

	PROCEDIMENTO PARA VERIFICAÇÃO DE MEDIDOR DE TRANSMITÂNCIA LUMINOSA	NORMA N.º NIE-DIMEL-086	REV. N.º 02
		APROVADA EM SET /2010	PÁGINA 01/08

SUMÁRIO

- 1 Objetivo**
- 2 Campo de Aplicação**
- 3 Responsabilidades**
- 4 Documentos Complementares**
- 5 Documentos de Referência**
- 6 Siglas**
- 7 Definições**
- 8 Equipamentos e Materiais Utilizados**
- 9 Realização dos Ensaios**
- 10 Requisitos Metrológicos**
- 11 Conclusão da Verificação**
- 12 Medidor de Transmitância Luminosa Reprovado**
- 13 Histórico da Revisão**

1 OBJETIVO

Esta Norma estabelece os procedimentos que devem ser adotados na execução das verificações de medidores de transmitância luminosa, destinados a determinar a transmitância luminosa em películas de controle solar, de vidros e de outros materiais simples ou compostos.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma se aplica a Dimel/Difiq e, também, aos Órgãos da RBMLQ-I.

3 RESPONSABILIDADES

A responsabilidade pela revisão desta Norma é da Dimel/Difiq.

4 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

FOR-DIMEL-104 - Registro de medição para verificação de medidores de transmitância luminosa

FOR-DIMEL-023 - Certificado de Verificação de Medidor de Transmitância Luminosa

FOR-DIMEL-024 - Notificação de Reprovação de Medidor(s) de Transmitância Luminosa

5 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Portaria Inmetro nº 064, de 21 de março de 2006 - Aprova o Regulamento Técnico Metrológico (RTM), o qual estabelece as condições a que devem satisfazer os medidores de transmitância luminosa em películas de controle solar, de vidros e de outros materiais simples ou compostos.

	NIE-DIMEL-086	REV. 02	PÁGINA 02/08
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

- Portaria Inmetro nº 163, de 06 de setembro de 2005 – Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal
- Portaria Inmetro nº 319, de 23 de outubro de 2009 – Vocabulário Internacional de Metrologia. Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados (VIM)

6 SIGLAS

Dimci	Diretoria de Metrologia Científica e Industrial
Dimel	Diretoria de Metrologia Legal
Difiq	Divisão de Instrumentos de Medição no âmbito da Físico-Química
Diopt	Divisão de Óptica
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
NIE	Norma Inmetro Específica
RBC	Rede Brasileira de Calibração
RBMLQ-I	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - Inmetro
RTM	Regulamento Técnico Metrológico

7 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma, aplicam-se os seguintes termos e expressões.

7.1 Medidor de transmitância luminosa

Instrumento de medição destinado a medir a transmitância luminosa de vidros, películas, filmes e outros materiais simples ou compostos.

7.2 Medidor de transmitância luminosa não modular

Instrumento de medição que não contém dispositivos separáveis.

7.3 Medidor de transmitância luminosa modular

Medidor que contém dispositivos separáveis.

7.4 Dispositivos de um medidor de transmitância luminosa

Módulo emissor (dispositivo para irradiação), módulo receptor (dispositivo para detecção), módulo processador (inclusive dispositivo indicador) e componentes ópticos e/ou mecânicos adicionais.

7.5 Transmitância

Razão entre o fluxo radiante ou fluxo luminoso transmitido e o fluxo incidente nas condições dadas (para uma radiação incidente com uma composição espectral, polarização e distribuição geométrica).

Nota: Para efeito desta norma, fator de transmissão é considerado sinônimo de transmitância.

7.6 Transmitância luminosa

Característica fotométrica de uma amostra para uma radiação incidente com distribuição de potência espectral, sendo conhecida a dependência da transmitância espectral da amostra em função do comprimento de onda.

	NIE-DIMEL-086	REV. 02	PÁGINA 03/08
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

7.7 Filtro óptico

Dispositivo de transmissão utilizado para modificar o fluxo (radiante ou luminoso) e/ou a distribuição relativa espectral, da radiação que passa através dele.

7.8 Repetitividade

Precisão de medição sob um conjunto de condições de repetitividade.

Nota: Para fins desta norma, repetitividade é o grau de concordância entre os resultados de medição no mesmo valor de transmitância luminosa preservada as mesmas condições.

7.9 Exatidão

Grau de concordância entre um valor medido e um valor verdadeiro de um mensurando

7.10 Erro

Diferença entre o valor medido de uma grandeza e um valor de referência.

7.10.1 Erro relativo

Erro da medição dividido por um valor verdadeiro do objeto da medição.

7.11 Faixa de medição

Conjunto de valores de grandezas do mesmo tipo que pode ser medido por um dado instrumento de medição ou sistema de medição com incerteza instrumental especificada, sob condições determinadas.

7.12 Desvio padrão experimental

Para uma série de “n” medições de um mesmo mensurando, a grandeza “s”, que caracteriza a dispersão dos resultados, é dada pela fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Onde:

x_i = representa o resultado da “iésima” medição

\bar{x} = representa a média aritmética dos “n” resultados considerados

n = número de medições realizadas em uma dada concentração

s = desvio padrão experimental

8 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS

Os equipamentos e materiais utilizados relacionados a seguir contêm disposições que, ao serem citados neste texto, constituem prescrições para verificação de medidores de transmitância luminosa.

8.1 Filtros ópticos

8.1.1 Os filtros ópticos devem ser de sílica, com densidade neutra, e devem apresentar valores nominais de transmitância luminosa de 30 %, 50 %, 70 % e 90 %.

	NIE-DIMEL-086	REV. 02	PÁGINA 04/08
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

8.1.2 Dimensões: forma de quadrado, com comprimento nominal do lado = 50 mm e espessura = 3 mm.

Nota: A calibração dos filtros ópticos deve ser realizada em laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou pela Divisão de Óptica (Diopt) da Diretoria de Metrologia Científica e Industrial (Dimci).

8.2 Luvas de algodão.

8.3 Lenço de papel.

8.4 Pincel para limpeza.

8.5 Álcool isopropílico (2-propanol).

9 REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

9.1 Condições Gerais

9.1.1 Os resultados dos ensaios devem ser registrados no FOR-Dimel-104 - Registro de medição para verificação de medidores de transmitância luminosa.

9.1.2 Os ensaios devem ser realizados em ordem crescente de valor de transmitância luminosa.

9.1.3 Os filtros ópticos devem ser sempre manuseados com luvas de algodão, inclusive durante a limpeza.

9.1.4 Limpeza dos filtros ópticos

9.1.4.1 Passar suavemente um pincel macio fino, seco e limpo, para remover partículas da superfície

9.1.4.2 Usar, em um único sentido e uma única vez, lenço de papel dobrado (de forma que fique esticado e sem vinco), umedecido com álcool isopropílico. Repetir o processo até a limpeza completa.

9.1.4.3 Aguardar o tempo necessário para que o álcool isopropílico evapore.

9.2 Procedimento

9.2.1 Deve se ajustar o filtro óptico ao suporte.

9.2.3 Seguir o procedimento descrito na Portaria de aprovação de modelo do instrumento para proceder o correto alinhamento e acionamento do sistema para realização das medições.

Nota: Caso a verificação se enquadre no Art.3º da Portaria Inmetro nº 064/06 (situação dos instrumentos em uso) o instrumento deve ser verificado utilizando-se procedimentos do manual de operação do referido modelo (tipo).

9.3 Exatidão e Repetitividade

9.3.1 Devem ser realizadas 10 medições em cada um dos valores nominais dos filtros ópticos descritos em 8.1.1.

9.3.2 Para determinação da exatidão deve-se determinar o erro relativo de cada valor medido.

9.3.3 Para determinação da repetitividade deve-se calcular o desvio padrão experimental.

10 REQUISITOS METROLÓGICOS

10.1 Verificação inicial e subsequente (no caso após reparos)

10.1.1 As verificações consistem nas seguintes etapas:

- avaliação do instrumento quanto à correspondência das características do modelo (tipo) aprovado;
- avaliação do perfeito funcionamento de todos os dispositivos operacionais e suas funções;
- selagem de acordo com o plano estabelecido na aprovação de modelo; e
- ensaio de exatidão e repetitividade.

10.1.2 Todo medidor de transmitância luminosa aprovado em verificação inicial, deve portar a respectiva marca de verificação metrológica.

10.1.3 Os medidores de transmitância luminosa quando reprovados em verificações subsequentes devem ser submetidos a nova verificação (no caso após reparos), atendendo às especificações conforme subitem 10.1.4.

10.1.4 Nas verificações devem ser admitidos os erros máximos relativos de $\pm 3\%$ (Tabela 1) e desvio padrão experimental máximo de $\pm 1,5\%$.

TABELA 1 - Erros máximos relativos

Erro relativo	Faixa de medição
$\pm 3\%$ de 30 % = $\pm 0,9\%$	29,1 % a 30,9 %
$\pm 3\%$ de 50 % = $\pm 1,5\%$	48,5 % a 51,5 %
$\pm 3\%$ de 70 % = $\pm 2,1\%$	67,9 % a 72,1 %
$\pm 3\%$ de 90 % = $\pm 2,7\%$	87,3 % a 92,7 %

Exemplo (i): Valor nominal do filtro óptico = 30 %

$$\text{Erro} = \frac{\text{Indicação} - \text{VC}}{\text{VC}} \cdot 100\% \quad \Rightarrow \text{Erro} = \frac{32,5 - 31,7}{31,7} \cdot 100\% \quad \Rightarrow \text{Erro} = 2,52\%$$

Resultado: como o módulo do erro relativo é menor que 3 %, o instrumento está conforme nesta medição.

Onde:

Indicação do instrumento = 32,5 %

Valor Convencional (VC) do filtro óptico (obtido no certificado de calibração) = 31,7 %

10.2 Verificações subsequentes (no caso periódica)

Verificação subsequente de um instrumento de medição efetuada periodicamente em intervalos de tempo especificados e segundo procedimentos fixados por regulamentos.

Nota: A periodicidade preestabelecida para o medidor de transmitância luminosa deve de 12 meses.

10.2.1 As verificações periódicas consistem nas seguintes etapas:

- inspeção geral para constatação da permanência das características da verificação inicial e do estado de conservação do medidor de transmitância luminosa;
- constatação da existência e do estado das marcas de selagem de acordo com o plano de selagem aprovado; e
- ensaio de exatidão e repetitividade.

10.2.2 Nas verificações periódicas devem ser admitidos os erros máximos relativos de $\pm 5\%$ (Tabela 2) e desvio padrão experimental máximo de 1,5 %.

TABELA 2 - Erros máximos relativos

Erro relativo	Faixa de medição
$\pm 5\%$ de 30 % = $\pm 1,5\%$	28,5 % a 31,5 %
$\pm 5\%$ de 50 % = $\pm 2,5\%$	47,5 % a 52,5 %
$\pm 5\%$ de 70 % = $\pm 3,5\%$	66,5 % a 73,5 %
$\pm 5\%$ de 90 % = $\pm 4,5\%$	85,5 % a 95,5 %

Exemplo (i): Valor nominal do filtro óptico = 70 %

$$\text{Erro} = \frac{\text{Indicação} - \text{VC}}{\text{VC}} \cdot 100\% \quad \Rightarrow \text{Erro} = \frac{65,9 - 73,8}{73,8} \cdot 100\% \quad \Rightarrow \text{Erro} = -10,70\%$$

Resultado: como o módulo do erro relativo é maior que 5 %, o instrumento está não conforme nesta medição.

Onde:

Indicação do instrumento = 65,9 %

Valor Convencional (VC) do filtro óptico (obtido no certificado de calibração) = 73,8 %

10.3 Inspeção

Exame do medidor de transmitância luminosa para constatar os seguintes itens:

A marca de verificação e/ou certificado é válido;

Nenhuma marca de selagem foi danificada;

Após a verificação o medidor não sofreu modificações evidentes;

Seus erros não ultrapassam os erros máximos admissíveis em serviço;

10.3.1 Na inspeção devem ser admitidos os erros máximos relativos de $\pm 7\%$ (Tabela 3) e desvio padrão experimental máximo de 1,5 %.

TABELA 3 - Erros máximos relativos

Erro relativo	Faixa de medição
±7 % de 30 % = ±2,1 %	27,9 % a 32,1 %
±7 % de 50 % = ±3,5 %	46,5 % a 53,5 %
±7 % de 70 % = ±4,9 %	65,1 % a 74,9 %
±7 % de 90 % = ±6,3 %	83,7 % a 96,3 %

Exemplo (i): Valor nominal do filtro óptico = 90 %

$$\text{Erro} = \frac{\text{Indicação} - \text{VC}}{\text{VC}} \cdot 100 \% \quad \Rightarrow \text{Erro} = \frac{86,9 - 90,1}{90,1} \cdot 100 \% \quad \Rightarrow \text{Erro} = -3,55 \%$$

Resultado: como o módulo do erro relativo é menor que 7 %, o instrumento está conforme nesta medição.

Onde:

Indicação do instrumento = 86,9 %

Valor Convencional (VC) do filtro óptico (obtido no certificado de calibração) = 90,1 %

11 CONCLUSÃO DA VERIFICAÇÃO

11.1 Emitir Certificado de Verificação, utilizando o FOR-DIMEL-023.

11.2 Deve-se apor a marca de verificação e selar o instrumento conforme previsto na Portaria de Aprovação de Modelo do mesmo.

12 MEDIDOR DE TRANSMITÂNCIA LUMINOSA REPROVADO

12.1 Neste caso, emitir Notificação de Reprovação, utilizando o FOR-DIMEL-024 ou documento com o mesmo conteúdo.

12.2 No caso de verificação subsequente ou inspeção deve-se retirar a marca da verificação anterior.

12.3 Medidores de transmitância luminosa reprovados devem ser reparados e submetidos à verificação antes de retornar ao uso.

13 HISTÓRICO DA REVISÃO

- Os subitens 7.10, 7.10.1, 9.1.4.2 e 9.1.4.3 foram revisados com o objetivo de alinhamento a terminologia;
- Foi incluído o subitem 7.9;
- O subitem 9.1.3 foi revisado para referenciá-lo, quanto a sua execução, ao subitem 8.1.1;
- O subitem 10.1 ficou com o seguinte título Verificação inicial e subsequente (no caso após reparos);
- O conteúdo do subitem 10.1.3 foi alterado;
- O subitem 10.2 ficou com o seguinte título Verificações subsequentes (no caso periódica);

	NIE-DIMEL-086	REV. 02	PÁGINA 08/08
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

- Nos subitens 10.1.4 e 10.2.2 foram acrescentados as Tabelas 1 e 2, respectivamente, e exemplos para facilitar o entendimento dos erros máximos relativos;
 - O subitem 10.2.3 foi excluído;
 - Foi incluído o subitem 10.3;
 - No item 6 foram incluídas as siglas Dimci, Diopt e RBC com suas referidas descrições;
 - Os subitens 8.2, 8.3 e 8.4 foram excluídos;
 - No item 4 foram incluídos o FOR-DIMEL-023 e 024; e
 - Incluídos os itens 11 e 12.
-