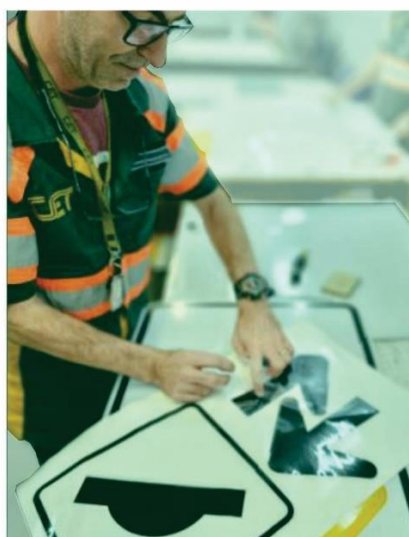




Companhia de Engenharia de Tráfego



Nota Técnica 287

Fernando Jorge Godwin
Manoel Messias G. de Almeida

RECUPERAÇÃO DE
PLACAS DE SINALIZAÇÃO
VIÁRIA VERTICAL

Dezembro/2024

1. APRESENTAÇÃO

Esta nota técnica tem como objetivo mostrar o processo de recuperação e reutilização das placas de sinalização viária proveniente da via pública, realizada pela Oficina de Recuperação de Materiais (GSI/DEG), bem como demonstrar a economia financeira gerada e a rapidez no atendimento das demandas da cidade. SUSTENTABILIDADE, A definição de sustentabilidade mais difundida é a da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida por Comissão de Brundtland criada em 1983 na Assembleia Geral da ONU, a qual considera que o desenvolvimento sustentável deve satisfazer às necessidades da geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras, ou seja um crescimento econômico e provimento das necessidades humanas sem o desgaste e poluição ambiental. O trabalho de recuperação de placas de sinalização viária é desenvolvido pela CET desde 1979, quando ainda não se falava de sustentabilidade no Brasil, que só começou a ser discutida em 1988 com as queimadas da Amazônia, a morte de Chico Mendes e a criação do Ibama.

2. INTRODUÇÃO

A área de Sinalização da CET, através da Superintendência de Engenharia de Sinalização e Infraestrutura-SSI, da Gerência de Engenharia de Sinalização-GSI e do Departamento de Engenharia de Gestão de Materiais de Campo- DEG, é a responsável pelo recebimento, triagem, estocagem e principalmente pela recuperação dos materiais relativos a sinalização viária provenientes da retirada das vias públicas da cidade de São Paulo, por equipes próprias da CET e/ou contratadas por motivo de abalroamentos, alterações da sinalização do viário, vandalismo e atualizações da sinalização. Em média, 62% do total dos materiais retirados das vias públicas são recuperados pelo Departamento (DEG) e encaminhados ao almoxarifado de sinalização CET para manter estoque e posterior reutilização pelas equipes próprias da Sinalização/SSI. Para as placas de sinalização viária vertical, objeto desta nota técnica, esta média é de 70%, conforme mostrado na tabela abaixo:

MATERIAL	CONDIÇÃO	2019	2020	2021	2022	2023	Média Anual
Recuperação de placas de sinalização	Retiradas da via	16.092	5.506	16.272	23.029	19.620	
	Recuperadas (1)	12.117	4.568	7.035	13.956	17.999	
	%	75%	83%	43%	61%	88%	70%
Recuperação de colunas	Retiradas da via	2.319	1.890	2.494	2.926	2.456	
	Recuperadas (1)	1.590	663	891	1.130	954	
	%	69%	35%	36%	39%	39%	44%
Recuperação de suportes e braçadeiras	Retiradas da via	6.842	1.679	9.242	6.670	6.966	
	Recuperadas (1)	5.291	1.320	6.170	3.782	5.491	
	%	77%	78%	67%	57%	79%	72%

Fonte Relatório Gerencial Anual SSI

(1) A recuperação das peças está vinculada às demandas do almoxarifado para atendimento aos projetos, para o estoque do almoxarifado de sinalização e utilização pelas equipes próprias CET.

O processo de recuperação de placas seguem as orientações do Código de Trânsito Brasileiro – CTB e do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – MBST, com o objetivo de abastecer o almoxarifado da sinalização/DSO, bem como fabricar peças específicas para adequações aos mais variados tipos de instalações que a Cidade exige, as quais não são encontradas no mercado, permitindo com isso a realização de implantações e manutenções em equipamentos de sinalização vertical em tempo para situações excepcionais e emergenciais. Suportes especiais, que não são encontrados no mercado, são projetados e fabricados pelo GSI/DEG para atender necessidades específicas de projeto.



Figura 1: Suporte para placas com base quadrada “PP” para fixação em pontes, viadutos e bases de concreto onde a perfuração não é possível.

Foto: Arquivo DEG



Figura 2: Prolongador para suporte de placas "PP".

Foto: Arquivo DEG



Figura 3: Suporte de placas para fixação em mureta e barreiras de concreto ("New Jersey") - Foto: Arquivo DEG

3. SINALIZAÇÃO VIÁRIA VERTICAL



No Código de Trânsito Brasileiro – CTB, a sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária cujo meio de comunicação está na posição vertical, normalmente em placa, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagem de caráter permanente, eventualmente, variáveis, através de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos.

A sinalização Vertical é classificada de acordo com sua função compreendendo os seguintes tipos:


a) Sinalização de Regulamentação: Tem por finalidade informar aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e o desrespeito constitui infração de trânsito.

Forma		Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO	 PROIBIÇÃO	Fundo	Branca
		Símbolo	Preta
		Tarja	Vermelha
		Orla	Vermelha
		Letras	Preta

Constituem exceção, quanto à forma, os sinais R-1 – Parada Obrigatória e R-2 – Dê a Preferência, com as características:

Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla Interna	Branca
		Orla Externa	Vermelha
		Letras	Branca
	R-2	Fundo	Branca
		Orla	Vermelha

b) Sinalização de Advertência: Tem por finalidade alertar os usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza.

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

c) Sinalização de Indicação: Tem por finalidade identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos quanto aos percursos, destinos, distâncias e serviços auxiliares, podendo também ter como função a educação do usuário. A sinalização de indicação está subdividida nas seguintes categorias:

- **Identificação** – Posicionam o condutor ao longo de seu deslocamento, ou com relação a distância ou ainda aos locais de destino,

Forma	Cor	
	Retangular	Fundo
Orla interna		Branca
Orla externa		Azul
Tarja		Branca
Legendas		Branca

- **Orientação de Destino** – Indicam ao condutor a direção que o mesmo deve seguir para atingir determinados lugares, orientando seu percurso e/ou distância,

Forma	Cor		
		Mensagens de localidades	Mensagens de nomes de rodovias / estradas ou associadas a seus símbolos
Retangular, com lado maior na horizontal	Fundo	Verde	Azul
	Orla interna	Branca	Branca
	Orla externa	Verde	Azul
	Tarja	Branca	Branca
	Legendas	Branca	Branca
	Setas	Branca	Branca
	Símbolos	-	De acordo com a rodovia / estrada

- **Educativa** – Tem a função de educar os usuários da via quanto ao seu comportamento adequado e seguro no trânsito. Podem conter mensagens que reforcem normas gerais de circulação e conduta,

Forma	Cor	
	Retangular	Fundo
Orla interna		Preta
Orla externa		Branca
Tarja		Preta
Legendas		Preta
Pictograma		Preta

- **Serviços Auxiliares** - Indicam aos usuários da via os locais onde podem dispor dos serviços por ela indicados, orientando sua direção ou identificando estes serviços,

Forma	Cor	
Retangular, lado maior na horizontal	Fundo	Azul
	Orla interna	Branca
	Orla externa	Azul
	Tarja	Branca
	Legendas	Branca
	Seta	Branca
	Pictograma	Fundo
Figura		Preta

- **Atrativos Turísticos:** Indicam aos usuários da via os atrativos turísticos existentes, orientando sua direção ou identificando estes pontos de interesse.

Forma	Cor	
Retangular	Fundo	Marrom
	Orla interna	Branca
	Orla externa	Marrom
	Tarja	Branca
	Legendas	Branca
	Setas	Branca
	Pictograma	Fundo
Figura		Preta

4. PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE PLACAS DE SINALIZAÇÃO VERTICAL E DISPONIBILIZAÇÃO PARA O ALMOXARIFADO DE SINALIZAÇÃO

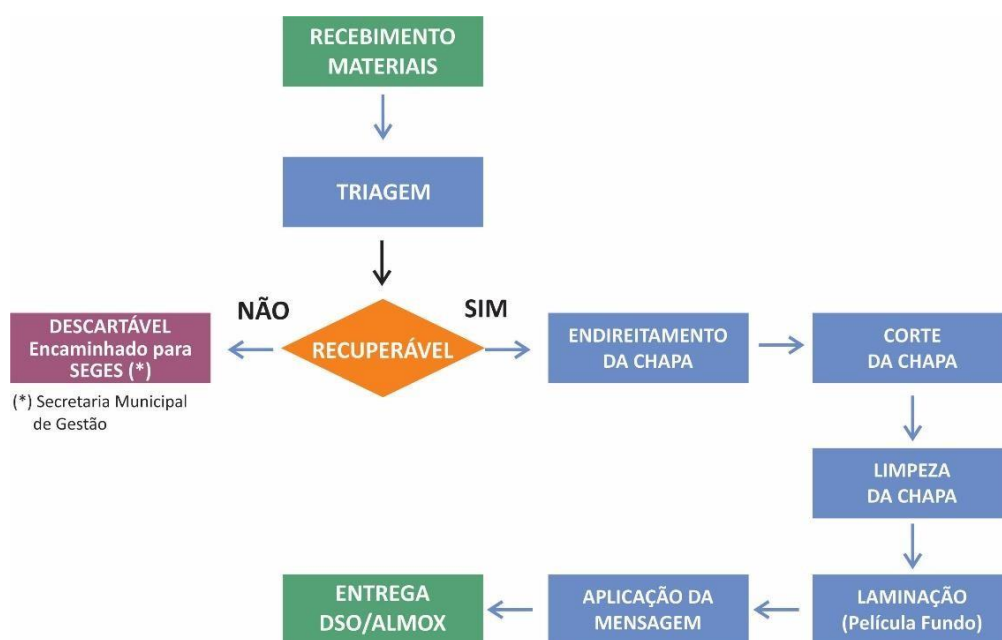
A durabilidade das placas de sinalização pode variar significativamente com base em vários fatores, incluindo o material da placa, as condições ambientais em que é exposta e a qualidade da fabricação. No processo de recuperação realizado pela GSI/DEG, é utilizada a chapa alumínio com espessura de 1,5 a 2,0 mm e recobrimento com película retro refletiva plástica autoadesivas Tipo I (Sensível), Tipo III (Alta intensidade) e Tipo IV (não retro refletivas). A chapa de alumínio, conforme a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), tem vida útil média acima de 40 anos. Segundo a ABNT NBR 14644:2021 as películas deverão apresentar um desempenho conforme a tabela abaixo e satisfatório para um período de no mínimo 3 anos.

TIPO PELÍCULA	RETRO REFLEXÃO RESIDUAL MÍNIMA (%)	TEMPO (ANOS)
I	50	7
II	80	10
III	80	10

Esta tabela é uma referência de durabilidade considerando apenas os efeitos do intemperismo natural, não se aplica em casos onde a película retro refletiva sofrerem ataques de solventes, ácidos, produtos químicos em geral, abrasão. Métodos de lavagem e manutenção inadequada, pichação e altas temperaturas causadas por incêndio.

Apresentaremos a seguir as etapas para a recuperação e confecção das placas de sinalização viária, atendendo a todas as especificações estabelecidas no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - MBST, elaborados e revistos conforme diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN.

4.1. FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES PARA O PROCESSO DE RECUPERAÇÃO.



Para todas as etapas são utilizados Equipamentos de Proteção Individual – EPI determinados pela legislação.

4.2. TRIAGEM

O processo de recuperação das placas de sinalização viária inicia-se com a realização da triagem no momento do recebimento das placas retiradas das vias pelas contratadas ou equipe própria. Esta triagem é realizada considerando os seguintes fatores:

- **Tipo de material:** É verificado o material utilizado na confecção da placa, que pode ser em chapa de alumínio simples ou chapa de alumínio composta (consiste na junção de duas chapas de alumínio com uma chapa de polietileno em seu interior), chapas de aço, plástico ou madeira. Somente são recuperadas as placas de alumínio, por ser o material especificado pela CET nos contratos de serviços de instalação de sinalização vertical, pois são passíveis de recuperação. Verificou-se através de estudos e testes realizados pelas equipes de SSI/GHP que a chapa de alumínio é o material mais adequado para utilização na cidade de São Paulo, considerando ainda:
 - a. Chapa de alumínio composta (ACM): Conforme citação no site www.jnews.com.br, o ACM não é possível a reutilização ou reciclagem e tem a possibilidade de quebra devido a sua dureza;
 - b. Chapas de aço: Conforme citação no <https://blog.sinalcenter.com.br>, a chapa de aço é um material pesado de difícil manuseio no momento dos ajustes de instalação e passíveis de ferrugem. Para utilização seria necessário o encaminhamento para o banho químico (galvanização), inviável economicamente.
 - c. Chapa de Plástico (polietileno): Conforme citação no <https://arandanet.com.br> as chapas de polietileno tem baixa resistência aos raios UV e sensível a amplitude térmica que ocorre na cidade de São Paulo, resultando na deformação da placa. Material com possibilidade de quebra e não recuperável ou reciclável
 - d. Chapa de Madeira: Pouca resistência mecânica e durabilidade.

NOTA: os itens “b”, “c” e “d” não são utilizados na cidade de São Paulo desde a 1978 com o início do Programa de Orientação de Tráfego – POT elaborado pela Prefeitura

- **Espessura:** São recuperadas as chapas com espessura de 1,5 a 2,0 mm, liga 5052, têmpera H-38, conforme especificação técnica CET - ET-SV-04 Rev.03 e atendendo as normas da Associação de Brasileira de Normas Técnicas - ABNT; NBR ISO 6892 (materiais metálicos, ensaio de tração à temperatura ambiente) e NBR 16892 (placas de alumínio de sinalização estruturadas e moduladas).
- **Condição da placa:** É verificado o grau do dano da placa, se o dano permite a recuperação e se os amassados são passíveis de endireitamento de forma aceitável.
- **Dimensões da placa:** Se o tamanho das placas se enquadram ou podem ser enquadradas nas dimensões das normas vigentes para sinalização viária pelo MSU.



Fotos: Arquivo DEG

Figuras 4 e 5: Recebimento de materiais



Figuras 6 e 7: Triagem das chapas

Os materiais não classificados/rejeitados são encaminhados para a Divisão de Gestão de Serviços e Contratos Compartilhados (DGSC) da Secretaria Municipal de Gestão – SEGES para providências de descarte, pela competência.

4.3. ENDIREITAMENTO DA CHAPA

As placas amassadas, passíveis de recuperação, passam por um processo de regularização ou endireitamento da superfície da chapa. Este processo é realizado por máquina do tipo “Calandra” e após regularizadas são disponibilizadas para reutilização.



Figuras 7, 8 e 9: Endireitamento de placas através da “Calandra”

4.4. CORTE DA CHAPA

As dimensões das placas de sinalização variam conforme sua classificação, e devem atender ao Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro – CTB. No reaproveitamento das chapas poderemos ter readequações das dimensões da placa, necessitando de um processo de corte realizado pela máquina Guilhotina para cortes retos ou Tesoura para cortes circulares.



Figura 10: Guilhotina - cortes de chapas / Figura 11: Corte com a Tesoura / Figura 12: Placa originalmente quadrada.

Para sinalizações de regulamentação com complementos e de orientação, em formato retangular é necessário que os cantos destas placas sejam arredondados, para realização deste serviço é utilizada a prensa de 10 t com o acessório de corte.



Foto13: Arquivo DEG

Figura 13: Prensa para cortes arredondados



Foto14: Arquivo DEG

Figura 14: Corte dos cantos arredondados

Existem situações onde é necessário que as placas de orientação sejam modulares (chapas com emendas), tendo em vista os seguintes fatores:

- a. Dimensões: O tamanho da chapa não é suficiente para atender a composição da mensagem
- b. Superfície: Irregular para fixação, principalmente em pontes e viadutos.
- c. Suporte: Para colunas cônicas, pórticos e braços projetados.

Estas emendas são realizadas utilizando de perfis metálicos rebitados na parte de trás da chapa conforme foto abaixo.

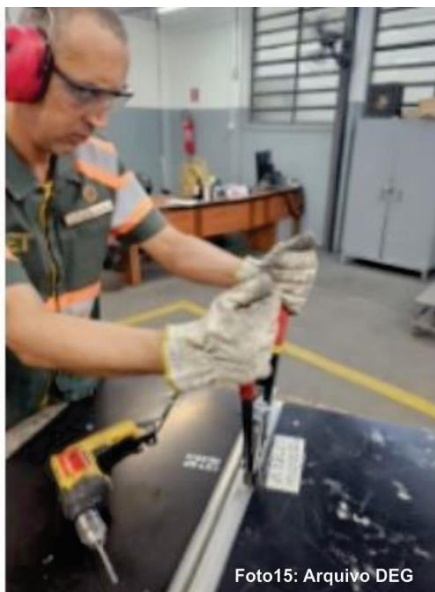


Foto15: Arquivo DEG

Figura 15: Montagem da placa modular. Emenda das chapas.



Foto16: Arquivo DEG

Figura 16: Placa modulada finalizada

4.5. LIMPEZA DAS PLACAS

Nesta etapa é realizado a lavagem das placas de sinalização para a retirada de todo material impregnado, como adesivos colados por vandalismo, películas da sinalização original e qualquer outro material que impeça sua reutilização.



Foto17: Arquivo DEG

Figura 17: Raspagem das placas

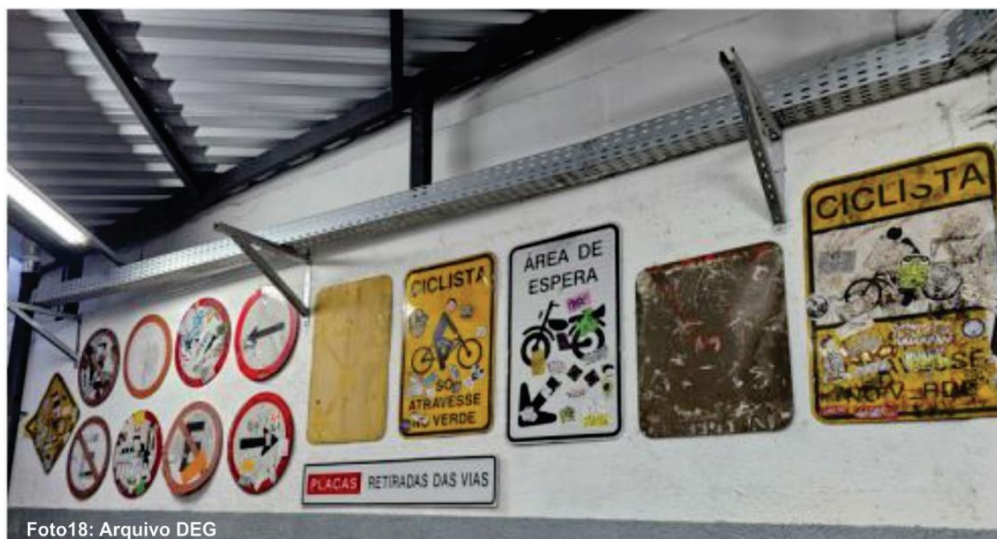


Foto18: Arquivo DEG

Figura 18: Exemplos de placas vandalizadas

Na lavagem são utilizados produtos como detergente amoniacal com desengraxante diluído em água de acordo com as especificações de cada fabricante.

Este processo é realizado em tanques utilizando como instrumento de limpeza uma lixadeira orbital retangular pneumática para a remoção de todo o material impregnado e indesejado.

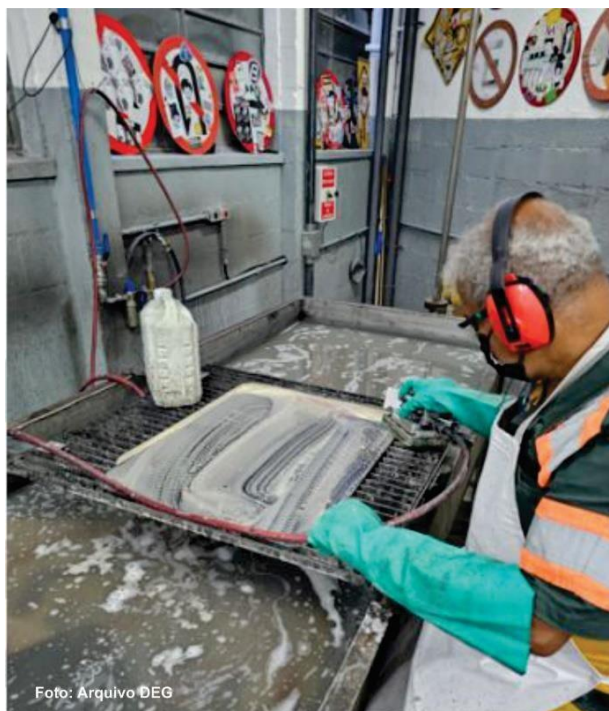


Foto: Arquivo DEG

Figura 19: Lavagem das placas

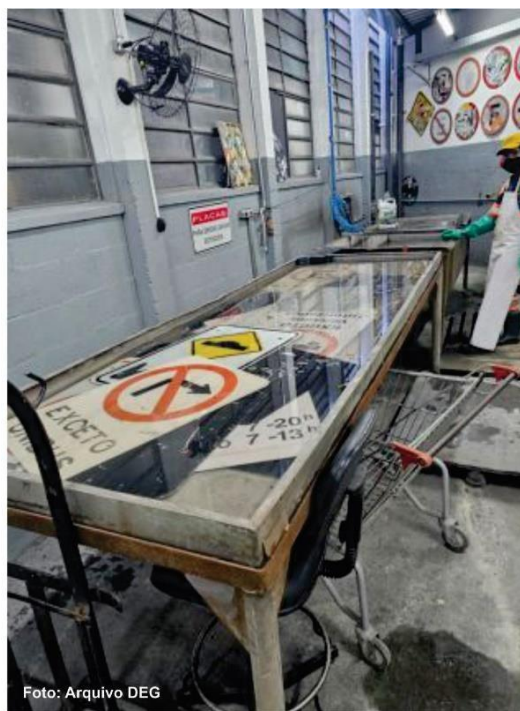


Foto: Arquivo DEG

Figura 20: Tanques de lavagem de placas

Pode-se ainda utilizar um decapante fosfatizante desengraxante para alumínio em casos de necessidade de remoção de óleo protetivo, gorduras aderidas e incrustações de oxidações. Neste processo a placa fica imersa ao produto pelo tempo necessário, para total remoção da sujeira.

Os tanques são drenados totalmente 2 vezes por semana e as águas residuais são levadas por bomba através de uma tubulação de aço inox até um reservatório coletor também de aço inox, para posterior descarte. No processo de tratamento/limpeza das placas são geradas o que chamamos de Águas Residuais Industriais, de consistência líquida, constituídas por despejos das áreas de decapagem, desengraxe, lavagem de placas e filtro de cortina de água da cabine

de pintura, os quais precisam ser descartados atendendo as exigências da legislação vigente, por empresa com especificidade e capacidade técnica comprovada e certificada pelos órgãos ambientais. Este processo consiste na coleta pela empresa especializada/contratada das águas residuais industriais do tanque de aço inox através de bomba de sucção de caminhão tanque com capacidade de 12 m³ e posterior levado para uma estação de tratamento de responsabilidade da empresa contratada para prosseguimento do processo de descarte.

Quantitativo estimado de coleta de material para o período de 01 ano é de aproximadamente 63,4 toneladas com coletas periódicas conforme cronograma abaixo:

Descrição		Unid.	1º mês	2,5 meses	5º mês	7,5 meses	10º mês	12º mês
Execução de coleta e tratamento de águas residuais	Quant.	Ton.	11	11	11	11	11	8,4
	Acumul.	Ton.	11	22	33	44	55	63,4



Figura 21: Drenagem dos tanques



Figura 22: Bomba para drenagem



Figura 23: Reservatório águas residuais

Todos os tanques foram projetados, construídos e instalados, inclusive todas as tubulações de inox e as bombas de sucção, pelas equipes do GSI/DEG.

4.6. APLICAÇÃO DA MENSAGEM DA PLACA

Para confecção de placas de sinalização viária são utilizadas chapas de alumínio com 1,5 a 2,0 mm de espessura, revestidas com película autoadesivas não retrorrefletivas ou retrorrefletivas.

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), em seu artigo 80, parágrafo 1º estabelece: “A sinalização será colocada em posição e condições que a tornem perfeitamente visível e legível durante o dia e a noite.”

As películas utilizadas no processo de confecção das placas pelo GSI/DEG são as do Tipo I A (Sensível), Tipo III A (Alta intensidade) e Tipo IV (não retrorrefletivas),

As películas atendem aos parâmetros da ABNT NBR 14644, item 3, conforme descrito abaixo:

3 Requisitos

3.1 Materiais

3.1.1.1. As películas refletivas tipo I-A são constituída tipicamente por lentes micro esféricas, agregadas a uma resina sintética, espelhadas por filme metalizado e recobertas por um plástico transparente e flexível, que lhe confere uma superfície lisa e plana, que permite apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis de um veículo. As películas devem ser resistentes às intempéries e possuir um adesivo, protegido por um filme siliconizado, de fácil

remoção. São utilizadas normalmente nas cores branca, amarela, verde, vermelha, azul e laranja.

3.1.2.1. As películas refletivas tipo III-A são constituídas tipicamente por lentes prismáticas gravadas em uma resina sintética transparente e selada por uma fina camada de resina, que lhe confere uma superfície lisa e plana, que permite apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis de um veículo. As películas devem ser resistentes às intempéries e possuir um adesivo sensível à pressão, protegido por um filme de polietileno siliconizado, de fácil remoção. São utilizadas normalmente nas cores branca, amarela, vermelha, azul, verde, laranja e marrom.

3.1.3.1. As películas não refletivo tipo IV-A são constituída tipicamente por um filme plástico opaco e são destinadas à produção de tarjas, legendas e símbolos, em placas de sinalização. As películas devem possuir um adesivo reativável ao calor ou a um ativador químico, resultando em adesão efetiva à superfície. É utilizada na cor preta e destinada à aplicação sobre superfície de películas tipo I.

3.2 Adesivo

A película refletiva deve possuir um adesivo sensível à pressão e deve ser aplicada exatamente como especificado pelo fabricante sobre as superfícies recomendadas, devidamente preparadas e lisas, sem a necessidade de camadas adicionais de adesivos na película refletiva ou na superfície de aplicação.

As películas utilizadas pelo GSI/DEG na confecção de placas, são:

PELICULA PLASTICA PRETA SENSIVEL PARA LEGENDA	TIPO V
PELICULA REFL. BRANCA SENSIVEL G. ALTA INTENSIDADE	TIPO III A
PELICULA REFL. LIMA-LIMÃO SENSÍVEL G. ALTA INTENSIDADE	TIPO III A
PELICULA REFL. MARROM SENSIVEL G. ALTA INTENSIDADE	TIPO III A
PELICULA REFL. AMARELA SENSIVEL G. ALTA INTENSIDADE	TIPO III A
PELICULA REFL. AZUL SENSIVEL G. ALTA INTENSIDADE	TIPO III A
PELICULA REFL. VERDE SENSIVEL G. ALTA INTENSIDADE	TIPO III A
PELICULA REFL. VERMELHA SENSIVEL G. ALTA INTENSIDADE	TIPO III A
PELICULA REFLET. AMARELA SENSIVEL	TIPO I A
PELICULA REFLET. VERDE SENSIVEL	TIPO I A
PELICULA REFLET. AZUL SENSIVEL	TIPO I A
PELICULA REFLET. BRANCA SENSIVEL	TIPO I A
PELICULA REFLET. LARANJA SENSÍVEL	TIPO I A
PELICULA REFLET. MARROM SENSÍVEL	TIPO I A
PELICULA REFLET. VERMELHA SENSIVEL	TIPO I A

Atendendo aos critérios de utilização estabelecidos na ABNT NBR 14644, as películas são aplicadas nas placas de sinalização conforme tabela a seguir:

SINALIZAÇÃO VERTICAL	TIPO DE PELÍCULA				
	FUNDO	SÍMBOLO / PICTOGRAMAS	ORLA INTERNA	TARJA	LETRAS / LEGENDAS
Regulamentação	Tipo I A	Tipo V	Tipo I A	Tipo I A	Tipo V
Advertência	Tipo I A	Tipo V	Tipo V	Tipo V	Tipo V
Indicação	Tipo III A	Tipo III A	Tipo III A	Tipo III A	Tipo III A
Serviços Auxiliares	Tipo III A	Tipo III A	Tipo III A	Tipo III A	Tipo III A
Sinais de Educação	Tipo I A	Tipo V	Tipo V	Tipo V	Tipo V
Sinais Turísticos	Tipo III A	Tipo I A / Tipo V	Tipo III A	Tipo III A	Tipo III A

São utilizados dois métodos para a confecção de uma placa de sinalização viária, que sempre dependerá do tipo, do tamanho e da quantidade de peças que serão renovadas ou recuperadas. Os processos utilizados na impressão dos sinais são:

- a. Recorte de película:
- b. Serigrafia (somente para substituir a película plástica preta sensível para legenda – tipo IV)

4.6.1. RECORTE DE PELÍCULA

Nesta etapa é definido a composição da informação da sinalização vertical. A primeira etapa é a elaboração do layout da placa a ser confeccionada. Para isso os símbolos e os dizeres das placas são dimensionados por um programa de computador que define os pictogramas, informações, cores e espaçamentos. Na CET o programa utilizado é o Flexisign.

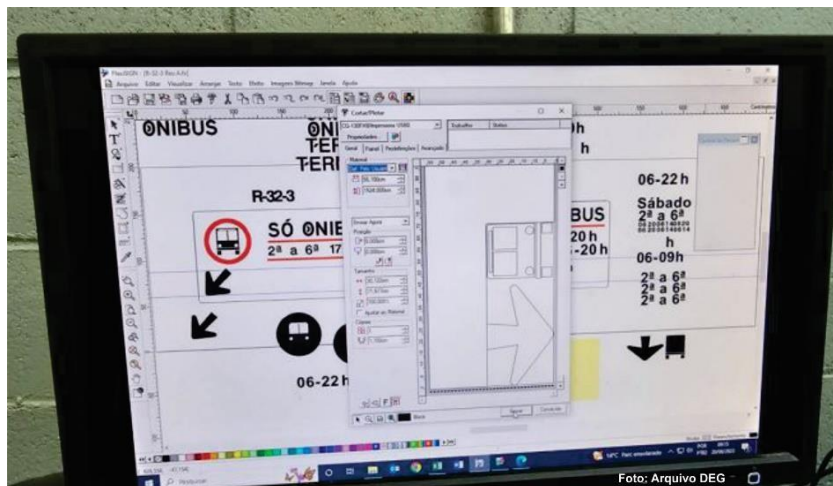


Figura 24: Programa Flexisign utilizado no layout da placa

Definido o layout da placa com as respectivas cores das informações e pictogramas, utilizamos uma impressora plotter de recorte que processa as informações do programa e executa o recorte de cada película que compõe a sinalização desejada. Essa impressora possui uma agulha que pressiona a película e recorta a informação, mantendo-a fixada na superfície do papel de fundo.

Para montagem das informações realizamos o processo de depilação, que é basicamente realização da retirada, de forma manual, do excesso do adesivo que não será utilizado na informação desejada ou pictograma.

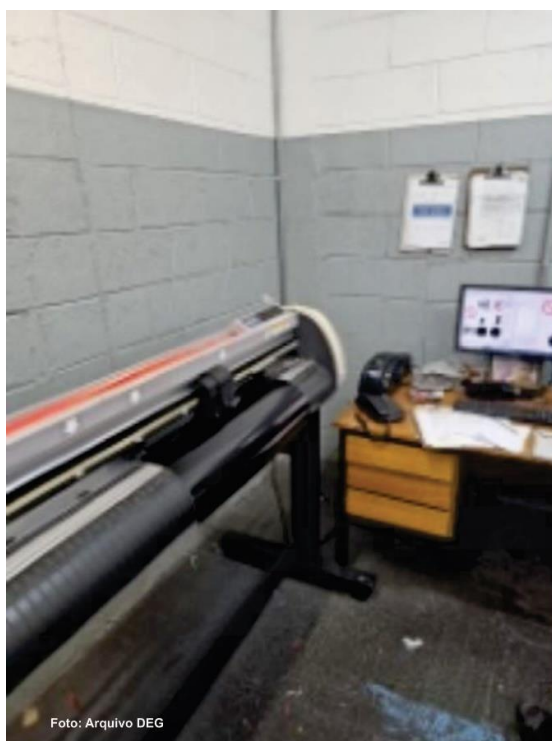


Foto: Arquivo DEG



Foto: Arquivo DEG

Figura 25: Plotter de recorte de películas

Figura 26: Película com a superfície recortada



Figuras 27 e 28: Processo de depilação de película

4.6.2. SERIGRAFIA OU SILKSCREEN

Neste método somente são inseridos símbolos e informações que não necessitam da retrorefletividade (cor preta).

Este processo é utilizado na confecção de placas com grande demanda de uso.

Para confecção das películas a serem fixadas nas placas é utilizado a impressora de silk screen.

Após a impressão, a película está disponível para fixação na chapa de alumínio.

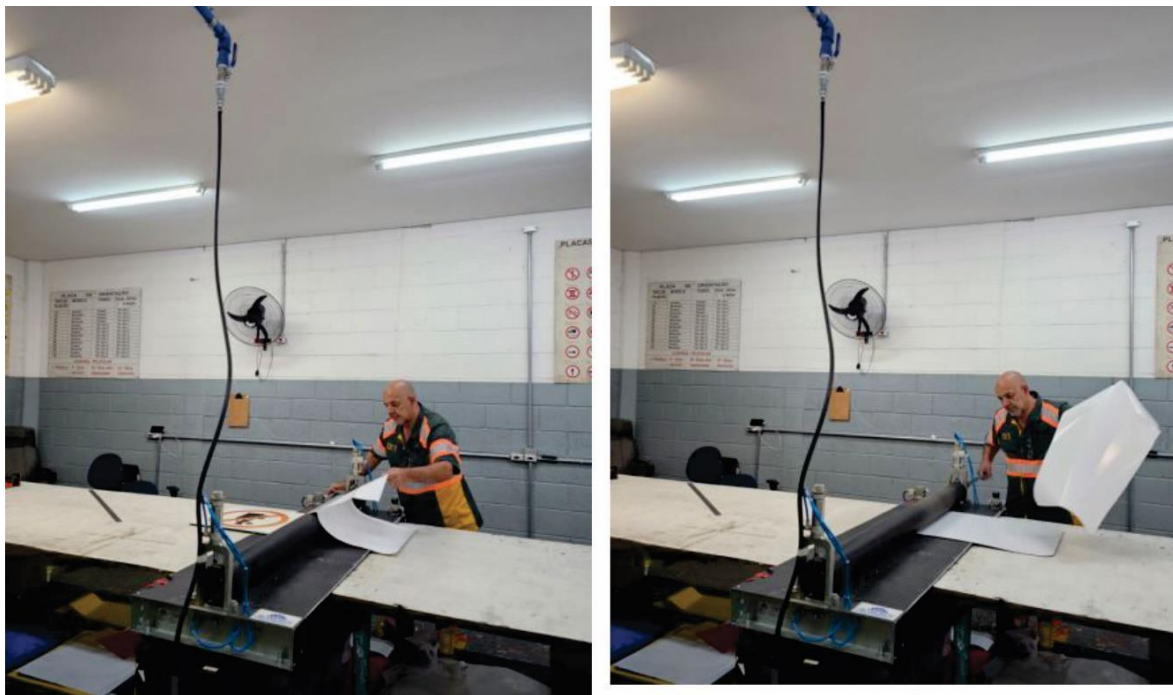


Figuras 29 e 30: Processo de impressão do pictograma sobre a película por silkscreen

4.7. LAMINAÇÃO

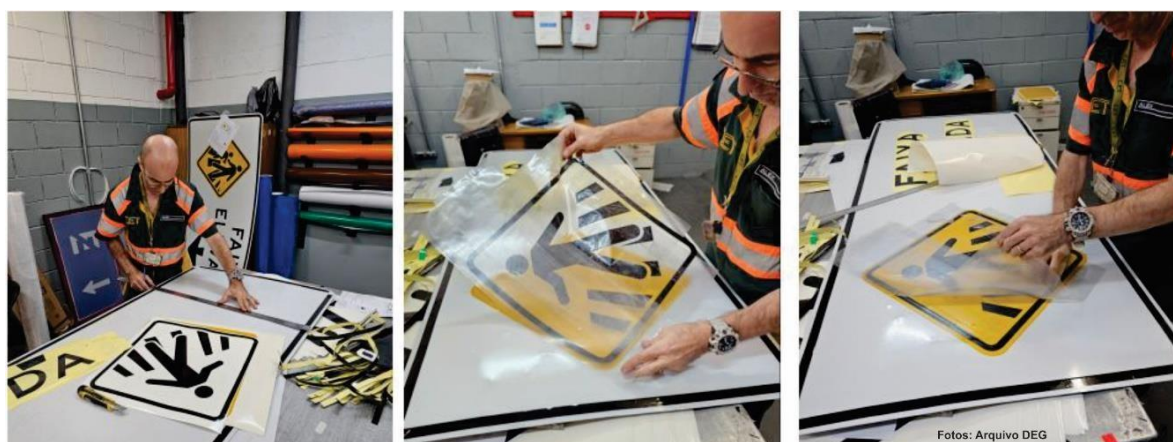
É nesta etapa que ocorre a montagem das informações desejada.

A primeira ação a ser realizada é a aplicação da película de fundo da chapa, onde serão fixadas as informações da sinalização desejada. Esta aplicação é realizada pela mesa laminadora, composta por roletes de borracha maciça com acionamento pneumático, para intensificar a fixação e evitar bolhas de ar entre a película e a chapa.



Figuras 31 e 32: Processo de aplicação da película de fundo

Após os símbolos e dizeres serem cortados e retirado o excesso da película, é utilizado a “máscara de transferência” para aplicar esses símbolos na placa que será confeccionada.



Figuras 33, 34 e 35: Processo de transferência das informações para as placas

Após a montagem de todas as informações da sinalização sobre a chapa de alumínio inicia-se o processo de fixação definitiva das películas que formam a informação desejada. Estas informações são aplicadas uma a uma com o auxílio de uma espátula de feltro ou PVA.



Figura 36: Placa de sinalização confeccionada.

A seguir, como exemplo, o processo passo-a-passo para confecção de uma placa de sinalização de orientação viária com chapa de alumínio recuperada.



1. Triagem da chapa



2. Corte da chapa recuperada



3. Lavagem



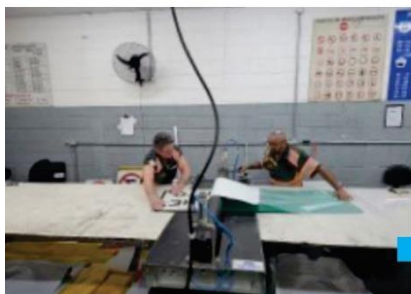
4. Desenho da mensagem



5. Corte da película



6. Depilação da película



7. Laminação fundo

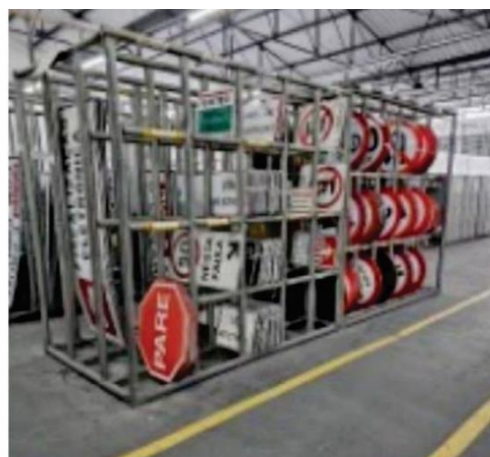


8. Aplicação da mensagem



9. Placa finalizada

Após este processo as placas de sinalização viária são disponibilizadas para o almoxarifado da sinalização (DSO)



Figuras 46 e 47: Placas no almoxarifado da Sinalização para utilização das equipes próprias

A recuperação não se restringe as placas de sinalização, os suportes para fixação destas placas, colunas e abraçadeiras são recuperados e disponibilizados para utilização.



Figura 48: Recuperação e montagem de abraçadeiras



Figura 49: Suporte recuperado P57 para sinalização vertical

5. ECONOMIA ESTIMADA GERADA NA RECUPERAÇÃO DE PLACAS DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA PELA GSI/DEG

Como exemplo de economia financeira estimada gerada com a recuperação das placas, utilizaremos como exemplo os custos na fabricação da placa de regulamentação do grupo R6 com diâmetro de 0,50m, tomando-se como base o mês de janeiro de 2023.



Na composição dos custos para confecção das placas R, foram considerados os custos diretos e indiretos.

5.1. Custos Diretos

Material

Películas	Custo Rolo (R\$)	M ² por placa	Qtde. placas por rolo	Custo por placa (R\$)
Película BRANCA GT 1,02 x 20 m	1.909,60	0,20	80	23,87
Película VERMELHA GT 1,02 x 20 m	1.909,60	0,20	80	23,87
Película PRETA 0,61 x 20m	873,63	0,09	234	3,73
Disco de alumínio, diâmetro 0,50 m	Recup.	0,20		0,00
CUSTO MATERIAL POR PLACA				51,47

Fonte: GSO/DSO Almoxarifado sinalização junho/23

Mão de obra para Confecção da placa

Cargo	Qtde. Horas	Custo homem/hora	Total (R\$)
Téc de Sinalização	0,05	71,61	3,58
Agente de Manutenção	0,10	60,35	6,03
CUSTO MÃO DE OBRA POR PLACA			9,61

Fonte:

1. PA/DEG - Produção média mensal de placas inferior a 2 m² de janeiro/23 a agosto/23. 9247 placas produzidas, média de 1.156 placas/mês e 7 placas/hora.

2. Custo homem/hora: PORTAL TRANSPARÊNCIA PMSP - [https://dados.prefeitura.sp.gov//dataset/folha-de-pagamento-cet-\(Salário+encargos+benefícios\)-janeiro/23](https://dados.prefeitura.sp.gov//dataset/folha-de-pagamento-cet-(Salário+encargos+benefícios)-janeiro/23) - Acesso 21/06/2023

5.2. Custos Indiretos

Despesa mensal estimada

Despesa	Valor mensal 2019	Valor corrigido jan/23 - IPCA
Consumo de água SABESP	702,83	862,79
Consumo de energia elétrica	1.522,32	1.868,80
Consumo de telefone	72,20	88,63
CT 0103/18 - Telefonista	437,85	537,50
CT 0127/18 - Vigilância	3.426,81	4.243,58
CT002/18 - Limpeza	1.483,83	1.821,55
Aluguel prédio proporcional 20% DEG/confecção de placas		4.000,00
Tratamento de águas residuais		4.070,00
DESPESA MENSAL DEG	7.645,84	17.492,85

Fonte: Relatório AUD 07/19 – Expediente 0790/19 IPCA acumulado 22,76%,
<https://www.idinheiro.com.br/tabelas/tabela-ipca/> acesso em 14/08/2023

Podemos considerar que a despesa mensal estimada do DEG por hora é igual:

$$D = VC \quad D = \frac{17.492,85}{30 \text{ dias} \times 24 \text{hs}} \quad D = 24,29$$

Onde:

D = Despesa DEG por hora

VC = Valor corrigido da despesa mensal, IPCA de junho/2019 a janeiro 2023

Ht = Média do total de horas no mês.

Para confecção de 01 placa R6 são gastos com custos indiretos:

$$R\$ 24,29 \times 0,15 \text{ hs} = \mathbf{R\$ 3,64 /por placa}$$

Portanto, somando-se os custos diretos e indiretos, **o custo total de uma placa do grupo R6 produzida na CET é de R\$ 64,72.**

Comparando os custos das placas de sinalização que atendem a legislação oferecidas no mercado, confeccionadas com chapa de alumínio, temos:

FORNECEDOR	CUSTO UNITÁRIO	PRAZO DE ENTREGA
Isinaliza	182,99	5 dias
Sinal Center	129,90	4 dias
Grupo Mega	145,00	7 dias

Fonte : <https://www.isinaliza.com.br>
<https://www.sinalcenter.com.br>
<https://produto.mercadolivre.com.br/> - Acesso em 25/06/2023

A economia estimada gerada com a recuperação das placas R6, considerando o menor valor de aquisição no mercado, é: R\$ 129,90 – R\$ 64,72 = **R\$ 65,18 por placa** ou seja **50% de economia e com menor prazo de fabricação.**

6. CONCLUSÃO

Podemos considerar inúmeros pontos positivos no trabalho de recuperação das placas de sinalização viária, começando pelo custo de fabricação versus a compra de terceiros, o que nos traz uma economia considerável, passando ainda pela agilidade da sua disponibilização pelo DEG às equipes de campo do GHP, que na maioria das vezes necessitam das placas para atender as demandas imediatas por motivos de segurança viária.

Não podemos esquecer do ponto de vista ecológico, com a reutilização de materiais que a princípio seriam totalmente descartados.

Conforme citação no site <https://perfilenergia.com.br/voce-sabia-que-a-reciclagem-de-latas-de-aluminio-resulta-em-economia-de-energia/> com a reciclagem do alumínio, a economia de energia elétrica é de 95% em relação à energia utilizada para produzir o metal primário. A indústria de alumínio primário utiliza o equivalente a 5,5% da geração de energia do país.

O processo de recuperação de placas de sinalização viária, realizado pelo SSI/GSI/DEG contribui fundamentalmente com o meio ambiente, evitando o esgotamento dos recursos naturais disponíveis, diminuindo a energia gerada na sua extração e fabricação, bem como reduzindo a quantidade de detritos gerados, amenizando os impactos negativos ao meio ambiente, a começar pela redução da poluição do ar, das águas e do solo. A prefeitura da Cidade de São Paulo, através da CET, contribuindo com o meio ambiente.

Autores: Fernando Jorge Godwin
Manoel Messias G.de Almeida

Equipe Técnica

Diretoria Adjunta de Sinalização e Tecnologia

Eduardo Cavali Jorge

Superintendência de Tecnologia - STE

Pedro de Ângelo

Superintendência de Engenharia de Sinalização e Infraestrutura - SSI

Eder Carlos de Souza

Gerência de Engenharia de Sinalização - GSI

Manoel Messias G. De Almeida

Departamento de Engenharia de Gestão de Materiais de Campo - DEG

Fernando Jorge Godwin