

Vivemos em um país completamente interligado por **rodovias e auto-estradas**, repleto de novos planejamentos governamentais para infra-estrutura e de novas concessões, segundo os últimos dados resumidos do SNV-DNIT (2014-15), o Brasil possui 1,7 milhão de km em estradas, no entanto 80,3% não são pavimentadas, apenas 12,1% pavimentadas e 7,6% em planejamentos, aliado a isso tem ainda a crescente da frota automotiva, o fluxo intenso de cargas com caminhões com capacidades cada vez maiores responsáveis pelo escoamento de 58% do volume nacional de cargas e a popularização do transporte aéreo, exigindo estruturas mais pulverizadas, bem como a dinamização das cidades e das moradias.

Os novos projetos e a conservação da **sinalização horizontal viária** norteiam esse desenvolvimento, e em face disso temos de pensar em três pontos importantes que complementam o entendimento da sinalização horizontal: **a qualidade, a segurança e o impacto ambiental**.

O processo de sinalização horizontal viária é muito amplo e engloba uma série de etapas com pessoal, equipamentos especializados e de materiais, no tocante aos principais materiais utilizados em conservação e pintura viária temos as **microesferas de vidro**, obrigatórias para proporcionar melhor visibilidade noturna e tema central deste guia.

As microesferas de vidro são essenciais dentro de um projeto de demarcação viária, chamadas assim pela característica técnica vigente segundo **NBR 16184/2021**, classificadas pela receita federal do Brasil dentro da Tarifa Externa Comum - TEC com o código **7018.20.00**.

A **Sferolux** é hoje uma das principais marcas no mercado de microesferas de vidro para sinalização horizontal, atendendo desde pequenas obras a grandes concessionárias espalhadas pelo país e no exterior. Reconhecida pela qualidade técnica e atestada por importantes laboratórios nacionais.

A preocupação da marca estende-se ainda para a **disseminação do conhecimento** em virtude da relevância e abrangência do tema de conservação viária, e ainda para que possa atingir tanto o **setor público como o privado** em seus diferentes níveis. Este **guia** vem ao encontro dessa questão e procura tornar um assunto puramente técnico em algo mais acessível, de **apoio teórico-prático** e com uma **linguagem flexível**.

Desejamos que este guia amplie seus conhecimentos acerca das **microesferas de vidro e da demarcação viária horizontal**, bem como servir de uma **fonte segura de informação e facilitando as decisões de compra** de determinados produtos deste segmento.

Uma boa leitura!

Equipe Sferolux

O que são microesferas de vidro para sinalização?

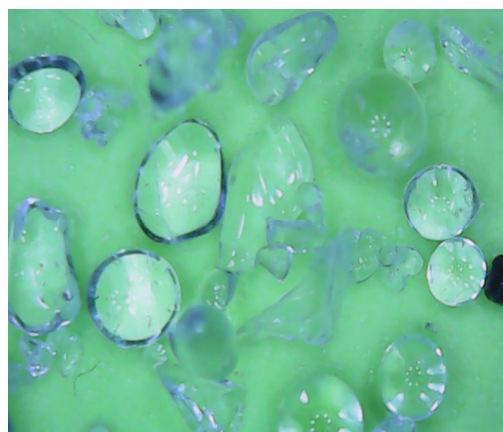
Microesferas de vidro são por definição e de acordo com a ABNT NBR vigente 16184/13, aquelas com diâmetro igual ou inferior a 1000 µm (microns), ou seja, diâmetro igual ou inferior a 1mm (milímetro). Tudo que exceder esta medida é chamada de esfera.

A classificação legal determinada pela Receita Federal dentro da TEC exclusiva para as microesferas é a 7018.20.00. Apesar de existirem esferas para sinalização, quando tratamos de demarcação horizontal viária o uso de microesferas é muito mais expressivo e relevante.

É importante destacar também que as microesferas para sinalização devem possuir esfericidade mínima de 80%, devem ser limpas, claras, isentas de matérias estranhas, incolores e redondas. Veja abaixo duas fotos microscópicas quem bem representam estas características. Atendem ainda um limite máximo aceitável previsto em norma para sua aparência e defeitos, bem como seu índice mínimo de refração e resistências a algumas soluções químicas.



Ampliação 400x tipo IIC – Sferolux



Ampliação 400x tipo IIC – outra marca

Todos estes requisitos devem constar obrigatoriamente em laudos emitidos por instituições nacionais reconhecidas, e isentas de intervenções da fabricante ou distribuidora na seleção da amostra a ser analisada. São três os laboratórios mais conhecidos no mercado, TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná, IMT – Instituto Mauá de Tecnologia e LENCO – Centro de Controle Tecnológico.

Quais os tipos de microesferas no mercado?

Para facilitar a compreensão, as principais microesferas de vidro para sinalização podem ser classificadas em dois grupos:

As de tipo I

Incorporadas às massas termoplásticas na sua fabricação ou previamente misturadas às bases frias de tintas diversas antes de sua real aplicação, ou seja, podemos dizer que são pré-misturas. Existem, portanto a tipo IA e a tipo IB, esta última visualmente muito fina, lembrando grânulos de areia de praia. O uso de qualquer microesfera tipo I irá gerar retrorrefletividade somente após o desgaste da película superficial da pintura.

As de tipo II

Todas aplicadas por aspersão, concomitante com a tinta ou termoplástico aspergido ou extrudados, as fazendo aderir na superfície da película aplicada, permitindo que a retrorrefletividade seja imediata. Existem, portanto as de tipo IIA, IIC, IIB, IID e IIE. São visivelmente mais grossas que as de tipo I, porém com a mesma característica de diâmetro igual ou inferior a 1 mm.

As de tipo IIA e IIB devem possuir tratamento para fluidez, o que permite que fluam livremente na aspersão para uma aplicação uniforme, evitando a formação de grânulos, o tratamento é um processo industrial de cobertura com silicones. As de tipo IIC, IID e IIE devem possuir tratamento para aderência, o que facilitará sua ancoragem às películas para gerar retrorrefletividade apropriada, este tratamento se dá geralmente pelo gotejamento de silanos.

As esferas de vidro são apenas classificadas nos tipos III, IV, V, VI e VII.

Vide abaixo a tabela granulométrica extraída da NBR vigente para melhor entendimento:

Peneiras (conforme ABNT NBR NM-ISO 2395, ABNT NBR NM-ISO 3310-1 e ABNT NBR NM-ISO 3310-2)		% Passando										
Número	Abertura µm	Tipo I		Tipo II				Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Tipo VI	Tipo VII
		A	B	A	B	C	D					
6	3350										100	
8	2360									100	95-100	
10	2000								100	95-100	80-95	
12	1700							100	95-100	80-95	10 a 40	
14	1400							95-100	80-95	10 a 40	0-5	
16	1180							80-95	10 a 40	0-5	0-2	100
18	1000			100		100	100	10 a 40	0-5	0-2		
20	850	100		98-100	100	90-100	95-100	0-5	0-2			95-100
25	710							0-2				
30	600	90-100		75-95		10 a 30	85-100					55-75
40	425					90-100						15-35
50	300	18-35	100	9 a 35		0-5	0-10					0-5
70	212		85-100			0-10	0					
80	180			0-5								
100	150	0-10	15-55			0-5						
140	106											
200	75	0-2										
230	63		0-10									

Tabela granulométrica microesferas ABNT NBR 16.184/13

Dicas de aplicação

Para manter a objetividade e linguagem simples deste guia, optamos por criar um item estritamente prático, fundamentado em relatos de especialistas na aplicação e fabricação nacional de tintas e termoplásticos para demarcação viária horizontal, vinculado as diretrizes estabelecidas pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Vol. IV de sinalização horizontal – DENATRAN (2007) atualmente em revisão, e pelos Manuais técnicos de sinalização horizontal do Departamento de Estradas e Rodagens DER-SP (2006).

Cabe ressaltar que algumas dicas aqui apresentadas não podem ser consideradas como fórmulas obrigatórias, prontas e imutáveis, mas um viés de entendimento prático destes especialistas para estudiosos, compradores e aplicadores nesse mercado.

De qualquer modo, a Sferolux ratifica a importância de se cumprir a risca os princípios da sinalização horizontal estabelecidos pelos órgãos competentes e pela equipe de engenharia responsável de cada obra:

Formas de aplicação

Como vimos as microesferas de tipo I devem ser exclusivamente aplicadas ou incorporadas às tintas e massas antes da aplicação sejam no processo produtivo no caso das termoplásticas para IA, ou diretamente no balde de tinta no caso do tipo IB – nestes dois casos não haverá aspersão.

Paras as microesferas tipo II, deverão ser aspergidas. A aspersão pode ser manual, jogam-se punhados de microesferas sobre a tinta ou na massa ainda fresca, por gravidade, as microesferas caem livremente pela ação gravitacional no carrinho semeador ou sob pressão do bico do equipamento aplicador.

O processo por aspersão pode ainda ser mono, quando cai apenas um tipo de microesfera ou duplo, quando caem duas vezes a mesma ou distinta granulometria de microesferas, ou seja, é muito comum se fazer a dupla aspersão com IIA e IIC, onde a primeira IIA cai e na seqüência imediata a IIC cai e já ancora sobre a IIA e adere à superfície da tinta ou massa. Existe atualmente uma tendência de mercado em se fazer dupla aspersão apenas com a de tipo IIA, apesar de mais fina que a IIC, possui maior resistência ao desgaste, garantindo retrorrefletividade mais duradoura.

Alguns critérios a serem considerados quando da escolha do tipo de microesfera denominada “II”:

TIPO - IIA

- 1) Mais fina que a de tipo IIC em pelo menos 5% a partir da segunda peneira
- 2) Permite concentração máxima de partículas ovóides de 30%
- 3) Permite concentração máxima de impurezas de 3%

- 4) Fixação adequada em camadas mais superficiais de tinta ou provisórias
- 5) Combinada com a IIC aumenta a resistência e facilita a ancoragem
- 6) Retrorrefletividade inicial média – maior durabilidade e resistência ao desgaste

TIPO - IIC

- 1) IIC de característica mais grossa que a IIA, em ~5 % a partir da segunda peneira
- 2) Retrorrefletividade aumentada em função de granulometria maior
- 3) Permite concentração máxima de partículas ovóides de 10%
- 4) Permite concentração máxima de impurezas de 1%
- 5) Retrorrefletividade inicial alta
- 6) Baixa resistência ao desgaste

Razões e Proporções

Via de regra, muitos editais, manuais técnicos ou memoriais de obra indicam as razões e proporções a serem usadas de cada tipo de microesfera em determinado projeto, contudo na prática temos que para as microesferas de aspersão usa-se em média 400 gramas/m² independente do tipo de tinta, e deve-se ainda considerar se em faixa contínua ou intercalada, no bordo ou eixo.

A tabela abaixo exemplifica melhor o tipo de tinta ou massa e as razões a serem usadas de cada microesfera:

Tipo tinta/ massa	Espessura mín. seca	Tipo microesfera	Razão mín. microesfera
Termoplástico aspersão (hot-spray)	1,5mm	IIA ou IIC	400 g/m ²
Termoplástico extrudado	2,5mm	IIA ou IIC	400 g/m ²
Resina vinílica ou acrílica	0,5mm	IIC IB	350 g/m ² 200 g/l (misturada à tinta)
Acrílica à base de água	0,6mm	IIC IB	350 g/m ² 200 g/l (misturada à tinta)
Pouco tráfego/ provisória	0,4mm	IIA IB	350 g/m ² 200 g/l (misturada à tinta)

Tabela das razões para o uso de microesferas

Alguns manuais sugerem ainda que sempre se dilua a microesfera IA às tintas, contudo não existe indicativo de comprometimento de pintura caso este procedimento não seja seguido. Nota-se ainda que o mercado atual esta cada vez mais substituindo o uso de microesferas IIC por IIA, aplicando inclusive na dupla aspersão apenas com IIA, isso ocorre provavelmente pela maior durabilidade, vida útil, retrorrefletividade aumentada e preço mais competitivo.

Na linha de dupla aspersão, quando há a combinação das microesferas IIA e IIC, muitas empresas optam por utilizar a proporção 70/30 em tintas frias com base d'água e resinas, ou 60/40 nas termoplásticas, ou seja, do total a se usar de microesferas 70% será de IIA e 30% será de IIC, ou no segundo exemplo, 60% de IIA e 40% de IIC. Na aspersão deve-se ainda considerar uma perda de material de aproximadamente 5%.

Já a prática na microesfera tipo IB é de se misturar em bases frias antes da aplicação, 75 kg de microesfera a cada 20 baldes de tinta de 18L cada, sendo assim, 75 kg para cada 360L – ou 200g/l de tinta.

Intempéries

São inúmeras as intempéries que devem ser avaliadas e verificadas no pré análise, durante e pós aplicação com microesferas de vidro, e ou na medição de retrorrefletividade. Destacamos:

Pré Análise

- natureza do projeto – provisório ou permanente
- qualidade e tipo de tinta, massa e ou base a ser utilizada
- qualidade e tipo de microesferas – com tratamento e base a ser aplicada
- funcionamento e adequação do equipamento para aplicação

- experiência e técnica do aplicador e do puxador
- proporcionalidade de materiais a serem aplicados
- frequência de manutenção da obra
- condições climáticas em dias anteriores e durante a aplicação
- índice de umidade
- temperatura asfáltica
- se obra for de superposição ou de pintura nova
- limpeza da superfície, isenta de água, graxas, óleos ou qualquer outro material
- qualidade e vida útil do asfalto
- tempo de cura dos concretos ou asfaltos novos
- volume e classificação do tráfego no trecho (VDM)
- sentido do tráfego e desenho completo da pista e sinuosidade

Durante

- monitoramento de condições climáticas
- manutenção de índices de umidade e temperatura ideais de aplicação
- manutenção da qualidade do trecho asfáltico
- manutenção e qualidade técnica do aplicador e puxador ao longo do trecho
- tempo de secagem esperado
- monitoramento de proporção de ancoragem
- sentido da medição de retrorrefletividade
- medição inicial de 7-15 dias
- índice de entrada de luminosidade no aparelho medidor

Pós Aplicação

- medições residuais após 30-60-90 dias
- volume e classificação do tráfego no trecho (VDM)
- condições climáticas nos períodos de medições residuais

Nota-se pelas características acima apresentadas que a eficiência da aplicação das microesferas está diretamente ligada aos agentes externos, deve-se, portanto prestar muita atenção às intempéries durante todo o plano de pintura e conservação da demarcação viária.

Os quatro itens abaixo merecem atenção especial dentro deste capítulo:

1 - Cura asfáltica

A demarcação viária deve respeitar obrigatoriamente o tempo de cura asfáltica ou de concretos novos. O manual DENATRAÑ (2007) destaca que o período de cura do revestimento, seja asfáltico ou de concreto deverá ser respeitado para que se proceda com a aplicação e manutenção da sinalização, e que caso não seja possível aguardar, a sinalização poderá ser feita com material temporário, usando tinta de durabilidade reduzida.

O que pode ocorrer caso a cura ainda estiver acontecendo e as emulsões asfálticas reagindo, é o amarelamento esparso ou total na pintura e nas microesferas. Vide abaixo foto exemplo:



Amarelamento X cura asfáltica

Os técnicos em pintura possuem o mesmo discurso quanto ao tema, o Sr. Túlio da Supervia MG e o Sr. Ulisses da Sinalmat MT, informam que *há fortes indícios de cura asfáltica precoce quando do amarelamento das microesferas, e que a cura às vezes não depende só do tempo, mas do tipo de emulsões e massas asfálticas usadas.*

Os técnicos informaram também que por convenção se espera pelo menos 30-45 dias para que se iniciem os trabalhos de demarcação, contudo sabe-se que muitas vezes pela urgência em determinadas obras que isso não é possível. A empresa Garcia Monteiro de São Paulo, especialista em micro revestimento asfáltico, e representada pelo Sr. Alexandre, informa que o indicado em pinturas definitivas é de se aguardar a cura em pelo menos 40 dias após a aplicação asfáltica, do contrário inúmeras reações adversas podem ocorrer com as microesferas, que vão desde a opacidade, amarelamento até a deteriorização da camada de tratamento que garante fluidez e ou aderência.

2 – Ancoragem

Ancoragem é o termo utilizado para determinar a fixação da microesfera nas tintas ou massas, bem como pela ação de apoio que as microesferas tipo I proporcionam as microesferas aspergidas de tipo II. Especialistas indicam que as microesferas em dupla aspersão devem seguir o padrão de ancoragem de 60% ancorada em IIA e 40% ancorada de IIC, ou seja, mais da metade deve ficar dentro da tinta para a IIA e mais da metade deve ficar para fora da tinta para a IIC. Essa proporção irá garantir uma retrorefletividade ideal e adequada, combinadas a resistência ao desgaste inicial e residual.

Já na aplicação por mono aspersão, um dos especialistas em pintura consultados, Sr. Welinton da MA Tecnovias MT, sugere que a ancoragem da microesfera aspergida, seja IIA ou IIC, deve ser de até 60% dentro da tinta ou massa, qualquer percentual abaixo disso pode ocorrer quando existe microesferas tipo I incorporadas, que em nada comprometeram o serviço e o resultado satisfatório na retrorefletorização e resistência.

3 – Retrorefletividade

Termo fundamental dentro de toda a lógica da demarcação viária, a retro, como é popularmente chamada, é o índice de retorno de luminosidade ou brilho aos olhos do condutor do veículo quando a luz dos faróis incide sobre a faixa pintada em um ângulo de 45°. O aparelho para se medir tal índice se chama retrorefletômetro e a medida usada para determinar tal retorno de luz é a millicandela – mcd. Muitas obras exigem que esta medida inicial seja entre 450-550mcd.m⁻².lx⁻¹ na tinta branca e de 250-350mcd.m⁻².lx⁻¹ na tinta amarela. Apesar de que por determinação legal de muitos órgãos públicos estes valores são bem menores. Já existem propostas preliminares dentro da ABNT para o aumento do valor mínimo da retrorefletividade, o que impactará em maior segurança e mais qualidade dos fabricantes de tinta, microesferas e também de aplicadores.

Importante lembrar que a garantia de uma retro ideal e duradoura se deve justamente a correta aplicação, a seleção adequada de microesferas e tintas dentro da NBR vigente, com índice de refração igual ou acima de 1,5, isentas de impurezas e imperfeições, de coloração cristalina, e não esverdeada ou muito acinzentada. Nossas microesferas Sferolux em dupla aspersão, em testes comprovados pelo laboratório LENCO de SP, mostraram uma retro inicial 690mcd.m⁻².lx⁻¹ na cor branca, se mantendo satisfatória ao longo de 120 dias de análises e com baixo índice de perda de retorno de luz a cada trinta dias (aprox. 50-80mcd.m⁻².lx⁻¹), em situação de alto tráfego e umidade na pista - resultado de uma microesfera de qualidade e bem aplicada.

4 – Meio ambiente

Tudo começa com a seleção da matéria-prima no processo produtivo até a finalização da aplicação das microesferas, o tema meio-ambiente deve ser tratado com extrema importância, e ser presente para todos os envolvidos do ramo de sinalização. Desde 2013, está vigente a nova NBR 16184 a qual determina níveis quase zerados de metais pesados na composição das microesferas, garantido para as gerações futuras um ambiente mais limpo e consciente.

*Estes quatro pilares dentro da demarcação viária têm por objetivo principal, garantir aos condutores e pedestres a **segurança** que precisam para trafegar com maior tranquilidade pelas ruas e rodovias, estejam eles em ciclovias, estacionamentos, cidades, auto-estradas, portos ou aeroportos. Segurança viária é fundamental e norteia todo este segmento!*

Considerações Finais

Neste breve guia você pôde compreender melhor a importância do correto uso das microesferas de vidro para sinalização horizontal viária, e do respeito aos procedimentos de tintura e aplicação das microesferas de acordo as normas vigentes. Não podemos esquecer ainda que não basta aplicar corretamente e sim, tão ou mais importante é manter um plano de manutenção constante da sinalização viária. Sabemos que no Brasil há ainda muito a se fazer no tocante a infra-estrutura das estradas, pois a cada dia registramos vários acidentes fatais em decorrência da má conservação do pavimento ou da sinalização viária deficiente ou apagada pelo tempo.

Outro fator relevante diz respeito ao meio ambiente. Com a nova norma NBR 16184/2013 buscou-se eliminar do mercado as microesferas que contenham chumbo em sua composição. Microesferas com chumbo acabam contaminando os mananciais que fornecem a água que bebemos e por se tratar de um metal pesado este tem efeito acumulativo no organismo, chegando a níveis extremos que levam ao óbito. Para sua obra exija microesferas que não tenham chumbo, que atendam as diversas exigências da NBR e que tenham laudos imparciais emitidos por laboratórios de renome.

Qualquer dúvida a Equipe Sferolux está a seu dispor!