



**RETORREFLETÂNCIA DAS PINTURAS DE
SINALIZAÇÃO VIÁRIA**

RETORREFLETÂNCIA DAS PINTURAS DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA

Condições para Obtenção de uma Boa Retrorrefletância da Sinalização:

Para se obter uma boa retrorrefletância das pinturas de sinalização viária, são necessários três procedimentos essenciais:

- Utilização de tintas de boa qualidade, produzida por empresas idôneas;
- Aplicação correta e nas espessuras determinadas em Norma; e
- Utilização de microesferas de qualidade na quantidade e especificação correta.

Retrorrefletância:

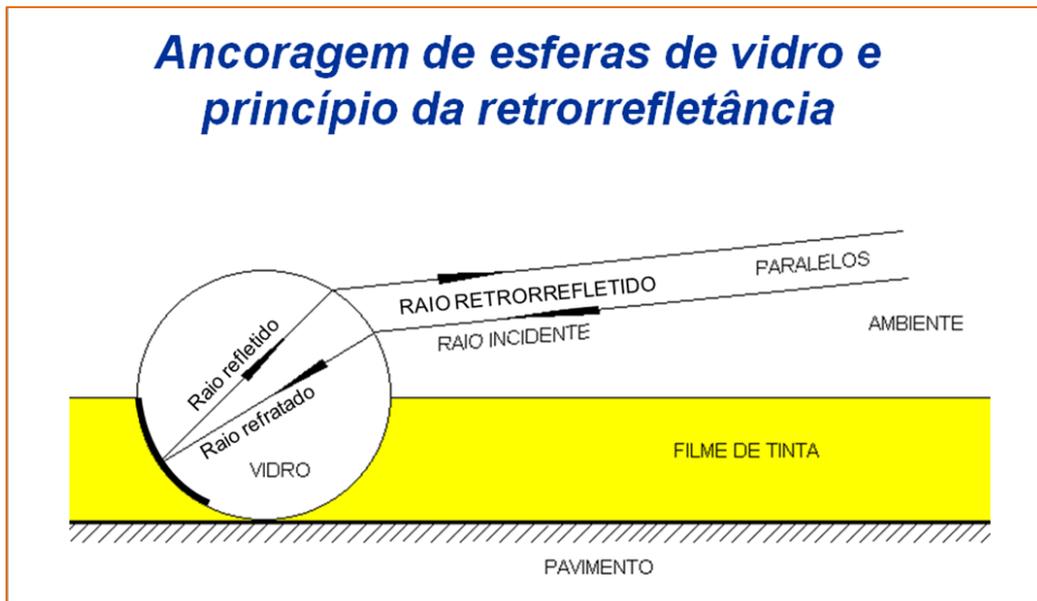
Retrorrefletividade é o conceito utilizado em sinalização vertical e horizontal para avaliar a quantidade de luz que retorna ao observador a partir de uma fonte luminosa próxima do ponto de vista do observador.

O elemento que propicia a retrorrefletância reflete a luz de volta a sua origem com um mínimo de espalhamento, mesmo os raios desta não estando ortogonais à superfície do retrorrefletor. A fonte de luz emite os raios em direção ao elemento (raio incidente), sofre um processo de refração (raio refratado), que reflete o raio (raio refletido), que retorna para a fonte emitente (raio retrorrefletido). Esse raio retrorrefletido retorna de volta ao longo de um vetor paralelo ao raio incidente, mas com sentido oposto em rumo à fonte. A retrorrefletância das pinturas é medida em mcd/lx.m² (milicandelas/lux m²).

No caso das pinturas de sinalização horizontal o elemento que propicia a retrorrefletância é a microesfera de vidro que é aspergida sobre o filme de tinta no momento da aplicação. A qualidade da retrorrefletância depende ainda da qualidade da tinta, do tipo, quantidade e qualidade das microesferas de vidro e da sua ancoragem no filme de tinta aplicado.

A luz retrorrefletida pelas esferas de vidro é função das seguintes variáveis:

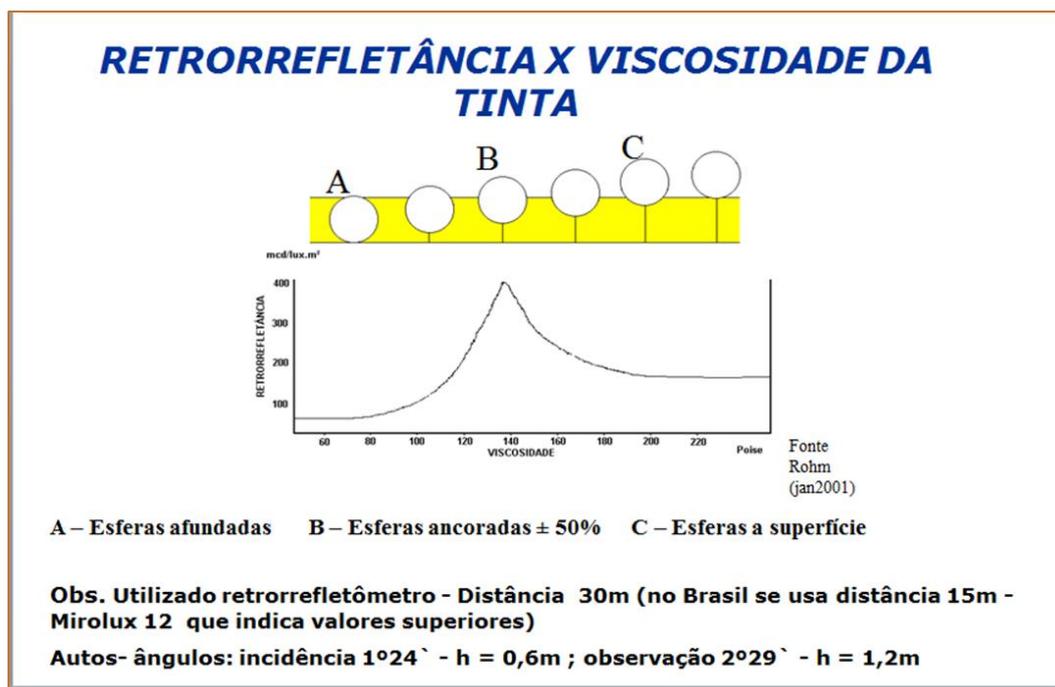
- Tamanho das esferas em relação à espessura do filme de tinta;
- Forma e imperfeições da esfera;
- Número de esferas presentes e expostas aos raios de luz;
- Forma de aplicação (aspersão ou gravidade);
- Natureza do vidro e seu índice de refração;
- Tratamento superficial das esferas.



Ancoragem das Microesferas de Vidro:

No momento da aplicação das pinturas, é aspergido sobre o filme de tinta as microesferas de vidro, que se corretamente aplicada, se ancora na tinta, propiciando o fenômeno de retrorrefletância.

Para que se consiga a melhor condição de retrorrefletância, além da utilização de microesferas de qualidade, o ideal é que a ancoragem ideal é pelo equador da esfera ($50\% \pm 10\%$) no caso das aspergidas.



A ancoragem ideal é medida pelo equador da esfera (B) – para o caso das aspergidas.

Para a medição da retrorrefletividade das pinturas, são utilizados aparelhos de medida denominados Retrorrefletômetros. No Brasil, segundo Normas da ABNT, os aparelhos de medição possíveis de serem utilizados apresentam geometria de 15m, 30m, e equipamentos dinâmicos com geometria de 15 ou 30m.



A medição da retrorrefletância no Brasil é feita de acordo com as seguintes Normas Técnicas:

- ABNT NBR 14723:2020 - Sinalização horizontal viária — Medição de retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 15 m — Método de ensaio (Estabelece o método de ensaio para medição de retrorrefletividade inicial e residual em sinalização horizontal viária, utilizando Retrorrefletômetro manual com geometria de 15 m.);
- ABNT NBR 16307:2020 - Sinalização horizontal viária – Medição de retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 30 m – Método de ensaio (Estabelece o método de ensaio para medição de retrorrefletividade inicial e residual em sinalização horizontal viária, utilizando-se Retrorrefletômetro manual com geometria de 30 m.); e
- ABNT NBR 16410:2015 - Sinalização horizontal viária — Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento dinâmico com geometria de 15 m ou 30 m – (Estabelece os procedimentos para avaliação da retrorrefletividade inicial e residual em sinalização horizontal viária longitudinal, utilizando-se Retrorrefletômetro dinâmico com geometria de 15 m ou 30 m.).

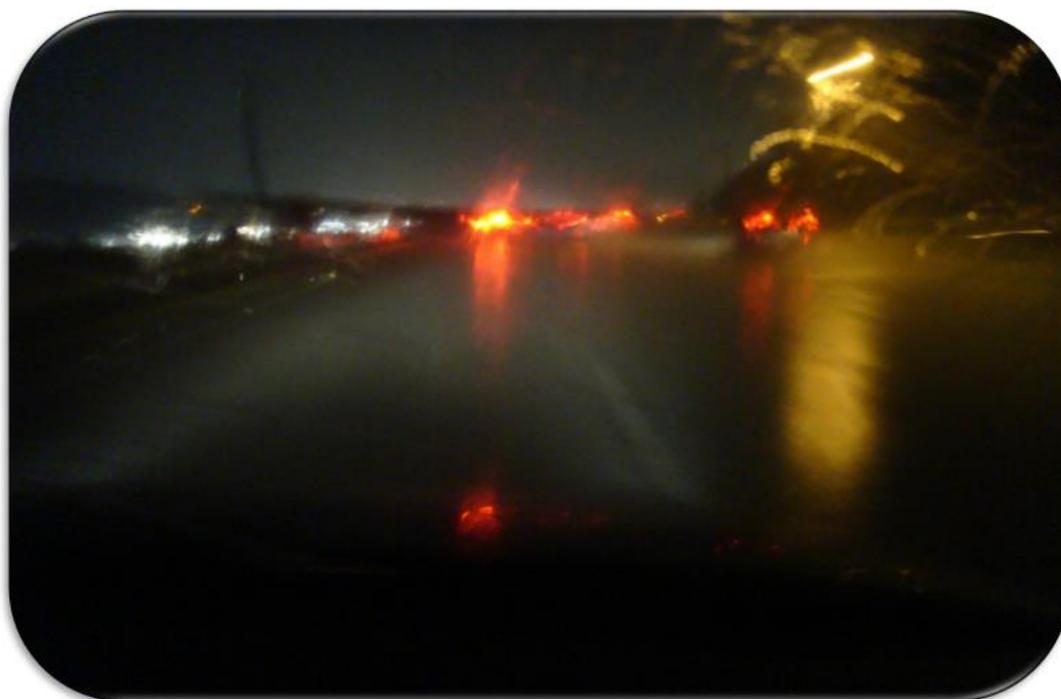
De acordo com o órgão contratante ou fiscalizador, a retrorrefletância da sinalização tem exigências mínimas de retrorrefletância inicial – medida de 7 a 30 dias após a execução, e residual, quando a

retrorefletância das demarcações atinge índice em mcd/lx.m^2 inferior ao estabelecido como mínimo, quanto então, deve ser efetuada nova repintura com urgência.

Algumas pinturas de sinalização especiais chegam a ultrapassar 1.300 mcd/lx.m^2 em seco e 500 sob chuva. Em geral, a retrorefletância inicial das pinturas em cor branca é superior as da cor amarela, inclusive quanto aos índices residuais.

Diferenças de retrorefletância entre sinalizações lisas e relevos:

As pinturas lisas refletem em seco, mas quando chove, devido a fina espessura do filme de tinta, ficam submersas na lâmina de água que se forma sobre a pista e a luz dos veículos tem dificuldade de atingir as microesferas, sendo difundida em vez de refletida.



Visualização das pinturas lisas sob chuva

As pinturas de relevo refletem em seco e mesmo sob chuva, devido a grossa espessura da camada ou dos seus elementos (tacos, calotas, gotas, morrotes). Devido a essa grossa camada, a lâmina de água sobre o pavimento não consegue encobrir tais elementos, permitindo que a luz dos veículos atinja as microesferas, que são retrorefletidas mesmo sob essa condição.



Visualização das pinturas em relevo sob chuva.

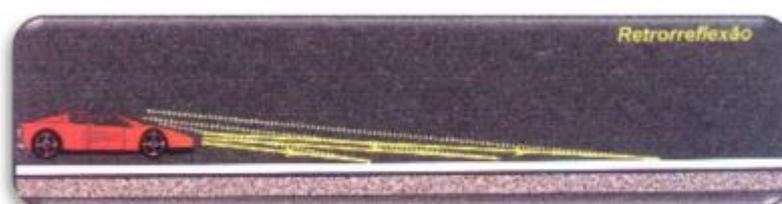
As tipologias de sinalização de relevo, foram concebidas para refletir em chuva e neblina e que pela natureza dos seus materiais e sua grossa camada, apresentam em geral, grande durabilidade.



SINALIZAÇÃO ACIMA DO ESPELHO D'ÁGUA

A retroreflexão das pinturas de sinalização, em geral, é um parâmetro de visibilidade noturna – em seco ou sob chuva. Excetuam-se os casos de túneis e situações de grande escuridão (tormentas), mesmo durante o dia, onde a visibilidade diurna passa a apresentar as mesmas necessidades da visibilidade noturna. Quando em dias claros, o parâmetro de visibilidade da sinalização é denominado luminância, e tem como intenção de medida a visibilidade oferecida pela cor da tinta de sinalização em relação ao pavimento onde está implantada. Quanto maior a visibilidade (claridade) da tinta, maior é o índice de luminância.

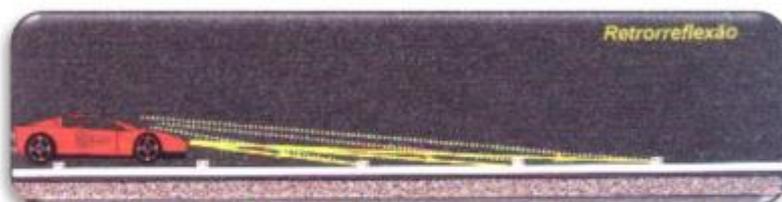
Visibilidade noturna



Pista seca - Pintura convencional



Pista úmida - Pintura convencional



Pista úmida - demarcação em relevo

Alt. Farol: 65cm

Alt. Olho: 120cm

ELEMENTO ESSENCIAL PARA UMA BOA RETRORREFLETÂNCIA – MICROESFERA DE VIDRO

A boa retrorefletância de uma sinalização é decorrência da qualidade da tinta utilizada (luminância, viscosidade, espessura, etc.), da correta aplicação (espessura do filme, viscosidade, e espalhamento suficiente e uniforme de microesferas), e da qualidade das microesferas de vidro (diâmetros adequados, tratamento superficial, esfericidade, etc.)

Para que se consiga uma boa sinalização relativa ao aspecto da retrorefletividade, supondo-se que o aplicador utiliza material de boa qualidade e faz o serviço corretamente e com os cuidados

adequados, o fator externo que se faz necessário é o controle de qualidade das microesferas de vidro.

O objetivo do controle de qualidade das microesferas é estabelecer um procedimento de análise e aceitação de microesferas de vidro quando do recebimento da carga do fornecedor. Somente uma microesfera de vidro de boa qualidade irá proporcionar uma boa retrorrefletância das pinturas.

A Norma ABNT NBR 16184:2021, que especifica os requisitos e métodos de ensaio para as esferas e microesferas de vidro usadas em material para sinalização horizontal viária, estipula as seguintes tipologias:

- **Tipo I A** – Microesferas de vidro que são incorporadas às massas termoplásticas durante a fabricação, que ficam incorporadas na sinalização em termoplástico, permitindo a retrorrefletorização quando do desgaste da massa termoplástica aplicada;
- **Tipo I B** – Microesferas que são incorporadas nas tintas líquidas quando da aplicação (no tanque), e Plástico a Frio na fabricação, que permanecem incorporadas no filme de tinta, permitindo a retrorrefletorização quando do desgaste da pintura aplicada;
- **Tipos II A, II B e II C** – Microesferas que são aspergidas no ato da execução da pintura, de forma mecânica ou manual, ficando ancoradas na superfície da tinta aplicada, permitindo a retrorrefletorização imediata da pintura;
- **Tipos III e IV** - Microesferas especiais que são aspergidas no ato da execução da pintura, de forma mecânica ou manual, para tintas e termoplásticos, para situações e trechos sujeitos a episódios de grande neblina e chuvas, ficando ancoradas na superfície da tinta aplicada, permitindo a retrorrefletorização da pintura; e
- **Tipo VII** - Microesferas especiais com alto índice de refração (maior que 1,9) que são aplicadas por aspersão concomitante com o filme de tinta ou termoplástico na superfície da pintura aplicada. São especificadas para uso em pistas de aeroportos ou locais onde exista a necessidade de alta conspicuidade das marcas viárias.

As microesferas de vidro tipo **II A** e **II B**, dependendo do tipo de utilização, devem ainda receber por parte do fabricante, tratamento superficial específico para aumento da adesividade as resinas contidas nas tintas, melhorar a ancoragem e a fluidez no ato da aplicação. Essa necessidade é mais marcante para os casos de utilização de Plástico a Frio e Termoplásticos.

Controle de Qualidade Microesferas de Vidro:

A retrorrefletância (mcd/ lux m²) de uma pintura de sinalização depende principalmente da qualidade das microesferas, da sua ancoragem e da qualidade da tinta e da correta espessura de aplicação do filme de tinta.

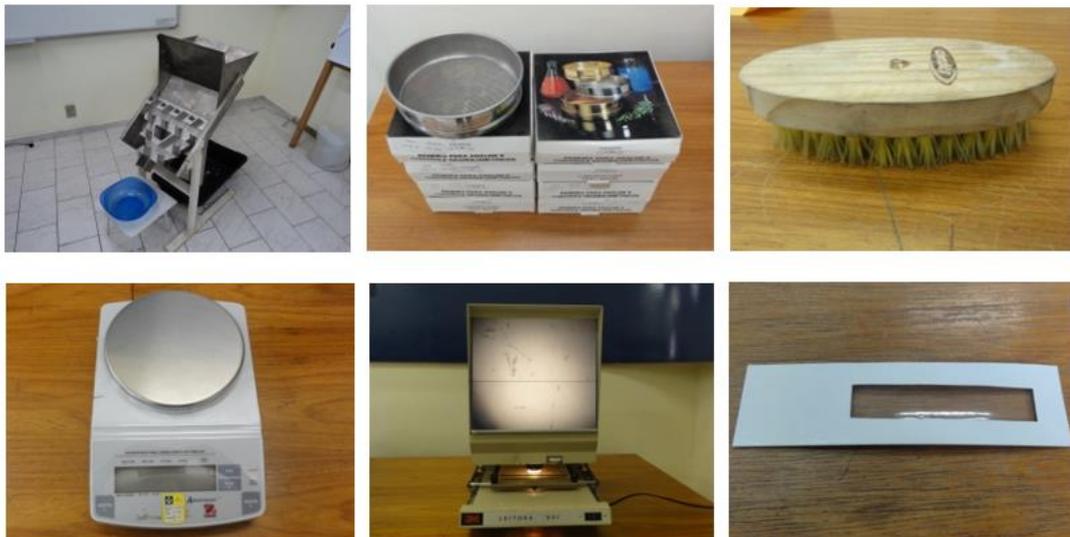
Em relação as microesferas de vidro, a ABNT tem um conjunto de Normas Técnicas que preconizam as verificações, com destaque para os ensaios químicos que só são possíveis executar em laboratórios especializados, conforme as seguintes Normas:

- ABNT NBR 17097:2023 - Sinalização horizontal viária — Elementos de microesferas de vidro de núcleo esférico e não esférico com satélites de microesferas de vidro ou cerâmica — Requisitos e métodos de ensaio - (Esta Norma estabelece os requisitos e métodos de ensaio para elementos de microesferas de vidro com núcleo esférico e não esférico, com satélites de microesferas de vidro ou de cerâmica, usados como complemento das esferas e microesferas de vidro em sinalização horizontal viária, objetivando otimizar a retrorrefletividade, em condições adversas de clima, inclusive sob um filme de água);
- ABNT NBR 17097:2023 - Errata 1:2023 - Sinalização horizontal viária — Elementos de microesferas de vidro de núcleo esférico e não esférico com satélites de microesferas de vidro ou cerâmica — Requisitos e métodos de ensaio; e
- ABNT NBR 16184:2021 - Sinalização horizontal viária - Esferas e microesferas de vidro - Requisitos e métodos de ensaio – (Esta Norma especifica os requisitos e métodos de ensaio para as esferas e microesferas de vidro usadas em material para sinalização horizontal viária).

Todavia, alguns ensaios estão ao alcance do comprador/aplicador e são de grande validade para aprovação da qualidade do lote de microesferas de vidro antes do recebimento, tais como: esfericidade, defeitos dimensionais, sujeira, cor e composição granulométrica, entre outros.

Para tanto, para se executar estas análises dimensionais e visuais são necessários os seguintes equipamentos:

- Elemento Divisor 16:1;
- Peneiras com aberturas 1000; 850; 600; 300; 180 e 75 micra (μ) com tacho e tampa;
- Escova;
- Balança precisão (máximo 500g, resolução 0,05g);
- Microscópio de aumento;
- Sacos de plástico devidamente identificados com etiquetas adesivas; e
- Lâmina com fita adesiva transparente.



Além das análises laboratoriais específicas e possíveis de serem efetuadas, tais como os ensaios químicos e densidade, é importante que as empresas distribuidoras e aplicadoras, procedam a um controle de qualidade das microesferas de vidro. Esse controle deve compreender:

- a) **Análise visual** – verificação da integridade dos sacos, a verificação de empolamento/empedramento, presença de umidade, cor, identificação dos dados da embalagem x dados da respectiva Nota Fiscal, etc.;
- b) **Análise dimensional** – verificação de dimensões e diâmetros em relação a especificação da tipologia de microesfera, granulometria (peso/percentual),
- c) **Análise microscópica** – Verificação da esfericidade, existência de elementos estranhos, esferas quebradas, oblongas, deformadas, irregularidades de superfície, bolhas de ar internas, aglutinadas, excesso de fumo preto, distribuição granulométrica, presença de cacos de vidro, sujeira ou elementos estranhos.

Procedimentos Análise Dimensional e Visual:

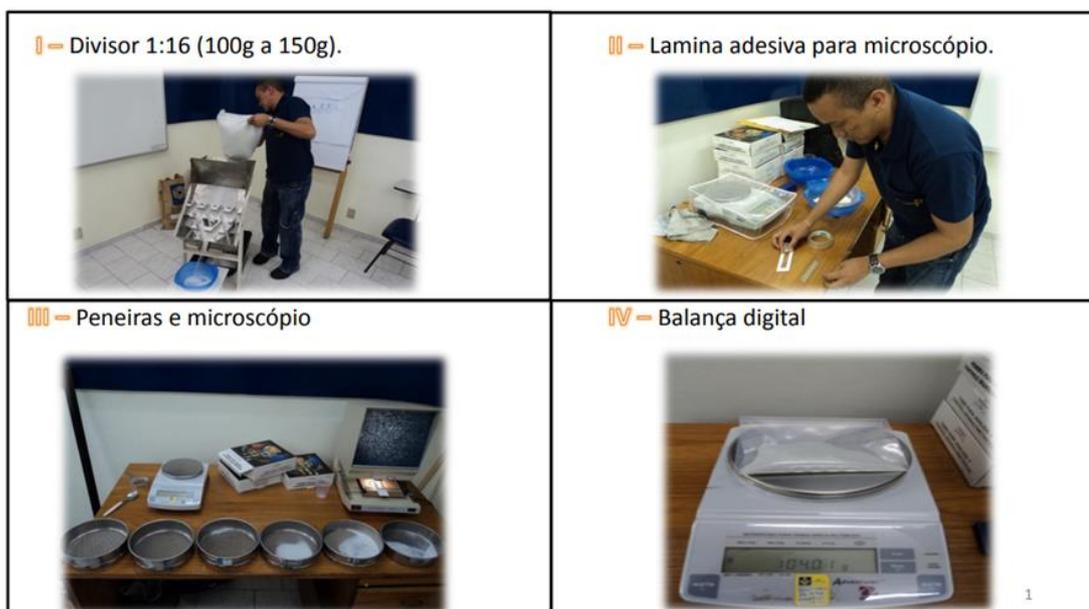
No ato da entrega do material adquirido, devem ser tomados os seguintes procedimentos, considerando que as microesferas são entregues em sacos de 25 kg:

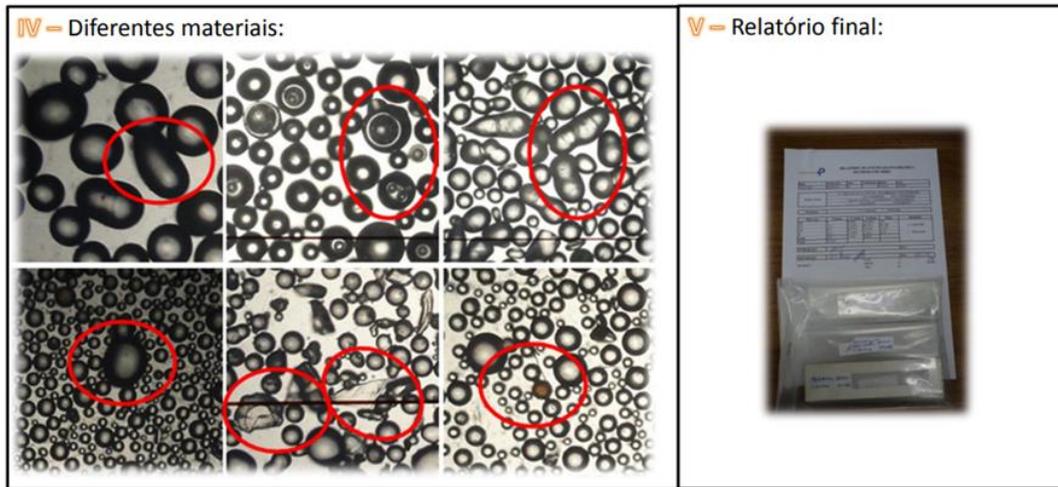
- 1 – Conferencia das identificações contida nos sacos e as respectivas notas fiscais para aferir o modelo/tipo e tamanho de microesfera recebida, baseando-se nas especificações das Norma ABNT NBR 16184:2021;
- 2 – Deve ser recolhida amostragem respeitando a proporcionalidade de sacos em relação ao tamanho da amostragem, respeitando-se a retiradas de amostras em locais diferentes da carga. Para quantidades de 2 a 90 sacos - utilizar nas análises 2 sacos, de 91 a 275, utilizar 4 sacos, de 267 a 610 – utilizar 8 sacos e quantidades maiores – utilizar 10 sacos;

- 3 – Os sacos de amostragem devem ser abertos e despejados individualmente no divisor 16:1. Esta operação deve ser repetida tantas vezes necessárias para obtenção de uma amostra com cerca de 100g.;
- 4 - Preparar a lâmina adesiva para análise dimensional microscópica e recolher o material removido do repositório do divisor;
- 5 - Preparar as peneiras e o fundo em função das dimensões previstas na tabela da Norma ABNT e das informações presentes na nota fiscal recebida. Pesar a amostra recolhida, descontando o peso do saco plástico. Em seguida, peneirar a amostra e recolher cuidadosamente as porções de material retida em cada peneira para o interior de sacos plásticos (utilize a escova para limpar cada peneira). Anotar as dimensões correspondentes a cada peneira nos respectivos sacos e pesa-los descontando o peso de cada saco;
- 6 - Preencher o relatório de amostragem, conforme as determinações da Norma e comparar com os limites determinados na especificação para cada Tipologia de microesfera;
- 7 - No microscópio, avaliar a esfericidade, as irregularidades de superfície, a existência de bolhas de ar internas, as microesferas aglutinadas, a existência de excesso de fumo preto, a distribuição granulométrica, a presença de cacos de vidro, sujeira ou elementos estranhos, entre outros. Contabilizar o número de esferas quebradas e deformadas ao longo do horizonte do monitor do microscópio e determinar a percentagem (%) em relação ao todo;
- 8 - Finalizada a análise visual e microscópica poderá ser feita a aceitação ou rejeição do lote.

Na aquisição de esferas com tratamento especial para aumento da aderência, reforço e aumento de refletorização ou com granulometria fora da normalidade, deverá ser exigido um relatório de laboratório idôneo, a comprovação do atendimento das especificidades da Norma ABNT.

Microesferas de Vidro – Análise Dimensional e Visual





Outro aspecto que deve ser verificado de forma visual, se relaciona a cor das microesferas de vidro, visto que no mercado são disponibilizadas esferas com diferentes colorações, que podem comprometer o parâmetro de luminosidade das pinturas, mesmo que não comprometa a retrorrefletividade. Essa coloração pode ser resultante da forma de produção, da coloração da matéria prima ou do tratamento especial superficial. É necessário observar a limpidez e coloração das microesferas, pois no mercado são comercializadas esferas escuras, que podem ou não apresentar boa retrorrefletância, mas que comprometem seriamente a luminância da faixa de pintura.

Comparativo de coloração das microesferas de vidro



Feitos todos os procedimentos e ensaios, que são muito rápidos e conclusivos, o adquirente poderá determinar se carga pode ou não ser retirada do veículo de entrega. Recomenda-se que somente



materiais testados e aprovado sejam aceitos. Material rejeitado e não aprovado deve ser devolvido ao fornecedor. Tal procedimento fará com que em futuras compras, os lotes de entrega das microesferas sejam de maior qualidade – quando não, o fornecedor deve ser excluído da carteira de fornecedores da empresa.