

TAXA DE APLICAÇÃO DE MICROESFERAS DE VIDRO EM TINTAS DE DEMARCAÇÃO VIÁRIA X RETROREFLETÂNCIA INICIAL

Selma Schwab
Robson José de Cássia Afonso
César Augusto Rodrigues da Silva

I. APRESENTAÇÃO

O objetivo desse estudo é o estabelecimento da relação entre a retrorrefletância inicial obtida e a taxa de aplicação de microesferas de vidro em tintas de demarcação viária, levando-se em conta sua faixa granulométrica e ancoragem, conforme experimentos laboratoriais, onde as variáveis são controladas.

II. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a sinalização horizontal constitui um componente importante no sistema viário e que sua retrorrefletividade é vital para a segurança.

No entanto, não se sabe ao certo qual o valor de retrorrefletância inicial a ser adotado e nem o valor de retrorrefletância residual a ser aceito, o qual, uma vez atingido, implicaria em reposição imediata daquela sinalização horizontal.

Pesquisas de campo e de laboratório têm sido realizadas com este propósito, mas uma pergunta faz-se necessária, antes mesmo da aplicação destes materiais em campos de prova.

Qual é a relação entre as quantidades de microesferas de vidro aplicadas em materiais de demarcação viária e a retrorrefletância inicial obtida?

A partir deste questionamento, entendeu-se, como essencial, determinar taxas ideais de aplicação de microesferas, visando um melhor desempenho do sistema e melhor relação custo/benefício.

Dessa forma, partiu-se para a determinação, em laboratório, da relação retrorrefletância x taxas de microesferas aplicadas de maneira a estabelecer as taxas ideais para o sistema.

III. EXPERIMENTOS LABORATORIAIS

Para a realização dos experimentos laboratoriais, utilizaram-se os seguintes materiais e equipamentos:

1. Materiais

- Tinta resina acrílica (solvente) para demarcação viária, na cor branca, devidamente ensaiada, conforme as normas nacionais vigentes
- Microesferas de vidro, Tipo II-A (# 20 a 80), devidamente ensaiadas, conforme as normas nacionais vigentes

2. Equipamento aplicador de tintas

O equipamento consiste de um sistema de esteira rolante, acionado por um motor elétrico de velocidade constante, que permite transportar até dez placas de vidro de

dimensões 200 x 200 x 4mm, onde serão aplicados os materiais em questão. As placas são linearmente dispostas a uma distância de até 2,00 metros.

À frente do rolete acionador da esteira está acoplado, à 25 cm, o dispositivo aplicador do filme de tinta, composto por uma sapata e uma comporta, que dispõe de parafusos reguladores, com a finalidade de calibrar-se a espessura do filme úmido que se deseja obter.

3. Equipamento aplicador de microesferas de vidro

O equipamento consiste de um silo de armazenagem de microesferas, cuja base possui uma abertura, na qual está disposto um cilindro ranhurado e que possui movimento giratório, cuja finalidade é a distribuição uniforme das microesferas de vidro.

O acionamento do cilindro é proveniente de um motor elétrico, cuja velocidade é variável e é transmitida através de um sistema de polias e correia.

Todo esse conjunto é sustentado por uma base e quatro hastes metálicas de 1,5 metros de comprimento, tendo por finalidade a variação da altura de queda das microesferas, de modo a se obter a ancoragem ideal (60%) em função do tipo e espessura do material de demarcação aplicado.

Utilizando-se, então, os equipamentos acima descritos, procedeu-se ao experimento, constituído pelo seguintes passos:

IV. METODOLOGIA

1º Passo: Determinação da taxa de microesferas a serem aplicadas (g/m^2), segundo a rotação do equipamento aplicador.

Por ajustagem contínua e usando-se o critério de repetibilidade, foram obtidos valores para rotação do motor, relacionados às taxas estabelecidas para aplicação das microesferas II-A, variando de 100 a 700 g/m^2

2º Passo: Calibragem da espessura do filme de tinta a ser aplicado.

Pelo mesmo critério, procederam-se ajustes contínuos no dispositivo aplicador de tintas, até que se obtivesse um filme com espessura úmida de 0,6mm, medido através do Micrômetro Ômicron, da Erichsen. Esclarece-se que esta espessura de filme úmido é a espessura mais comumente utilizada no Brasil.

Após a secagem do filme, mediu-se a espessura do filme seco, obtendo-se a espessura média de 0,27mm ou, aproximadamente, 0,3mm

3º Passo: Calibragem da altura do equipamento aplicador de microesferas, visando ótima ancoragem (60%) na tinta

Realizaram-se repetidos experimentos, variando-se a altura de um mínimo até um máximo, observando-se e comparando-se visualmente os resultados obtidos.

Tendo obtido três resultados considerados satisfatórios, quando vistos a olho nu, as amostras foram submetidas ao procedimento elaborado para medição da ancoragem das microesferas, descrito a seguir, e adotou-se a altura que apresentou melhores resultados. Repetiu-se o experimento com a altura adotada e, após nova medição, confirmou-se a consistência dos resultados obtidos.

4º Passo: Medição da ancoragem das microesferas de vidro

Tomando-se a primeira das placas amostrais, onde foram aplicadas a tinta e microesferas, dividiu-se o campo em quatro partes e escolheram-se aleatoriamente duas

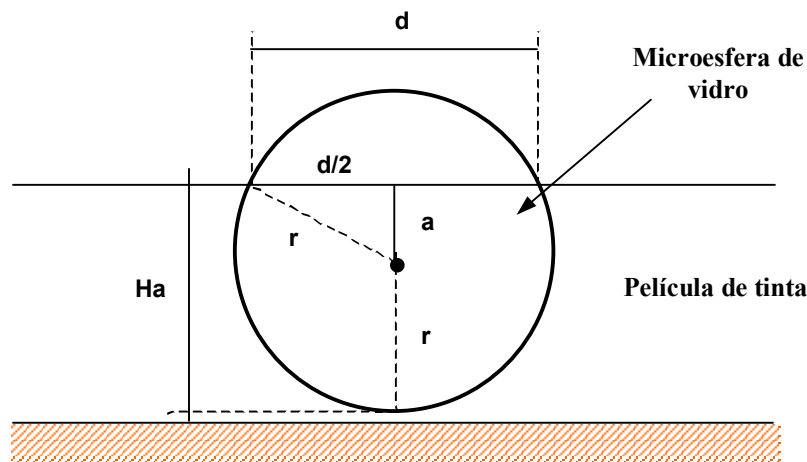
microesferas, em cada campo, tomando-se o cuidado de selecionar-se microesferas que não apresentassem defeitos aparentes

Colocou-se a placa sob o campo ótico de uma lupa com aumento de 16 vezes, e, focando a primeira microesfera, mediu-se o diâmetro da área exposta, ora denominado “d” (foto nº 1).

Retirou-se a microesfera do substrato com auxílio de uma pinça e colocando-a sobre um vidro de relógio, adicionaram-se duas gotas de solvente para remoção do material aderido à esfera

Colocou-se a microesfera sobre o campo ótico da lupa novamente, medindo-se o diâmetro total, ora denominado “D” (foto nº 2).

Calculou-se a ancoragem da microesfera, através das expressões:



$$(a)^2 = (r^2) - (d/2)^2$$

$$Ha = a + r$$

$$\% \text{ de ancoragem} = (Ha / D) \times 100$$

$$H_{am} = \Sigma H_a / n$$

Onde,

a = altura do centro da esfera à base do setor esférico

r = raio

d = diâmetro da base do setor esférico

D = diâmetro total da esfera

Ha = altura de ancoragem

n = nº de amostras

Exemplo:

$$d = 0,484 \Rightarrow d/2 = 0,242$$

$$D = 0,498 \Rightarrow D/2 = \text{raio} = 0,249$$

$$a^2 = (0,249)^2 - (0,249)^2 \Rightarrow a = 0,0586$$

$$H_a = 0,0586 + 0,249 = 0,307$$

$$\text{Então, \% a (ancoragem)} = H_a/D = 0,307 / 0,498 = 0,61 = 61\%$$

Na amostra I, foram obtidos os seguintes resultados:

Campo nº	Microesfera de vidro nº	% A	(%A) ²	(%A) ² - (%A _m) ²
01	01	61	3721	121
	02	52	2704	-896
02	03	56	3136	-464
	04	59	3481	-119
03	05	60	3600	000
	06	71	5041	1441
04	07	64	4096	496
	08	57	3249	-351

$$\%A_m = \Sigma \%A/n = 480/8 = 60$$

Desvio padrão: S = 2,15

Logo, a faixa de ancoragem está situada entre :

$$H_{a \text{ max.}} = 60 + 2,15 = 62,2 \%$$

$$H_{a \text{ min.}} = 60 - 2,15 = 57,8 \%$$

As medidas realizadas nas demais placas amostrais confirmaram a consistência dos valores encontrados.

5º Passo: Aplicação das tintas e microesferas

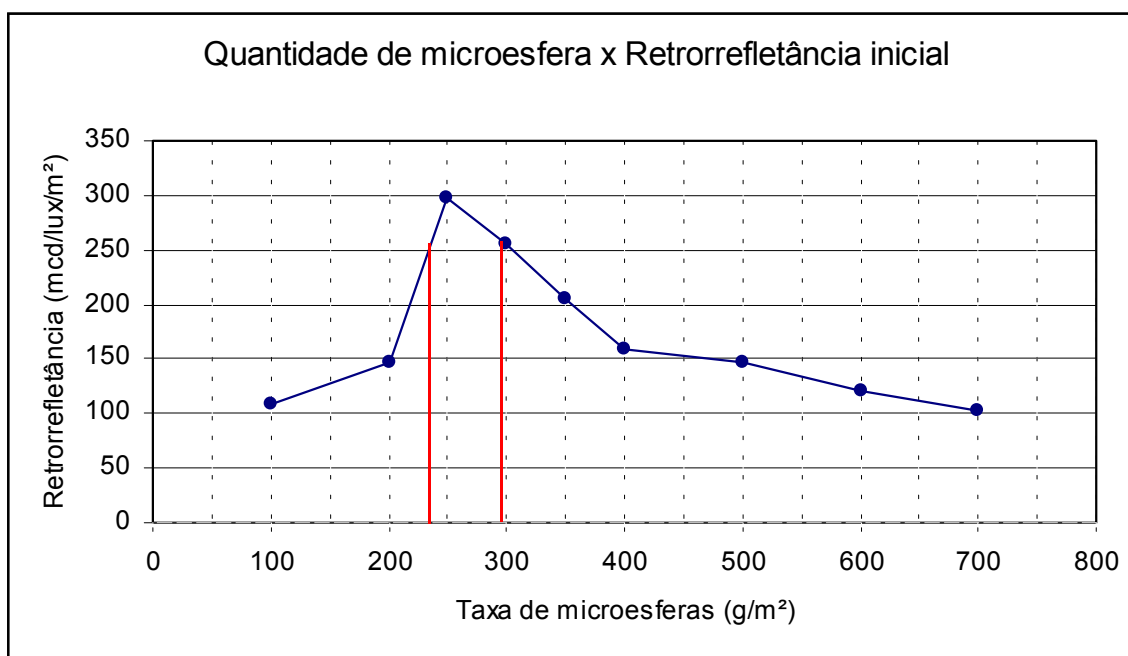
Em ambiente com temperatura e umidade controladas, procedeu-se à aplicação da tinta e microesferas Tipo II-A em três placas de vidro, devidamente identificadas, inclusive anotando-se em seu verso o sentido da aplicação.

Após completa secagem do material, limpou-se a placa com um pincel de cerdas firmes, para remoção das microesferas soltas.

Procedeu-se, então, à medida da retrorrefletância inicial, utilizando-se o equipamento portátil MIROLUX 12, tomando-se quatro medidas por placa e calculando-se a média.

Desta forma obteve-se:

Taxa de microesferas aplicadas (g/m^2)	Retrorefletância inicial obtida (mcd/lux/m^2)
100	109,0
200	147,0
250	298,0
300	256,0
350	205,0
400	159,0
500	146,0
600	120,0
700	103,0



V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos dados obtidos, traçou-se o gráfico *Quantidade de microesfera x Retrorefletância inicial* e, pela análise, pode-se verificar que:

a) Há um valor ótimo em relação à aplicação de microesferas com vistas à retrorefletividade, a partir do qual um aumento na taxa de microesferas equivale a uma redução nos valores de retrorefletância.

b) Em se tratando da aplicação de microesferas de vidro tipo II-A, em tinta acrílica com espessura úmida de 0,6mm, este valor é representado por 250g/m^2 .

c) Em análise estatística dos valores de retrorrefletância encontrados, relativos à taxa de 250 g/m² de microesferas, obtiveram-se os seguintes parâmetros:

Retrorrefletância média: 297,9 mcd/lux/ m²

Desvio Padrão: 37,6 mcd/lux/ m²

Retrorrefletância mínima: $297,9 - 37,6 = 260,3$ mcd/lux/ m² .

VI. CONCLUSÕES

Plotando os valores acima no gráfico, conclui-se que as taxas mínima e máxima de microesferas equivalem à 237 g/m² e 295 g/m², respectivamente, o que determina então a faixa ótima de trabalho para os tipos de materiais utilizados .

A metodologia de aplicação dos materiais de demarcação viária em laboratório mostrou ser confiável, em função da consistência dos resultados obtidos. Da mesma forma, a metodologia utilizada para medida de ancoragem das microesferas revelou ser uma ferramenta importante no desenvolvimento desse estudo

Logicamente, pode-se trabalhar com diversas combinações de materiais. Optou-se pelo sistema em questão, por ser este o mais utilizado no país em termos percentuais. O processo metodológico constitui o diferencial que irá permitir a avaliação de quaisquer materiais de demarcação sob condições controladas, representando um avanço tecnológico no estudo de comportamento dos materiais de demarcação, visando o desenvolvimento de equipamentos aplicadores e processos de avaliação ou controle de qualidade.

Foto 01 – Dispositivo aplicador de tinta e microesferas

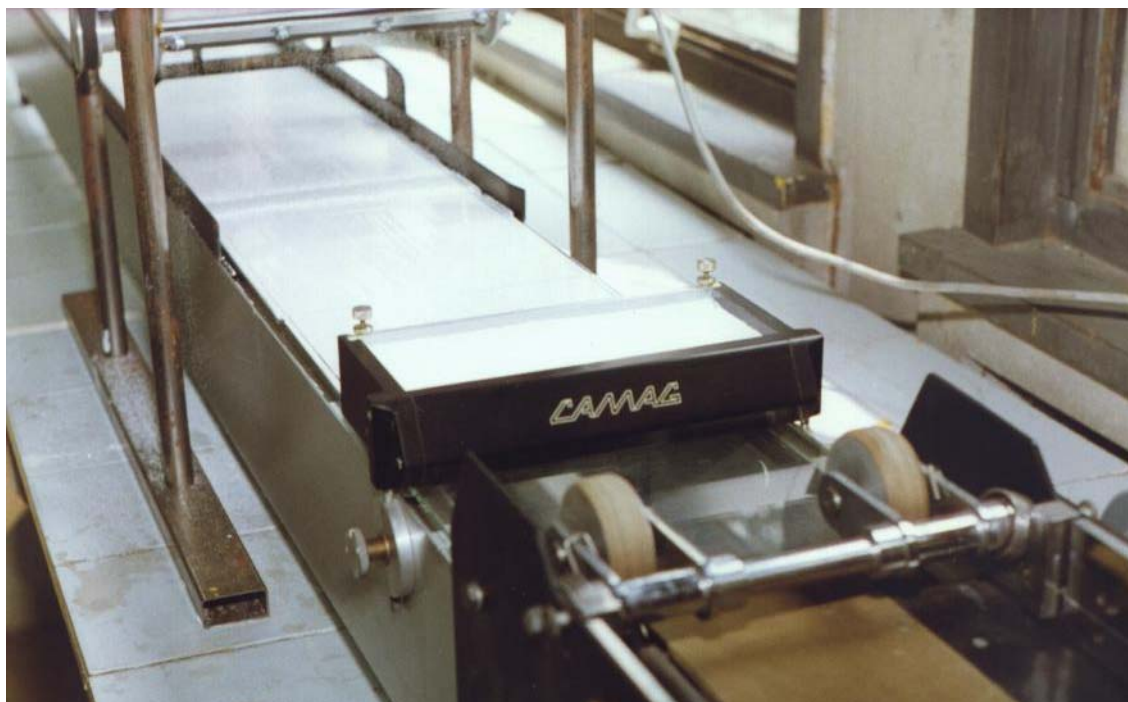


Foto 02 – Detalhe do aplicador de microesferas



Os autores são: Selma Schwab, M.Sc. , Assessora-Chefe da Assessoria de Normas Técnicas do DER/MG; Robson José de Cássia Afonso Ph.D , Chefe do Setor de Análises Químicas do Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC; e César Augusto Rodrigues da Silva, Coordenador da Comissão de Apoio Técnico à Obras Rodoviárias da Diretoria de Construção do DER/MG