



13ª Semana de Tecnologia Metroferroviária Fórum Técnico

**SISTEMAS ATENUADORES DE VIBRAÇÕES CAUSADAS PELO
TRÁFEGO DE TRENS:**

**METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO E HOMOLOGAÇÃO
ADOTADA PELA**

**ÁREA DE SUPERESTRUTURA DE VIA PERMANENTE DA
COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO**

Coordenadoria de Via Permanente

DE/GCI/CIV

Agenda

- Objetivo;
- As linhas do Metrô e as Vibrações;
- Caracterização do Fenômeno;
- Sistemas de Amortecimento;
- Concepção da Via Permanente;
- Ensaio Técnico:
- Conclusões.

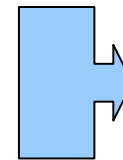


Objetivo

- Apresentar metodologia de dimensionamento e homologação adotada pelo Metrô:
 - Definição de sistemas de atenuação
 - Homologação em laboratório
 - Homologação, com a passagem dos trens, dos sistemas adotados

As linhas de Metrô e as vibrações

- Via permanente:
 - Passagem de trens: contato roda/trilho
 - Calos, soldas, desgaste ondulatorio etc

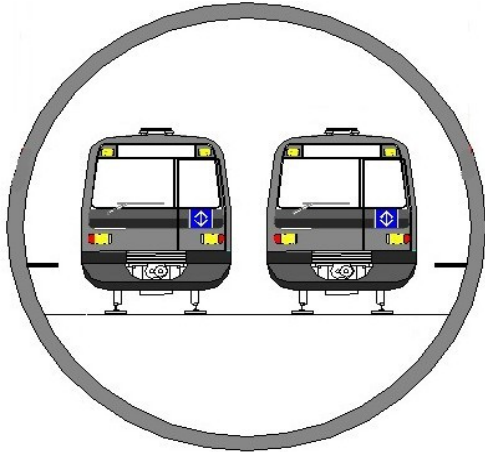


VIBRAÇÕES!!!

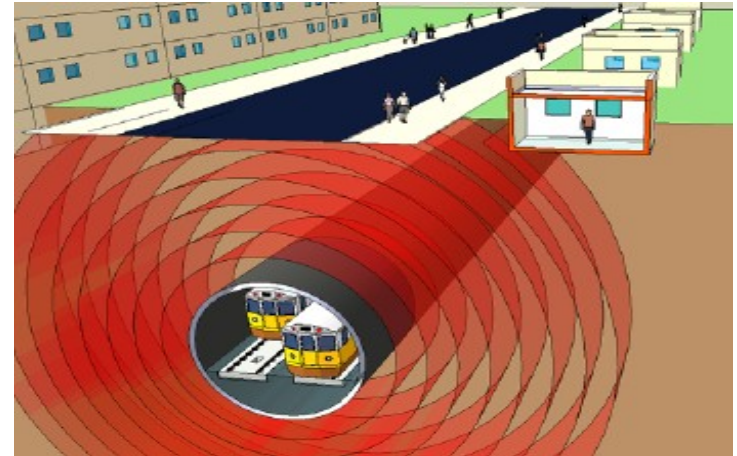
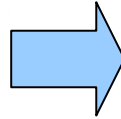
- Vibrações devido à passagem de trens:
 - Insuficientes para causarem danos estruturais;
 - Vibrações das estruturas dos imóveis: podem ocasionar ruídos secundários.
- Conseqüências:
 - Desconforto;
 - Sensação de insegurança (fator psicológico);
 - Equipamentos sensíveis: possível interferência.



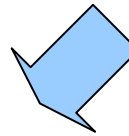
Caracterização do Fenômeno



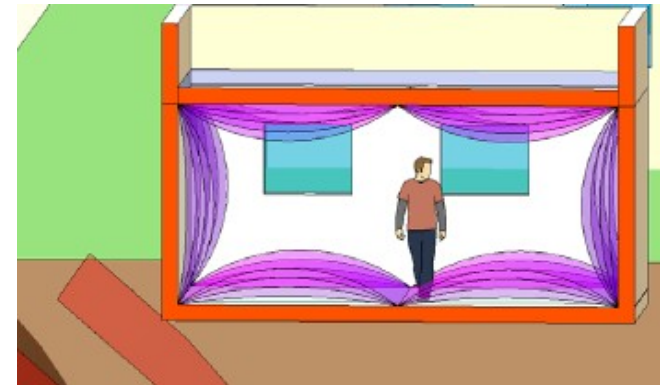
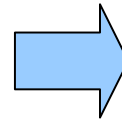
Passagem de trens



Vibrações



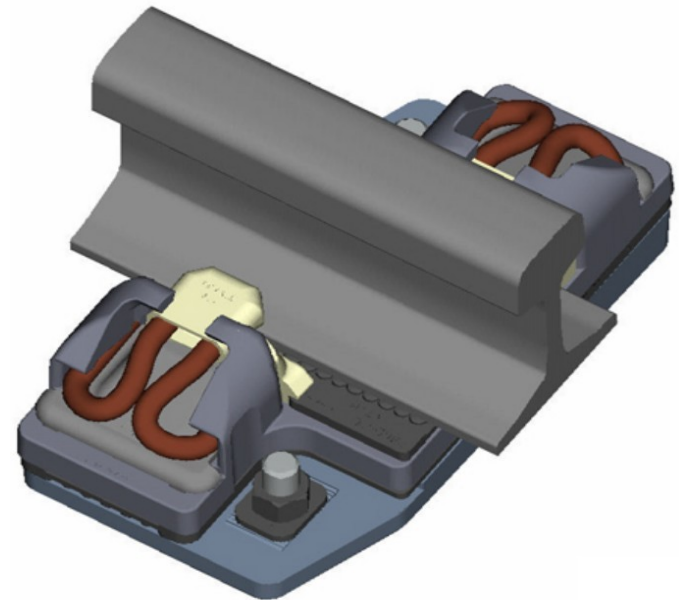
Transmissão às edificações



Ressonância - ruídos secundários

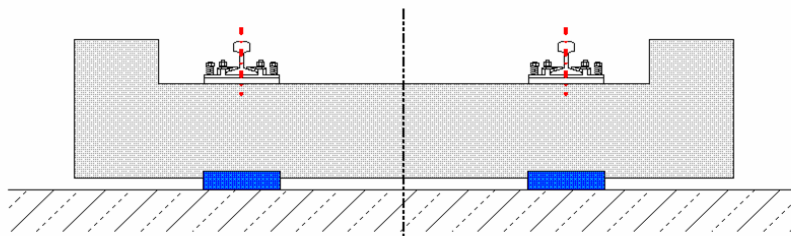
Sistemas de Atenuação:

- Placas resilientes – dois elastômeros:
 - Um entre a placa e o trilho;
 - Outro sob a placa de apoio do trilho.

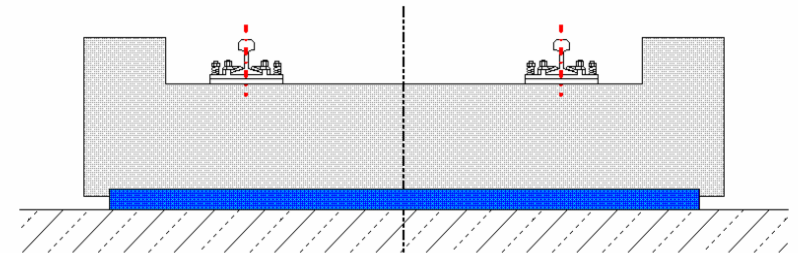


Sistemas Massa-mola

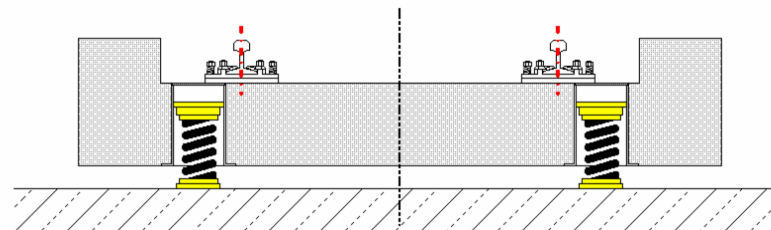
- Sistemas de atenuação – Massa-Mola;
 - Massa: laje flutuante de concreto;
 - Mola elastomérica ou de aço sob a laje



**Apoios elásticos discretos
ou tiras elastoméricas**

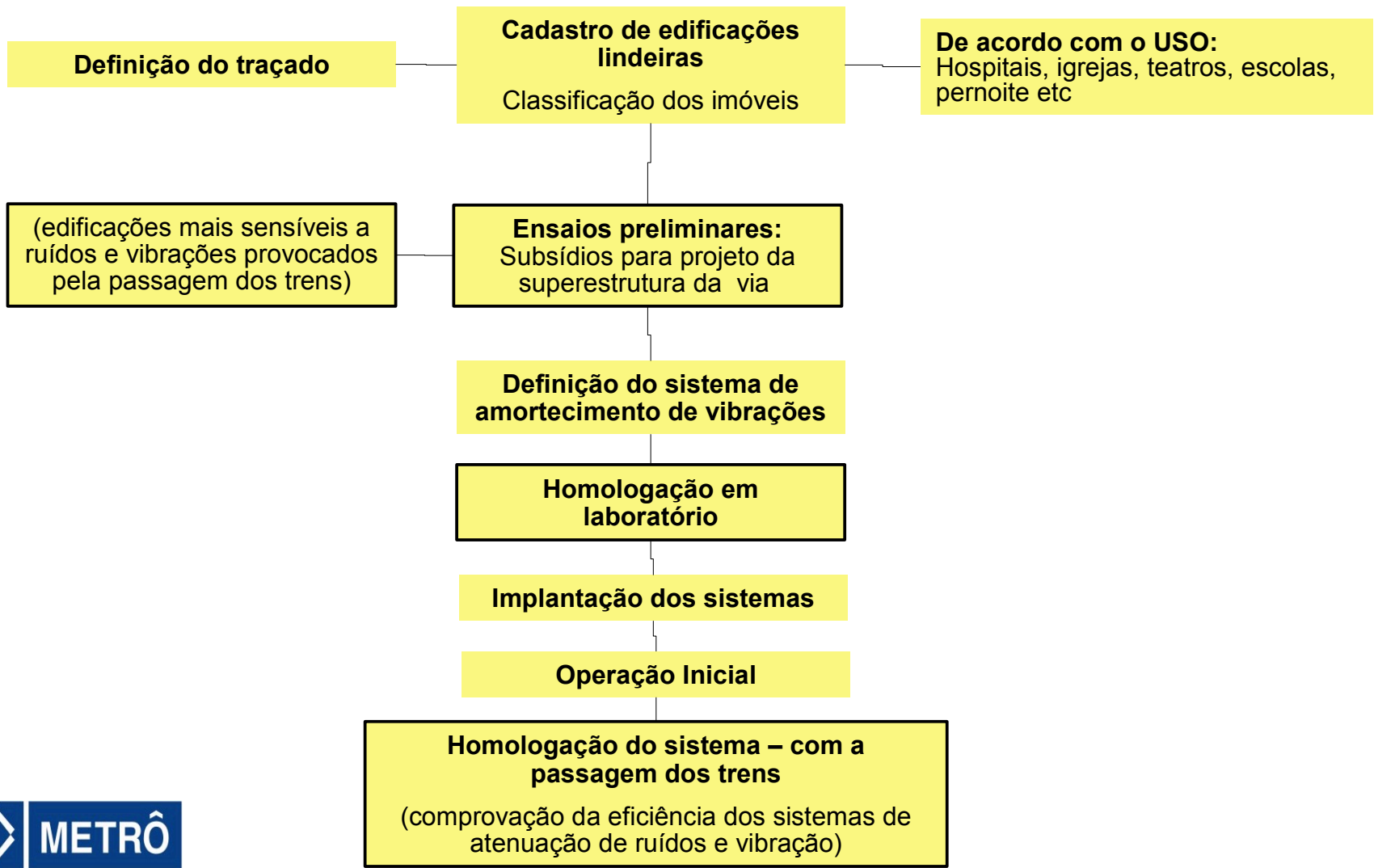


Mantas elastoméricas



**Isoamortecedores (“baldinhos”)
molas helicoidais em meio viscoso.**

Concepção da Via Permanente



Ensaio Técnico

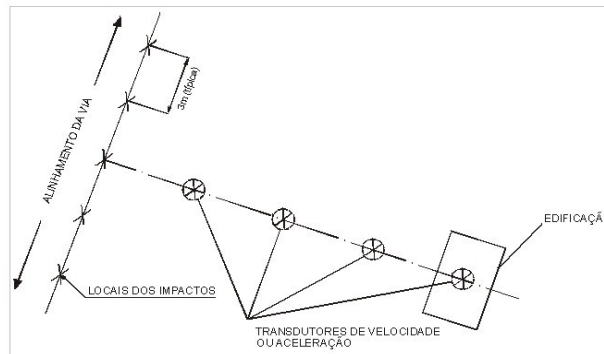
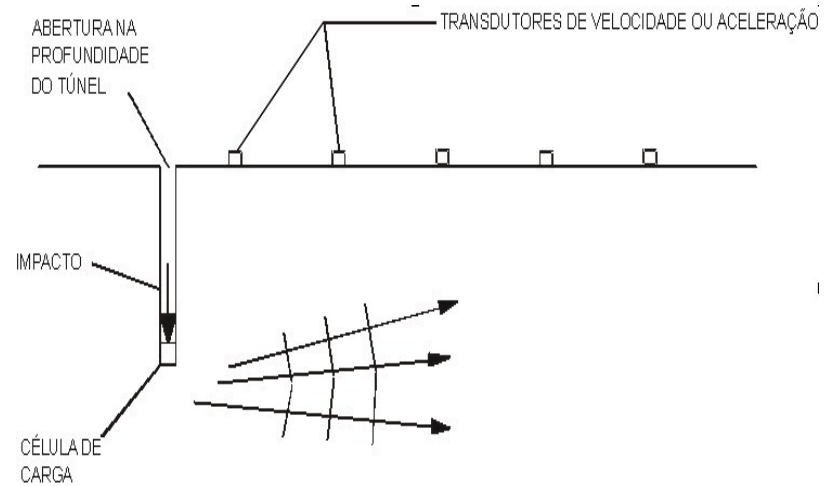
- Preliminares – subsídios para projeto:
 - Impacto: transmissibilidades do solo e da edificação
 - Edificações notáveis.
 - Monitoração com trânsito: características dinâmicas da edificação – mais pontos ao longo da linha.
- Homologação em laboratório
 - Materiais (elastômeros);
 - Conjuntos (fixações);
 - Protótipos (sistema de via).
- Homologação na via: com passagem dos trens:
 - Durante operação comercial;
 - Fora da operação comercial.

Ensaio de Impacto

- Objetivo: características dinâmicas dos imóveis lindeiros e transmissibilidades do solo e do imóvel.

– Procedimento:

- Golpes com pilão de massa conhecida:
 - Piso do túnel;
 - Furo de sondagem.
- Aquisição dos dados.



Desenhos esquemáticos do ensaio de impacto

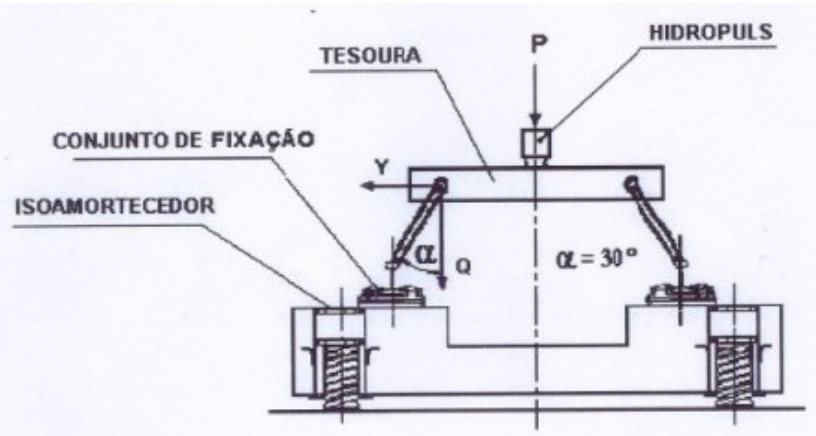
Monitoração com o Trânsito

- Características dinâmicas da estrutura da edificação;
- Alternativa de ensaio para abranger mais pontos (mais simples execução)

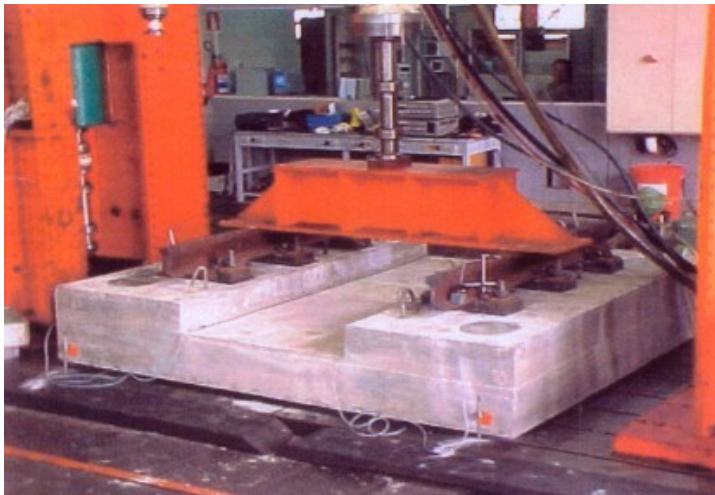
Dimensionamento do sistema massa-mola

- Análise dos dados obtidos nos ensaios preliminares e de espectros de trens sobre via rígida;
- Determinação dos níveis a serem atenuados;
- Cálculos para dimensionamento do sistema massa-mola;
- Comparação dos resultados com os limites admissíveis.

Homologação em laboratório



- Materiais – Elastômeros.
- Conjuntos – Fixações.
- Protótipos – sistema de via.



Protótipo: via com isoamortecedor



Ensaio de fixações

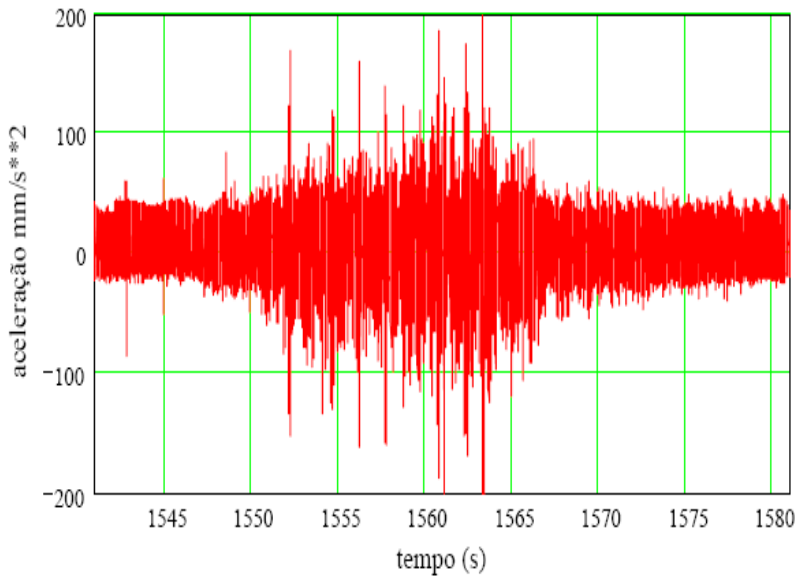
Homologação na via: com passagem dos trens

- Passagem de Trens:
 - Durante operação comercial;
 - Fora da operação comercial:
 - Velocidades controladas;
 - Carros vazios ou carregados com sacos de areia.
- Monitoração nas mesmas edificações dos ensaios preliminares;
- Análise dos resultados da monitoração;
- Comparação aos limites da Wilson Ihrig & Associates;
- Se insatisfatório: providências cabíveis.

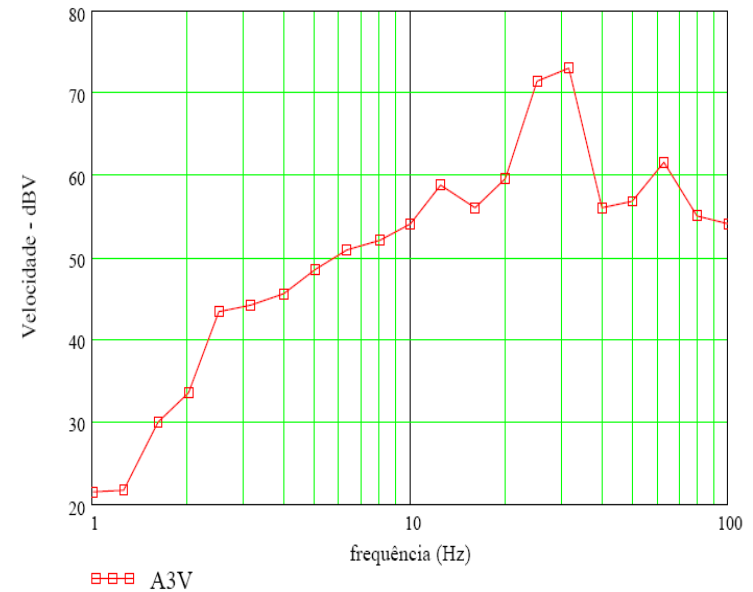
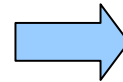


Análise dos Resultados Obtidos nas Monitorações:

Tanto para os ensaios preliminares, quanto na homologação



Sinal Obtido no Ensaio



□□□ A3V

Resultado após tratamento matemático

Conclusões

- Metodologia adequada para a definição dos sistemas de via permanente:
 - Aprimoramento contínuo dos métodos de cálculo e ensaios;
 - Melhor conhecimento dos materiais, visando garantir um longo período de uso e uma manutenção mais fácil (horário restrito).

Gratos pela atenção !

Engº Antônio José Caldas de Sousa

ajcaldas@metrosp.com.br

Engº Adilson Roberto Takeuti

atakeuti@metrosp.com.br

Engº Francisco José Valentim

fvalentim@metrosp.com.br

Engº Helder José Ribeiro Soares

helder.jose@metrosp.com.br

Engª Simone Lie Issomura

simone.issomura@metrosp.com.br