

# Comparativo dos métodos de medição de retrorefletividade com geometrias de 15m e 30m

*Helio Antonio Moreira*

---

## **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo avaliar e comparar os métodos utilizados nas medições de retrorefletividade realizadas na sinalização horizontal das rodovias BR-316 (pista simples – sentido duplo), no estado do Maranhão, e BR-116 (sentido único), entre São Paulo e Rio de Janeiro, usando equipamento retrorefletômetro que mede ambas as geometrias de 15 m e 30 m.

## **Introdução**

No Brasil, os gastos gerados pelos acidentes de trânsito custam 3% do PIB ao país. Para que este número seja reduzido, é imprescindível investir fortemente na conservação da sinalização de trânsito, pois para dirigir com segurança é necessário que haja sinalizações viárias visíveis e de fácil compreensão, principalmente à noite, quando a visibilidade se torna reduzida, e também em áreas com condições climáticas adversas (neblina, chuva, granizo, etc.). Devemos considerar que os usuários das vias recebem muitas informações durante o seu trajeto e que eles selecionam as que são mais úteis para uma direção segura, porém a quantidade e a qualidade da sinalização dependem diretamente da sua conspicuidade e das propriedades retrorefletivas dos materiais.

A sinalização horizontal é uma das principais ferramentas do engenheiro de tráfego, visto que ela acompanha o motorista durante todo o seu percurso na via, transmitindo a ele informações e orientando-o sobre as condições adequadas para uma mobilidade com segurança.

A retroreflexão é um dos elementos mais importantes para avaliar a qualidade da demarcação horizontal quanto a sua visibilidade diurna ou noturna. Usando os mais recentes métodos e procedimentos de avaliação da sinalização horizontal, podemos alcançar níveis de qualidade elevados e constantes, garantindo a melhora da segurança nas rodovias.

## **Materiais**

Os materiais utilizados na sinalização horizontal são as tintas, termoplásticos, plástico a frio e películas pré-fabricadas; basicamente todos eles são constituídos por um ligante (resinas), pigmentos e cargas. Os

ligantes são os responsáveis pela aderência dos materiais ao pavimento e a durabilidade; os pigmentos conferem a cor e dão a opacidade contribuindo com a retrorrefletividade, e as cargas contribuem com o enchimento e a espessura dos materiais.

Para que a sinalização seja retrorrefletiva é necessário que haja a adição de microesferas de vidro adicionadas durante a aplicação, pois a retrorrefletividade, que é a capacidade que a sinalização tem de devolver os raios de luz emitidos pelos faróis dos veículos aos olhos do motorista, é importante para a performance da sinalização horizontal à noite nas rodovias, além de ser essencial para um fluxo de tráfego eficiente e seguro.

O Volume IV - Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, determina que a Sinalização Horizontal seja retrorrefletiva. Essa propriedade depende de alguns fatores, tais como a natureza do vidro, o índice de refração das microesferas, a relação da granulometria das microesferas em função do material aplicado, a forma de aplicação e a quantidade a serem utilizadas. Os referidos fatores garantem a qualidade da visibilidade da sinalização executada, porém é preciso que as microesferas estejam com 60% do seu diâmetro ancorado no material onde estão sendo aplicadas para se ter uma melhor performance durante sua vida útil.

### **Normalização**

A Sociedade Americana para Testes de Materiais (ASTM) possui três normas para medir a retrorrefletividade da sinalização horizontal: **ASTM E1710** Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer; **ASTM D7585** Standard Practice for Evaluating Retroreflective Pavement Markings Using Portable Hand-Operated Instruments, usado em condições de pista seca, e **ASTM E2176** Standard Test Method for Measuring the Coefficient of Retroreflected Luminance ( $R_L$ ) of Pavement Markings in a Standard Condition of Continuous Wetting usado em condições de pista molhada.

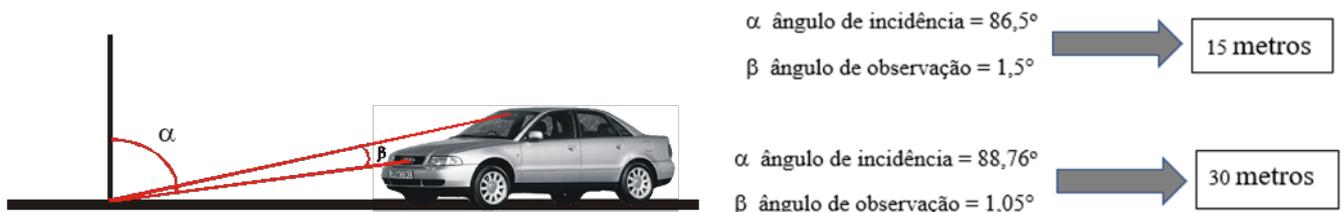
O Comitê Europeu de Normalização (CEN) utiliza a **EN 1436** Road marking materials - Road marking performance for road users and test methods para medir a visibilidade diurna ( $Q_d$ ) e a visibilidade noturna ( $R_L$ ). A visibilidade diurna ( $Q_d$ ) medida pelo retrorrefletômetro quantifica a luz do dia refletida na sinalização, enquanto a visibilidade noturna ( $R_L$ ), ou seja, retrorrefletividade, quantifica a reflexão da sinalização sob a luz emitida pelo farol do veículo.

Já no Brasil, existem as normas da ABNT **NBR 16410** Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento dinâmico com geometria de 15 m ou 30 m, **NBR 16307** Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 30 m e a **NBR 14723** Sinalização horizontal viária - Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 15 m.

As normas ASTM e da Comissão Europeia de Normalização (CEN) estabelecem os valores utilizando os instrumentos com geometria de medição para uma distância de 30 m, simulando a altura de 65 cm do

pavimento para posicionamento dos faróis e de 120 cm para o posicionamento dos olhos do motorista, com ângulo de incidência  $1,05^\circ$  e ângulo de observação de  $88,76^\circ$ . Nos países da Europa, EUA, Argentina, Uruguai, Chile e Peru já estão adotando como padrão os valores obtidos com equipamentos de 30 m para aumentar a segurança dos usuários das rodovias.

Apesar de possuímos normas semelhantes às americanas e europeias, no Brasil os valores estabelecidos como obrigatórios referem-se à geometria de 15 m, ou seja, com ângulo de incidência  $1,5^\circ$  e ângulo de observação de  $86,5^\circ$ .



## Metodologia

Em função da geometria, os valores das medidas encontradas variam consideravelmente, portanto não podemos comparar as medidas efetuadas com aparelhos de geometria diferente.

Para comprovar a variação das medidas entre a geometria de 15 m e a de 30 m, realizamos medições com um equipamento que atende ambas as normas ABNT **NBR 16307** Sinalização horizontal viária - Avaliação da retrorefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 30 m e **NBR 14723** Sinalização horizontal viária - Avaliação da retrorefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 15 m. Somos conscientes de que outros fatores como qualidade e tipo do pavimento, material utilizado e o segmento homogêneo influenciam nos resultados.

Nos trechos de rodovia onde as medidas foram efetuadas, o material aplicado na sinalização horizontal foi tinta à base de água, em conformidade com a norma ABNT **NBR 13699** Sinalização horizontal viária - Tinta à base de resina acrílica emulsão em água, e microesferas do tipo II que atendem à norma ABNT **NBR 16184** Sinalização horizontal viária — Esferas e microesferas de vidro — Requisitos e métodos de ensaio. Neste trabalho não consideramos o tipo de pavimento e nem os segmentos homogêneos, mas as medidas foram realizadas com equipamento modelo Easylux Horizontal Classic, com duplo sistema óptico que permite realizar medidas simultâneas nas geometrias de 15 m e 30 m, ou seja, sem a mudança do local do equipamento na faixa.

Os testes foram realizados em trechos das rodovias, identificados como km nas tabelas abaixo. Em cada trecho foi eleita uma estação de medição e realizadas dez medições em ambas as geometrias. O valor da retrorefletância nas geometrias de 15 m e 30 m foram obtidos através da média dos resultados,

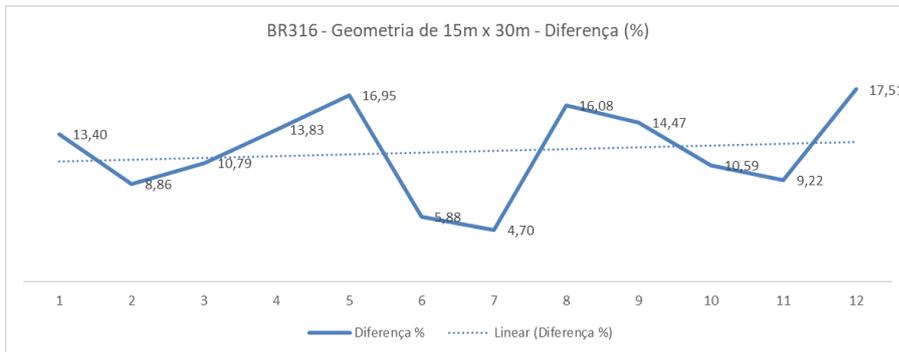
descontando-se os valores máximo e mínimo. Também foi calculada a diferença entre os valores de retrorrefletância obtidos nas geometrias de 15 m e 30 m.

Na BR-316, rodovia com duplo sentido, as faixas medidas eram de cor branca para os bordos e amarela para eixo, já a BR-116, rodovia com sentido único, as faixas eram de cor branca.

## Resultados

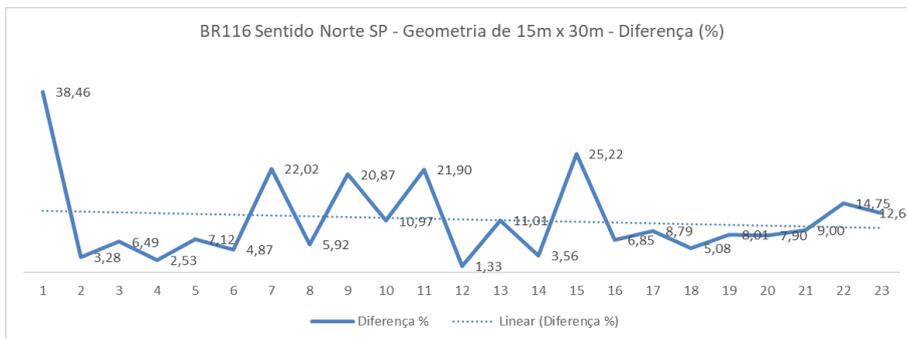
### Resultados retrorrefletividade - Geometrias de 15 m e 30 m

#### BR-316 | Maranhão



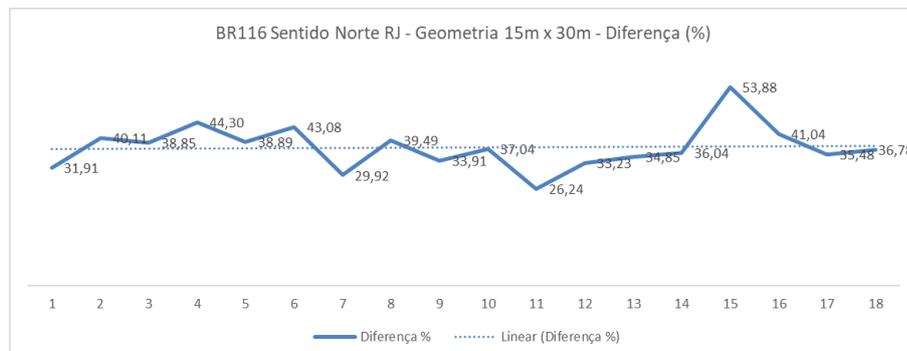
km	Cor	Faixa	Retrorrefletância (mcd.lx <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )		Diferença %
			15m	30m	
322	branca	B.E	350	303	13,40
		Ex 1	261	238	8,86
		Ex 2	265	237	10,79
325	branca	B.D	363	313	13,83
		B.E	371	308	16,95
		Ex 1	264	248	5,88
328	branca	Ex 2	266	254	4,70
		B.D	358	300	16,08
		B.E	361	309	14,47
	amarelo	Ex 1	268	240	10,59
		Ex 2	260	236	9,22
		B.D	366	302	17,51

#### BR-116 | Sentido Norte SP



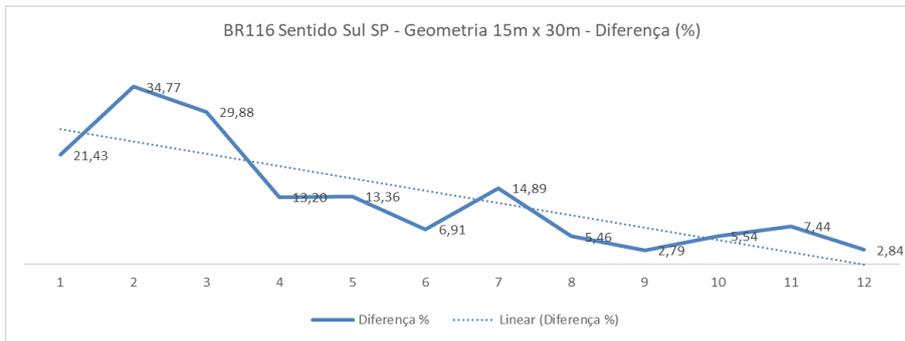
km	Pista	Faixa	Retrorrefletância (mcd.lx <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )		Diferença %
			15m	30m	
143+200	NORTE SP	B.D	403	248	38,46
		Ex	396	383	3,28
		B.E	493	461	6,49
156+050	NORTE SP	B.D	395	385	2,53
		B.D.S	425	395	7,12
		Ex	396	376	4,87
157+050	NORTE SP	B.E	437	341	22,02
		B.D	344	324	5,92
		B.D.S	463	366	20,87
155+050	NORTE SP	Ex	543	484	10,97
		B.E	597	466	21,90
		B.D	479	473	1,33
154+050	NORTE SP	Ex 2	498	444	11,04
		Ex 1	425	409	3,56
		B.E	428	320	25,22
153+050	NORTE SP	B.D	523	488	6,85
		B.D.S	552	504	8,79
		Ex	406	386	5,08
	B.E	Ex	429	395	8,01
		B.D	383	353	7,90
		Ex 2	421	383	9,00
	B.E	Ex 1	415	354	14,75
		B.E	414	362	12,68

#### BR-116 | Sentido Norte RJ



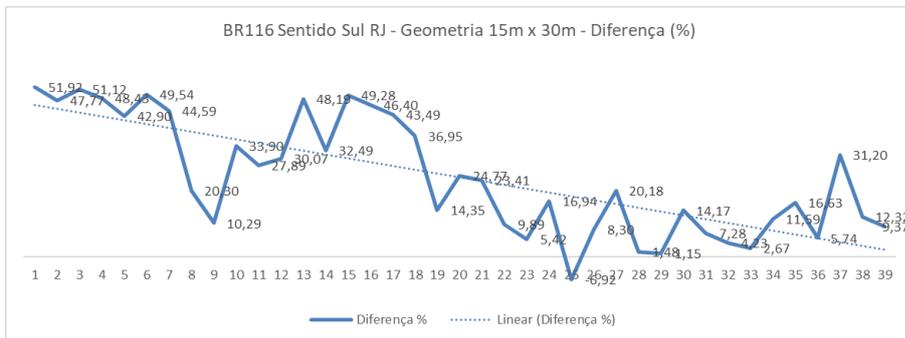
km	Pista	Faixa	Retrorrefletância (mcd.lx <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )		Diferença %
			15m	30m	
322+500	NORTE RJ	B.D	484	330	31,91
		Ex	527	316	40,11
		B.E	488	298	38,85
321+600	NORTE RJ	B.D	514	286	44,30
		Ex	469	287	38,89
		B.E	388	221	43,08
261+600	NORTE RJ	B.D	473	332	29,92
		Ex	626	379	39,49
		B.E	609	403	33,91
260+600	NORTE RJ	B.D	616	388	37,04
		Ex	510	376	26,24
		B.E	280	187	33,23
320+450	NORTE RJ	B.D	631	411	34,85
		Ex	479	307	36,04
		B.E	467	216	53,88
318+300	NORTE RJ	B.D	475	280	41,04
		Ex	525	339	35,48
		B.E	324	205	36,78

## BR-116 | Sentido Sul SP



km	Pista	Faixa	Retrorefletância (mcd.lx <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )		Diferença %
			15m	30m	
144+100	SUL SP	B.D	364	286	21,43
		Ex	535	349	34,77
		B.E	512	359	29,88
44+050	SUL SP	B.D	515	447	13,20
		Ex	494	428	13,36
		B.E	362	337	6,91
218+050	MARG. SUL SP	B.D	511	435	14,89
		Ex	519	491	5,46
		B.E	493	479	2,79
219+050	MARG. SUL SP	B.D	454	429	5,54
		Ex	534	494	7,44
		B.E	520	505	2,84

## BR-116 | Sentido Sul RJ

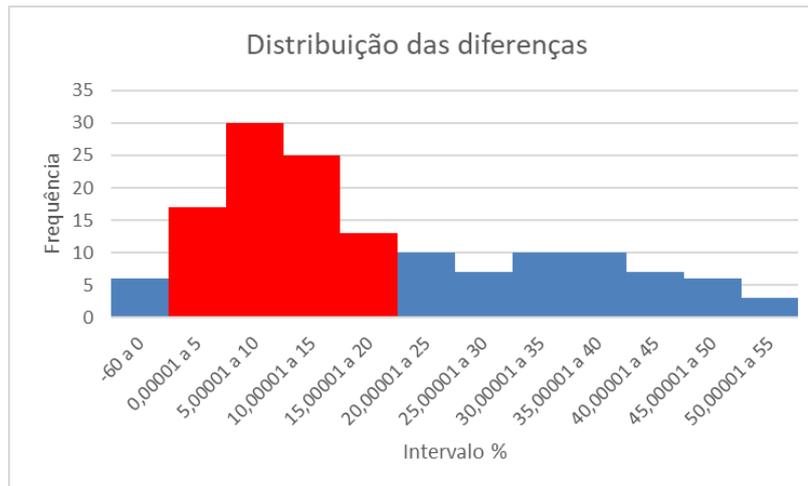


km	Pista	Faixa	Retrorefletância (mcd.lx <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )		Diferença %
			15m	30m	
252+500	SUL RJ	B.D	403	194	51,92
		Ex	546	285	47,77
		B.E	345	169	51,12
245+600	SUL RJ	B.D	431	222	48,45
		Ex	559	319	42,90
		B.E	395	199	49,54
309+600	SUL RJ	B.D	547	303	44,59
		Ex	446	355	20,30
		B.E	341	306	10,29
310+450	SUL RJ	B.D	528	349	33,90
		Ex	522	376	27,89
		B.E	286	200	30,07
250+500	SUL RJ	B.D	565	293	48,10
		Ex	580	392	32,49
		B.E	416	211	49,28
319+450	SUL RJ	B.D	581	312	46,40
		Ex	534	302	43,49
		B.E	296	187	36,95
264+300	SUL RJ	B.D	554	475	14,35
		Ex	552	415	24,77
		B.E	406	311	23,41
265+700	SUL RJ	B.D	451	406	9,89
		Ex	554	524	5,42
		B.E	308	256	16,94
307+500	SUL RJ	B.D	464	496	-6,92
		Ex	428	392	8,30
		B.E	481	384	20,18
308+650	SUL RJ	B.D	473	466	1,48
		Ex	359	355	1,15
		B.E	437	375	14,17
291+600	SUL RJ	B.D	520	483	7,28
		Ex	494	473	4,23
		B.E	300	292	2,67
312+600	SUL RJ	B.D	477	422	11,59
		Ex	556	464	16,63
		B.E	395	372	5,74
251+600	SUL RJ	B.D	448	308	31,20
		Ex	491	431	12,32
		B.E	350	317	9,37

\*Abreviações: B.E (Bordo Esquerdo); Ex (Eixo) e B.D (Bordo Direito).

### Conclusão

Após análise dos resultados, percebemos que em 98,90% dos valores de retrorefletividade a geometria de 15 m apresenta valores superiores a de 30 m, porém o cálculo da diferença entre elas não mostra uma linearidade como podemos observar nos gráficos acima, ficando impossibilitada a criação de uma correlação entre as geometrias. No gráfico de distribuição abaixo podemos verificar que a maior concentração das diferenças encontra-se entre 0 e 20%.



### **Agradecimentos**

Ao Ulysses Carraro do ABNT/CB-016 pelo incentivo e apoio na elaboração deste trabalho.

Ao Douglas Vieira, Gilberto Andrade e Omair Zanatta da Sinalisa pelas medições realizadas.

Ao Fábio Landim e Heverton Moreira da Indutil pela complementação e revisão do texto.

### **Bibliografia**

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume IV - Sinalização Horizontal. Contran/Denatran – 2007.

MOREIRA, Helio; MENEGON, Roberto. Sinalização Horizontal. São Paulo, 2003.

ASTM INTERNATIONAL - Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN - Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer (ASTM E1710).

ASTM INTERNATIONAL - Standard Practice for Evaluating Retroreflective Pavement Markings Using Portable Hand-Operated Instruments (ASTM D7585).

ASTM INTERNATIONAL – Standard Test Method for Measuring the Coefficient of Retroreflected Luminance (RL) of Pavement Markings in a Standard Condition of Continuous Wetting (ASTM E2176).

EUROPEAN STANDARDS - Road marking materials - Road marking performance for road users and test methods (EN 1436).

ABNT, Sinalização horizontal viária - Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento dinâmico com geometria de 15 m ou 30 m (NBR 16410).

ABNT, Sinalização horizontal viária - Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 30 m (NBR 16307).

ABNT, Sinalização horizontal viária - Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 15 m (NBR 14723).

ABNT, Sinalização horizontal viária - Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água (NBR-13699).

ABNT, Sinalização horizontal viária - Esferas e microesferas de vidro — Requisitos e métodos de ensaio (NBR 16184).