

# As pesquisas sobre vias metroferroviárias na Politécnica da USP

LIEDI BERNUCCI\*

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) conta com alguns grupos de pesquisa dedicados ao transporte metroferroviário, desde a via propriamente dita, às simulações de transporte ferroviário e logística intermodal, até aos equipamentos e motores do sistema de veículos. Este texto traz uma sucinta contribuição sobre as pesquisas no âmbito das vias metroferroviárias, compreendendo a infra e superestrutura de via permanente, que congrega elementos de grande importância para uma ferrovia, como plataforma de solo de fundação, lastro, dormentes, trilhos, e sua interação com as rodas das locomotivas e vagões. Atualmente as ferrovias contam com quadros reduzidos de pessoal treinado para o acompanhamento técnico e desenvolvimento de milhares de quilômetros de via permanente e obras de arte. Existe hoje uma significativa demanda pela formação de técnicos capacitados para exercer essas tarefas, sendo

que os centros de pesquisa e a universidade podem exercer papel relevante no país.

A interação entre os diversos materiais e elementos que compõem a via permanente é bastante complexa e tem sido tratada, na maior parte das vezes, por métodos empíricos e acúmulo de experiência de décadas, até de séculos de observação de comportamento. Os conhecimentos na atualidade devem ser sistematizados, compreendidos seus fenômenos em profundidade, testados de forma que melhor simulem as condições reais de solicitação e tratados pela modelagem matemática de forma a evidenciar os parâmetros relevantes do sistema frente a variações.

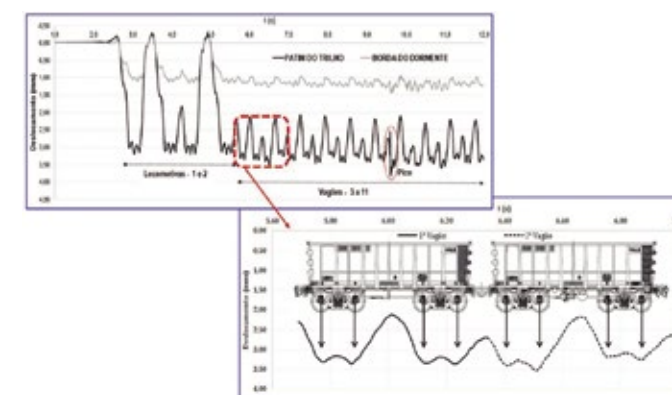
No cenário brasileiro atual, em que se tem a expansão das linhas metroferroviárias e a tendência de aumento da carga por eixo transportada, o grupo de pesquisas do Laboratório de Tecnologia de Pavimentação (LTP) da EPUSP faz estudos relacionados ao solo da plataforma e aos lastros, incluindo seu reforço. Destaca-se a criação de equipamento triaxial de grandes dimensões (corpos de prova

de 40 cm de diâmetro e 80 cm de altura) para testar lastro em laboratório, de maneira pioneira no Brasil. Várias pesquisas vêm sendo realizadas para Vale e MRS para compreender o efeito da forma dos agregados, granulometria, e efeitos da contaminação e colmatagem. Foi concebido um dispositivo de medições de deslocamentos da via em campo, capaz de registrar com as composições paradas ou em movimento, sem interrupção do tráfego, que permite auxiliar na avaliação das condições estruturais do pavimento ferroviário e cálculo do módulo de via. Além disso, estuda-se o reforço dos lastros com geogrelha e o uso de camadas de misturas asfálticas para melhor distribuição de tensões em locais com problemas de plataforma.

Muitas vias permanentes das nossas antigas ferrovias se encontram em estado deficiente, bem como há necessidade de projetar, construir e manter em condições apropriadas as nossas novas ferrovias que são imperativas para o desenvolvimento nacional. Nesse panorama podem-se inserir demandas de alguns



Detalhe do Equipamento de medição de deslocamentos da via concebido pela POLI-USP



Medidas de deslocamentos das vias férreas sob ação dos vagões

elementos importantes, como os dormentes e sistemas de fixação. O grupo do LEM (Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais) estuda e testa novas tecnologias, como dormentes de plástico, poliméricos, entre outros, além dos usuais de concreto, com as mais diferentes geometrias. Pesquisa e aplica seus conhecimentos para remodelação das obras de arte, tanto pontes em concreto como em aço, muitas vezes antigas e já tendo percorrido boa parte do seu "ciclo de vida". Estuda os aspectos estruturais da via e a modelagem do comportamento dinâmico em face das passagens de trem – sejam os de alta velocidade, como de elevadas cargas transportadas por eixo.

Os ativos roda e trilho são os principais

itens de custo da manutenção em ferrovias.

Eles constituem parte do sistema tribológico roda-trilho no qual a energia despendida por atrito e o desgaste dos trilhos e rodas são as saídas mais importantes. Para minimizar estas perdas a Vale desenvolve com universidades brasileiras o projeto "Cátedra Roda- Trilho" no qual são estudados e classificados defeitos de rodas e trilhos, solda de trilho, modelagem do contato e da dinâmica de vagões bem como materiais para estes dois componentes e sua tribologia. O projeto, com coordenação das equipes de Engenharia de Metalurgia e Engenharia Mecânica, centraliza a parte de metalurgia dos materiais com ênfase nos tópicos de esmerilhamento de trilhos, materiais para jacarés e materiais para rodas e trilhos. Sobre rodas e trilhos em particular, dois mestrados estão em desenvolvimento na EPUSP-PMT com apoio do Instituto Tecnológico Vale (ITV), um caracterizando microestruturas de rodas novas e usadas, e a relação destas microestruturas com a resistência ao desgaste; outro caracterizando as microestruturas de regiões afetadas pelo calor de soldas de trilhos e sua resistência ao desgaste. Ambos os projetos envolvem análise de equipamentos reais e estudo de materiais-modelo em escala de laboratório.

Na era do Big Data o transporte metroferroviário também fica beneficiado com a integração das informações, transformando dados de sensores de monitoramento distribuídos nos vários sistemas em inteligência artificial. A automação do controle do trem e do tráfego, computador de bordo para otimizar tempo de percurso e consumo de combustível, sistemas para detecção de anomalias no material rodante (exemplo: detecção acústica de funcionamento de rolamento, detector de impacto devido a calo em roda, medida de perfil de roda por imagem ou laser), mapeamento tridimensional com tecnologia laser (Lidar), aerofotogrametria para inspeção da via férrea com veículos

aéreos não tripulados (VANT), são alguns dos temas em voga. Equipe da Engenharia Mecânica e Elétrica tem desenvolvido diversos projetos de pesquisa acadêmica e tecnológica na área citando alguns deles: simulador de trem para treinamento de maquinistas ([www.usp.br/lds/](http://www.usp.br/lds/)); sistema de medição inercial para identificação da segurança de veículos e da via férrea de sistemas metroferroviários; aplicação de normas internacionais (UIC-518, EN-14363, SAE 2631) para garantir o comissionamento de novas aquisições de trens com qualidade, adequabilidade, conforto e segurança.

Além das pesquisas aqui destacadas, outros grupos se dedicam a outros aspectos do transporte metroferroviário. Destaca-se também a instalação em curso de um Laboratório de Inovação em Vias Metroferroviárias que será utilizado para pesquisa e desenvolvimento pelos grupos citados, que está sendo instalado na cidade de Santos em imóvel doado à USP pela prefeitura santista, com o apoio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia e da USP. Desta forma a Escola Politécnica da USP vem cumprindo seu papel de disseminação do conhecimento, desenvolvimento de novos sistemas e transferência de tecnologia para a sociedade.



\* Liedi Bernucci é professora titular e vice-diretora da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
E-mail: [liedi@usp.br](mailto:liedi@usp.br)



Medição de deslocamentos da via durante a passagem de trem com equipamento concebido pela POLI-USP

FOTOS: ROBSON COSTA