



19ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA



TRABALHO TÉCNICO – Tema: Via Permanente

T21 – Geometria e Superestrutura de Via Permanente
para Trens Regionais: Uma Abordagem para Manutenção

Elcio Kazuaki Niwa – Eng. de Manut. de Via Permanente CPTM
São Paulo, 12 de Setembro de 2013



1. Introdução

- Os impactos incidentes a **Via Permanente** são principalmente devido a **Velocidade**, **Frequência** e **Carga** aplicadas
- Nos tópicos a seguir são abordados questões **Técnicas**, **Econômicas** e **Ambientais** envolvendo **Traçado Geométrico** e **Qualidade da Via**, **Mecânica da Via** e **Planejamento da Manutenção**



1. Introdução

- O conceito das ligações é comunicar regiões metropolitanas e cidades permitindo um transporte rápido e eficiente de passageiros e/ou cargas.



2. Conceitos Iniciais

MODALIDADE	VELOCIDADE
Trem Suburbanos/Metro	Até 90 km/h
Trem Regional	Até 250 km/h
Trem de Alta Velocidade	Acima de 250 km/h

- Os trens regionais em São Paulo estão sendo especificadas para velocidades de no máximo 160 e 200km/h.



2.1. Plano

- Uma das premissas de eficiência do investimento realizado é o **PLANEJAMENTO** da manutenção.
- Definição a partir dos **modelos de sistemas** concebidos na fase de **projeto** e **implantação** das ferrovias.



3. Superestrutura da Via Permanente

- Situações que devem ser avaliadas:

Segurança

Conforto dos passageiros

Desgaste dos trilhos /
Vida útil da Superestrutura



3.1. Trem Pendular



Exemplo de Trem Pendular: Pendolino (Itália)



4. Geometria da Via Permanente

$$a_t = \frac{V^2}{R} + \frac{s \cdot g}{B} \leq a_{tm\acute{a}x}$$

a_t : aceleração transvesal não compensada [m/s²]

V : velocidade [m/s]

R : raio [m]

s : superlevação [mm]

g : gravidade [m/s²]

B : bitola [mm]

$a_{tm\acute{a}x}$: máxima aceleração transversal não compensada [m/s²]

Emprego de $a_{tm\acute{a}x}$ padrão de **0,5m/s²** e excepcionalmente de 0,65m/s².



4.1. AMV

AMV – Aparelho de Mudança de Via

Aspectos de manutenção
referentes ao AMV:

- 1) Exigências específicas de concepção, projeto, fabricação e montagem
- 2) Vida útil muito menor ao restante da via
- 3) Custo relativo elevado
- 4) Conservação mais onerosa





4.1. AMV

Empresa	R (m)	Tg α	Velocidade na via desviada (km/h)
SNCF	500	1/12,0	60
	1.200	1/18,5	100
	2.500	1/26,5	130
	6.000	1/42	200
DB	3.000	1/46	160
	6.720	1/65	220

Tabela de AMVs da DB (Alemanha) e SNCF (França)

Fonte: Curso de Ferrocarriles – Geometria y Calidad de la Via – Manuel Losada



4.2. Interseções e Travessias

- A dinâmica das cidades exigem o contínuo controle da estabilidade e segurança da via.



- Exigindo compatibilizações nas interseções e travessias de uso comum nas zonas subterrâneas, superficiais e aéreas.



5. Comportamento Mecânico

- A Via Permanente suporta do ponto de vista mecânico esforços:

VERTICAL

TRANSVERSAL

LONGITUDINAL

Principais Análises

- Verificação da contribuição de cada componente, de modo a assegurar à sua **resistência** e **estabilidade** perante aos esforços
- Fatores de conservação da geometria e resistência da via, frente ao aumento da velocidade, da carga veiculada e da frequência de passagem de carros.
- Garantia do projeto e a construção de vias pelo ponto de vista da **confiabilidade** e **segurança**.



5.1. Comportamento Vertical da Via

TENSÃO NORMAL

- Os esforços atuantes no trilho produzem tensões normais que devem ser menores as tensões admissíveis.

MOMENTO FLETORES - Histórico

1. 1867 (Winckler) - Viga Continuamente Apoiada
2. (Zimmermann) - Apoios Rígidos com espaçamento similares ao dos dormentes, seguido por modelo de apoio elástico discreto
3. 1915 (Zimmermann-Timoshenko) - Apoio Elástico Contínuo.



5.1. Comportamento Vertical da Via

COEFICIENTE DE MAJORAÇÃO

- Clássico (Winkler e Driessen), ORE, SNCF, DB(Schramm, Eisenmann).

AÇÃO E REAÇÃO NAS INTERFACES ENTRE:

- trilho x dormente,
- dormente x lastro e
- lastro x plataforma ferroviária.

VARIABILIDADE DO SOLO

- Plataforma ferroviária com elevada faixa de variação das tensões admissíveis de suporte, devido a grande variabilidade do solo



5.2. Outros comportamentos atuantes

- Tensões Tangenciais
- Considerações da fadiga dos materiais



6. Qualidade da via

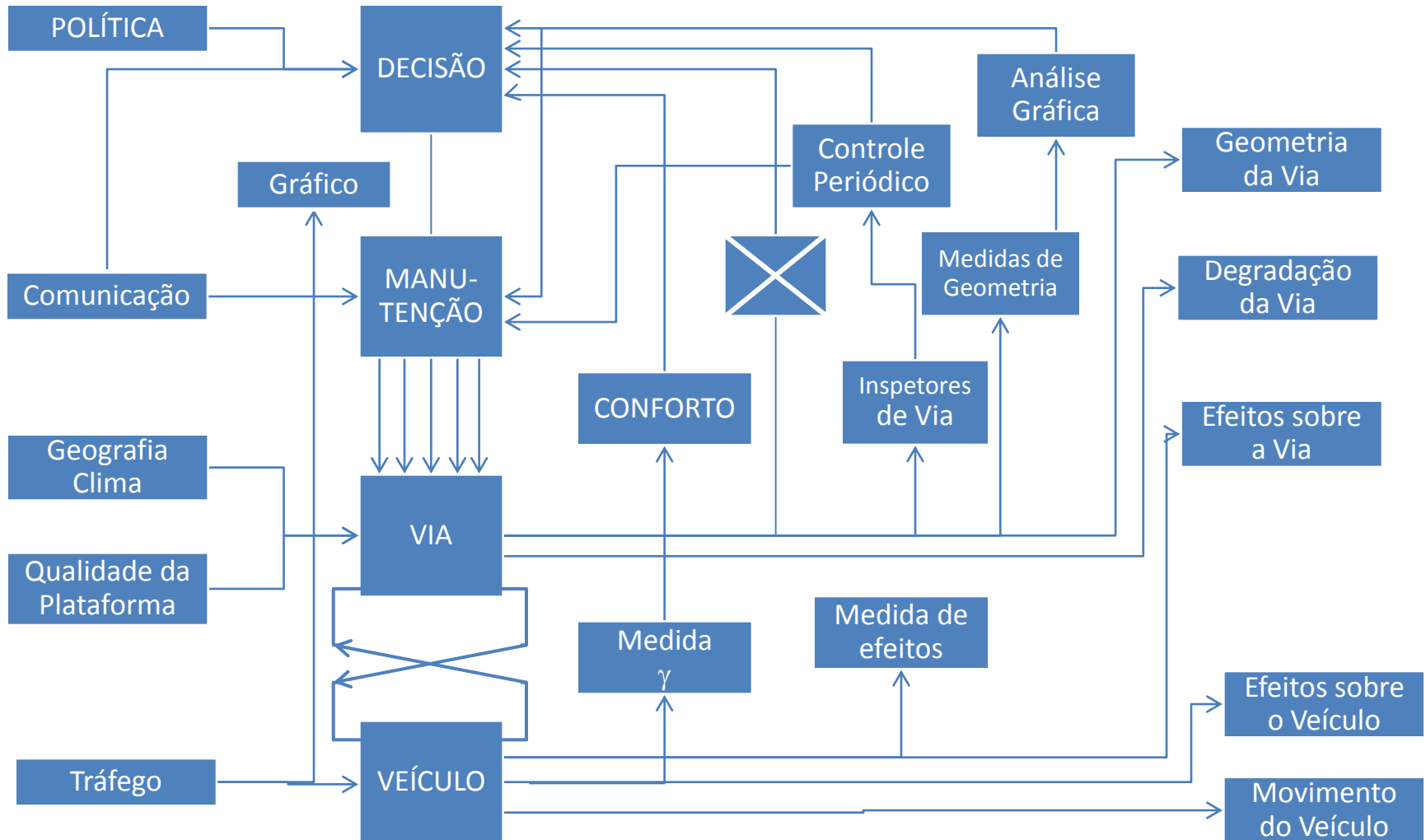


Diagrama – Organização Geral da Manutenção

Adaptado de JANIN Georges. "La maintenance de la geometrie de la voie". Revue Générale des Chemins de Fer. Junio 1.982

Fonte: Curso de Ferrocarriles – Geometria y Calidad de la Via – Manuel Losada



Referência Bibliográfica

- CARRARO, Ulysses. *A Infraestrutura Ferroviária*. São Paulo, 1979. 66 p. Dissertação (Seminário para obtenção de créditos para Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979. [Orientadora: Prof. Sérgio Then de Barros].
- STECH, P. H. *Parâmetros do projeto geométrico para trens de passageiros de alta velocidade e longo percurso*. São Paulo, 2011. 322 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. [Orientadora: Profa. Ana Paula Camargo Larocca].
- LOSADA, M.; QUEREDA, J. **Curso de Ferrocarriles - Cuaderno III – Mecanica de la Via**. ed. Madrid: Universidade Politecnica de Madrid, 2001. 113 p.
- LOSADA, Manoel. **Curso de Ferrocarriles - Cuaderno IV - Geometria y Calidad de la Via**. ed. Madrid: Universidade Politecnica de Madrid, 2001. 177 p.
- Fundação Seade. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Valor Adicionado Total, por Setores de Atividade Econômica, Produto Interno Bruto Total e per capita a Preços Correntes - Municípios do Estado de São Paulo - 2009**. Disponível em: http://www.seade.gov.br/produtos/pibmun/tab_2009.htm. Acesso em: 01 ago. 2012.
- GOOSENS; Hugo. **Maintenance of High Speed Lines – Report 2010**. ed. Madrid: Universidade Politecnica de Madrid, 2010. 67 p.



Considerações Finais

- O trabalho teve como intuito abordar solicitações e exigências das Ligações Regionais ferroviárias.
- Abordagem da visão da área de manutenção da Via Permanente.
- Início de trabalhos com ênfase técnica, garantido o conhecimento tecnológico deste tipo de tecnologia.



OBRIGADO!

ELCIO KAZUAKI NIWA

contato: elcio_niwa@hotmail.com