

RJ-071

SINALIZAÇÃO

Especificação de Materiais



HORIZONTAL



PREFEITURA
DA CIDADE DO
RIO DE JANEIRO

CET-RIO - COMPANHIA
DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO
DO RIO DE JANEIRO

Sinalização Horizontal

**Comissão Permanente de Sinalização Viária
CPSV**

EQUIPE TÉCNICA

Adriana de Castro Martins Ferreira

Alexsandro Coimbra Lisboa

Carne Aparecida Mendes Cunha

Fabício Costa de Oliveira Borges

Tania Darc Machado Sampaio

Sumário

1. INTRODUÇÃO	6
1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	6
1.2. OBJETIVO	6
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	7
2. RECOMENDAÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS MATERIAIS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	8
2.1. REQUISITOS GERAIS	8
2.2. REQUISITOS ESPECÍFICOS	8
2.3. PREPARAÇÃO E LIMPEZA DO PAVIMENTO	8
2.4. PRÉ-MARCAÇÃO	9
3. MICROESFERAS DE VIDRO RETRORREFLETIVAS.....	10
3.1. OBJETIVO	10
3.2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	10
3.3. CLASSIFICAÇÃO.....	10
3.4. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS.....	10
3.5. EMBALAGEM	12
4. TACHINHAS - TACHÕES - SEGREGADORES	13
4.1. OBJETIVO	13
4.2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	13
4.3. MATERIAIS.....	13
4.4. PROPRIEDADES DA FIXAÇÃO.....	14
4.5. RETRORREFLETÂNCIA	15
4.6. COR.....	15
4.7. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	15
4.8. FORNECIMENTO DO MATERIAL.....	15
5. METILMETACRILATO PLÁSTICO À FRIO BICOMPONENTE	16
5.1. OBJETIVO	16
5.2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS PARA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL VIÁRIA	16
5.3. MATERIAIS.....	16
5.4. RETRORREFLETORIZAÇÃO	17
5.5. CONDIÇÕES AMBIENTAIS	17
5.6. EMBALAGEM	17
6. TERMOPLÁSTICO PRÉ-FORMADO	19
6.1. OBJETIVO	19
6.2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS PARA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL VIÁRIA	19
6.3. MATERIAL.....	19
6.4. PROMOTOR DE ADERÊNCIA	19
6.5. CONDIÇÕES GERAIS	19
6.6. REQUISITOS.....	20
6.7. COORDENADAS DE CROMATICIDADE	20
6.8. EMBALAGEM	21
7. TERMOPLÁSTICO DE ALTO RELEVO	22
7.1. OBJETIVO.....	22
7.2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES DO TERMOPLÁSTICO RETRORREFLETORIZADO	22
7.3. MATERIAL.....	22
7.4. APLICAÇÃO	22
8. TERMOPLÁSTICO POR ASPERSÃO (HOT-SPRAY).....	23
8.1. OBJETIVO.....	23

8.2.	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	23
8.3.	MATERIAL	23
8.4.	REQUISITOS	24
8.5.	RETROREFLETORIZAÇÃO	25
8.6.	EMBALAGEM	25
9.	TERMOPLÁSTICO POR EXTRUSÃO	26
9.1.	OBJETIVO	26
9.2.	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	26
9.3.	MATERIAL	26
9.4.	REQUISITOS	27
10.	TINTA A BASE DE RESINA ACRÍLICA REFLETORIZADA	28
10.1.	OBJETIVO	28
10.2.	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	28
10.3.	MATERIAL	28
10.4.	REQUISITOS	29
10.5.	RETROREFLETORIZAÇÃO	31
10.6.	EMBALAGEM	31
11.	TINTA EMULSIONADA EM ÁGUA	32
11.1.	OBJETIVO	32
11.2.	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	32
11.3.	REQUISITOS GERAIS	32
11.4.	REQUISITOS ESPECÍFICOS	33
11.5.	APLICAÇÃO	35
11.6.	CONTROLE DE QUALIDADE	35
12.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

Lista de Quadros

QUADRO 1 - FAIXAS GRANULOMÉTRICAS DAS MICROESFERAS	12
QUADRO 2: VALORES MÍNIMOS DE CIL	15
QUADRO 3: REQUISITOS QUANTITATIVOS PARA O TERMOPLÁSTICO PRÉ-FORMADO.....	20
QUADRO 4: REQUISITOS QUALITATIVOS PARA O TERMOPLÁSTICO PRÉ-FORMADO	20
QUADRO 5: COORDENADAS DE CROMATICIDADE PARA O TERMOPLÁSTICO PRÉ-FORMADO ...	21
QUADRO 6: REQUISITOS QUANTITATIVOS PARA O TERMOPLÁSTICO.....	24
QUADRO 7: REQUISITOS QUALITATIVOS PARA O TERMOPLÁSTICO	25
QUADRO 8 - REQUISITOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS PARA TINTA A BASE DE RESINA ACRÍLICA REFLETORIZADA	30
QUADRO 9 - REQUISITOS QUALITATIVOS PARA TINTA A BASE DE RESINA ACRÍLICA REFLETORIZADA	30
QUADRO 10 - REQUISITOS QUANTITATIVOS PARA TINTA EMULSIONADA EM ÁGUA.....	33
QUADRO 11 - REQUISITOS QUALITATIVOS PARA TINTA EMULSIONADA EM ÁGUA.....	34
QUADRO 12 - PODER DE COBERTURA DA TINTA EMULSIONADA EM ÁGUA.....	34
QUADRO 13 - COORDENADAS DE CROMATICIDADE DA TINTA EMULSIONADA EM ÁGUA.....	35

MANUAL DE ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações gerais

O Manual de Especificação de Materiais de Sinalização Horizontal foi elaborado por técnicos da CET-Rio.

É responsabilidade dos órgãos ou entidades de trânsito a implantação da sinalização horizontal, conforme estabelecido no artigo 90 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e toda a legislação referente à sinalização horizontal encontra-se no Volume IV do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, aprovado pela Resolução do CONTRAN nº 236/07, de 11 de maio de 2007 (DENATRAN, 2007). A sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento.

De acordo com o *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Vol. IV - Sinalização Horizontal*, diversos materiais são empregados na execução das marcações viárias. A escolha do material mais apropriado para cada situação considera os seguintes fatores: natureza do projeto (provisório ou permanente), volume e classificação do tráfego (VDM), qualidade e vida útil do pavimento, a frequência de manutenção, dentre outros (DENATRAN, 2007).

Na sinalização horizontal são utilizadas tintas a base de resina acrílica, tintas emulsionadas em água, termoplásticos pelo processo de extrusão, termoplásticos pelo processo de aspersão, termoplástico pré-formado, termoplástico de alto relevo e metilmetacrilato plástico à frio, dentre outros. Para proporcionar melhor visibilidade noturna ou sob condições climáticas desfavoráveis, a sinalização horizontal deve ser sempre retrorrefletiva. (CONTRAN, 2007)

São também instaladas tachas, tachinhas, tachões e segregadores, a fim de garantir maior segurança e visibilidade aos usuários das vias.

1.2. Objetivo

A CET-Rio tem como missão garantir o deslocamento e a acessibilidade da população através do sistema viário da Cidade do Rio de Janeiro de forma rápida, segura e eficiente, tendo como fator preponderante a qualidade de vida e do meio-ambiente.

A sinalização gráfica horizontal vem ao encontro desta missão, garantindo o bom e seguro deslocamento do fluxo de pessoas, bicicletas e veículos motorizados, através de ordenamento, advertência, orientação e controle. Para tanto o projeto de sinalização deverá ser elaborado de modo que permita a fácil percepção, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade, seguindo um padrão legalmente estabelecido, transmitindo mensagens objetivas de fácil compreensão, sendo visto à distância necessária, de modo a ser interpretado em tempo hábil para a tomada de decisão.

Portanto é dentro deste escopo que o presente trabalho foi elaborado, garantindo que os materiais empregados na sinalização horizontal façam com que a mesma atinja todos os seus objetivos.

1.3. Estrutura do trabalho

Nesta seção será apresentada a estrutura do presente trabalho, por meio de um resumo de cada um dos 11 capítulos que, além da introdução (Capítulo 1) o compõem.

O capítulo 2 aborda recomendações para implementação dos materiais de sinalização horizontal. Já o terceiro capítulo trata das especificações técnicas dos materiais que visam dar mais visibilidade à demarcação viária do solo, as microesferas de vidro retrorrefletidas.

No Capítulo 4 tem-se as especificações técnicas da tachas, tachões e segregadores, utilizados com a finalidade de complementar a sinalização horizontal sendo fixados no ao pavimento da via.

Do quinto capítulo ao décimo segundo, tem-se a descrição dos materiais aplicados diretamente no pavimento, as marcações viárias: metilmetacrilato plástico a frio, termoplástico pré-formado, termoplástico de alto relevo, termoplástico por aspersão (hot spray), termoplástico por extrusão, tinta a base de resina acrílica, tinta emulsionada em água, sucessivamente. Para cada um destes materiais, são sempre descritos seu objetivo e as referências normativas aplicáveis.

2. RECOMENDAÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS MATERIAIS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

2.1. Requisitos gerais

Todos dos serviços de execução de sinalização horizontal somente devem ser iniciados, após a instalação de sinalização de segurança (cones, cavaletes, dispositivos refletivos e piscantes).

Os serviços podem ser executados tanto no período diurno quanto no período noturno, de segunda-feira a domingo, obedecendo-se, porém aos prazos e determinações definidos pela CET-Rio.

As equipes de trabalho devem portar termômetro e higrômetro portáteis para efetuar o controle de temperatura e umidade relativa do ar, essenciais para o bom resultado dos serviços de sinalização horizontal.

Durante a execução dos serviços de sinalização horizontal devem ser sempre verificados os materiais utilizados e a execução dos serviços dentro das Especificações Técnicas contidas neste Manual.

2.2. Requisitos específicos

As sinalizações existentes a serem repintadas devem ser recobertas não deixando quaisquer marcas ou falhas que possam prejudicar a nova sinalização.

As sinalizações existentes a serem substituídas devem ser removidas ou recobertas não deixando qualquer marca ou falha que possa prejudicar a nova sinalização.

Quando o pavimento for de concreto ou apresentar agregado exposto, antes da pintura deve-se fazer uma aplicação de “*tack-coat*”, cuja função é atuar como meio ligante entre o pavimento e o termoplástico.

Os solventes utilizados na diluição da tinta devem ser os indicados pelo fabricante da tinta.

2.3. Preparação e limpeza do pavimento

A limpeza deve ser executada de modo a eliminar qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência do produto aplicado no pavimento, utilizando vassouras, escovas, compressores para limpeza com jato de ar ou de água, de tal forma que seja executada apropriadamente a limpeza e secagem da superfície a ser demarcada.

Quando estes processos não forem suficientes para remover todo o material estranho, as superfícies devem ser escovadas com a solução de fosfato trisódico ou similar e, então lavadas, 24 (vinte e quatro) horas antes do início efetivo dos serviços de demarcação.

A superfície a ser demarcada deve, portanto estar seca, livre de sujeira ou qualquer outro material estranho (óleos, graxas etc.) que possa prejudicar a aderência do material ao pavimento.

2.4. Pré-marcação

Quando a superfície a ser sinalizada, não apresentar marcas existentes que possam servir de guias, deve ser feita a pré-marcação antes da aplicação do material na via, de acordo com as cotas e dimensões do projeto.

3. MICROESFERAS DE VIDRO RETRORREFLETIVAS

3.1. Objetivo

Esta especificação fixa as condições exigíveis para as microesferas de vidro retrorrefletivas, utilizadas em produtos destinados à demarcação viária.

3.2. Referências normativas

NBR 15199:2005 Verificação da resistência ao sulfeto de sódio.

NBR 16184:2013 Verificação da resistência ao cloreto de cálcio;
Verificação da resistência do ácido clorídrico;
Verificação da resistência à água;
Verificação da resistência ao sulfeto de sódio;
Análise granulométrica;
Determinação do teor de sílica;
Amostragem;
Determinação de defeitos - Método de Ensaio;
Verificação do índice da refração; e
Determinação da densidade de massa.

NBR 3310-2:2010 Peneiras para ensaio com telas de tecido metálico – Especificação.

3.3. Classificação

- **Tipo I**

A - (INTERMIX) São aquelas aplicadas incorporadamente às massas termoplásticas, durante sua fabricação, de modo a permanecerem internas à película aplicada, permitindo a retrorrefletorização apenas após o desgaste da superfície da película aplicada, quando as microesferas de vidro tornam-se expostas.

B - (PREMIX) São aquelas incorporadas à tinta antes de sua aplicação, de modo a permanecerem internas à película, sendo que após o desgaste da superfície tornam-se expostas, permitindo retrorrefletorização.

- **Tipo II**

A/B – (DROP-ON) São aquelas aplicadas por aspersão, concomitantemente com a tinta ou termoplástico, de modo a permanecerem na superfície da película aplicada, permitindo imediata retrorrefletorização da mesma.

3.4. Características específicas

- **Resistência ao cloreto de cálcio**

As microesferas quando ensaiadas de acordo com a NBR 16184:2013 não devem apresentar superfície embaçada.

- **Resistência ao ácido clorídrico**

As microesferas quando ensaiadas conforme a NBR 16184:2013 não devem apresentar superfície embaçada.

- **Resistência à água**

As microesferas quando ensaiadas conforme a NBR 16184:2013 não devem apresentar superfície embaçada e não devem gastar mais de 4,50ml de HCl 0,10N para neutralização da solução.

- **Resistência à solução de sulfeto de sódio**

As microesferas quando ensaiadas conforme a NBR 15199:2005 não devem apresentar superfície embaçada.

- **Teor de sílica**

As microesferas de vidro retrorrefletivas, devem ser fabricadas com vidro de alta qualidade do tipo soda – cal e não devem ter teor de sílica menor do que 65% quando verificadas conforme NBR 16184:2013. As microesferas não devem conter chumbo exceto como impureza e neste caso, no máximo 0,01% da massa total.

- **Aparência**

As microesferas devem ser limpas, claras, redondas, incolores, e isentas de defeitos e de matérias estranhas. No máximo, 3% podem ser quebradas ou conter partículas de vidro não fundido e elementos estranhos e no máximo 30%, podem ser fragmentos ovoides, deformados, geminados ou com bolhas gasosas.

A verificação dos defeitos deve ser segundo a NBR 16184:2013.

- **Índice de refração**

As microesferas quando ensaiadas conforme a NBR 16184:2013, não devem ter índice de refração inferior a 1,50.

- **Massa específica**

As microesferas quando ensaiadas conforme a NBR 16184:2013, devem ter massa específica entre 2,3 g/cm³ e 2,6 g/cm³.

- **Granulometria**

As micro-esferas, conforme sua classificação, devem apresentar as faixas granulométricas de acordo com o Quadro 1, quando forem ensaiadas conforme a NBR 16184:2013.

Quadro 1 - Faixas granulométricas das microesferas

PENEIRAS		% de microesferas que passam			
Nº	Abertura (M)	TIPO I		TIPO II	
		A	B	A	B
20	850	100		100	
30	600	90 - 100		80 - 100	100
40	425				90 - 100
50	300	18 - 35	100	20 - 50	
70	212		85 - 100		0 - 10
80	180				
100	150	0 - 10	15 - 55	0 - 10	0 - 5
140	106				
200	75	0 - 2		0 - 2	
230	63		0 - 10		

Fonte: Elaborado pelos autores

3.5. Embalagem

Os lotes de fabricação das microesferas devem ser embalados separadamente em sacos identificados externamente, com as informações a seguir:

- ✓ Microesferas de vidro tipo (classificação);
- ✓ Número e ano desta norma;
- ✓ Nome e endereço do fabricante;
- ✓ Identificação da partida de fabricação;
- ✓ Data da fabricação;
- ✓ Massa das microesferas contidas, em Kg; e
- ✓ No caso de revestimento químico, caracterizá-lo.

4. TACHINHAS - TACHÕES - SEGREGADORES

4.1. Objetivo

Esta especificação fixa as condições básicas exigíveis para o fornecimento e implantação de tachinhas, tachões e segregadores, com pinos utilizados na sinalização viária horizontal de pavimentos.

4.2. Referências Normativas

NBR 14636:2013 Especifica as características mínimas exigíveis para as tachas refletivas destinadas à sinalização horizontal viária.

NBR 15576:2015 Especifica as características mínimas exigíveis para os tachões refletivos destinados à sinalização horizontal viária.

4.3. Materiais

- **Tachinha Refletiva com Pino, Bidirecional ou Monodirecional**

É um dispositivo com formato de um tronco de pirâmide de base quadrada e arestas arredondadas, dotado de retrorrefletor em uma ou duas de suas faces laterais. É usada com finalidade de complementar a sinalização horizontal, fixando-a ao pavimento da via.

Dimensões:

- ✓ Altura 19+/-1 mm
- ✓ Lados 95+/-5 mm

Composição - as tachinhas deverão ser fabricadas em resina acrílica e base de poliéster com alta resistência a compressão;

Fixação - as peças deverão ser dotadas de um pino de fixação, embutido no corpo do material, com superfície roscada, para permitir uma melhor aderência. O pino terá o diâmetro de 1/2" e comprimento externo (fora da peça) de no mínimo 40 mm.

- **Tachão Refletivo com Pino, Bidirecional ou Monodirecional**

É um dispositivo com formato de um tronco de pirâmide de base retangular e arestas arredondadas, dotado de retrorrefletor em uma ou duas de suas faces laterais (de maior comprimento). É usado com a finalidade de complementar a sinalização horizontal fixando-o ao pavimento da via.

Dimensões:

- ✓ Altura 50+/-2,5 mm
- ✓ Largura 145+/- 10 mm
- ✓ Comprimento 240+/- 10 mm

Composição - Os tachões deverão ser fabricados em resina sintética a base de poliéster com alta resistência a compressão;

Fixação - As peças deverão ser dotadas de um pino de fixação, embutido no corpo de material, com superfície roscada, para permitir uma melhor aderência. O pino terá diâmetro de 1/2" e comprimento externo (fora da peça) de no mínimo 50 mm.

- **Segregador**

É um dispositivo com formato tronco prismático, abaulados, sem quinas retas. É utilizado para substituir divisores físicos de concreto com menos agressividade devido ao seu tamanho o formato. Os segregadores são utilizados em acessos, zebrados, divisão física, contornos, canteiros, corredores, estacionamentos, etc.

Dimensões:

- ✓ Altura 100 +/- 2,5 mm
- ✓ Largura 160 +/- 10 mm
- ✓ Comprimento 460 +/- 10 mm

Composição - São peças confeccionadas em resina de poliéster ou sintética de alta resistência mecânica, com cargas minerais não reativas.

Fixação - As peças deverão ser dotadas de dois pinos de fixação, embutido no corpo de material, com superfície roscada, para permitir uma melhor aderência. O pino terá diâmetro de 1/2" e comprimento externo (fora da peça) de no mínimo 100 mm.

A fixação ao solo se dá por intermédio de cola em resina de poliéster catalizável e ancoragem ao solo por dois pinos embutidos no corpo do dispositivo.

4.4. Propriedades da Fixação

A fixação dos tachões, tachinhas e segregadores, deverá ser feita com cola sintética, com 02 (dois) componentes, pré-acelerada, à base de resina de poliéster, com as seguintes propriedades:

- ✓ Não sofrer retração após a cura, de maneira a não permitir vazios entre as peças e o pavimento e a má fixação do pino;
- ✓ Tempo máximo de cura de 60 minutos;
- ✓ Alta aderência em pavimento de concreto ou asfalto;
- ✓ Ser apresentada em recipientes metálicos, bem conservada, hermeticamente fechados, devidamente rotulados ou marcados na superficial lateral.

Informações no corpo ou rótulo do recipiente: nome do produto, número do lote de fabricação, identificação de componentes, data de fabricação e validade, proporção de mistura dos componentes em massa e volume, indicação do volume e nome e endereço do fabricante.

O elemento refletivo (retrorefletor) deverá manter a reflexão durante o período de garantia da peça e deverá estar perfeitamente embutido no corpo das tachinhas, tachões e segregadores, isto é, sua superfície deverá facear a superfície da peça. Deverá resistir aos impactos pneumáticos e as condições ambientais.

Será da mesma cor que o corpo da tachinha, tachão e segregador, dotado de ANTI-UV, cristal ou RUBI, tamanhos mínimos 15 mm x 60 mm e 20 mm x 110 mm, respectivamente.

4.5. Retrorrefletância

Os tachões, tachinhas e segregadores deverão apresentar CIL (Coeficiente de Intensidade Luminosa) de acordo com Quadro 2, quando ensaiada de acordo com a publicação nº 54 da CIE de 1982 - “*PUBLICATION RETROREFLECTION, DEFINITION AND MEASUREMENT*”.

Quadro 2: Valores mínimos de CIL

Ângulo de entrada		V = 0°			
		H = 15°	H = 10°	H = 10°	H = 5°
Ângulo de observação		E e D			
		2°	1°	0,5°	0,3°
R (mcd lx ⁻¹)	Branca	5	20	60	100
	Amarela	2,5	10	30	50
	Vermelha	1	4	12	20

Fonte: Elaborado pelos autores

4.6. Cor

A cor do corpo será amarelo indelével, conforme código Munsuel 10 YR – 7,5/14, obedecida a tolerância 10 YR – 8/16, ou branco código Mansell – N 9,5 obedecida à tolerância N 9,0.

4.7. Resistência à Compressão

Todas as peças que compõem as tachinhas, tachões e segregadores resistirão a uma taxa mínima de:

- Tachinhas 5.000 kgf
- Tachões 10.000 kgf
- Segregadores 10.000 kgf

4.8. Fornecimento do material

Quando do fornecimento das peças, deverá ser obrigatoriamente apresentado, catálogos técnicos do fabricante do elemento refletivo com as especificações técnicas necessárias à sua avaliação, inclusive quanto ao ângulo de incidência, ou faixa, indicada para o seu uso.

5. METILMETACRILATO PLÁSTICO À FRIO BICOMPONENTE

5.1. Objetivo

Esta especificação fixa as condições básicas exigíveis para a execução de serviços de demarcação de pavimentos em vias urbanas com tinta à base de resina metacrílica plástica a frio bicomponente retrorrefletorizada.

5.2. Referências normativas para Sinalização Horizontal Viária

- NBR 16184:2013 Microesferas de vidro - Requisitos;
Material para sinalização horizontal - Terminologia; e
Esferas de vidro - Requisitos.
- NBR 15482:2013 Termoplásticos - Método de Ensaio.
- NBR 15870:2016 Plástico a frio à base de resinas metacrílicas reativas -
Fornecimento e aplicação.
- NBR 15438:2020 Tintas - Métodos de ensaios.

5.3. Materiais

Os materiais plásticos a frio devem ser fornecidos em dois componentes: A (resina metacrílica reativa pura, cargas minerais, pigmentos, aditivos e microesferas de vidro) e B (agente endurecedor, em pó ou líquido), que, misturados em proporções corretas, após a cura, devem formar um produto sólido, mantendo a espessura úmida igual à espessura seca.

A resina metacrílica utilizada no plástico a frio deve ser 100% (cem por cento) metacrílica reativa livre de solventes. Misturas com outras resinas, líquidos ou solventes não são permitidas.

O agente endurecedor (componente B) deve ser o peróxido de benzoila em pó ou líquido. Para aplicação manual, o peróxido utilizado deve ser em pó. Para aplicação mecanizada, o peróxido pode ser em pó ou líquido, conforme o tipo de equipamento utilizado para o sistema.

O plástico a frio deve ser aplicado sobresuperfície de revestimento asfáltico ou de concreto de cimento Portland. Em revestimentos novos, deve ser respeitado seu período de cura para aplicação da sinalização.

Para aplicação do plástico a frio sobre substratos de concreto novo, deve-se remover a película de cura (curing) e quaisquer contaminantes e/ou materiais estranhos que possam prejudicar a aderência do sistema e aplicar primer à base de resinas metacrílicas 100% (cem por cento) reativas de dois componentes A e B, ou primer monocomponente à base de resina metacrílicas puras.

Os componentes do plástico a frio devem se apresentar homogêneos, isentos de endurecimento ou grumos. No caso de leve sedimentação do material no recipiente, o material deve permitir uma perfeita homogeneização.

Sempre que houver insuficiência de contraste entre as cores do pavimento e do plástico a frio, as faixas demarcatórias devem receber previamente pintura de

contraste, proporcionando melhor visibilidade diurna. A pintura de contraste deve apresentar compatibilidade com o plástico a frio e ser de mesma natureza química, tais como tintas à base de resinas acrílicas e/ou metacrílicas.

O plástico a frio deve ser inerte a intempéries, combustíveis e lubrificantes.

O plástico a frio deve ter boa característica de adesividade às microesferas de vidro e ao pavimento, produzir película seca fosca, de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

O plástico a frio quando aplicado sobre a superfície betuminosa não deve apresentar sangria, nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento.

Para aplicação manual, o agente endurecedor (componente B – pó) deve ser adicionado ao plástico a frio (componente A - líquido) sob agitação e homogeneizado mecanicamente com o auxílio de haste homogeneizadora acoplada em furadeira.

As microesferas de vidro Tipo II B, deverão ser aplicadas na proporção de 350g (trezentos e cinquenta gramas) para cada m² de material aplicado. A distribuição de microesferas de vidro deverá ser uniforme, não sendo admissível o seu acúmulo em determinadas áreas aplicadas, devendo ser utilizado um carrinho próprio aprovado pela fiscalização.

5.4. Retrorrefletorização

O valor da retrorrefletividade inicial mínima da sinalização deverá ser de 150 mcd.lx⁻¹.m⁻², para a cor AMARELA e de 250 mcd.lx⁻¹.m⁻² para a cor BRANCA, verificada em campo para a sinalização definitiva, avaliada em até 72 h (setenta e duas horas) após a liberação do trecho sinalizado da via, ao tráfego.

O valor da retrorrefletividade residual mínima da sinalização deverá ser de no mínimo 70 mcd.lx⁻¹.m⁻², para a cor amarela e de 90 mcd.lx⁻¹.m⁻², para a cor branca, no período de 24 (vinte e quatro) meses da aplicação.

A retrorrefletorização da sinalização será medida com aparelhos do tipo:

- ✓ reflectometer 710 da Erichsen/l.p.l.;
- ✓ mirolux 12 da Miro-Bran Assemblers, INC; e
- ✓ retrorrefletômetro EasyLux com geometria de 15 metros.

5.5. Condições ambientais

O Plástico a frio à base de resinas metacrílicas reativas deve ser aplicado nas seguintes condições:

- ✓ Temperatura entre 10°C e 40°C; e
- ✓ Umidade relativa do ar até 80%

5.6. Embalagem

As embalagens das tintas deverão trazer no seu corpo, bem legível, as seguintes informações:

- ✓ nome do produto;
- ✓ cor da tinta (Padrão Munsell);

- ✓ referência quanto a natureza química da resina;
- ✓ data de fabricação;
- ✓ prazo de validade;
- ✓ número do lote de fabricação;
- ✓ nome do fabricante; e
- ✓ quantidade contida no recipiente, em Kg.

6. TERMOPLÁSTICO PRÉ-FORMADO

6.1. Objetivo

Esta especificação fixa as condições técnicas exigíveis para o fornecimento e implantação de laminado termoplástico pré-formado autocolante para demarcação de pavimentos.

6.2. Referências normativas para Sinalização Horizontal Viária

- ABNT NBR 16039:2012 Termoplástico pré-formado para sinalização - Requisitos e métodos de ensaio.
- ABNT NBR 15482:2013 Termoplásticos - Métodos de ensaio.
- ABNT NBR 14723:2020 Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 15 m.
- ASTM E 303 *Standard test method for measuring surface frictional properties using the British pendulum tester.*

6.3. Material

Faixas e recortes de laminado termoplástico pré-formado autocolante, termossensível e retrorrefletivo a serem aplicadas utilizando o próprio calor do pavimento ou aquecendo o substrato através de equipamento adequado quando nas superfícies dos pavimentos a temperatura for inferior a 60°C, em sinalizações viárias horizontais, tais como, nas demarcações de travessia de pedestres, faixas de retenção, símbolos e legendas.

As faixas serão fabricadas a base de uma mistura em proporções convenientes de ligantes, partículas granulares como elementos inertes, pigmentos, seus agentes dispersores e microesferas de vidro retrorrefletivas próprias para sinalização horizontal.

6.4. Promotor de Aderência

Para aplicação do produto em superfícies de concreto ou pavimento asfáltico muito oxidado e/ou com agregados graúdos expostos, obrigatoriamente também deverá ser utilizado um promotor de aderência apropriado para imprimação, calculado na quantidade e folga necessária para seu uso, pré-estimado em 20 % para cada lote efetivamente fornecido.

6.5. Condições Gerais

- ✓ Ser fabricado com materiais que acompanhem a movimentação e ondulação do pavimento e fornecido plano em faixas ou mensagens pré-cortadas;
- ✓ Permitir a liberação do tráfego em no máximo 5 minutos, após ser aplicado;
- ✓ Agregar-se firmemente ao pavimento, não se destacando deste em consequência de esforços provenientes do tráfego;
- ✓ Resistir a ação desagregadora de combustíveis, de lubrificantes e às intempéries;

- ✓ Depois de aplicado, deve manter suas características de coesão e cor quando a temperatura do pavimento estiver entre 10°C e 80°C;
- ✓ Tanto o termoplástico como seu promotor de aderência, não podem agredir a estrutura do pavimento;
- ✓ Estando a superfície do pavimento limpa, seca e isenta de qualquer elemento estranho como óleos e graxas, o termoplástico deverá possuir perfeita aderência, com a temperatura ambiental mínima de 10°C e umidade relativa do ar de até 80%;
- ✓ O material deve manter integralmente a sua coesão e cor, após sua aplicação sobre superfície betuminosa, concreto de cimento Portland ou sobre demarcações desgastadas, desde que sua superfície esteja limpa e uniforme.

6.6. Requisitos

Os quadros 3 e 4 abaixo apresentam os valores mínimo e máximo para as variáveis consideradas nos requisitos quantitativos e qualitativos, respectivamente.

Quadro 3: Requisitos Quantitativos para o Termoplástico Pré-formado

Referência Normativa		Valores	
ABNT NBR	Ensaio	mínimo	máximo
15482:2013	Ponto de amolecimento	90°C	
	Resistência à abrasão		0,6 g
ASTM E 303	Atrito BPN	35	
16039:2012	Espessura	2 mm	
14723:2013	Retrorrefletividade do termoplástico branco	350 mcd lx ⁻¹ .m ⁻²	
	Retrorrefletividade do termoplástico amarelo	150 mcd lx ⁻¹ .m ⁻²	

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadro 4: Requisitos Qualitativos para o Termoplástico Pré-formado

Referência Normativa		Resultado
ABNT NBR	Ensaio	
15482:2013	Resistência à luz (100 horas)	inalterada; leve alteração

Fonte: Elaborado pelos autores

6.7. Coordenadas de cromaticidade

As cores do termoplástico pré-formado devem apresentar valores de coordenadas de cromaticidade (x e y) dentro da área definida pelos valores descritos no quadro a seguir.

Quadro 5: Coordenadas de cromaticidade para o Termoplástico Pré-formado

Cor	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Branca	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
Amarela	0,443	0,399	0,545	0,455	0,465	0,535	0,389	0,431
Azul	0,039	0,320	0,160	0,320	0,183	0,218	0,088	0,142
Vermelha	0,650	0,330	0,668	0,330	0,734	0,265	0,721	0,259
Verde	0,200	0,500	0,350	0,500	0,209	0,395	0,350	0,400
Verde lima-limão	0,380	0,470	0,380	0,500	0,410	0,470	0,410	0,500

Fonte: Elaborado pelos autores

A avaliação da cor deve ser feita utilizando-se um espectrofotômetro calorímetro com geometria d/8° ou direcional 45/0, com brilho excluído, utilizando o iluminante D65 e ângulo de observação de 10°.

6.8. Embalagem

As embalagens devem ser mantidas na posição horizontal.

Os recipientes deverão estar lacrados e protegidos do calor e umidade e trazer no seu corpo, em local de fácil leitura, obrigatoriamente as seguintes informações:

- ✓ Identificação do fabricante;
- ✓ Nome comercial e/ou numeração;
- ✓ Cor do laminado;
- ✓ Data de fabricação;
- ✓ Prazo de validade;
- ✓ Identificação de partida de fabricação; e
- ✓ Quantidade contida na embalagem (indicando as principais dimensões e formatos).

Referências desejáveis nas informações das embalagens:

- ✓ Referência quanto à natureza química da resina;
- ✓ Nome, endereço e telefone do fabricante; e
- ✓ Correspondência da equivalência da sua cor no sistema Munsell Highway.

7. TERMOPLÁSTICO DE ALTO RELEVO

7.1. Objetivo

A presente especificação tem por objetivo fixar as condições exigíveis para termoplásticos retrorrefletorizados para sinalização horizontal sensorial audível para refletir em condições climáticas adversas, refletiva na chuva, aplicado pelo processo de extrusão.

7.2. Referências normativas e documentos complementares do Termoplástico retrorrefletorizado

NBR 15482:2013 Determinação da densidade de massa específica;
Determinação do deslizamento; e
Determinação da temperatura de ponto de amolecimento.

ASTM D 2196/1968 Test for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials.

BS 3262 – Part 1 Apêndice F Determinação do Fator de Luminância.

BS 3262 – Part 1 Apêndice J Determinação da Resistência a Derrapagem.

7.3. Material

O material termoplástico consistirá de uma composição da qual participem em proporções convenientes resinas sintéticas da melhor qualidade, partículas granulares como elementos inertes de enchimento, pigmento, agentes dispersores, agentes plastificantes, microesferas destinadas a tornar o material refletivo e demais componentes que propiciem ao material termoplástico as qualidades que venham atender a finalidade a que se destina.

Para o material de cor branca, pigmento a ser utilizado deve ser o dióxido de titânio no percentual que assegure efetivamente a cor exigida e garanta seu fator de luminância.

Para o material de cor amarela o pigmento a ser utilizado deve ser o amarelo de cromo, amarelo de cádmio, amarelo molibdênio, empregado isolado ou misturado, cujas características assegurem a tonalidade de cor durante o período de garantia.

7.4. Aplicação

A temperatura de aplicação do material termoplástico não deverá ser superior a 200°C. Estando o pavimento a temperatura igual ou inferior a 30°C o “tempo de cura” do material para abertura ao tráfego de veículos não deve ser superior a 5 minutos.

A quantidade de microesferas de vidro incorporadas ao material devem assegurar um mínimo de 70 mcd.lx⁻¹.m⁻² durante o período de garantia.

As microesferas de vidro deverão ser incorporadas ao material termoplástico em duas fases, ou seja, uma durante o processo de fabricação (pré-misturado) e outra, através de uma pistola pressurizada no instante da aplicação na pista.

As faixas quando aplicadas deverão ter relevos uniformes e constantes que permitam vibrações com efeito sonoro nas faixas de bordo e refletância perfeita na faixa de eixo.

8. TERMOPLÁSTICO POR ASPERSÃO (*HOT-SPRAY*)

8.1. Objetivo

Esta especificação fixa as condições básicas exigíveis para a execução e fiscalização de serviços de demarcação viária de pavimentos em vias urbanas, utilizando-se os materiais termoplásticos aspergidos retrorrefletorizados.

8.2. Referências normativas

- NBR 16184:2013 Microesferas de vidro retrorrefletivas para demarcação viária.
- NBR 13159:2013 Termoplástico para sinalização horizontal aplicado pelo processo de aspersão.
- NBR 15482:2013 Determinação do teor de ligante;
Determinação de cromato de chumbo;
Determinação de sulfeto de cádmio;
Determinação da densidade de massa específica;
Determinação do deslizamento;
Determinação da resistência à abrasão;
Determinação da resistência à luz;
Determinação do dióxido de titânio pelo método de redução do alumínio;
Determinação de microesferas de vidro;
Determinação da temperatura do ponto de amolecimento;
Determinação de estabilidade ao calor; e
Determinação da cor.
- NBR 15402:2014 Termoplásticos - Procedimentos para execução de demarcação e avaliação.
- NBR 7396:2017 Material para Sinalização Horizontal – Terminologia.

8.3. Material

Material termoplástico se constituirá de uma mistura em proporções convenientes de ligantes, partículas granulares como elementos inertes, pigmentos e seus agentes dispersores, microesferas de vidro e outros componentes que propiciem ao material, qualidades que venham atender à finalidade a que se destina.

O ligante deve ser constituído de resinas naturais e/ou sintéticas e um óleo como agente plastificante e as partículas granulares serão constituídas por talco, dolomita, calcita, quartzo, outros materiais similares e microesferas de vidro Tipo I A.

No termoplástico de cor branca, o pigmento deve ser o dióxido de titânio rutilo e no de cor amarela deve ser cromato de chumbo ou sulfeto de cádmio. Os pigmentos empregados devem assegurar uma qualidade e resistência à luz e ao calor, tais que a tonalidade das faixas permaneça inalterada.

O termoplástico deve apresentar boas condições de trabalho e suportar temperaturas de até 80°C sem sofrer deformações.

O termoplástico deve ser inerte a intempéries, combustíveis e lubrificantes.

O termoplástico deve produzir marcas que se agreguem firmemente ao pavimento, não se destacando do mesmo em consequência de esforços provenientes do tráfego.

O termoplástico deve ser passível de remoção intencional, não ocasionando danos sensíveis ao pavimento e não deve possuir capacidade destrutiva ou desagregadora do pavimento.

Quando o pavimento for de concreto ou apresentar agregado exposto, deve-se fazer uma aplicação de uma camada de ligação antes da demarcação, de forma a criar um meio ligante entre o pavimento e o termoplástico.

O termoplástico deve manter integralmente a sua coesão e cor após a sua aplicação no pavimento. Quando aquecido à temperatura exigida para sua aplicação não deve desprender fumos ou gases tóxicos que possam causar danos às pessoas ou a propriedades.

As microesferas do Tipo I A deverão ser aplicadas incorporadamente às massas termoplásticas durante a sua fabricação, de modo a permanecerem internas à película aplicada na proporção de 20 (vinte) a 40% (quarenta por cento) em massa da mistura.

A camada final de microesferas de vidro do Tipo II A/B aplicada por meio de pistolas acionadas a ar comprimido, concomitantemente com o material, deverá ser de 350 (trezentos e cinquenta) g/m².

8.4. Requisitos

Os quadros 6 e 7 abaixo apresentam os valores mínimo e máximo para as variáveis levadas em consideração na análise dos requisitos quantitativos e qualitativos do Termoplástico, respectivamente.

Quadro 6: Requisitos Quantitativos para o Termoplástico

Referência Normativa		Valores	
ABNT NBR	Ensaio	mínimo	máximo
15482:2013	Ligante, % em massa de mistura	18	28
	Termoplástico branco, dióxido de titânio (TiO ₂), % em massa de mistura	8	
	Termoplástico amarelo, cromato de chumbo (PbCrO ₄), % em massa de mistura	2	
	Termoplástico amarelo, sulfeto de cádmio (CdS), % em massa de mistura	1	
	Microesferas, % em massa na mistura	20	40
	Massa específica, g/cm ³	1,85	2,25
	Ponto de amolecimento, °C	90	
	Deslizamento, %		5
	Resistência à abrasão, g		0,4

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadro 7: Requisitos Qualitativos para o Termoplástico

Referência Normativa		Avaliação
ABNT NBR	Ensaio	
15482:2013	Estabilidade ao calor	satisfatória
	Resistência à luz (100 horas)	inalterada
Cor Munsell do termoplástico		
Branco	N 9,5 com tolerância N 9,8	
Amarelo	10 YR - 7,5/14 com tolerância 10 YR - 5,5/14 e 8,5 YR - 7,5/14	

Fonte: Elaborado pelos autores

8.5. Retrorrefletorização

A retrorrefletorização inicial da sinalização é produzida pela aplicação de microesferas de vidro tipo II na proporção mínima de 300g/m².

A retrorrefletância inicial mínima da sinalização deverá ser de 150 mcd.lux⁻¹.m⁻², para a cor AMARELA e, de 250 mcd.lux⁻¹.m⁻², para a cor BRANCA.

8.6. Embalagem

O termoplástico deverá ser acondicionado em sacos plásticos devidamente fechados e lacrados, bem como em embalagens padronizadas, nas quais deve figurar em local visível e legível:

- ✓ Nome do fabricante;
- ✓ Nome do produto;
- ✓ Número do lote de fabricação;
- ✓ Data de fabricação;
- ✓ Cor do material (Padrão Munsell);
- ✓ Máxima temperatura de aquecimento;
- ✓ Prazo de validade; e
- ✓ Quantidade contida, em Kg.

9. TERMOPLÁSTICO POR EXTRUSÃO

9.1. Objetivo

Esta especificação fixa as condições básicas exigíveis para a execução de serviços de demarcação viária de pavimentos em vias urbanas, utilizando-se os materiais termoplásticos extrudado retrorrefletorizados. A sinalização horizontal com massa termoplástica aplicada por extrusão retrorrefletorizada, é aplicada manualmente e é composta por resinas de alta resistência à abrasão, pigmentos resistentes ao calor e a luz ultra violeta e micro esferas de vidro para garantir a retrorrefletorização. Sua utilização é recomendada em demarcações que exijam alta resistência ao desgaste, tais como: faixas de pedestres, legendas e zebraos em vias urbanas de alto volume de tráfego. Devido às suas características apresenta excelente retenção da cor, plasticidade e dureza quando bem executado.

9.2. Referências normativas

- NBR 13132:2013 Termoplástico para sinalização horizontal aplicado pelo processo de extrusão – Especificação.
- NBR 16184:2013 Microesferas de vidro retrorrefletivas para demarcação viária.
- NBR 15482:2013 Determinação do teor de ligante;
Determinação de cromato de chumbo;
Determinação de sulfeto de cádmio;
Determinação da densidade de massa específica;
Determinação do deslizamento;
Determinação da resistência à abrasão;
Determinação da resistência à luz;
Determinação do dióxido de titânio pelo método de redução do alumínio;
Determinação de microesferas de vidro;
Determinação da temperatura do ponto de amolecimento;
Determinação de estabilidade ao calor; e
Determinação da cor.
- NBR 15402:2014 Termoplásticos - Procedimentos para execução de demarcação e avaliação.
- NBR 7396:2017 Material para Sinalização Horizontal – Terminologia.

9.3. Material

O material termoplástico se constituirá de uma mistura em proporções convenientes de ligantes, partículas granulares como elementos inertes, pigmentos e seus agentes dispersores, microesferas de vidro e outros componentes que propiciem ao material qualidade que venha atender a finalidade a que se destina.

O ligante deve ser constituído de resinas naturais e/ou sintéticas e um óleo como agente plastificante.

As partículas granulares serão constituídas por talco, dolomita, calcita, quartzo, outros materiais similares e microesferas de vidro Tipo I A conforme a NBR 16184:2013.

No termoplástico de cor branca, o pigmento deve ser o dióxido de titânio rutilo e no de cor amarela deve ser cromato de chumbo ou sulfeto de cádmio. Os pigmentos empregados devem assegurar uma qualidade e resistência à luz e ao calor, tais que a tonalidade das faixas permaneça inalterada.

O termoplástico deve apresentar boas condições de trabalho e suportar temperaturas de até 80°C sem sofrer deformações.

O termoplástico deve ser inerte a intempéries, combustíveis e lubrificantes.

O termoplástico deve produzir marcas que se agreguem firmemente ao pavimento, não se destacando do mesmo em consequência de esforços provenientes do tráfego.

O termoplástico deve ser passível de remoção intencional, não ocasionando danos sensíveis ao pavimento.

O termoplástico não deve possuir capacidade destrutiva ou desagregadora do pavimento.

Quando o pavimento for de concreto ou apresentar agregado exposto, deve-se fazer uma aplicação de uma camada de ligação antes da demarcação, de forma a criar um meio ligante entre o pavimento e o termoplástico.

O termoplástico deve manter integralmente a sua coesão e cor após a sua aplicação no pavimento.

O termoplástico quando aquecido à temperatura exigida para sua aplicação não deve desprender fumos ou gases tóxicos que possam causar danos às pessoas ou a propriedades.

As microesferas do Tipo I A deverão ser aplicadas incorporadamente às massas termoplásticas durante a sua fabricação, de modo a permanecerem internas à película aplicada na proporção de 20 (vinte) a 40% (quarenta por cento) em massa da mistura.

A camada final de microesferas de vidro do Tipo II A/B aplicada por meio de pistolas acionadas a ar comprimido, concomitantemente com o material, deverá ser de 350 (trezentos e cinquenta) g/m².

O material termoplástico é aquecido para aplicação em temperaturas compatíveis ao seu ponto de fusão sendo utilizado dispositivo termostático para manutenção da temperatura de fusão. Termômetros em perfeito estado de funcionamento são utilizados para controle da temperatura tanto das caldeiras de fusão como do material termoplástico. O uso do material fora da temperatura ideal acarretará defeitos que necessariamente levarão ao refazimento do trabalho. São utilizadas sapatas para aplicação manual com largura variável e carrinho para aplicação de microesferas.

9.4. Requisitos

Os requisitos quantitativos e qualitativos para o termoplástico por extrusão são os mesmos que os do termoplástico por aspersão e foram apresentados nos Quadros 6 e 7, respectivamente.

10. TINTA A BASE DE RESINA ACRÍLICA REFLETORIZADA

10.1. Objetivo

Esta especificação fixa as condições básicas exigíveis para a execução de serviços de demarcação de pavimentos em vias urbanas com tinta à base de resina acrílica retrorrefletorizada.

10.2. Referências normativas

NBR 5829:2014	Tintas, vernizes e derivados – Determinação da massa específica – Método de ensaio
NBR 16184:2013	Sinalização horizontal viária – Microesferas de vidro – Requisitos
NBR 15870:2016	Sinalização Horizontal viária – Plástico a frio à base de resinas metacrílicas reativas – fornecimento e aplicação
NBR 7396:2017	Material para sinalização horizontal – Terminologia
NBR 15438:2020	Sinalização horizontal viária – Tintas – Método de ensaio

10.3. Material

A tinta a ser aplicada na demarcação viária deve ser para uso em superfície betuminosa ou de concreto de cimento.

A tinta deve ser aplicada pelo processo de aspersão pneumática, através de equipamento automático ou manual, conforme o tipo de pintura a ser executada.

A tinta deve estar apta a ser aplicada, nas seguintes condições:

- ✓ Temperatura ambiente de 05° C a 40°C
- ✓ Umidade relativa do ar de 10% até 90%
- ✓ Suportar temperatura de até 80°C

A tinta deve ter condições de ser aplicada por máquinas apropriadas e vir na viscosidade especificada. No caso da aplicação de microesferas de vidro tipo I-B, no entanto, podem ser adicionados no máximo 5% de solvente em volume sobre a tinta. Quanto ao solvente a ser utilizado deverá ser apropriado para a tinta especificada, de preferência do mesmo fabricante.

A tinta quando aplicada em quantidade especificada deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos.

A tinta aplicada, após secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade as microesferas de vidro e ao pavimento, produzir película seca fosca, de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

A tinta quando aplicada sobre a superfície betuminosa não deve apresentar sangria, nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento.

As microesferas de vidro deverão ser incorporadas às tintas em duas fases, através de adição antes de sua aplicação Tipo I – B na proporção de 200 g/l de tinta, e posteriormente através de aspersão Tipo II A/B, simultaneamente, com tinta na proporção de 300 g/m².

A tinta não deve apresentar características antiderrapantes.

A tinta não deve apresentar coágulos, nata, crostas ou separação de cor.

A tinta não deve apresentar, após a abertura do recipiente, sedimentos que não possam ser facilmente dispersos por agitação manual. Após a agitação deve apresentar aspecto homogêneo.

A(s) máquina(s) para aplicação de tinta a frio deve(m) estar licenciadas e emplacadas conforme legislação de trânsito e conter, no mínimo, os seguintes equipamentos:

- ✓ Motor para autopropulsão;
- ✓ Compressor de ar, com reservatório;
- ✓ 2 (dois) reservatórios pressurizados para tinta, sendo um para cada cor;
- ✓ Misturadores mecânicos para material;
- ✓ Quadro de instrumentos e válvulas para regulagem, controle e acionamento.
- ✓ Sistema de limpeza das mangueiras e pistolas, com tanque de solvente, válvulas e registros;
- ✓ Sistema sequenciador para atuação automática das pistolas na pintura de eixos tracejados;
- ✓ Sistema de pistolas para material, atuados pneumaticamente, permitindo a variação da largura das faixas;
- ✓ Sistema espalhador de microesferas por aspersão;
- ✓ Depósito para microesferas;
- ✓ Sistema de braços suportes para pistola; e
- ✓ Sistema de pistolas manuais, atuados pneumaticamente.

10.4. Requisitos

O quadros 8 e 9 abaixo apresentam os valores mínimo e máximo para as variáveis levadas em consideração na análise dos requisitos quantitativos e qualitativos para tinta a base de resina acrílica refletorizada, respectivamente.

Quadro 8 - Requisitos qualitativos e quantitativos para tinta a base de resina acrílica refletorizada

Referência Normativa		Valores	
ABNT NBR	Ensaio	mínimo	máximo
15438:2020	Consistência, UK	80	90
	Estabilidade na armazenagem: alteração da consistência, UK		5
	Material não volátil, % em massa	62,8	69
	Pigmento, % em massa	40	50
	Tinta branca, dióxido de titânio (TiO ₂), % em massa no pigmento	25	
	Tinta amarela, cromato de chumbo (PbCrO ₄), % em massa no pigmento, sendo permitido substituir até 15% do teor utilizado por TiO ₂	22	
	Veículo não volátil, % em massa no veículo	38	
	Veículo total, % em massa na tinta	50	60
	Tempo de secagem, no "pick-up time", minutos		15
	Resistência à abrasão, litros de óxido de alumínio (Al ₂ O ₃)	80	
	Massa específica, g/cm ³	1,3	1,45
	Brilho a 60 ^o C, unidades		20

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadro 9 - Requisitos qualitativos para tinta a base de resina acrílica refletorizada

Referência Normativa		Avaliação
ABNT NBR	Ensaio	
15438:2020	Flexibilidade	Satisfatória
	Sangramento	Ausência
	Resistência à água	Satisfatória
	Resistência ao calor	Satisfatória
	Estabilidade da diluição	Satisfatória
	Aderência	Satisfatória
	Formação da nata	Ausência
	Breu e derivados	Ausência
Cor Munsell da resina acrílica refletorizada		
Branco	N 9,5 com tolerância N 9,0	
Amarelo	10 YR - 7,5/14 e suas tolerâncias exceto notações 2,0 YR - 7,5/14 e 10,0 YR - 6,5/14	

Fonte: Elaborado pelos autores

10.5. Retrorrefletorização

A retrorrefletância inicial mínima da sinalização deverá ser de $150 \text{ mcd.lux}^{-1}.\text{m}^{-2}$, para a cor AMARELA e de $250 \text{ mcd.lux}^{-1}.\text{m}^{-2}$, para a cor BRANCA.

10.6. Embalagem

A tinta deverá ser embalada em recipientes metálicos, cilíndricos lacrados: o lacre deve apresentar o número do laudo laboratorial e deverá ser conferido e retirado pela fiscalização.

As embalagens das tintas deverão trazer no seu corpo, bem legível, as seguintes informações:

- ✓ Nome do produto;
- ✓ Cor da tinta (Padrão Munsell);
- ✓ Referência quanto à natureza química da resina;
- ✓ Data da fabricação;
- ✓ Prazo de validade;
- ✓ Número do lote de fabricação;
- ✓ Nome do fabricante; e
- ✓ Quantidade contida no recipiente, em Kg.

11. TINTA EMULSIONADA EM ÁGUA

11.1. Objetivo

Fixar as condições mínimas de exigíveis para tinta emulsionada em água, à base de resina 100% acrílica, destinada à demarcação viária da sinalização horizontal, fornecida sem microesferas de vidro.

11.2. Referências normativas

ABNT NBR 13699:2012	Sinalização horizontal viária - Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água
ABNT NBR 9676:2014	Tintas - Determinação do poder de cobertura (opacidade).
ABNT NBR 15405:2016	Sinalização horizontal viária - Tintas - Procedimentos para execução da demarcação e avaliação
ABNT NBR 7396:2017	Sinalização horizontal viária - Material para sinalização - Terminologia
ABNT NBR 15438:2020	Sinalização horizontal viária - Tintas - Métodos de ensaio
ASTM D2792	<i>Standard Practice for Solvent and Fuel Resistance of Traffic Paint</i>

11.3. Requisitos Gerais

A tinta à base de resina acrílica para demarcações no pavimento deve ser fornecida embalada em recipientes cilíndricos do tipo balde plástico de 18 L (dezoito litros), possuindo tampa circular removível, de mesmo diâmetro da embalagem e alça que permita o transporte do produto com segurança.

Os recipientes devem trazer no seu corpo, bem legível, as seguintes identificações:

- ✓ Nome do produto: "Tinta para Demarcação Viária";
- ✓ Nome comercial e/ou numeração;
- ✓ Cor da tinta: branca, amarela, azul, vermelha ou preta, preferencialmente, com a respectiva notação Munsell Highway;
- ✓ Referência quanto à natureza química da resina;
- ✓ Data de fabricação;
- ✓ Prazo de validade;
- ✓ Identificação de partida de fabricação;
- ✓ Nome, endereço e telefone do fabricante;
- ✓ Quantidade contida no recipiente, em litros e/ou peso.

O odor da tinta não pode causar desconforto ao aplicador e de acordo com a legislação vigente eventuais características de toxicidade devem ser claramente expressas na embalagem.

O recipiente da tinta deve apresentar-se em bom estado de conservação, consideram-se como defeitos as seguintes ocorrências: fechamento imperfeito, vazamento, falta de tinta, amassamento, rasgões e cortes, falta ou insegurança de alça, má conservação, marcação deficiente.

A tinta é uma mistura de resina, solventes, cargas e aditivos, formando um produto líquido, que após a secagem forma uma película sólida, opaca aderente ao pavimento, sem causar reações prejudiciais ao revestimento, deve estar apta à adição de microesferas de vidro de modo propiciem ao material qualidade que atendam à finalidade a que se destina.

As tintas devem atender aos requisitos da NBR13699:2012.

A resina da tinta deve ser 100% acrílica, não sendo permitido outro tipo de copolímero.

A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa ou de concreto de cimento Portland.

A tinta, logo após a abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos, que não possam ser facilmente dispersos por simples agitação manual, e após tal procedimento, deve apresentar aspecto homogêneo.

A tinta deve ser susceptível de rejuvenescimento mediante aplicação de nova camada.

A tinta não deverá apresentar alterações físicas em decorrência da ação das intempéries e/ou mudanças bruscas de temperatura.

11.4. Requisitos Específicos

Os quadros 10 e 11 abaixo apresentam os valores mínimo e máximo para as variáveis levadas em consideração na análise dos requisitos quantitativos e qualitativos para tinta emulsionada em água, respectivamente.

Quadro 10 - Requisitos quantitativos para tinta emulsionada em água

Referência Normativa		Valores	
ABNT NBR	Ensaio	mínimo	máximo
15438:2020	Consistência, UK	80	95
	Estabilidade na armazenagem: alteração da consistência, UK		10
	Massa específica, g/cm ³	1,59	
	Finura de moagem, "Hegmann"	4	
	Tempo de secagem, no "pick-up time", extensor de 0,4mm, minutos		12
	Tempo de secagem, no "pick-up time", com umidade relativa a 90%, extensor de 0,4mm, minutos		20
	Brilho a 60 OC, unidades		20
	Resistência à abrasão, litros, tinta branca	100	15
	Resistência à abrasão, litros, tinta branca	90	
ASTM D2792	Sólidos por volume	62	

Fonte: Elaborada pelos autores

Quadro 11 - Requisitos qualitativos para tinta emulsionada em água

Referência Normativa		Avaliação
ABNT NBR	Ensaio	
15438:2020	Flexibilidade	Inalterada
	Resistência à água	Inalterada
	Resistência ao calor	Inalterada
	Resistência ao intemperismo da cor, 400h	Inalterada
	Resistência ao intemperismo, 400h integridade	Inalterada
	Identificação do veículo não volátil	o espectrograma de absorção de radiações infravermelhas deve apresentar bandas características de resinas acrílicas
ASTM D2792	Resistência à gasolina, 2h tinta branca	Inalterada
	Resistência à gasolina, 2h tinta branca	Leve alteração
Cor Munsell da resina acrílica refletorizada		
Branco	N 9,5 com tolerância N 9,0	
Amarelo	10 YR - 7,5/14 e suas tolerâncias exceto notações 2,0 YR - 7,5/14 e 10,0 YR - 6,5/14	
Preta	N 0,5	
Azul	5 PB 2/8	
Vermelha	7,5 R 4/14	

Fonte: Elaborada pelos autores

Os quadros 12 e 13 a seguir referem-se ao poder de cobertura da tinta emulsionada em água após o ensaio realizado pela Norma ABNT NBR 9676 e suas coordenadas de cromaticidade, respectivamente.

Quadro 12 - Poder de cobertura da tinta emulsionada em água

Cor	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Branca	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
Amarela	0,443	0,399	0,545	0,455	0,465	0,535	0,389	0,431
Azul	0,039	0,320	0,160	0,320	0,183	0,218	0,088	0,142
Vermelha	0,650	0,330	0,668	0,330	0,734	0,265	0,721	0,259
Verde	0,200	0,500	0,350	0,500	0,209	0,395	0,350	0,400
Verde lima-limão	0,380	0,470	0,380	0,500	0,410	0,470	0,410	0,500

Fonte: Elaborada pelos autores

Quadro 13 - Coordenadas de cromaticidade da tinta emulsionada em água

Cor	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Branca	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
Amarela	0,443	0,399	0,545	0,455	0,465	0,535	0,389	0,431

Fonte: Elaborada pelos autores

11.5. Aplicação

A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições:

- ✓ Temperatura ambiente entre 10°C e 40°C;
- ✓ Umidade relativa do ar até 80% .

A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessário à adição de outro aditivo qualquer.

A tinta pode ser aplicada em espessuras, quando úmida, variáveis de 0,3 mm a 0,6 mm, a ser obtida em uma única passada da máquina sobre o pavimento.

A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação do tráfego no período máximo de tempo de 20 minutos.

A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor, após sua aplicação sobre superfície betuminosa ou de concreto de cimento Portland.

Após aplicação, deve apresentar plasticidade e elevada aderência às esferas de vidro retrorrefletivas, ao pavimento ou sinalização anterior, devendo resultar em uma película fosca, de aspecto uniforme, não podendo ser constatada a ocorrência de rachaduras, manchas ou outras irregularidades durante o período de sua vida útil.

11.6. Controle de qualidade

Para garantia da qualidade dos materiais, serão exigidos laudo técnico realizado por instituição credenciada pelo INMETRO, para comprovação dos requisitos quantitativos e qualitativos do produto.

Termoplástico por extrusão O material termoplástico é aquecido para aplicação em temperaturas compatíveis ao seu ponto de fusão. É recomendado para aplicação em demarcação que exija alta resistência ao desgaste, tais como faixas de pedestres, legendas e zbrados. Apresenta excelente retenção de cor, plasticidade e a aplicação é feita com o uso de extrusores manuais ou mecânicos. A norma NBR 13.132:2013 - Termoplástico aplicado pelo processo de extrusão, especifica seu uso.

Termoplástico por aspersão Da mesma forma que o anterior, o material também é aquecido em temperatura compatível ao seu ponto de fusão. É recomendada a aplicação por aspersão em vias urbanas e rodovias de alto volume de tráfego, nas faixas contínuas e tracejadas de eixo e bordo. As principais características são: excelente retrorrefletância, alta resistência à abrasão e boa estabilidade térmica, proporcionando excelente visibilidade noturna. Sua aplicação/pulverização se dá por projeção pneumática e/ou mecânica. Esta técnica também é conhecida como hot spray

e a norma que especifica o seu uso é a NBR 13159:2016 – Termoplástico aplicado pelo processo de aspersão.

Termoplástico pré-formado São as películas pré-fabricadas, aplicadas diretamente sobre o pavimento, com adesão por aquecimento. A norma xxx – Termoplásticos pré-formado para sinalização especifica seu uso.

Elastoplástico Existem também os laminados elastoplásticos que são filmes, películas ou fitas, constituídas de veículos (resinas) e partículas de sólidos – cargas, pigmentos e microesferas de vidro, fornecidos em espessuras pré-determinadas (fabricação). Sua aplicação no pavimento se dá por colagem. A norma NBR 15 741:2009 – Laminado elastoplástico para sinalização especifica seu uso.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHTRANS. *Especificações Técnicas Sinalização Estatigráfica Horizontal*, 2017. Disponível em: <http://www.prefeitura.pbh.gov.br>

CTB. *Código de Trânsito Brasileiro*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503.htm

CETSP. *Manual de Sinalização Urbana, Horizontal*. Volume 5, revisão 3, 2019. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br>

DENATRAN. *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito*. Volume IV, 2007. Disponível em: <http://www.portalservicos.denatran.serpro.gov.br>

DNIT. *Manual de Sinalização Rodoviária*, 2010. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br>

DERMG. *Materiais de Demarcação Viária*. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br>

IWAMOTO, V.S. *Materiais Utilizados na Sinalização de Trânsito*, 2019 <http://www.repositorio.unicentro.br>

