



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES,
PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL - MT

DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES -
DNIT

DIRETORIA GERAL - DG

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA - DPP

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS - IPR

Setor de Autarquias Norte/
Quadra 03 Lote A
Edifício Núcleo dos Transportes
Brasília/DF – CEP 70040-902
E-mail: ipr@dnit.gov.br
Tel. (61) 3315-4831

AGO 2016

NORMA DNIT 0XX/2016 – PRO

Medida da retrorrefletividade com uso de equipamento dinâmico – Procedimento

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR

Processo: 50607.000926/2011-13

Origem:

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na Reunião de: XX/XX/XXXX

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Retrorrefletividade, Segurança no tráfego, Sinalização horizontal, Equipamento dinâmico.

Nº Total de
páginas

6

Resumo

Este documento tem como finalidade definir o procedimento para a medida da retrorrefletividade com a utilização de equipamento dinâmico, especificando o tratamento dos dados para a aceitação do serviço.

Abstract

This document aims to define the procedure for measuring retroreflectivity using dynamic equipment, specifying the data treatment for the acceptance of the service.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Definições.....	2
4 Equipamento.....	3
5 Calibração.....	4
6 Aferição.....	4
7 Procedimentos para as medições.....	4
8 Tratamento dos dados.....	4
9 Relatório de resultados.....	5
Índice Geral.....	6

Prefácio

Esta norma foi elaborada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DPP visando definir a padronização do método para a medição da retrorrefletividade da sinalização viária horizontal utilizando equipamento dinâmico.

Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009-PRO.

1 Objetivo

O objetivo da Norma é estabelecer os procedimentos para **avaliação** da retrorrefletividade inicial e residual da sinalização viária horizontal, com o uso de equipamento dinâmico, para geometrias de 15 m e 30 m.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos (inclusive emendas).

- AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS. ASTM E2177-01: *Standard Test Method for Measuring the Coefficient of Retroreflected Luminance (RL) of Pavement markings in a Standard Condition of Wetness*. West Conshohocken, PA, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS

TÉCNICAS. NBR 16410:2015. *Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorefletividade utilizando equipamento dinâmico com geometria de 15 m ou 30 m*. Rio de Janeiro, 2015.

- c) ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACION y CERTIFICACIÓN. AENOR. UNE-EN 1436:2009. *Materiales para señalización horizontal – Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la calzada*. Madrid, 2009.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

3.1 Sinalização rodoviária horizontal

Conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicadas sobre o pavimento de uma rodovia, com finalidade básica de canalizar os fluxos de tráfego, orientando os usuários dentro de critérios preestabelecidos por normas, aumentando assim, a segurança viária.

3.2 Equipamento dinâmico para medida de retrorefletividade

É um equipamento acoplado a um veículo, utilizado para avaliação contínua das demarcações, tanto em linhas de eixo quanto em linhas de bordo, mediante a medida da retrorefletividade à velocidade conhecida.

3.3 Fluxo luminoso (θ)

É a quantidade de energia luminosa emitida por uma fonte de luz, por unidade de tempo, com intensidade de uma *candela*. Se expressa em lúmen.

3.4 Luminância (L)

É definida como a relação entre a intensidade luminosa emitida por uma superfície iluminada e a sua própria área. Se expressa em unidades de intensidade luminosa, *candela (cd)*, por unidades de área.

3.5 Iluminância (E)

É definida como o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada. Se expressa em lux.

3.6 Contraste

É o parâmetro que define a visibilidade diurna das demarcações viárias. É definido pela relação da luminância da demarcação em relação à luminância de seu ambiente, medida da posição do motorista. Este parâmetro é um indicador de como os objetos se destacam de seu fundo.

3.7 Coeficiente de Luminância Retrorefletida ou Retrorefletividade (R_L)

É o parâmetro que define a visibilidade noturna das demarcações viárias. A retrorefletividade é uma propriedade adquirida pela sinalização horizontal através da adição de microesferas de vidro, que quando adequadamente aplicadas aos materiais de demarcação viária, aumentam consideravelmente a visibilidade noturna da sinalização horizontal.

A retrorefletividade avalia a quantidade de luminosidade que retorna ao motorista, depois que a luz dos faróis atinge as marcas da via.

A unidade utilizada para medir a retrorefletividade é o Coeficiente de Luminância Retrorefletida (ou Retrorefletividade), que corresponde à razão entre a Luminância (L) de uma superfície retrorefletiva na direção da observação e a Iluminância (E) recebida sobre um plano perpendicular na direção da luz incidente, como expressado a seguir:

$$R_L = \frac{L}{E}$$

Por motivos de praticidade, a leitura dos instrumentos que medem a Retrorefletividade é expressada como:

$$R_L = \left[\frac{mcd}{lux * m^2} \right]$$

mcd = milicandela.

3.8 Ângulo de incidência (i)

Também chamado de ângulo de entrada, é o ângulo formado pelo raio de luz incidente e a perpendicular à superfície refletiva. (Ver Figura 1).

3.9 Ângulo de iluminação (m)

É o ângulo formado pelo raio de luz e a superfície refletiva. (Ver Figura 1).

3.10 Ângulo de observação (o)

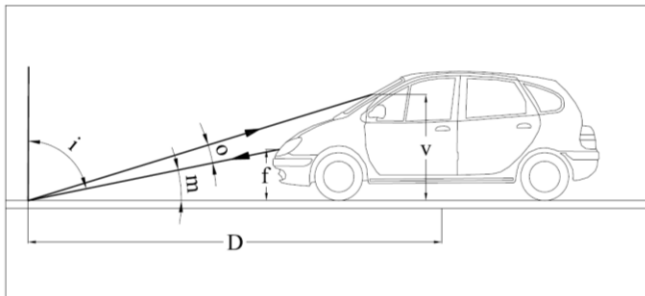
É o ângulo formado pelo eixo do raio de luz incidente e

do raio de luz refletido que chega ao olho do observador. (Ver Figura 1).

3.11 Geometria angular

A geometria angular é definida como a forma como é simulada a distância entre a localização dos faróis dos veículos (fonte luminosa), o ponto da demarcação viária que refletiu a luz proveniente dos faróis, os olhos do observador (fonte receptora) e os ângulos que entre eles se formam (Figura 1).

Figura 1 – Geometria.



A distância entre o veículo e o ponto em que é refletida a luz (Distância de visibilidade, D) é considerada variável. Para esta normativa, são utilizadas duas geometrias, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Considerações geométricas para a medida da retrorefletividade.

Geometria	D =15 m	D =30 m
Ângulo de incidência (i)	86,5°	88,76°
Ângulo de observação (o)	1,5°	1,05°
Altura dos faróis (f)	65 cm	65 cm
Altura do observador (v)	120 cm	120 cm

Os valores das medidas variam consideravelmente em função da geometria e da proporcionalidade não linear entre os equipamentos. Por tanto, não devem ser comparadas medidas efetuadas com aparelhos de geometrias diferentes.

3.12 Retrorefletividade inicial

Valor da retrorefletividade da sinalização viária horizontal avaliada até 15 dias após a aplicação na via.

3.13 Retrorefletividade residual

Valor de retrorefletividade da sinalização viária

horizontal avaliada após um determinado período de tempo, em relação a avaliação da retrorefletividade inicial.

4 Equipamento

O equipamento utilizado para a medida da retrorefletividade, sob as condições desta norma, deve conter como mínimo os seguintes elementos:

- Uma unidade de medida ou refletômetro dinâmico, que possua os sistemas mencionados a seguir:
 - Sistema de emissão que permita gerar uma superfície luminosa sobre a demarcação;
 - Sistema sensível ao fluxo luminoso, para a auscultação simultânea da demarcação e o pavimento;
 - Sistema de recepção sensível ao fluxo luminoso;
 - Sistema de aquisição e tratamento dos dados, que deve permitir a supressão de medidas realizadas fora das faixas demarcadas, resultando em medidas representativas apenas das marcas viárias.

Além destes sistemas deverá cumprir como mínimo:

- Estar calibrado conforme as instruções do fabricante;
 - Estar acoplado a um veículo e garantir que as leituras sejam realizadas com os ângulos especificados (Tabela 1) e com a repetitividade adequada;
 - Permitir o monitoramento e medição da luminosidade ambiente;
- Veículo de transporte, ao qual é acoplado o retrorefletômetro. Este veículo deve:
 - Permitir ao operador, manter, com precisão, o alinhamento do aparelho sobre a faixa de demarcação;
 - Contar com um sistema de posicionamento que permita a localização do ponto de medida;
 - Estar equipado com sinais luminosos que garantam a segurança durante a operação de tomada de leituras.

5 Calibração

O procedimento de calibração deve constar no manual do fabricante do equipamento de modo que seja efetuado segundo estas orientações.

Recomenda-se que a calibração seja efetuada a cada doze meses ou cada vez que sejam realizados reparos mecânicos ou eletrônicos no equipamento.

6 Aferição

O procedimento de aferição consiste na verificação da repetitividade das leituras.

O equipamento, antes de cada serviço deverá realizar 10 medições em um segmento teste de 1 km, interpolando as leituras a cada 100m, sendo que a variação ou distorção não pode ultrapassar 20%.

Para a aferição deverá se representar a geometria com a qual será realizada a leitura pelo equipamento.

O processo deverá permitir avaliar e regular a inclinação do equipamento, acoplado na lateral do carro, verificando-se os ângulos de leitura.

Para a aferição do equipamento é importante verificar no manual o número de passageiros que podem permanecer no veículo durante as leituras.

7 Procedimento para as medições

Para a execução deste serviço deve ser implantada a adequada sinalização, visando a segurança do tráfego no segmento rodoviário.

Antes de realizar os trabalhos deve ser verificada a calibração e aferição do equipamento, como mencionado nos itens 5 e 6 desta Norma.

As leituras serão realizadas como segue:

- Posicionar o equipamento no sentido da linha de fluxo de tráfego e sobre a linha de sinalização que será avaliada. Considerar que o início das leituras deve ser realizado quando a velocidade for constante, já que na arrancada o veículo levanta sua frente, mudando o ângulo da luz emitida. Portanto, deve se posicionar o veículo com distância anterior suficiente para garantir a uniformidade da velocidade e da leitura.
- A velocidade do veículo deverá ser controlada para que este se desloque entre 60 e no máximo 100 km/h, preferentemente, mantendo-a constante durante as leituras.
- Realizar as medidas de retrorrefletividade em toda a

extensão da faixa, com distância entre pontos de leitura entre 20 e 50 cm no máximo. A distância efetiva deverá ser especificada no relatório de resultados.

- Em caso de se apresentar condições que comprometam a visibilidade (chuva, poeira, sujeira, etc.), deverá ser suspensa a tomada de leituras.
- As leituras deverão ser feitas sobre todas as linhas de demarcação do trecho, nos sentidos de fluxo de tráfego. Os resultados deverão ser apresentados para cada sentido avaliado.
- Para linhas de demarcação de separação de fluxo, estas deverão ser avaliadas nos dois sentidos, reportando este evento.

8 Tratamento dos dados

Os resultados das leituras deverão ser organizados em planilhas, nas quais deverão ser apresentadas as leituras dos trechos em diagrama linear, por faixa de tráfego, com reporte da média das leituras a cada 100 m (\overline{R}_L).

A avaliação será feita para cada faixa longitudinal, em trecho de 10 km, onde deverão ser excluídos os valores máximo e mínimo de \overline{R}_L , para então se efetuar o cálculo da média (\bar{x}) e desvio padrão (s) da retrorrefletividade trecho.

Sendo:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - X)^2}{n - 1}}$$

Onde: x_i – valores individuais de \overline{R}_L

X – média da população

s – desvio padrão

$X - s < \text{valor mínimo admitido} \rightarrow \text{não-aceito}$;

$X - s \geq \text{valor mínimo admitido} \rightarrow \text{aceito}$.

O valor máximo admitido para o desvio padrão é de 20%. Serão considerados aceitos os resultados que apresentarem valores mínimos em conformidade com o estabelecido na Instrução de Serviço N° 04, de 12 de fevereiro de 2016, que dá publicidade ao Manual do Programa Nacional de segurança e Sinalização Rodoviária – BR-Legal.

9 Relatório de resultados

O relatório das medições deve conter como mínimo os seguintes itens:

- a) Identificação do trecho avaliado, detalhando o tipo de superfície de pavimento;
- b) Descrição do tipo de linhas avaliadas (especificando a continuidade, a cor e a localização);
- c) Data ou período da execução da demarcação das linhas;
- d) Data da medição (tanto para a retrorrefletividade inicial, quanto para a residual);
- e) Descrição do equipamento, incluindo os resultados

da última calibração e da última aferição;

- f) Diagrama linear, por faixa de tráfego, com reporte da média das leituras a cada 100 m ((R_L));
- g) Resultados da avaliação dividido em trechos de 10 km, devidamente identificados (km inicial e km final);
- h) Incidências ou eventos especiais, reporte da temperatura e das condições de umidade;
- i) Reporte das condições de limpeza da superfície avaliada.

_____ /Índice geral

Índice geral

Abstract	.....1	Índice geral	..... 6
Aferição	7.....4	Luminância	3.4..... 2
Ângulo de iluminação	3.9.....2	Objetivo	1..... 1
Ângulo de incidência	3.8.....2	Prefácio	..... 1
Ângulo de observação	3.10.....2	Procedimento de ensaio	8..... 4
Aplicabilidade	4.....3	Referências normativas	2..... 1
Calibração	6.....4	Relatório de resultados	10..... 5
Coefficiente de Luminância Retrorrefletida Ou Retrorrefletividade	3.7.....2	Resumo	..... 1
Contraste	3.6.....2	Retrorrefletividade inicial	3.12..... 3
Definições	3.....2	Retrorrefletividade residual	3.13..... 3
Equipamento	5.....3	Sinalização rodoviária horizontal	3.1..... 2
Equipamento dinâmico para medida da retrorrefletividade	3.2.....2	Sumário	..... 1
Figura 1 – Geometria	.....3	Tabela 1 - Considerações geométricas para a medida da retrorrefletividade	..... 3
Fluxo luminoso	3.3.....2	Tabela 2 – Aceitação do serviço em função das leituras médias do trecho..... 5	..... 5
Geometria angular	3.11.....3	Tratamento dos dados	9..... 4
Iluminância	3.5.....2		