

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DE SEGURANÇA TIPO II – TERMOPLÁSTICO

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DE SEGURANÇA TIPO II:

A Sinalização de Segurança Tipo II é caracterizada por apresentar-se na forma de Relevos (Multipontos, Spotflex ou Estrutura), que em episódios de chuva, devido a altura do relevo, mantém a retrorreflexão da pintura em seco e sob chuva. Caracterizam-se também por ser antiderrapantes e sonorizantes, tendo maior durabilidade que as pinturas tradicionais em função da durabilidade dos materiais e da maior espessura.

A sinalização horizontal de Segurança Tipo II em material termoplástico, deve atender aos seguintes requisitos principais:

- a. Apresentar visibilidade diurna (Q_d);
- b. Apresentar visibilidade noturna com pavimento seco ou sob chuva ($mcd/lx.m^2$);
- c. Ter coeficiente de atrito alto (SRT);
- d. Permitir a drenagem de água das chuvas;
- e. Ser um material de pintura durável e resistente;
- f. O material deve apresentar compatibilidade com o substrato dos pavimentos;
- g. Ter durabilidade;
- f. Ser aplicado por equipamentos que permitam a visibilidade sob chuva e neblina; e
- g. Apresentar sonorização quando aplicado nos bordos e ruído quando aplicado no eixo.

DESENVOLVIMENTO DA SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA TIPO II:

Na década de 1960 surgiram as pinturas a quente utilizando termoplásticos sintéticos à base de hidrocarboneto alifático. No Brasil, já na década de 1970, houve a introdução de uma derivação para termoplásticos à base de resinas naturais de origem vegetal – chamadas Breu.

O termoplástico é aplicado a quente, formando a camada de tinta por esfriamento, o que permite a elaboração de camadas mais espessas de material nas faixas.

Em 1982, a Alemanha e a França desenvolveram em conjunto, pesquisas e estudos para a realização de sinalizações em relevo. Foram ensaiados diversos materiais com diferentes sistemas de aplicação, que foram classificados em 5 grupos, sendo os resultados publicados em 1986.

Com o despertar da consciência ecológica foram pesquisados materiais que emitsem menos solventes para a atmosfera (que comprometem a camada de ozônio, que filtra os raios ultravioletas e provoca o "efeito estufa", e mesmo materiais com ausência quase total de solventes na formulação. Desta preocupação, surgiram as tintas denominadas "High Solid" (Alto Teor de Sólidos), as tintas emulsionadas em água, as bicomponentes e o Biline* - Plástico a Frio, elaborados a base de resina

reativa metilmetacrilato - MMA. Surge com grande sucesso o Plástico a Frio Bicomponente nas opções: "Estrutura", "Profile", "Spotflex" e "Big Beads", que inicialmente eram aplicados por processos manuais ou por pequenos equipamentos de extrusão e depois os chamados Plastomakers.

No final da década de 1990, são desenvolvidas as primeiras máquinas de aplicação mecânica de Plástico a Frio MMA por aspersão (Spray), com diferentes técnicas de mistura e homogeneização do endurecedor, que se materializaram em duas tecnologias – Sistema tipo 1:1 e depois 98+2.

As máquinas para aplicação de relevos também passaram por transformações e forma também desenvolvidas para a aplicação dos termoplásticos, tecnologias que se encontram ainda hoje em evolução.

Todos esses estudos e pesquisas, consolidaram dois conceitos essenciais em relação na sinalização horizontal:

- A elaboração de demarcações de relevo; e
- As demarcações antiderrapantes.

REQUISITOS PRINCIPAIS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL:

A sinalização horizontal em relevo de Segurança Tipo II, devem atender aos princípios de:

a) Visibilidade Diurna:

Consiste no contraste apresentado pela pintura em relação ao pavimento, também nomeada como luminância. A unidade de medida de medida deste parâmetro é o Fator β (Beta), medido em (Qd).

No Brasil, a determinação normativa quanto a sinalização ainda não estipula a medição de luminância, sendo determinado apenas o padrão de cor das pinturas.

b) Visibilidade Noturna:

Pode ser entendido como a luz retrorrefletida pela faixa de pintura quando há a incidência de um raio de luz. Esse fenômeno é possibilitado pela agregação de microesferas de vidro nas pinturas, sobre a camada de tinta ou agregado a ela, dependendo do caso. A unidade de medida de retrorrefletância é a milicandela luz por m² (mcd/lux.m²).

No caso de pinturas lisas, quando chove ficam apagadas devido o filme ser encoberto pela lâmina de água que se forma sobre a pista. No caso das pinturas em relevo, a altura do relevo faz com que a lâmina de água não se sobreponha à pintura, permitindo a visibilidade e o processo de retrorreflexão.

A pinturas de Segurança Tipo II – em relevo, refletem a luz dos veículos sob chuva e neblina porque parte das esferas de vidro ficam acima da lâmina de água que se forma sobre o pavimento.



Pista Seca – Pintura Lisa



Pista Molhada – Pintura Lisa



Pista Molhada – Pintura de Relevo

c) Resistência ao Deslizamento:

A Resistência ao Deslizamento corresponde ao atrito oferecido pela pintura em relação aos pneus dos veículos. Trata-se de um coeficiente medido e sua unidade de medida é o SRT (Static Rollover Threshold), que pode ser traduzido para o português como o Limite Estático para Tombamento Lateral. Indica a capacidade de os carros ficarem estáveis nas curvas e em freadas quanto ao escorregamento.

As pinturas lisas quando molhadas são, em geral, derrapantes, pois apresentam baixo SRT. Em alguns casos, quando são aplicados agregados antiderrapantes conjuntamente nas microesferas ou entre camadas de tinta quando em dupla aspersão, o SRT das tintas pode melhorar sensivelmente dependendo da quantidade de material utilizado.

Os sistemas de Sinalização de Segurança Tipo II aumentam a aderência da pintura visando maior segurança, especialmente quando o pavimento está molhado. As pinturas em relevo, por si, apresentam a características de ser antiderrapantes.

d) Drenagem de Água:

Os pavimentos podem ser executados com malhas abertas ou fechadas. Aqueles executados com malhas abertas têm a característica drenante, permitindo melhor escoamento da água, aumentando a segurança quando chove. As pinturas em relevo estão em sintonia com esses pavimentos pois:

- A água é escoada entre os relevos não sendo retida; e a água não é retida e não se forma lâmina sobre as faixas de sinalização;

- A pintura em relevo é durável e, portanto, não requer repinturas sucessivas como quando se utiliza materiais pouco duráveis.

SISTEMAS DE PINTURA NO BRASIL:

Os sistemas de pintura de sinalização podem ser classificados segundo as características de ser ecológicos, pelo tipo de formação do filme, pela espessura, pelo uso de material e tempo de secagem. Na tabela a seguir, são apresentados os principais tipos utilizados no Brasil. Além das características citadas na tabela, podem ser classificados ainda como duráveis e não duráveis, lisas e em relevo.

Solução	Ecológica	Formação do filme	Espessura (mm)		Kg/m ²	Tempo de secagem
			úmida	seca		
Acrílica com solvente	Não	Evaporação	0,6	0,42	0,89	30 min
Metacrílica com solvente	Não	Evaporação	0,6	0,42	0,94	30 min
Acrílica água	Sim	Evaporação e coalescência	0,5	0,4	0,85	15 min
Termoplástico aspersão	Sim	Esfriamento	-	1,5	3,0	1 min
Termoplástico extrusão	Sim	Esfriamento	-	3	6,0	2 min
Termoplástico relevo	Sim	Esfriamento	-	0 a 5,0	3,0 a 6,0	3 min
Plástico a frio aspersão	Sim	Reação química	-	0,6	1,0	20 min
Plástico a frio extrusão	Sim	Reação química	-	2,0	4,0	20 min
Plástico a frio relevo	Sim	Reação química	-	5,0	3,0 a 6,0	20 min

O MATERIAL TERMOPLÁSTICO:

O material termoplástico é composto por resinas naturais e/ou sintéticas - como breu modificado e estabilizado em escamas, resinas alquídicas modificadas, maleicas e ou fumáricas, cargas minerais de variadas granulometrias (até 700µ), microesferas de vidro, plastificantes, ceras, óleos minerais especiais e pigmentos.

Na sinalização horizontal à quente são usados materiais termoplásticos, fornecidos no estado sólido que na temperatura ambiente apresentam a forma de pó. Quando colocados em caldeiras, são fundidos, em geral na temperatura entre 180° a 200° C, tomando a forma líquida pastosa, voltando ao estado sólido ao se esfriarem no pavimento. Quanto ao tipo, de aplicação, os termoplásticos mais comuns são classificados em fórmulas destinadas a aplicação por extrusão e para aspersão.

Existem também os termoplásticos especiais, destinados a aplicação no formato de relevos – Segurança Tipo II, que requerem formulação especial face ao volume de material aplicado, manutenção da forma aplicada e resistência ao calor ambiente após aplicado. Outra forma com formulação especial, são os termoplásticos pré-formados, que são fornecidos em placas pré-formadas já no formato e na cor do sinal, que são aplicados sobre o pavimento e derretidos com o uso de calor por maçarico.



Exemplos de termoplástico em relevo e pré-formado

O peso específico dos termoplásticos é de 2,0 kg/dm³ e são fornecidos, tanto para aplicação por extrusão quanto por aspersão, em sacos de 25 kg. Os melhores termoplásticos – como os da Viacolor, são fornecidos em embalagens plásticas, feitas com material da mesma família química das resinas, podendo ser lançados integralmente nas caldeiras de fundição, o que agiliza o processo de reabastecimento, bem como na geração de resíduos.



Embalagens de termoplástico unitária e em pallets

As cores padrão para sinalização viária dos termoplásticos são: branco e amarelo, podendo ser fabricadas em outras cores, como: vermelho (ciclovias e interseções), preto (para pinturas de contraste), azul (sinais para deficientes). Outras cores para atendimento de projetos especiais podem ser produzidas, devendo ser fornecido o padrão de cores na escala Pantone.



As principais versões e formulações dos termoplásticos para aplicação em sinalização viária são para as aplicações do tipo Aspersão, Extrusão e Relevos. As formulações visam permitir:

- Fusão rápida;
- Endurecimento por esfriamento rápido;
- Ausência de deslizamento;
- Ponto de amolecimento elevado; e
- Manutenção da espessura e forma.

A fórmula do material termoplástico de conter um elevado percentual de microesferas de vidro incorporadas, para que com o desgaste do material, continue ocorrendo a retrorrefletância da sinalização. As microesferas aspergidas sobre a camada aplicada não se ancoram profundamente e têm por função a retrorreflexão inicial da pintura.

Durante os primeiros meses, com a ação do tráfego, estas esferas se desprendem, desgastam ou imergem no material, passando a refletir as esferas incorporadas devido ao desgaste do material. A sujeira que naturalmente se possa depositar na superfície da pintura também é removida pelo desgaste e assim as faixas se mantêm limpas e refletindo durante toda a vida útil da sinalização.

COMPATIBILIDADE DO MATERIAL TERMOPLÁSTICO:

Os termoplásticos para sinalização viária apresentam características inerentes as propriedades do material, que por vezes, tem de ser corrigidas no processo de aplicação, com vistas a uma melhor permanência e durabilidade da pintura. Uma das mais importantes características a serem observadas é a compatibilidade do material com os substratos e com eventuais pinturas existentes.

a) Com substratos (para casos de primeira demarcação):

- Pavimentos flexíveis fechados ou abertos em asfalto:

Apresentam ótima aderência desde que o período de cura e compactação do substrato do pavimento já tenha decorrido e o pavimento se apresente bem seco e limpo de sujeiras superficiais e materiais exsudados;

- Pavimentos rígidos:

Em concreto Portland novos – é necessária a remoção do “Curing”, análise da porosidade e alcalinidade. Eventualmente, pode ser necessária a correção e aplicação de promotor de aderência (que por vezes, pode servir de faixa de contraste);

- Pavimentos Flexíveis em Concreto tipo blocos intertravados:

As camadas de alta espessura aplicadas pelo sistema de extrusão ou de relevo, em geral não são adequadas e compatíveis. A aplicação do tipo aspersão spray, pode ser

utilizada, desde que tomados os mesmos cuidados que a aplicação em pavimentos rígidos. O termoplástico pré-formado pode ser aplicado, mas deve-se atender as especificações e recomendações do fabricante.

b) Sobre pinturas existentes (Repintura):

Em qualquer caso de aplicação de termoplásticos sobre pinturas existentes, é importante verificar se a demarcação existente está bem aderida ao pavimento, se já ocorreram diversas repinturas e se existe risco de deslocamento.

O termoplástico é perfeitamente compatível entre si, ou seja, sobre pinturas anteriores em termoplástico, inclusive sobre os laminados termoplásticos pré-formados. Se comporta bem sobre as pinturas acrílicas ou metacrílicas com solventes aromáticos ou acrílicas emulsionadas em água.

A aplicação de termoplástico sobre Plástico a Frio é compatível, todavia, não é recomendada a aplicação inversa, ou seja, Plástico a Frio sobre termoplásticos, visto que a natureza dos materiais é totalmente oposta – os termoplásticos são, como a nomenclatura determina, plásticos mediante a imposição de calor (inclusive do ambiente), e o Plástico a Frio é um termofixo, ou seja, decorre de uma reação química exotérmica (com geração de calor), mas finda a reação, resulta num termofixo. A aplicação de um sobre o outro, gera incompatibilidade, visto que o trabalho dos materiais, são opostos.

Os termoplásticos também são incompatíveis com os laminados elastoplásticos pré-formado, visto que os materiais de composição de cada um vêm de famílias químicas diferenciadas e incompatíveis quimicamente.

COMPATIBILIDADE DO TERMOPLÁSTICO COM SUBSTRATOS E PINTURAS EXISTENTES

TIPO SUBSTRATO	PAVIMENTOS NOVOS				PAVIMENTOS ANTIGOS COM PINTURAS EXISTENTES									
	COM MALHA ABERTA	COM MALHA FECHADA	SOBRE CONCRETO RÍGIDO	SOBRE CONCRETO BLOCOS	SOBRE TIPOLOGIA DE TERMOPLÁSTICOS				SOBRE LAMINADO ELASTOPLÁSTICO	SOBRE PLÁSTICO A FRIO (PMMA)	SOBRE TINTAS A FRIO			
					EXTRUDADO	ASPERSÃO	ALTO RELEVO	PRÉ-FORMADO			BASE SOLVENTE	EMULSIONADA EM ÁGUA	MMA MONO COMPONENTE	EPÓXI ACRÍLICA
EXTRUSÃO	☐	☐	* ☒	* ☒	☐	☐	* ☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐
ASPERSÃO	☐	☐	* ☒	* ☒	☐	☐	☐	☐	☒	* ☐	☐	☐	☐	☐
ALTO RELEVO	☐	☐	* ☒	* ☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
PRÉ-FORMADO	☐	☐	* ☒	* ☒	☒	☐	* ☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
CUIDADOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS	- Curado - Limpo - Seco - Sem exsudação	- Curado - Limpo - Seco - Sem exsudação	- *Remover - Curar - *Primer - Curado - Limpo - Seco	- Remover - Curar - *Primer - Curado - Limpo - Seco	- Desgastado	- Desgastado	- *Desgastado - Remover relevos fogo	- Desgastado - Remover partes soltas com fogo	- Desgastado - Remover integralmente com fogo	- Desgastado - *Remover relevos com fresagem	- Desgastado	- Desgastado	- Desgastado	- Desgastado
☐ TOTALMENTE COMPATÍVEL ☒ MEDIANAMENTE COMPATÍVEL ☒ POUCO COMPATÍVEL ☒ INCOMPATÍVEL														

Não devem ser desconsiderados também outras características relacionadas ao comprometimento em relação à durabilidade e eficiência da demarcação. Os defeitos na aplicação podem ser classificados como severos, moderados ou leves. Estes podem ser decorrentes do material utilizado e/ou dos procedimentos de aplicação. Alguns defeitos decorrentes do processo de aplicação são:

- a) **Aplicação com espessura do filme inferior ao especificado** – Para não prejudicar a durabilidade e o recobrimento do pavimento, a aplicação de filme com termoplástico deve ter espessura especificada de acordo com o projeto/ norma ou especificação do contrato. Especialmente no caso da aplicação por aspersão, há o comprometimento da retenção de microesferas, o que irá levar a baixa retrorrefletância e a durabilidade será comprometida;
- b) **Aplicação com largura de faixa inferior ao especificado** - A largura da faixa de sinalização a ser demarcada deve ser determinada em função do projeto específico e/ou da composição da tipologia de tráfego e velocidade diretriz da via. Quando a largura é inferior ao necessário/especificado compromete a visualização e a segurança da circulação viária;
- c) **Aplicação realizada sobre pavimento com substrato não curado** – A aplicação sobre pavimentos novos deve aguardar a cura dos substratos dos pavimentos. Aplicação sobre pavimentos não curados comprometem a luminosidade das pinturas, contaminam e comprometem a aderência devido ao material asfáltico exsudado e sujam e prejudicam a ancoragem das microesferas, comprometendo a retrorrefletância;
- d) **Aplicação realizada sobre pavimento sujo e com a presença de Curing** – O material termoplástico já não apresenta compatibilidade ideal com pavimentos de cimento Portland, requerendo a aplicação de primer promotor de aderência (verniz). Para que não haja maior incompatibilidade, deve haver a remoção prévia do “Curing” antes de se aplicar sobre pavimentos novos. Para pavimentos novos de asfalto, além da cura, deve-se promover a limpeza de sujidades e materiais estranhos sobre o pavimento para não haver o deslocamento do material.
- e) **Aplicação sobre pavimentos úmidos** -Os termoplásticos são muito sensíveis à umidade, que provocam o aparecimento das trincas, deslocamento do material, e a própria não adesão no momento que esfriam. Nem sempre a aparência de pavimento seco corresponde a essa situação – o calor do material traz a umidade que está intrínseca. Assim, antes da aplicação devem ser efetuados testes práticos – como lançamento de porção do material sobre folhas de jornal ou papelão, e verificação de umidade sob o material após esfriamento. Aplicação sobre pavimentos úmidos resultam no deslocamento e soltura da demarcação viária e a consequente redução da durabilidade da demarcação;
- f) **Incompatibilidade e deslocamento do termoplástico aplicado sobre pavimentos de concreto em cimento Portland** – O material termoplástico não apresenta grande compatibilidade com pavimentos em concreto – rígidos e flexíveis como os blocos intertravados. No primeiro caso, há a necessidade, quando em pavimentos novos, que seja removido o “Curing” - produto adicionado ao concreto em base geralmente siliconada para evitar a perda de unidade no processo de cura, bem como que seja feito teste para verificação da alcalinidade. Após esse procedimento de remoção do Curing, deve haver a aplicação de primer promotor de aderência para se evitar o deslocamento. Em função da cor clara do pavimento, é normal a necessidade de se aplicar uma pintura de contraste na cor preta nas laterais da pintura, correspondente a, no mínimo, meia largura da faixa a ser pintada. Recomenda-se que a pintura de contraste seja da mesma tipologia ou com compatibilidade com os termoplásticos. A não remoção do Curing e a ausência de primer promotor de aderência podem promover o deslocamento da pintura;

g) **Aplicação na espessura incorreta** – Quando os equipamentos estão desregulados e/ou o material é de má qualidade, resultará no recobrimento insatisfatório do pavimento pelo termoplástico. Problemas de aquecimento do material, entupimento da pistola de aspersão, falta de pressão no equipamento de aspersão e a viscosidade na aplicação, interferem na espessura do filme aplicado, que pode provocar a falta de cobertura da pintura; e

h) **Aparecimento de bolhas ou crateras na pintura** – Problemas de temperatura no material, alteração da viscosidade e contaminação do pavimento podem causar o aparecimento de bolhas de ar ou crateras – quando as bolhas estouram, que se caracterizam por pequenos orifícios que surgem na superfície da pintura. Tais problemas podem ocorrer durante ou após a aplicação do material no pavimento.

APLICAÇÃO DOS TERMOPLÁSTICOS:

Os termoplásticos podem ser aplicados por diversos processos – extrusão, aspersão (Hot Spray) e fixação por calor. O processo de aplicação por extrusão pode se dar tanto de forma manual quanto pelo processo mecânico. O processo de aspersão somente pelo processo mecânico e a adesivação somente pelo processo manual.

Para a aplicação de material termoplástico, tanto no formato manual quanto mecânico, são necessários equipamentos específicos de aplicação deste tipo de material, conforme a seguir:

- **Processo de extrusão manual:**

- a) Equipamento móvel dotado de fusores térmicos para fusão do termoplástico, provido de aquecedor(es) e agitador(es), com regulagem automática de temperatura;
- b) Conjunto de sapatas para aplicação de termoplásticos por extrusão;
- c) Termômetros digitais e analógicos para controle de temperatura das caldeiras de fusão e de aplicação de material;
- d) Dispositivos balizadores e de segurança viária;
- e) Elementos para pré-marcação do pavimento, chapas de corte e gabaritos;
- f) Ferramentas de corte, baldes e espátulas; e
- g) Conjunto manual para aplicação e distribuição de microesferas (espargidores).

*Quando necessária a remoção de material pré-existente, torna-se necessário também maçaricos, bujão de gás, raspadeiras, pás, enxada e outros dispositivos de segurança e proteção dos trabalhadores.

- **Processo de extrusão mecânica:**

- a) Equipamento móvel dotado de fusores térmicos para fusão do termoplástico, provido de aquecedor(es) e agitador(es), com regulagem automática de temperatura;

- b) Conjunto de sapatas mecânicas para aplicação de termoplásticos por extrusão;
- c) Termômetros digitais e analógicos para controle de temperatura das caldeiras de fusão e de aplicação de material;
- d) Dispositivos balizadores e guias para direcionamento do equipamento aplicador durante a execução da demarcação;
- e) Elementos para pré-marcação do pavimento, chapas de corte e gabaritos;
- f) Ferramentas de corte, baldes e espátulas; e
- g) Conjunto mecânico de pistolas para aplicação e distribuição de microesferas (espargidores).

*Quando necessária a remoção de material pré-existente, torna-se necessário também maçaricos, bujão de gás, raspadeiras, pás, enxada e outros dispositivos de segurança e proteção dos trabalhadores.

- **Processo de aplicação de termoplástico pré-formado (Fixação por calor):**

- a) Equipamento móvel de transporte de material e equipamento;
- b) Conjunto de ferramentas como maçaricos, bujão de gás, raspadeiras, pás, espátula e outros;
- c) Termômetros digitais para controle de temperatura de aplicação de material;
- d) Dispositivos balizadores e guias para pré-marcação durante a execução da demarcação; e
- e) Elementos de isolamento de perímetro de segurança.

*Quando necessária a remoção de material pré-existente, torna-se necessário também maçaricos, bujão de gás, raspadeiras, pás, enxada e outros dispositivos de segurança e proteção dos trabalhadores.

DURABILIDADE:

Os termoplásticos não podem ter sua durabilidade mensurada como as tintas aplicadas a frio, devido a alta espessura do material, mesmo no caso do Hot Spray (1,5mm). O sistema tradicional de medição utiliza um aparelho para determinação da resistência à abrasão - sistema de desgaste por abrasão com utilização de óxido de alumínio (medido em litros). No Brasil, os termoplásticos são testados por análises químicas como envelhecimento por câmara úmida e análise do material antes de fundir.

Para os termoplásticos, internacionalmente existem dois métodos de ensaio de durabilidade conforme a norma da Comunidade Europeia (CE-UNE 135.200-3):

- Campo de ensaio (CE-EN1824); e

- Simulador de desgaste (CE-EN13197)

No Brasil nenhum dos dois métodos é praticado e, portanto, se fundamenta em resultados de produtos equivalentes no exterior. Na Europa se dispõe de dois tipos de simuladores de desgaste - um da BAST localizado próximo a Colónia (Alemanha) e outro em Madrid (Espanha). Nos EUA é prática comum os campos de ensaio.



Simulador de desgaste tipo carrossel e campo de ensaio de desgaste

As normas europeias classificam os materiais de sinalização horizontal em oito classes (P0 a P7 – medidos em milhões de ciclos), e os laboratórios emitem certificados de desempenho de acordo com o procedimento de cálculo para determinação do fator de desgaste em oito níveis e quatro situações distintas.

Fundamentalmente, o mais importante é definir qual o material e sistema que melhor irá atender a necessidade para cada caso de aplicação, ou seja, saber qual se adequa corretamente à necessidade de tráfego e durabilidade exigida. É aconselhável a escolha da solução de demarcação equilibrada com a duração e/ou solicitação do pavimento.

- Materiais menos duráveis como o caso do Hot Spray são recomendados em situações de menor solicitação de tráfego e/ou pavimentos com meia vida;
- Materiais duráveis são recomendados em situações de grande desgaste e ou em pavimentos de longa durabilidade (flexíveis especiais ou rígidos).

Equipamentos de aplicação:

As operações visando a aplicação dos materiais termoplásticos envolvem fusão, transferência, pressurização, aspersão e/ou injeção de material a temperaturas de elevadas (180° a 200° C). Tais operações exigem equipamentos seguros e pessoal bem treinado, tanto para a aplicação mecânica quanto para a aplicação manual.

Para a aplicação de Sinalização Horizontal de Segurança Tipo II, são necessários equipamentos específicos para aplicação, sapatas especiais e outros elementos auxiliares para demarcação e execução satisfatória dos serviços. Os equipamentos de aplicação mecânica, em geral, contam com os seguintes

componentes, podendo ser mais ou menos complexos, de acordo com os fabricantes nacionais e estrangeiros.

Os equipamentos mais modernos e complexos devem conter uma unidade central de potência, geradora de energia elétrica, pressão hidráulica e ar comprimido ("Power Station"). Podem ainda permitir a aplicação de material simultânea de ambos os lados do equipamento, tanto por aspersão como por extrusão/ injeção. As transferências de material fundido entre os recipientes e deste para as pistolas de aplicação devem ser efetuadas automaticamente de forma estanque e segura. Todo o processo deve ser comandado eletronicamente pelo painel de controle. Em geral, estes equipamentos são compostos por:

- Montado sobre veículo autopropulsor contendo recipiente com capacidade variável;
- Compressor com tanque pulmão de ar destinado à: pressurização do recipiente de termoplástico, e nos equipamentos de projeção pneumática, tanque de microesferas;
- Usina móvel montada sobre caminhão, constituída de dois recipientes para fusão de material, branco e amarelo, providos de queimadores, controle de temperatura e agitadores com velocidade variável;
- Fusores com aquecimento indireto, com câmara para óleo térmico - para os veículos de projeção pneumática, o recipiente secundário (cebola), deve ser pressurizado, para conduzir o material até a pistola, e nos equipamentos de projeção mecânica, o material deve ser conduzido através de bomba até a pistola. O sistema de aquecimento, pode utilizar com queima de gás ou óleo diesel;
- Conjunto aplicador com pistolas próprias para termoplástico para aplicação com largura variável;
- Carrinho ou pistolas espargidores para aplicação e distribuição de microesferas com largura variável;
- Termômetros em perfeito estado de funcionamento na câmara de óleo e no recipiente, para fusão do material termoplástico;
- Dispositivos de controle de aplicação (Painel de Controle), para aplicação contínua e intermitente para execução das linhas simples ou duplas de materiais utilizados para comando do conjunto de aplicação. Os queimadores devem ter sistema de controle que apagam os queimadores automaticamente em caso de anomalias;
- Gerador de eletricidade para alimentação dos dispositivos de segurança e controle;
- Dispositivo balizador para direcionamento da unidade aplicadora durante a execução da demarcação.

Os equipamentos de aplicação mecânica termoplástico para Sinalização Horizontal de Segurança Tipo II devem conter também:

- Escotilhas para fornecimento de material para alimentação de sapatas de arrasto, na execução de aplicação extrudada manual;

- Fornecimento de material para alimentação de sapatas de arrasto, na execução de aplicação extrudada mecânica; e
- Aspersão mecânica "Hot Spray"

Os equipamentos de termoplástico para aplicação de Sinalização Horizontal de Segurança Tipo II mais modernos e sofisticados, devem permitir a execução de:

- Extrusão contínua com ressaltos para sonorização dos bordos;
- Extrusão mecânica na forma de Tacos sonorizantes individualizados sem base;
- Injeção mecânica na forma de Relevos multipontos; e
- Outros relevos diversos.

ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DOS TERMOPLÁSTICOS:

A utilização dos termoplásticos na forma de relevos na Sinalização Horizontal de Segurança Tipo II apresenta pontos positivos e negativos que devem ser avaliados antes de decisão de utilização:

- **Vantagens:**
 - ✓ Propiciam a redução de acidentes;
 - ✓ Oferecem resistência ao deslizamento – São antiderrapantes e permitem a drenagem de água da pista;
 - ✓ Tem retrorrefletância sob chuva ou neblina;
 - ✓ Permitem a sonorização de bordos evitando saídas das pistas;
 - ✓ Alta retrorrefletância ao longo de toda a vida útil;
 - ✓ Autolimpeza com o desgaste;
 - ✓ Muito boa aderência aos pavimentos flexíveis;
 - ✓ Variedade de composição de padrões de relevos;
 - ✓ Versatilidade nas espessuras de aplicação;
 - ✓ Utilização de maiores espessuras com maior durabilidade;
 - ✓ Liberação de tráfego rapidamente logo após a aplicação;
 - ✓ Trata-se de uma solução ecológica sem utilização de solventes; e
 - ✓ Boa relação Custo Benefício - Qualidade/ Preço.
 - ✓



- **Desvantagens:**

Em alguns casos a aplicação de termoplásticos em relevo não são vantajosas para aplicação de Sinalização Horizontal de Segurança Tipo II, devendo ser tomadas medidas paliativas ou opção por outros sistemas mais adequados. Como exemplo, podem ser citados:

- Em pavimentos rígidos é necessária a prévia aplicação de um ligante para promover a adesão entre o concreto Portland e a pintura ("Tack Coat"); e
- Maior exigência técnica em equipamento e pessoal treinado;
- Maior investimento em equipamentos mais modernos e tecnologicamente mais adequados.