

***G.P.A.A.***

***AEAMESP – AGOSTO 2007***



# *Diretrizes para Conservação da Via Permanente*



## *Metrô-SP*



*Engº Sérgio Luís Silva  
Tec. Esp. Márcio Satoshi Torii  
DO/GMT/MTC/EPV*

*Fotografias: Frederico (VPN) e André Calçada (VPL)*





# Metrô - SP

Metrô – SP  
Presidência

Diretoria de Engenharia e Construções

Diretoria Financeira

Diretoria de Operações

Diretoria de Planejamento e  
Expansão

Diretoria de Assuntos  
Corporativos



GMT

GOP

GCS

MTM

MTE

MTR

MTO

MTC

MRN

VPN

MRL

VPL

EPV





# *Linhas Metroviárias*

## *Extensão*

- Linha 1 – Azul: 21,9 Km
- Linha 2 – Verde: 10,9 Km
- Linha 3 – Vermelha: 22,2 Km
- Linha 5 – Lilás: 8,5 Km
- Linha 6 – Laranja: 8,1 Km





# Rotinas de Manutenção da Via Permanente

- *Máquina de chave*
- *AMV*
- *Via permanente*
- *Inspeção de via*
- *Terceiro trilho*
- *Seccionador e Contator*
- *Lubrificador de trilho*
- *Rede aérea*
- *Iluminação e Tomadas*

- *Esmerilhamento*
- *Soldagem*
- *Socaria*
- *Ultra-som*
- *Corrente de fuga*
- *Circuito de via*
- *Geometria de via*
- *Vibração*
- *Contato roda-trilho*
- *Termografia*
- *Sanificação e Desinfestação*



# Rotinas de Manutenção da Via Permanente



As rotinas de manutenção aplicadas à Via Permanente podem ser classificadas como:

- PREVENTIVA: AMV, Máquina de chave, Terceiro trilho, Contator, Seccionador, Lubrificador de trilhos, Circuito de via, Rede aérea, Iluminação, Tomadas, Inspeção de via, Sanificação e Desinfestação.
- CORRETIVA: Esmerilhamento, Socaria, Soldagem, Correntes de fuga e Via permanente.
- PREDITIVA: Ultra-som, Vibração, Contato rod-trilho, Termografia e Geometria de via.





# Rotinas de Manutenção da Via Permanente

Para a definição das atividades de manutenção que devem ser efetuadas no Metrô-SP, utilizamos os seguintes parâmetros:

- Período de Execução da Manutenção: 01h00 às 04h30.
- Tipo do Equipamento ou Rotina: Define o tipo de atividade a ser realizada, complexidade e tolerância de programação.
- Criticidade ou Solicitação: Relaciona o tipo de atividade desenvolvida e sua periodicidade.
- Mão de Obra: Definida em função dos itens acima tendo em seu cálculo parâmetros de assiduidade, tempos não produtivos, atendimentos às manutenções corretivas e implementação de soluções técnicas desenvolvidas pela Engenharia de Manutenção.





## *Rotinas Específicas*

Para algumas rotinas específicas daremos um destaque especial:

- Ultra-som
- Vibração
- Contato roda-trilho
- Esmerilhamento
- Socaria







# Ultra-som

## Detecção mecanizada

Características:

- Formação da equipe contratada: 1 técnico de ultra-som, 1 motorista e 1 ajudante
- Equipamento: Veículo rodoferroviário, autopropelido, dotado de um equipamento de inspeção ultra-sônica contínua e simultânea dos dois trilhos. O equipamento contém sondas que definem uma configuração de doze transdutores de ultra-som, de múltiplos ângulos, para cada trilho.





# Ultra-som

## Detecção mecanizada

Características:

- Produção: 6 km por noite, possibilitando a inspeção completa de todas as linhas (118 km de vias) em, aproximadamente, 20 noites.
- Estratégia de atuação: Manutenção preditiva com periodicidade de 4 meses
- Particularidades: Necessidade de confirmar a capacidade de detecção do equipamento previamente, à realização das inspeção.





# Ultra-som

## Detalhamento Manual

### Características:

- Formação da Equipe: 2 técnicos de ultra-som para as Linhas 1-Azul, 2-Verde e 5-Lilás; e 2 técnicos de ultra-som para as Linhas 3-Vermelha e 6-Laranja.
- Equipamento: Equipamento digital de ultra-som, transdutores, cabos de conexão, blocos padrão e bloco de referência, para calibração e aferição do equipamento.



# Ultra-som



## Detalhamento Manual

### Características:

- Produção: Inspeção de solda recém executada (secções completas do boleto alma e patim) – 4 soldas por noite.
- Inspeção de soldas contendo descontinuidades previamente detectadas (acompanhamento) – 6 soldas por noite.
- Particularidades: Necessidade de aferição e calibração diária.



# Ultra-som



## Detalhamento Manual

### Características:

- Estratégia de atuação: Manutenção preditiva com periodicidade de 6, 9 e 12 meses, conforme o grau de severidade das descontinuidades cadastradas no banco de dados de acompanhamento das soldas.





# Vibração

## (Medição no Contato Roda-Trilho)

Características:

- Formação da Equipe: Equipe Intergerencial: GOP (operação do trem) e GMT (instrumentação, execução e análise dos resultados).
- Equipamento: Instrumentação com acelerômetros (2 verticais – extremidades do rodeiro; e 1 horizontal na região central do eixo) e equipamento para aquisição de dados instalado em um dos carros de um trem.
- Produção: Uma linha por noite, com velocidade código de via e paradas apenas nas estações.
- Estratégia de atuação: Manutenção preditiva com periodicidade semestral.





# Vibração

## *(Medição no Contato Roda-Trilho)*

Seqüência de Trabalho:

- ✓ Instrumentação do trem.
- ✓ Medição na via.
- ✓ Análise e tratamento dos dados.
- ✓ Definição de pontos na via a serem verificados.
- ✓ Caso constatado o defeito, definição da ação corretiva a ser adotada (socaria, esmerilhamento, recuperação por solda ou substituição do trilho).





# Vibração

## (Residências Lindeiras)

*Outro tipo de análise de vibrações é realizado no Metrô-SP para verificar a procedência de reclamações oriundas de moradores lindeiros:*



*⚡ Formação da Equipe: Engenheiros das áreas de projeto de via, desapropriação (arquitetura) e engenharia de manutenção*

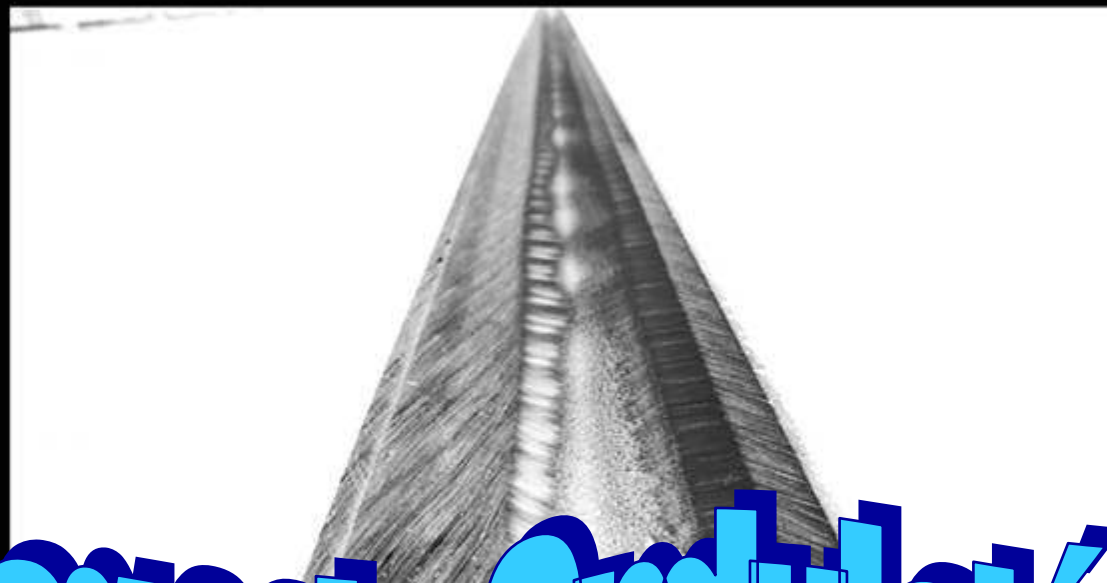
*⚡ Particularidades: A cada reclamação a equipe técnica avalia a situação e define, ou não, pela contratação de terceiros para a execução de medições de vibração.*







# *Ruídos e Vibrações em Sistemas Metro-ferroviários*

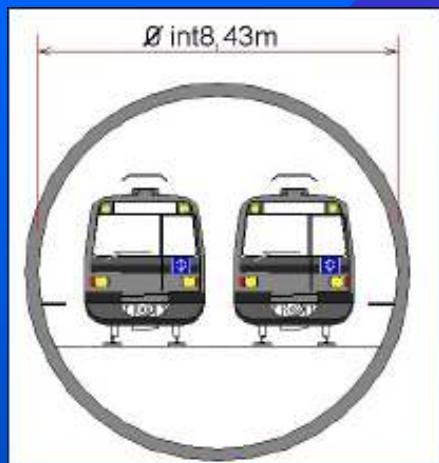


## **Desgaste Ondulatório**

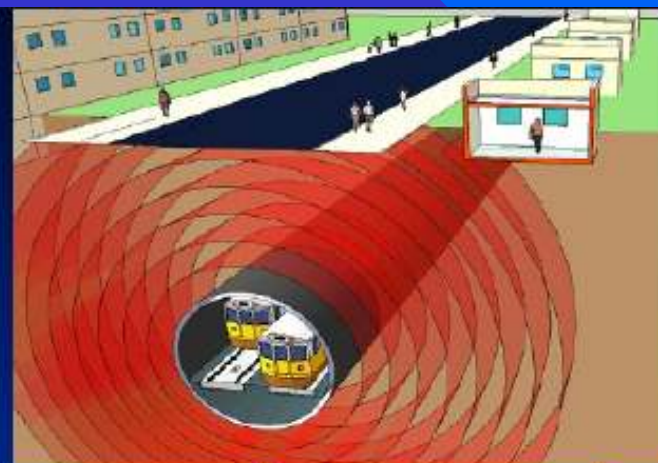




# Ruídos e Vibrações em Sistemas Metro-ferroviários



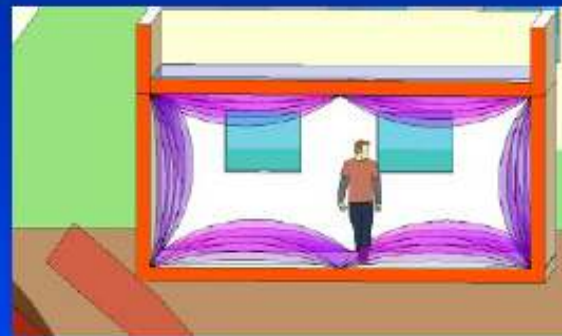
VIA RÍGIDA



PROPAGAÇÃO DAS VIBRAÇÕES



VIBRAÇÕES NOS IMÓVEIS LINDEIROS



RUÍDOS EMITIDOS PELA VIBRAÇÃO DAS ESTRUTURAS (SECUNDÁRIOS)





# *Vibração - Reclamações*

Motivos relacionados ao crescimento do número de reclamações relativas à ruídos e vibrações:



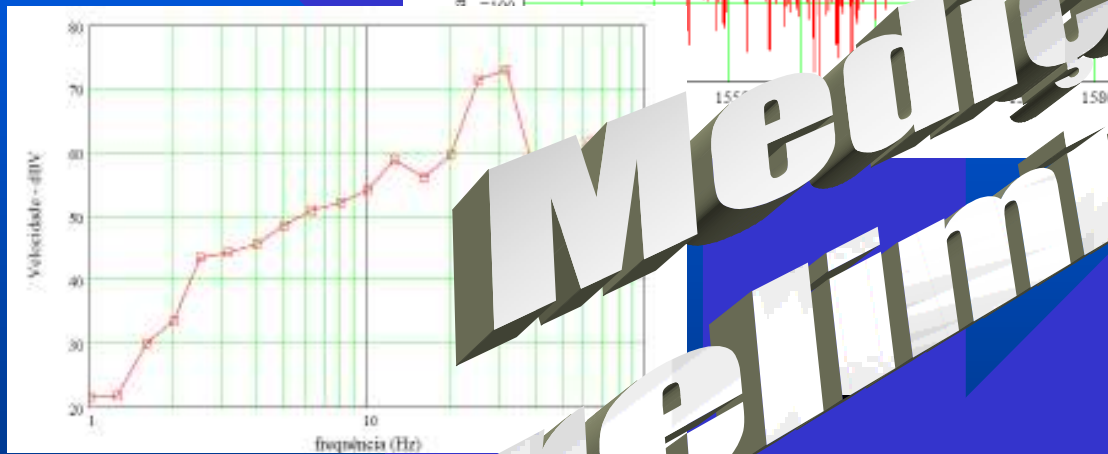
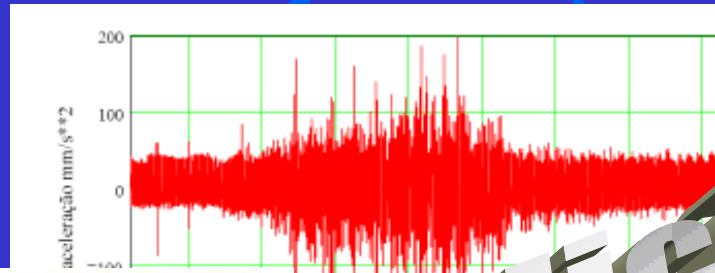
- Acesso a informação
- Degradação das edificações
- Novas Linhas
- Degradação do sistema





# Vibração

## Atendimento a Reclamantes



Frequência (Hertz)	Velocidade (dBV)		
	A1V	A2V	A3V
1	16,4	26,0	21,6
1,25	17,3	24,5	21,7
1,6		29,5	29,9
2		34,0	33,5
2,5	27,5	35,6	43,4
3,15	32,8		44,2
4	37,3		45,7
5	37,8		48,5
6,3	41,5	42,0	50,8
8	42,3	49,1	54,0
10	45,8	49,8	58,8
12,5	41,7	49,9	56,0
16	44,3	56,8	59,5
20	51,7	60,1	71,4
25	49,4	65,8	73,0
31,5	59,2	55,2	
40	58,6	52,8	56,8
50	48,9	60,8	
63	39,0	46,8	
80	39,5	43,5	
100			

# Medições IPIE Eliminatórias



Valor	Número	Valor global (dBV)			Trens passando
		A1V	A2V	A3V	
64,8	1	70,2	76,1	ITA	
64,3	2	70,3	76,5	ITA	
62,0	1	63,2	67,7	DBO	
62,8	2	66,7	68,7	DBO	
63,4	2	68,7	75,9	ITA	

### LEGENDA

ITA = Trem partindo da Estação Itaquera

DBO = Trem partindo da Estação Dom Bosco



# Contato Roda-trilho

(Relação dos Esforços –  $L/V$ )



Características:

- Formação da Equipe: Equipe Intergerencial: GOP (operação do trem) e GMT (instrumentação, execução e análise dos resultados).
- Equipamento: Rodeiro instrumentado com extensômetros, filtros, conversores, computador dotado de software para aquisição de dados instalado em um dos carros do trem.
- Produção: Uma linha por noite.
- Estratégia de atuação: Manutenção preditiva com periodicidade semestral.
- Particularidades: O software utiliza um modelamento matemático específico para as condições de geometria via do Metrô-SP.





# Esmerilhamento Mecanizado

Características:

- Formação da Equipe: 02 mecânicos operadores e 01 mecânico para inspeção (VPN ou VPL)
- Equipamento: Trem Esmerilhador com 3 carros de esmerilhamento, com total de 18 motores.
- Produção: 300 metros por noite (10A – 0,03mm)
- Regulagem dos Rebolos: Os carros 1 e 3 (4 rebolos por carro) são regulados para atuação na região de AMV e o carro 2 (10 rebolos) está regulado para atuação na via corrida.





# Esmerilhamento Mecanizado

## Características:

- Atuação Corretiva: Definida pela inspeção com trem instrumentado (análise de vibração) e ocorrências abertas pela GOP.
- Particularidades: Devido à experiência das equipes de campo hoje o trem esmerilhador atua também de forma preventiva em determinados trechos definidos como críticos.
- Trechos Críticos: Trechos em curvas (menores raios) e regiões de frenagem / aceleração.





# *Esmerilhamento Manual*

Características:

- Atuação: Corretiva em defeitos nos trilhos e juntas soldadas maiores que 0,5mm.
- Equipamento: Esmerilhadeira de bolete – MP-6.
- Particularidades: É recomendável a utilização do esmerilhamento mecanizado sempre, inclusive após o esmerilhamento manual.







# Socaria Mecanizada

Características:

↳ Formação da Equipe: 01 Encarregado e 04 Mecânicos operadores.

↳ Equipamento: Máquina socadora, alinhadora e niveladora de via em lastro – Plasser série 08, classificada como “socadora de chaves” (AMV’s).

↳ Produção: Em média, para via corrida, 250m/hora, já conseguimos uma produção de 405m/hora. No caso de AMV’s podem ser alinhados e nivelados 02 AMV’s por noite.





# Socaria Mecanizada

↳ Particularidades: Além das atividades corretivas a máquina socadora executa um registro gráfico, com uma produção de 7 a 8 Km de via por noite, do nivelamento longitudinal da via para análise de futuras atuações.



↳ Trechos críticos: As regiões de juntas isolantes e jacarés de AMV's, trechos com grande incidência de solapamentos (degradação do lastro) e regiões de curvas de pequenos raios.

↳ Inovações: Desenvolvimento de software e componentes para leitura de desgaste ondulatório pela socadora plasser.





# Socaria Manual

## Características:

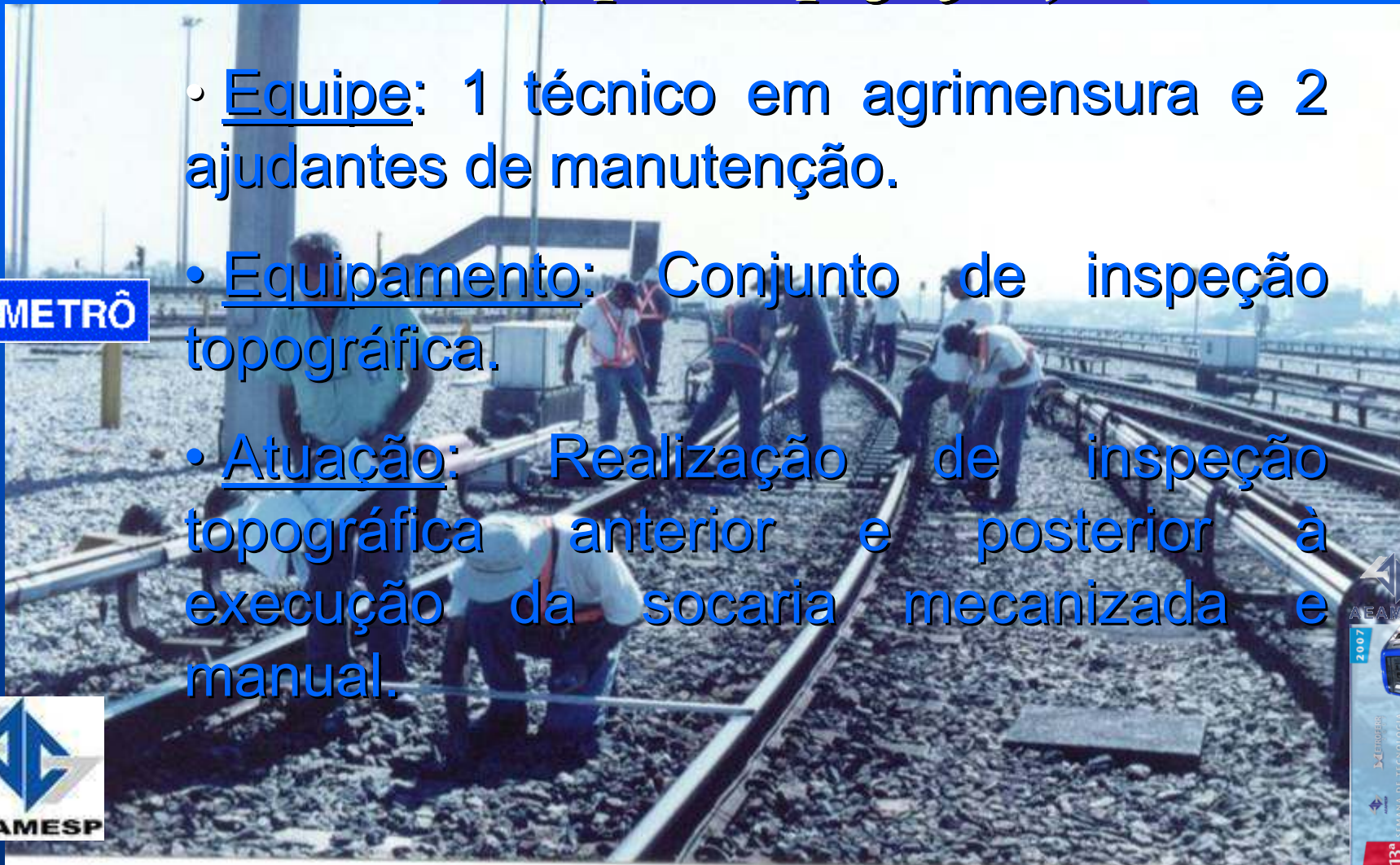
- Formação da Equipe: 1 encarregado e 4 ajudantes.
- Equipamento: Grupo gerador para socaria manual acompanhado por um conjunto de quatro marteletes.
- Produção: 30 metros de via por jornada noturna.
- Particularidades: Utilizada em manutenções corretivas localizadas de pequenas extensões.





# Socaria Mecanizada e Manual (Apoio Topográfico)

- Equipe: 1 técnico em agrimensura e 2 ajudantes de manutenção.
- Equipamento: Conjunto de inspeção topográfica.
- Atuação: Realização de inspeção topográfica anterior e posterior à execução da socaria mecanizada e manual.



***obrigado!!***

***G.P.A.A.***

***AEAMESP – AGOSTO 2007***

