

# **ESTUDO DE MODELO DE VIA PERMANENTE FERROVIÁRIA COM DORMENTES DE MADEIRA ESTRUTURADOS COM ELEMENTOS DE GEOSSINTÉTICO E PLACAS DE AÇO** Renata de Mello Mobiglia, Rudney da Conceição Queiroz – Exatas – Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia – Campus de Bauru

Devido à ação dos esforços das composições e das variações de temperatura que ocorrem na via permanente ferroviária, estas produzem alterações na geometria da via que deve sofrer intervenções periódicas de manutenção.

A utilização dos dormentes de madeira, devido à facilidade de sua obtenção, ainda é preferido pela grande parte das operadoras ferroviárias no Brasil.

A escolha desse tipo de material para os dormentes ainda está relacionada à facilidade com manuseio, furação e substituição das placas de apoio dos trilhos, elasticidade adequada aos esforços e custo ainda competitivo em relação aos demais dormentes.

Um dos problemas frequentes que ocorrem nas vias com dormentes de madeira é o desalinhamento e deslizamento lateral resultado da instabilidade longitudinal em trecho retos e curvos em função da baixa aderência no contato entre os dormentes e os lastros. Com o objetivo de encontrar um melhor desempenho da via como um todo, a proposta de dormentes estruturados por elementos de geossintético e placas de aço, viabiliza essa possibilidade e nos permite um estudo e uma análise mais detalhada quanto ao comportamento estrutural dos dormentes embutidos em lastros padrão.

Nesta pesquisa pode-se verificar que a estruturação dos dormentes com placas de aço resultou em desempenho melhor que os dormentes sem as placas. Estes elementos estruturais poderão ser utilizados em trechos sujeitos a esforços longitudinais como rampas e esforços transversais como em curvas, melhorando consideravelmente o desempenho da via, segurança e economia de manutenção.

No passado das ferrovias, muita atenção foi dada para a superestrutura considerando os elementos dormentes, fixações e trilhos e menos considerações foram dadas para a infra-estrutura, como o lastro, sub-lastro e camadas finais de terraplenagem. A experiência em diversas ferrovias e pesquisas realizadas por diversos autores, tem demonstrado que a maior parte do orçamento de manutenção da via é gasto com os problemas relacionados com a interação grade da via e infra-estrutura, isto é infra-estrutura e superestrutura, como por exemplo, o arredondamento de curvas, alinhamento e nivelamento, alinhamento dos dormentes, guarnecimento dos dormentes, compactação do lastro, limpeza e renovação do lastro.

As propriedades da infra-estrutura são muito variáveis e difícil de determinar com segurança, em comparação aos elementos da superestrutura.

O comportamento cargas *versus* deformações entre os dormentes e lastro é também muito difícil de determinar com precisão e ainda pouco conhecido no meio técnico ferroviário e geotécnico, pois estes parâmetros são de difícil obtenção, necessitando de ensaios em escala real ou diretamente na via. Um número limitado de pesquisas tem sido realizado com modelos analíticos e numéricos sobre o comportamento plástico do lastro sob a ação dos esforços cíclicos. Muitas pesquisas têm procurado simular as deformações plásticas do lastro de forma empírica com base em resultados experimentais.

Sobre a conceituação da via permanente moderna e comportamento estrutural vários trabalhos têm sido publicados, entre eles podemos citar Sato (1986), Poullin (1995), Kish e Mui (1996, Kish et al. (1998), Bousquet (1997), Fortin (1998), Guérin e Huille (1999), Doll et al. (1999) Shust et al. (1999) e Indraratna e Salim (2005).

Queiroz (2002) com base em pesquisa desenvolvida obteve experimentalmente em escala real, as resistências longitudinais e transversais oferecidas pelos quatro tipos de dormentes, comumente utilizados no Brasil.

Para a realização da pesquisa, foi executado um trecho de via permanente ferroviária, composto por camadas finais de terraplenagem compactada com 30 cm de altura e lastro padrão com 35 cm de altura, sete dormentes de madeira para bitola de 1600 mm, com espaçamento de 60 cm entre eixos, fixações elástica tipo Pandrol, com placa e almofada de apoio e dois segmentos de trilho TR-68, com 5,0 m de comprimento cada.

Este modelo foi reconstruído, com base em modelo de projeto anterior. Toda a estrutura foi desmontada, recolocado novo lastro, montada nova grade com dormentes de madeira e placas de aço, com cota de 10 cm inferior ao sistema já existente. Esta pesquisa esta sendo desenvolvida com bolsa de Auxílio à Pesquisa, juntamente com bolsa de Iniciação Científica da Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

Os ensaios foram realizados com sistemas de leituras e aquisição de dados, interligados a cilindros hidráulicos com células de carga, medidores de deslocamentos (LVDT) e computador para recebimento e processamento dos dados.

As placas de reforço de aço foram executadas em chapas soldadas, conforme o desenho do projeto original e fixadas aos dormentes através de parafusos e grampo de fixação (Figura 1(a)).

Os elementos de reforço de geossintético foram executados com geotextil e brita 1, interligados por barra de aço de seção circular, conforme o desenho do projeto original.

Foram fixados aos dormentes através de cintas metálicas envolvendo os elementos e parafusadas (Figura 1(b)). Cada elemento possui o comprimento de 90 cm e diâmetro de 20cm, interligados por uma barra metálica de seção circular com diâmetro de 5 cm. Cada conjunto de dois elementos com a barra foi fixado ao dormente através de uma cinta metálica presa a uma chapa na parte superior do dormente e parafusada. As chapas metálicas foram reutilizadas dos elementos metálicos dos ensaios anteriores.

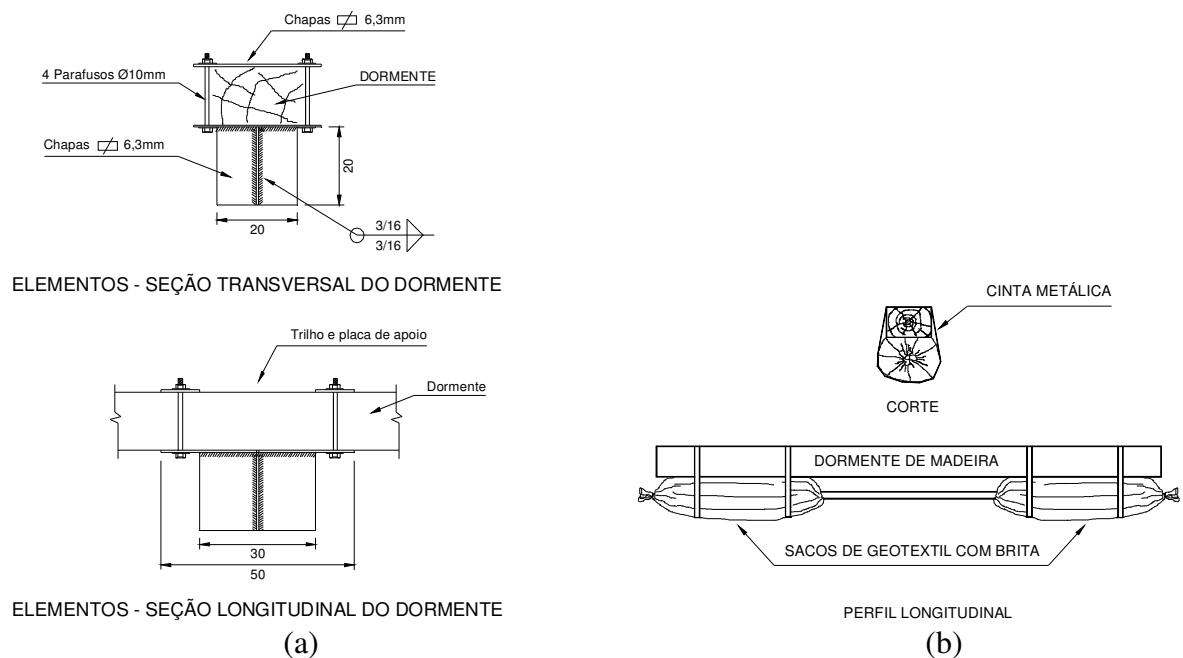


Figura 1. Placas de aço fixadas nos dormentes (a). Elementos de geossintéticos fixados nos dormentes (b).

Os resultados foram obtidos com sistema de leitura e aquisição de dados informatizado, sendo os resultados trabalhados e plotados em grafico.

A Figura 2 mostra os resultados obtidos, com os dormentes reforçados com as placas de aço e dormentes reforçados com os elementos de geossintético.

**Carga versus Deslocamento**  
**Carregamento Horizontal Longitudinal**  
**Comparação entre Esforços e Deslocamentos Utilizando**  
**Dormentes de Madeira de Forma Convencional,**  
**com Placas e Aço e com Geossintéticos**

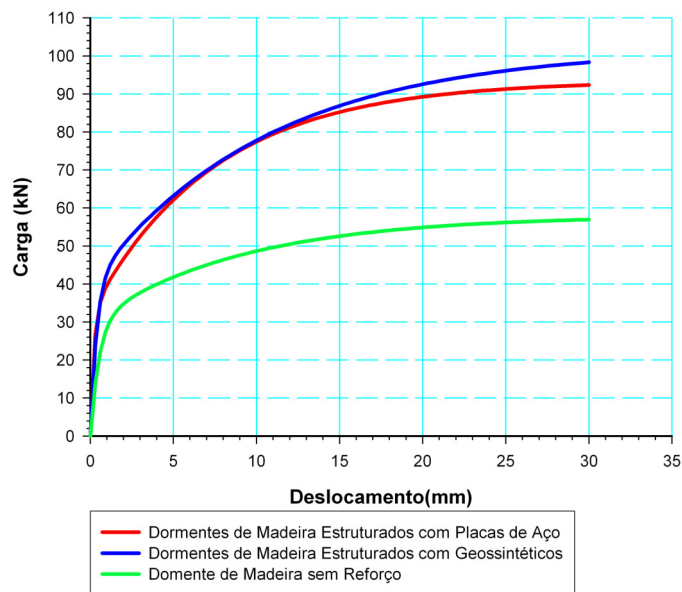


Figura 2. Curvas esforços versus deformações para os dormentes de madeira reforçados com placas de aço, elementos de geossintéticos e sem reforços.

Verifica-se que os resultados analisados demonstraram:

1. Os dormentes reforçados com elementos de geossintéticos e placas de aço obtiveram comportamento aproximadamente similar;
2. Os dormentes sem os elementos de reforço tiveram o desempenho estrutural inferior aos reforçados;
3. Com os valores obtidos e analisados pode-se verificar que para um melhor desempenho da grade da via, pode-se utilizar um ou outro sistema de reforço em dormentes alternados, melhorando a estabilidade e economia na operação;
4. Como os resultados são experimentais em escala real, podem ser aplicados diretamente em vias férreas existentes, contribuindo para uma melhora na estabilidade e economia na manutenção.

### Referencias Bibliográficas

Bousquet, C. *Essai sur modèle du comportement de ponts-rails réalisés à partir de poutres préfabriquées en béton précontraint par adhérence*. Paris. Revue Générale des Chemins de Fer. 1997. p. 63-66.

Doll, L. L.; Harrison, H. D.; McCanney, T. O. American Railway Engineering Association – AREA. Bulletin n. 761. 1999. p. 337-346.

Indraratna, B. e Salim. *Mechanics of ballasted rail tracks: a geotechnical perspective*. Taylor & Francis Group/Balkema. London. 2005. 226 p. ISBN 0-415-38329-3.

Kish, A.; Clark, D. W.; Thompson, W. *Recent investigations on the lateral stability of wood and concret tie tracks*. American Railway Engineering Association – AREA, Bulletin n. 752. 1998. p. 252-265.

Kish, A.; Mui, W. *A brief synopsis on the track lateral shift problem*. American Railway Engineering Association – AREA, Bulletin n. 746. 1996. p. 155-168.

Pollin, P. *Nouvelles normes d'entretien de la voie à la SNCF*. Paris, Revue Générale des Chemins de Fer. Dez. 1995. p. 23-28.

Queiroz, R.C. *Contribuição ao estudo experimental das resistências unitárias horizontais e módulo de deformação, em modelo de via permanente ferroviária*. Tese de Livre Docência apresentada na Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista – Unesp, Campus de Bauru. Out. 2002. 134p.

Shust, W.; Li, D.; Kalay, S. *Track loading vehicle research: na update on lateral track strength and panel shift tests*. American Railway Engineering Association – AREA. Bulletin n. 762. 1999. p. 420-429.

**Bolsa:** Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).