas características técnicas e metrológicas, inscrições, indicação dos resultados e locais de selagem, conforme as exigências regulamentares aplicáveis, bem como avaliações para verificar se as funções são executadas de acordo com a documentação apresentada.

7.1.4.3 Ensaios do exemplar: são realizados os ensaios a seguir.

- a) medição estática.
- b) medição dinâmica;

## 7.2 Verificação inicial

7.2.1 Todo opacímetro, importado ou fabricado no Brasil, deve obrigatoriamente ser aprovado em verificação inicial para que possa ser comercializado.

7.2.2 É responsabilidade do fabricante ou importador disponibilizar local e meios adequados para a realização da verificação inicial.

7.2.3 A verificação inicial dos opacímetros deve ser executada de acordo com os procedimentos descritos na Norma NIE-Dimel-080 “Procedimentos para verificação de opacímetro de fluxo parcial” e compreende as seguintes etapas:

7.2.3.1 Exame geral, que consiste em verificar se o opacímetro está de acordo com o desenho anexo à Portaria de Aprovação de Modelo, principalmente quanto à presença e correção das inscrições obrigatórias, simbologia e identificação do instrumento;

7.2.3.2 Ensaio de medição estática, que consiste em verificar se os erros de indicação apresentados pelo opacímetro encontram-se de acordo com os erros máximos admissíveis determinados em 4.2.2.

7.2.4 Os opacímetros aprovados na verificação inicial devem receber as marcas de verificação e selagem.

## 7.3 Verificações subsequentes

7.3.1 Todo opacímetro deve ser submetido à verificação periódica uma vez por ano.

7.3.2 Todo opacímetro que for submetido a reparos ou intervenções e/ou que tenha sua marca de selagem rompida deve ser submetido a uma verificação após reparos.

7.3.3 É responsabilidade do detentor do opacímetro submetê-lo às verificações subsequentes perante o Órgão Metrológico competente.

7.3.4 As verificações subsequentes devem ser executadas de acordo com os procedimentos descritos na Norma NIE-Dimel-080 “Procedimentos para verificação de opacímetro de fluxo parcial” e compreendem





a realização de um ensaio de medição estática, que consiste em verificar se os erros de indicação apresentados pelo opacímetro encontram-se de acordo com os erros máximos admissíveis determinados em 4.2.3.

7.3.5 Os opacímetros aprovados nas verificações subseqüentes devem receber as marcas de verificação e selagem.

## 8 MÉTODOS DE ENSAIO PARA APRECIÇÃO TÉCNICA DE MODELO

### 8.1 Ensaio de medição estática

8.1.1 A medição estática deve ser realizada com um conjunto de 03 (três) filtros de densidade neutra, com opacidades uniformemente distribuídas na faixa de medição e que atendam aos requisitos determinados em 4.6.

8.1.2 A indicação do opacímetro para o valor de cada um dos filtros deve atender aos erros máximos admissíveis determinados em 4.2.1.

### 8.2 Ensaio de medição dinâmica

8.2.1 O ensaio consiste na comparação das indicações do opacímetro de referência e do opacímetro sob ensaio na medição da opacidade da fumaça gerada por 03 (três) veículos com motores de capacidade volumétrica distintas e diâmetros de cano de descarga distintos.

8.2.1.1 Os veículos devem ser inspecionados e manejados de acordo com os procedimentos descritos no item 5 da Norma ABNT NBR 13037, “Veículos rodoviários automotores - Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre - Determinação da opacidade”.

8.2.2 Os valores de opacidade obtidos devem ser analisados e somente podem ser considerados válidos quando, em 04 (quatro) medições consecutivas, a diferença entre o maior valor e o menor valor não exceder  $0,25 \text{ m}^{-1}$  e estes valores não estiverem em ordem decrescente.

8.2.3 Para ambos opacímetros deve ser calculada a média aritmética dos 04 (quatro) valores consecutivos selecionados conforme 8.2.2.

8.2.4 Deve ser considerado aprovado o opacímetro cuja diferença entre tais médias atenda aos erros máximos admissíveis determinados em 4.2.1 nas medições dos 03 (três) veículos.

## 9 DISPOSIÇÕES GERAIS

9.1 É responsabilidade do detentor do opacímetro a sua correta utilização, de acordo com o prescrito no manual de operação do fabricante.

9.2 A manutenção dos opacímetros somente deve ser realizada pelas firmas permissionárias do serviço de manutenção e instalação, devidamente autorizadas pelo Órgão da RBMLQ-I de sua jurisdição.