



Portaria nº 209, de 4 de maio de 2021.

Aprova o Regulamento Técnico Metrológico consolidado para opacímetros de fluxo parcial.

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 060, de 19 de fevereiro de 2008, que aprova o Regulamento Técnico Metrológico - RTM para opacímetros de fluxo parcial;

Considerando a Portaria Inmetro nº 519, de 28 de novembro de 2014, que altera a Portaria Inmetro nº 060, de 2008, e o que consta no Processo SEI nº 0052600.003050/2021-16, resolve:

Art. 1º Fica aprovado o Regulamento Técnico Metrológico consolidado que estabelece as condições mínimas para opacímetros de fluxo parcial, doravante denominados "instrumentos", fixado no Anexo.

Parágrafo único. O disposto neste regulamento se aplica aos opacímetros de fluxo parcial, instrumentos utilizados para medição de opacidade e determinação do coeficiente de absorção de luz da fumaça emitida, por motores de ignição por compressão (motores do ciclo Diesel).

Art. 2º A infringência a quaisquer dispositivos deste regulamento, aprovado pela presente portaria, sujeitá 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, na data de vigência desta Portaria:

I - a Portaria Inmetro nº 060, de 19 de fevereiro de 2008, publicada no Diário Oficial da União em 20 de fevereiro de 2008, seção 1, páginas 71 a 72; e

II - a Portaria Inmetro nº 519, de 28 de novembro de 2014, publicada no Diário Oficial da União em 2 de dezembro de 2014, seção 1, página 63.

Parágrafo único. Ficam convalidados os atos e as demais disposições com base no objeto do *caput*.

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

MARCOS HELENO GUERSON DE OLIVEIRA JÚNIOR





ANEXO  
REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO – RTM

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

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

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

1.5 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.

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

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

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

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

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

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

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

1.13 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.

## 2. REQUISITOS METROLÓGICOS

### 2.1 Indicação dos resultados

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

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

2.2 Os intervalos de medição e respectivas resoluções estão determinados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores de intervalos de medição e resolução

Indicação de resultados	Intervalo 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



## 2.3 Erros máximos admissíveis na medição do coeficiente de absorção de luz

### 2.3.1 Avaliação de Modelo

2.3.1.1 Para opacímetros submetidos às condições de referência listadas em 2.4.1, são admitidos os erros máximos constantes da Tabela 2.

Tabela 2 - Erros máximos admissíveis na avaliação de modelo

Ensaio	Faixa do k ( $m^{-1}$ )	Erro Máximo Admissível
Dinâmico	0,00 a 3,00	$\pm$ (5 % da referência + 0,30 $m^{-1}$ )
	3,01 a 9,99	$\pm$ (30 % da referência - 0,45 $m^{-1}$ )
Estático	0,00 a 2,50	$\pm$ 0,15 $m^{-1}$
	2,51 a 9,99	$\pm$ 0,30 $m^{-1}$

### 2.3.2 Verificação Inicial e Subsequente

2.3.2.1 Os erros máximos admissíveis constam na Tabela 3.

Tabela 3 - Erros máximos admissíveis na verificação inicial e subsequente

Tipo de Ensaio	Faixa do k ( $m^{-1}$ )	Erro Máximo Admissível	
		Verificação inicial	Verificação subsequente
Estático	0,00 a 2,50	$\pm$ 0,15 $m^{-1}$	$\pm$ 0,25 $m^{-1}$
	2,51 a 9,99	$\pm$ 0,30 $m^{-1}$	$\pm$ 0,50 $m^{-1}$

## 2.4 Condições de referência

2.4.1 Os ensaios de avaliação de modelo devem ser realizados sob as seguintes condições:

I - temperatura ambiente: 5 °C a 40 °C;

II - umidade relativa do ar: até 90 %;

III - pressão atmosférica: ambiente estável;

IV - tensão de alimentação: tensão nominal  $\pm$  10 % e frequência nominal  $\pm$  2 %; e

V - opacímetros alimentados por bateria devem trazer a indicação de seus limites de variação na tensão de alimentação.

2.4.2 Os ensaios de verificação inicial e subsequente devem ser realizados sob as condições de utilização do opacímetro.

## 2.5 Modo de operação



2.5.1 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".

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

2.6 Padrões utilizados no ensaio dinâmico

2.6.1 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".

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

2.7 Padrões utilizados no ensaio estático

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

2.7.2 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.

### 3. REQUISITOS TÉCNICOS

#### 3.1 Construção

3.1.1 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.

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

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

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

3.1.4 O opacímetro deve possuir um local para 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.

#### 3.2 Banco óptico

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

3.2.2 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.

3.2.3 O opacímetro deve possuir local específico para 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.



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

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

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

3.2.4.2 Durante o aquecimento o opacímetro não pode permitir a realização de medições.

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

### 3.3 Amostragem da fumaça

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

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

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

3.3.4 O sistema de amostragem não pode permitir interferência de ar externo na medição.

3.3.5 A conexão do opacímetro ao cano de descarga não pode afetar o desempenho do motor do veículo.

### 3.4 Conjunto óptico

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

3.4.2 A fonte de luz deve ser uma lâmpada incandescente com temperatura de cor situada entre 2.800 K e 3.250 K ou um diodo emissor de luz (LED) de cor verde com pico espectral entre 550 nm e 570 nm.

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

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

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

### 3.5 Dispositivos de ajuste

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

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

3.5.3 O opacímetro deve apresentar deriva de zero de, no máximo, 0,02 m<sup>-1</sup> durante 60 min, sem sobrecarga por amostragem e sem realizar ajuste de zero.

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

3.5.4.1 O dispositivo citado em 3.5.4 deve atuar antes do início da medição ou quando do ajuste de zero do instrumento.

## 4. INSCRIÇÕES OBRIGATÓRIAS

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

I - marca e modelo do fabricante do banco óptico;

II - marca e modelo do opacímetro;

III - número de série e ano de fabricação do banco óptico;



IV - tensão nominal de alimentação e frequência;

V - comprimento efetivo do caminho óptico; e

VI - marca de aprovação de modelo.

4.2 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:

I - marca e modelo do opacímetro;

II - número de série e ano de fabricação;

III - tensão nominal de alimentação e frequência; e

IV - marca de aprovação de modelo.

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

## 5. CONTROLE LEGAL DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

### 5.1 Avaliação de Modelo

5.1.1 Todo opacímetro, importado ou fabricado no Brasil, deve ter seu modelo aprovado de acordo com este RTM.

5.1.2 O processo de avaliação de modelo será conduzido de acordo com a Portaria Inmetro nº 176, de 19 de abril de 2021, ou ato normativo superveniente, e o requerente da aprovação deverá obedecer as suas disposições.

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

I - solicitação de aprovação de modelo, de acordo com normas Inmetro específicas;

II - memorial descritivo contendo no mínimo as seguintes informações:

a) descrição detalhada do opacímetro, de acordo com procedimentos complementares e normas Inmetro específicas;

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

c) apresentação de diagramas e desenhos dos sistemas empregados nas medições e manutenção do opacímetro, incluindo desenho esquemático do caminho óptico realizado pelo feixe de luz, evidenciando a trajetória do referido feixe e a sua transmissão através do filtro óptico no interior do banco óptico;

d) informações gerais sobre os programas (software) necessários para realização das medições, incluindo as informações a respeito da versão do software submetida à avaliação;

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

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

g) descrição da utilização de espelhos e do número de vezes que o feixe de luz do opacímetro atravessa o filtro óptico na medição estática; e

h) apresentação e descrição detalhada da equação utilizada para cálculo do coeficiente de absorção de luz ( $k$ ), considerando caminho óptico efetivo de 0,430 m.

5.1.4 O requerente da aprovação de modelo deve enviar ao Inmetro dois exemplares do opacímetro em condições de realizar os ensaios previstos.

5.1.4.1 Ao final do processo de avaliação de modelo, um dos exemplares será devolvido ao requerente, permanecendo o outro sob guarda do Inmetro.

5.1.5 O requerente da aprovação deve disponibilizar meios necessários para viabilizar a avaliação de modelo quanto a deslocamentos, instalações e adequação do opacímetro, assim como fornecer os filtros de densidade neutra descritos em 2.7.



#### 5.1.6 Etapas da avaliação de modelo

5.1.6.1 Exame da documentação: consiste em verificar se a documentação apresentada está completa e de acordo com o determinado em 5.1.3.

5.1.6.2 Exame geral: consiste em verificar a conformidade do opacímetro com a documentação apresentada, realizando avaliação inicial quanto às 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.

#### 5.1.6.3 Ensaios:

I - medição estática; e

II - medição dinâmica.

#### 5.2 Verificação Inicial

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

5.2.2 É responsabilidade do requerente da aprovação de modelo solicitar a verificação inicial e disponibilizar local e meios adequados para realização do serviço.

5.2.3 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", ou documento que a substitua, e compreende as seguintes etapas:

I - exame preliminar, 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; e

II - ensaio de medição estática, que consiste em verificar se os erros de medição apresentados pelo opacímetro atendem aos erros máximos admissíveis determinados em 2.3.2.

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

#### 5.3 Verificação Subsequente

5.3.1 Todo opacímetro deve ser submetido a verificação periódica uma vez por ano.

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

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

5.3.4 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", ou documento que a substitua, e compreende o ensaio de medição estática, que consiste em verificar se os erros de medição apresentados pelo opacímetro atendem aos erros máximos admissíveis determinados em 2.3.2.

5.3.5 Os opacímetros aprovados nas verificações subsequentes devem receber marcas de verificação, selagem e certificados de verificação.

### 6. MÉTODOS DE ENSAIO PARA AVALIAÇÃO DE MODELO

#### 6.1 Medição estática

6.1.1 A medição estática deve ser realizada com um conjunto de três filtros de densidade neutra, com opacidades uniformemente distribuídas no intervalo de medição e que atendam aos requisitos determinados em 2.7.

6.1.2 A indicação do opacímetro para o valor de cada um dos filtros deve atender aos erros máximos admissíveis determinados em 2.3.1.

#### 6.2 Medição dinâmica



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

6.2.1.1 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".

6.2.2 Os valores de opacidade obtidos devem ser analisados e somente podem ser considerados válidos quando, em quatro medições consecutivas, a diferença entre o maior valor e o menor valor não exceder 0,25 m-1 e estes valores não estiverem em ordem decrescente.

6.2.3 Para ambos opacímetros deve ser calculada a média aritmética dos quatro valores consecutivos selecionados conforme 6.2.2.

6.2.4 Deve ser considerado aprovado o opacímetro cuja diferença entre tais médias atenda aos erros máximos admissíveis determinados em 2.3.1 nas medições dos três veículos.

## 7. DISPOSIÇÕES GERAIS

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

7.2 A manutenção dos opacímetros somente deve ser realizada por oficinas autorizadas para serviço de manutenção e reparo, devidamente autorizadas pelo Órgão da Rede Brasileira de Metrologia e Qualidade - Inmetro (RBMLQ-I) de sua jurisdição.

7.3 Opacímetros de fluxo parcial estão sujeitos a supervisão metrológica, realizada pelo Inmetro a qualquer momento.