

 INMETRO	PROCEDIMENTOS PARA VERIFICAÇÃO DE OPACÍMETRO DE FLUXO PARCIAL	NORMA Nº NIE-DIMEL-080	REV. Nº 02
		APROVADA EM MAR/2014	PÁGINA 01/12

SUMÁRIO

- 1 Objetivo**
 - 2 Campo de Aplicação**
 - 3 Responsabilidade**
 - 4 Documentos Referência**
 - 5 Documentos Complementares**
 - 6 Definições**
 - 7 Equipamentos e Materiais Utilizados**
 - 8 Procedimentos para Verificações**
 - 9 Critérios de Aprovação/Reprovação dos Instrumentos**
 - 10 Certificação, Marcação e Selagem**
 - 11 Histórico da Revisão**
- ANEXO A – Tipos de Filtros de Densidade Neutra**

1 OBJETIVO

Esta Norma estabelece os procedimentos que devem ser adotados na realização das verificações dos opacímetros de fluxo parcial.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma se aplica à Dimel/Dfluq, aos Órgãos delegados da RBMLQ-I e às Superintendências.

3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela revisão e cancelamento desta Norma é da Dfluq.


4 DOCUMENTOS REFERÊNCIA

Portaria Inmetro nº 060, de 19 de fevereiro de 2008 – Aprova o Regulamento Técnico Metrológico que estabelece as condições técnicas e metrológicas essenciais a que devem atender os opacímetros de fluxo parcial.

NIE-Dimel-014 – Marcas de verificação, interdição e reparo.

5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

FOR-Dimel-092 – Registro de medições para verificação de opacímetro.

	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 02/12
---	----------------------	------------------------------	-----------------------------------

6 DEFINIÇÕES

6.1 Siglas

Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
Dimel	Diretoria de Metrologia Legal
Dfluq	Divisão de Fluidos e Físico-Química
RBMLQ-I	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – Inmetro
RTM	Regulamento Técnico Metrológico
k	Coeficiente de absorção de luz

6.2 Termos

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.

Opacidade - Fração da luz emitida pela fonte de luz do opacímetro que não atinge o receptor.

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

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

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

Modo de medição contínua - Modo de operação do opacímetro no qual é possível realizar 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.


7 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS

- a) Conjunto de filtros de densidade neutra adequado ao opacímetro a ser verificado (ver Anexo A);
- b) Computador ou notebook;
- c) Marcas de verificação;
- d) Marcas de selagem;
- e) Etiqueta de inventário Inmetro;
- f) Arame para selagem;
- g) Marca de interdição “Instrumento Incorreto”.

8 PROCEDIMENTOS PARA VERIFICAÇÕES

8.1 Etapas das verificações

8.1.1 As verificações inicial e subsequente compreendem as seguintes etapas:

	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 03/12
---	----------------------	------------------------------	-----------------------------------

a) A verificação inicial compreende a realização do Exame Geral, conforme 8.3, e do Ensaio de Medição Estática, conforme 8.4;

b) As verificações subsequentes compreendem a realização do Ensaio de Medição Estática, conforme 8.4;

8.1.2 Os procedimentos iniciais descritos em 8.2 devem ser seguidos tanto na verificação inicial quanto nas subsequentes.

8.2 Procedimentos iniciais

a) Utilizando as informações constantes do Anexo A, identificar qual conjunto de filtros de densidade neutra deve ser utilizado para realizar a verificação;

b) Verificar se os filtros a serem utilizados estão limpos e sem arranhões. Se necessário, limpe-os com papel absorvente macio ou com o tecido do estojo dos filtros;

c) Solicitar ao detentor do opacímetro ou ao operador que o coloque para funcionar em modo de medição contínua;

d) Proceder à identificação do opacímetro, preenchendo os campos correspondentes do FOR-Dimel-092;

e) Aguardar o aquecimento do instrumento.

8.3 Exame Geral

8.3.1 Este Exame é aplicável somente na verificação inicial dos modelos aprovados de acordo com o RTM aprovado pela Portaria Inmetro nº 060/2008;

8.3.2 Mediante exame visual, reprovar os opacímetros cujas inscrições não estejam de acordo com o determinado na Portaria de Aprovação de Modelo.

8.4 Ensaio de medição estática

8.4.1 Registrar a medição do opacímetro em coeficiente de absorção de luz (k), cuja unidade é m^{-1} .

8.4.2 O registro das medições deve ser feito nos campos correspondentes do FOR-Dimel-092 da seguinte forma:

a) Preenchimento do FOR-Dimel-092 diretamente no computador: Os valores das medições devem ser digitados em suas respectivas células no formulário, sendo os cálculos de erros e incertezas dos ensaios executados automaticamente (exceto o cálculo da incerteza combinada relativa do filtro (u_f), que deve ser realizado conforme descrito em **8.4.4 a**).

b) Preenchimento do FOR-Dimel-092 previamente impresso em papel: Os valores das medições devem ser anotados no espaço correspondente do formulário e, caso não seja possível a transferência dos resultados para um computador, deve-se calcular os erros e incertezas dos ensaios empregando as fórmulas apresentadas a seguir nesta norma.

8.4.3 Realizar o ensaio conforme procedimento abaixo:


a) Registrar o tipo de verificação que será executada (inicial ou subsequente), o código do conjunto padrão de filtros e os respectivos valores de coeficiente de absorção de luz nos espaços especificados no FOR-Dimel-092;

b) Registrar a indicação de zero do opacímetro (sem nenhum filtro inserido);

c) Inserir o filtro de opacidade baixa, aguardar a estabilização da indicação (variação menor que $0,01 m^{-1}$) e registrar o valor obtido;

d) Retirar o filtro e guardá-lo no estojo próprio;

e) Inserir o filtro de opacidade média, aguardar a estabilização da indicação e registrar o valor obtido;

	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 04/12
---	----------------------	------------------------------	-----------------------------------

- f) Retirar o filtro e guardá-lo no estojo próprio;
- g) Inserir o filtro de opacidade alta, aguardar a estabilização da indicação e registrar o valor obtido;
- h) Retirar o filtro e guardá-lo no estojo próprio;
- i) Repetir quatro vezes o procedimento de “b” até “h”;
- j) Caso o preenchimento do FOR-Dimel-092 estiver sendo realizado diretamente no computador, os cálculos dos erros de medição do opacímetro serão executados automaticamente na planilha de resultados, neste caso, ir diretamente para o item **8.4.4**. Por outro lado, caso o preenchimento esteja sendo feito no formulário impresso em papel e não seja possível realizar a transferência dos resultados para o computador, deve-se calcular o erro de medição do opacímetro conforme os itens seguintes (itens k e l).
- k) Calcular e registrar a média aritmética das medições de cada filtro, inclusive das indicações de zero do opacímetro, conforme equação abaixo:

$$Média = \frac{(1^{\text{a}} \text{ medição} + 2^{\text{a}} \text{ medição} + 3^{\text{a}} \text{ medição} + 4^{\text{a}} \text{ medição} + 5^{\text{a}} \text{ medição})}{5}$$

- l) Calcular e registrar o erro de medição do opacímetro para cada filtro, inclusive das indicações de zero do opacímetro, a partir da diferença entre a média das medições, calculada no item anterior, e o valor k do filtro correspondente, conforme equação abaixo:

$$Erro = (Média - k_{\text{certificado do filtro}})$$

8.4.4 Calcular a incerteza de medição do ensaio conforme procedimento abaixo:


- a) Registrar a incerteza combinada relativa de cada filtro (u_f) nos campos relacionados do FOR-Dimel-092 de acordo com os valores informados no suplemento do certificado de calibração dos filtros;
- b) Caso o preenchimento do FOR-Dimel-092 estiver sendo realizado diretamente no computador, o cálculo da incerteza de medição do ensaio do opacímetro será executado automaticamente na planilha de resultados, neste caso, ir diretamente para o item **9**. Por outro lado, caso o preenchimento esteja sendo feito no formulário impresso em papel e não seja possível realizar a transferência dos resultados para o computador, deve-se calcular a incerteza de medição do ensaio do opacímetro conforme os itens seguintes (itens c a f).
- c) Calcular e registrar o desvio padrão relativo (DPR) das médias de cada filtro a partir da razão entre o desvio padrão (DP) das medições (dividido por $5^{1/2}$) e a média das medições do filtro correspondente, conforme equações abaixo:

$$DP = \sqrt{\frac{\sum(\text{medição} - \text{média})^2}{4}}$$

$$DPR \text{ da Média} = \frac{\left(\frac{DP}{\sqrt{5}}\right)}{\text{média}}$$

- d) Calcular e registrar a incerteza combinada do ensaio (u_e) das medições de cada filtro a partir da multiplicação entre a média das medições do filtro e a incerteza combinada relativa do ensaio (u_{re}), conforme equações abaixo:

$$u_{re} = \sqrt{(u_f^2 + DPR^2)}$$

	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 05/12
---	----------------------	------------------------------	-----------------------------------

$$u_e = (\text{média} \times u_{v,e})$$

e) Calcular e registrar a incerteza expandida do ensaio (U) das medições de cada filtro a partir da multiplicação entre a incerteza combinada do ensaio (u_e) e o fator de abrangência igual a 2 (o qual corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%), conforme equação abaixo:

$$U = (u_e \times 2)$$

f) Calcular e registrar o índice de capacidade de medição (C_m) de cada filtro a partir da razão entre o erro máximo admissível (EMA) da faixa corresponde a cada filtro e a incerteza expandida do ensaio (U), conforme equação abaixo:

$$C_m = \frac{EMA}{U}$$

9 CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO/REPROVAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

9.1 Verificação inicial:

a) Comparar os erros de medição com os valores da tabela abaixo:

Faixa	Valor k do filtro	Erro Máximo Admissível
1	0 m ⁻¹ a 2,50 m ⁻¹	±0,15 m ⁻¹
2	2,51 m ⁻¹ a 9,99 m ⁻¹	±0,30 m ⁻¹

b) Aprovar o opacímetro se o erro de medição apresentado para cada filtro estiver dentro dos valores fixados na tabela acima, para sua respectiva faixa, e o índice de capacidade de medição (C_m) calculado for maior ou igual a 4 (quatro).


9.2 Verificações subsequentes:

a) Comparar os erros de medição com os valores da tabela abaixo:

Faixa	Valor k do filtro	Erro Máximo Admissível
1	0 m ⁻¹ a 2,50 m ⁻¹	±0,25 m ⁻¹
2	2,51 m ⁻¹ a 9,99 m ⁻¹	±0,50 m ⁻¹

b) Aprovar o opacímetro se o erro de indicação apresentado para cada filtro estiver dentro dos valores fixados na tabela acima, para sua respectiva faixa, e o índice de capacidade de medição (C_m) calculado for maior ou igual a 4 (quatro).

Nota – Caso o preenchimento do FOR-Dimel-092 estiver sendo realizado diretamente no computador, a análise para concluir se o opacímetro foi aprovado ou reprovado no ensaio será feita automaticamente na planilha de resultados.

	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 06/12
---	----------------------	------------------------------	-----------------------------------

10 CERTIFICAÇÃO, MARCAÇÃO E SELAGEM

10.1 Instrumento aprovado


- a) Afixar a marca de verificação e a marca de selagem no opacímetro, anotando seus números nos campos apropriados do FOR-Dimel-092;
- b) Afixar a etiqueta de inventário do Inmetro, caso o instrumento não a possua;
- c) Caso seja solicitado, fornecer uma cópia do FOR-Dimel-092 preenchido durante a verificação.

10.2 Instrumento reprovado

- a) Afixar no instrumento a marca de interdição “Instrumento Incorreto”, em local visível ao usuário;
- b) Notificar o detentor do opacímetro de que seu instrumento foi reprovado, concedendo-lhe um prazo para que o mesmo seja reparado;
- c) Caso seja solicitado, fornecer uma cópia do FOR-Dimel-092 preenchido durante a verificação.

11 HISTÓRICO DA REVISÃO

Revisão	Data	Itens Revisados
02	Março/2014	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Substituição no texto da sigla Disma pela sigla Dfluq em razão da reestruturação da Dimel; ▪ Alterações no item 6; ▪ Revisão FOR-Dimel-092; ▪ Inclusão do item 8.4.4; ▪ Novas redações para os itens 8.4.1, 8.4.2, 8.4.3, 9.1, 9.2 para melhor detalhamento dos procedimentos das etapas do ensaio; ▪ Inclusão no Anexo A de novos tipos de filtro.

	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 07/12
---	----------------------	------------------------------	-----------------------------------

ANEXO A – TIPOS DE FILTROS DE DENSIDADE NEUTRA

A-1 OBJETIVO

Este Anexo informa os tipos de filtro de densidade neutra existentes e para que marca/modelo de opacímetro cada um deles deve ser utilizado.

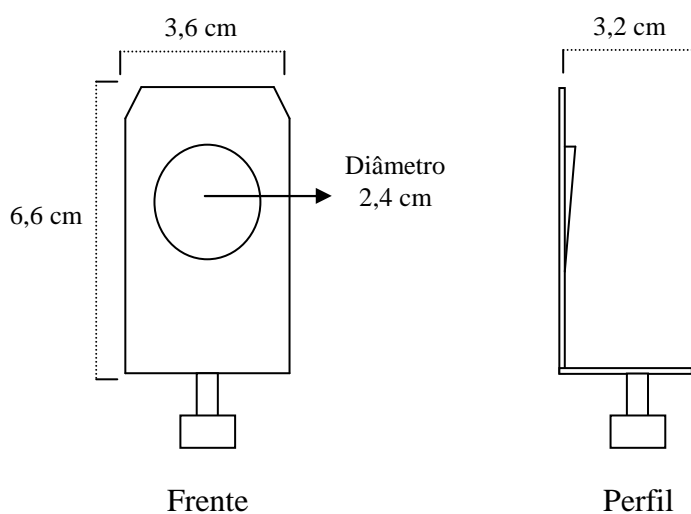
A-2 MANUSEIO DOS FILTROS

Os filtros de densidade neutra são equipamentos sensíveis. Durante sua utilização devem ser evitadas quedas ou impactos, principalmente sobre a lâmina do filtro, que não deve ser tocada com os dedos. Para sua limpeza deve ser utilizado apenas papel absorvente macio ou o tecido do próprio estojo do filtro. Após sua utilização eles devem ser guardados no seu respectivo estojo.


A-3 TIPOS DE FILTROS

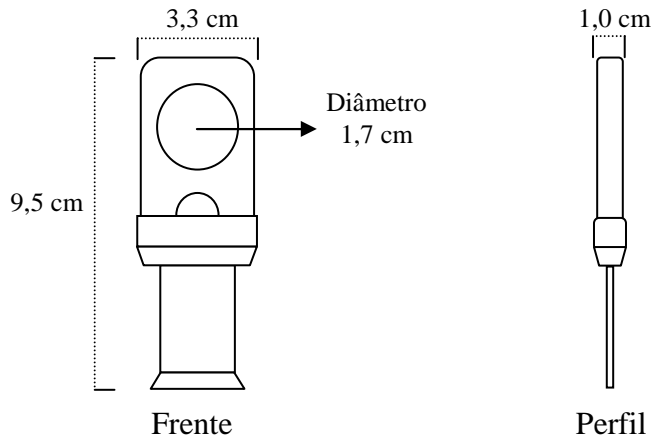
A-3.1 Tipo 1: utilizado nos seguintes opacímetros:

- Marca Bosch, modelo BEA 714 (fabricado pela Tecnomotor);
- Marca Jurubatech, modelo 43296;
- Marca Napro, modelos NA-9000, NA-9020 e NA-9030;
- Marca Prodox, modelo Opus 50;
- Marca Snap On/Sun, modelos CSM-5000 PC e CGS-5500 PC;
- Marca Sagem, modelo Optima Green 4030;
- Marca Tecnomaster, modelo CSM 6000;
- Marca Tecnomotor, modelo TM 133.

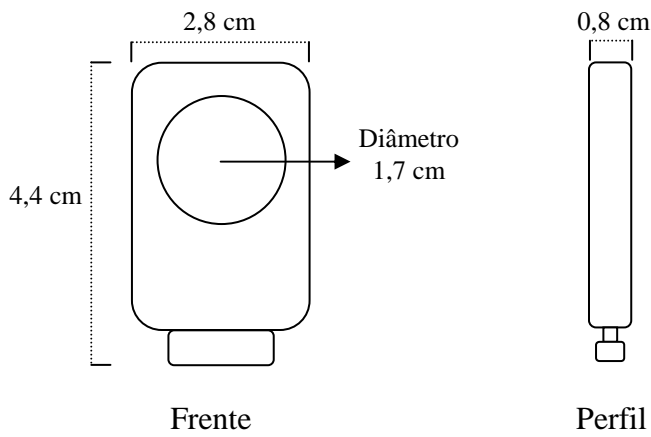


A-3.2 Tipo 2: utilizado nos opacímetros marca Alfatest, modelo 495.

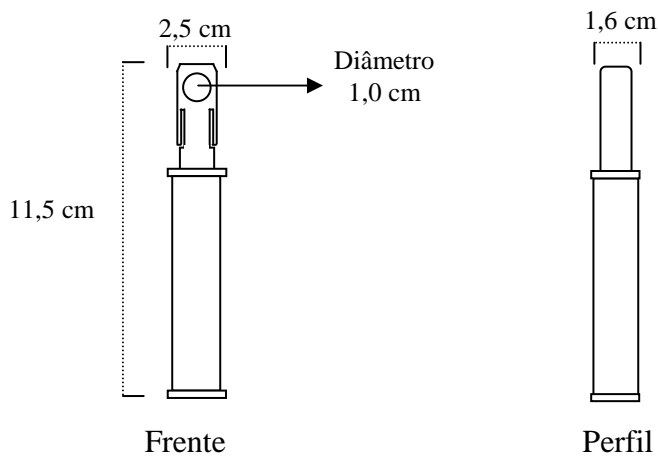
	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 08/12
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------




A-3.3 Tipo 3: utilizado nos opacímetros marca Alfatest, modelo OPA-100 e marca Brain Bee, modelo OPA-100.

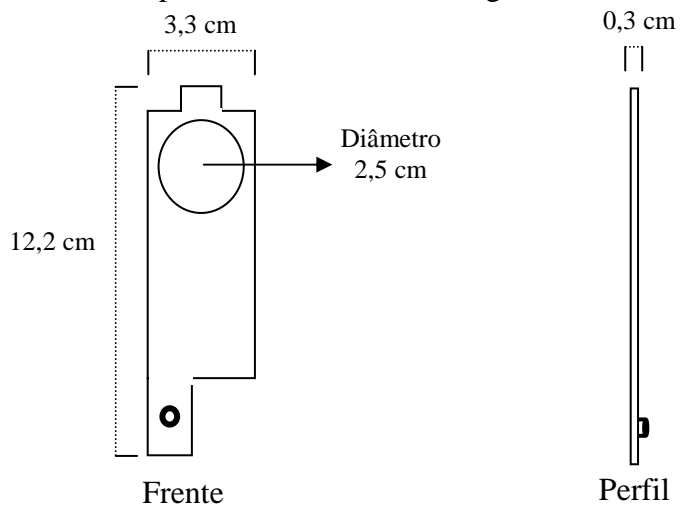


A-3.4 Tipo 4: utilizado nos opacímetros marca Bosch, modelo RTM 430.

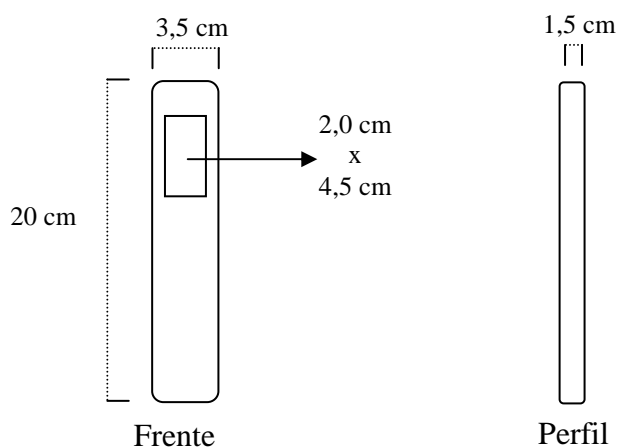


	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 09/12
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

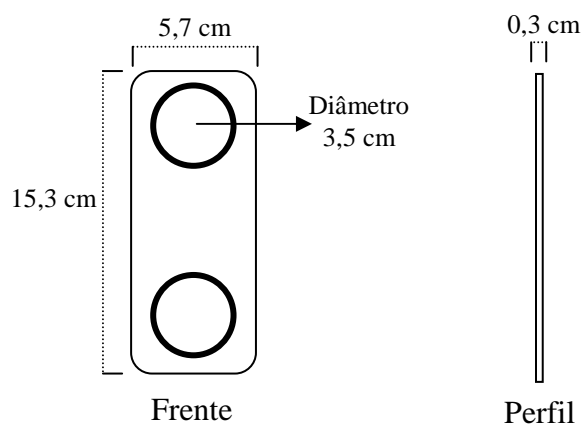
A-3.5 Tipo 5: utilizado nos opacímetros marca Hartridge, modelos YDA 3000 e HR 172.



A-3.6 Tipo 6: utilizado nos opacímetros marca Maha, modelo MDO2.

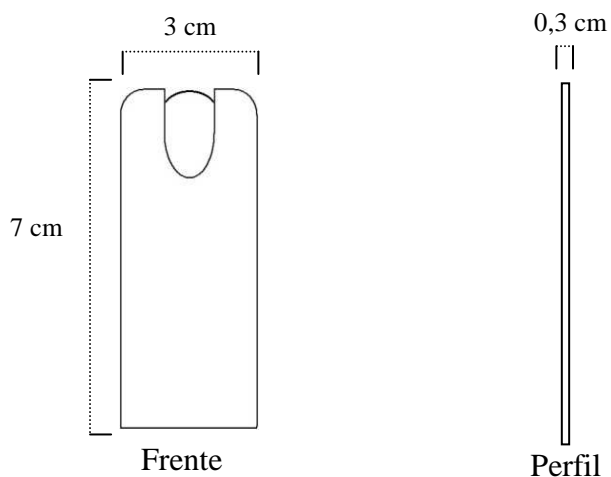


A-3.7 Tipo 7: utilizado nos opacímetros marca Napro, modelo Andros.

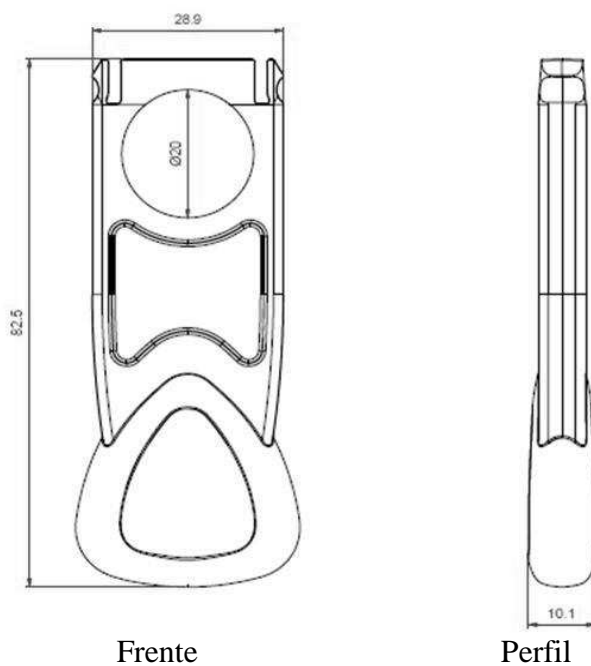


	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 10/12
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

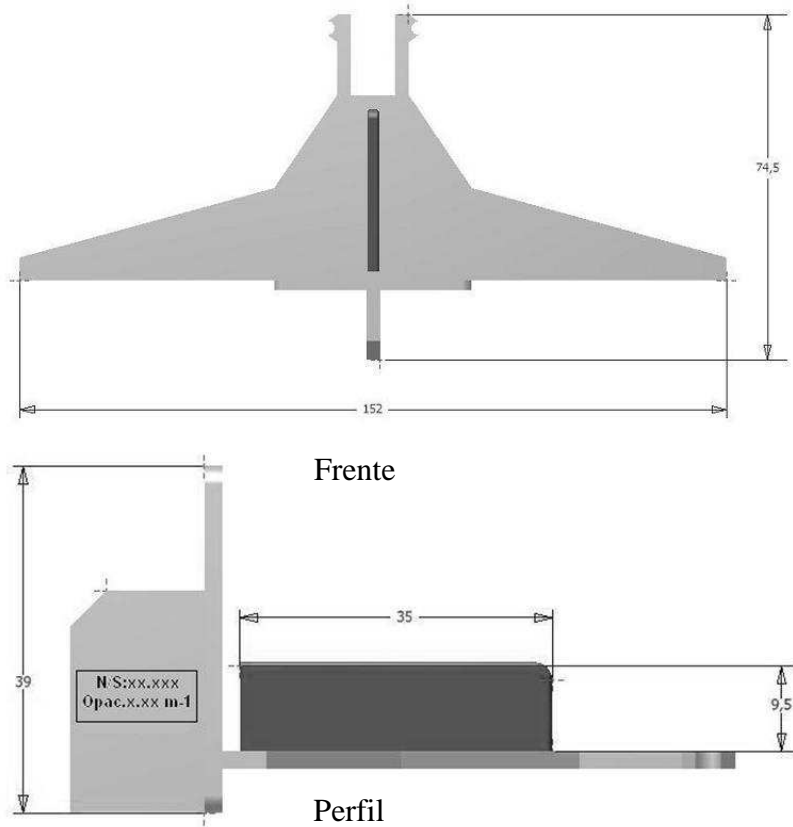
A-3.8 Tipo 8: utilizado nos opacímetros marca Napro, modelo NA 9000E e marca Tecnomotor, modelo TM 138.



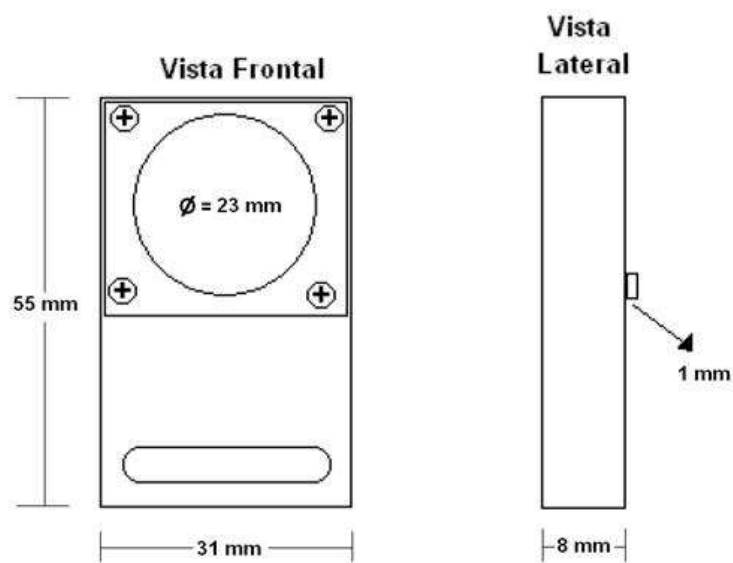
A-3.9 Tipo 9: utilizado nos opacímetros marca Magneti Marelli, modelo Opabox Autopower




A-3.10 Tipo 10: utilizado nos opacímetros marca Altanova SmokeCheck, modelo 2000.

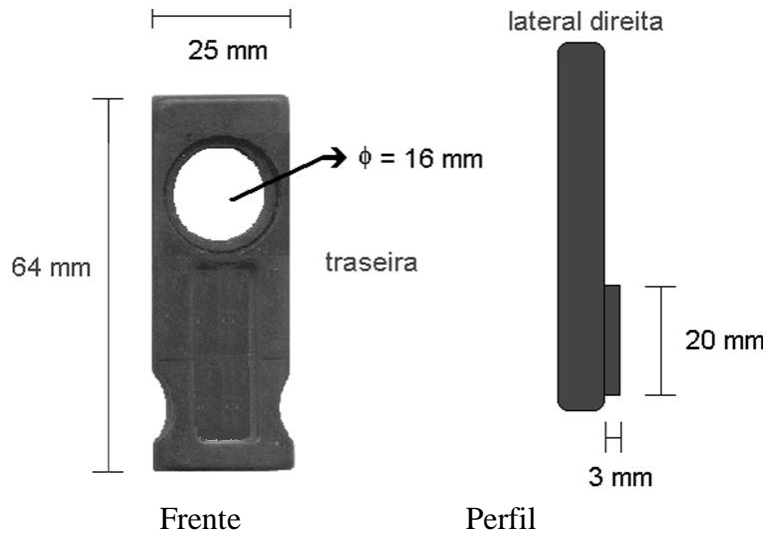


A-3.11 Tipo 11: utilizado nos opacímetros marca Napro, modelo NA 9000P

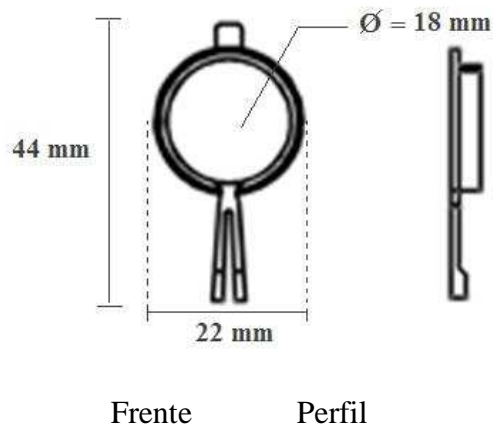


	NIE-DIMEL-080	REV. 02	PÁGINA 12/12
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

A-3.12 Tipo 12: utilizado nos opacímetros marca Motorscan, modelo Eurosmoke 9001



A-3.13 Tipo 13: utilizado nos opacímetros marca AVL, modelos 437 e Dismoke 480



A-3.14 Tipo 14: utilizado nos opacímetros marca Capelec, modelo CAP 3200

