

# Revista

# AENFER

Revista da Associação de Engenheiros Ferroviários  
Rio de Janeiro / Edição nº 159 / Julho de 2023

**Tritex: Trituradora de  
Dormentes de Concreto na  
Estrada de Ferro Carajás**

## Uma visita aos Bondes de Santa Teresa



**Ferrovias Short Lines**

***Marco Regulatório das Ferrovias,  
um Estudo de Caso...***

**Inspeção de Via Permanente  
Ferroviária: do Visual ao Gêmeo Digital**

ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE FERROVIAS POR TODO BRASIL

CONSTRUTORA  
METRO **TKS** VIAS



**Escritório Central**  
Av. Pastor Martin Luther King Jr., 126,  
Bl 9, Sl 913, Torre 3 – Del Castilho  
Rio de Janeiro/RJ – CEP.: 20765-000  
Tel.: (21) 2429-0365  
e-mail.: tks.vias@gmail.com

**Oficina**  
Rua Domingos de Magalhães, 380  
Maria da Graça – Rio de Janeiro/RJ  
**Diretor**  
Engº Luiz Carlos Oliveira Machado  
(21) 98225-9876  
e-mail.: lcom.machado@gmail.com

## Parceria AENFER e Prevent Senior

Compromisso com a sua saúde

**PREVENT  
SENIOR**   
+  
**AENFER** 

- **50% de desconto** na primeira mensalidade, aderindo exclusivamente através da indicação da AENFER ao Setor Interno de Vendas da Prevent Senior.
- App Prevent Senior
- Análise de **redução de carências**
- **Sem reajuste de preço** por mudança de faixa etária a partir dos 50 anos <sup>(1)</sup>
- **Benefícios ampliados** aos cônjuges, filhos, pais e avós.

(1) Por liberalidade da empresa, por tempo indeterminado.

**Mais informações**  
Vendas (21) 3509-1499  
vendasrj@preventsenor.com.br



#### Diretoria Colegiada

Presidente – Marcelo Freire da Costa

Vice-presidente – Aldo Paschoal Gama Signorelli (Área Financeira)

Vice-presidente – Alexandre Julio L. de Almeida (Área de Patrimônio)

Vice-presidente – Helio Suêvo Rodriguez (Áreas Técnica, Cultural e de Preservação da Memória Ferroviária)

Vice-presidente – Stella Regina de Moraes Barros (Áreas Administrativa e de Assistência ao Associado)

Vice-presidente – José Roberto Martins Pataro (Área de Produtos)

Vice-presidente – Fernando José Alvarenga de Albuquerque (Áreas Social e de Comunicação)

#### Conselho Deliberativo

Antonio Carlos Dias Pastori; Antonio Carlos Soares Pereira; Antonio Gomes Pires; Antonio Gonçalves Marques Filho; Carlos Alberto de Oliveira Joppert; Carlos Alberto Teixeira Duval; Carlos Roberto Monteiro Rommes; Cátia Maria Cavalcanti Pereira; Ernesto Roberto Pinto de Oliveira; Gabriel de Souza Lino; Genésio Pereira dos Santos; Heloísa Dalmácio Roma; Jerônimo Puig Neto; Jorge José Avena; Jorge Ribeiro; Lilian Borges Scuett; Luiz Fernando Dias Aguiar; Marcelo do Valle Pires; Mônica Maria Baggetti Machay de Oliveira; Odorico Francisco de Oliveira; Pedro Marques de Carvalho; Ramiro Ramos do Nascimento; Roberto Biondo; Sergio Murilo Ramos de Paiva; Telma Regina Jorge da Silva; Tereza Maria de Faria Pinho; Therezinha Maria Denys Maia de Magalhães

#### Conselho Fiscal

Elizabeth Cavalcanti Klang; Henrique Carou Costa; Luiz Miguel de Lima P. Pereira Gil

#### Conselho Editorial

Fernando José Alvarenga de Albuquerque (presidente); Helio Suêvo Rodriguez e Stella Regina de Moraes Barros (coordenadores); Antonio Carlos Dias Pastori; Clarice Maria de Aquino Soraggi; João Bosco Setti; Luiz Fernando Dias Aguiar; Silmara Reis

Revista de circulação semestral

Editada pela AENFER

Editora executiva: Jornalista Silmara Reis – Reg. Prof. 604 DRT/SE

Diagramação: Luciano Pavloski

Capa: João Bosco Setti

Impressão: Trio Studio Editora e Gráfica Ltda.

Edição digital e impressa

Os conceitos emitidos nas matérias assinadas e nas entrevistas são de responsabilidade dos autores e podem não ser os mesmos da AENFER nem da Revista.

# Sumário

Editorial / Palavra do Presidente **04**

Marco Regulatório das Ferrovias, um Estudo de Caso BR-163 e a Ferrovia Estadual do Mato Grosso **06**

GPPA: sua origem e realizações **09**

Uma visita aos bondes de Santa Teresa **11**

Notícias da AENFER **14**

Ferrovias *Short Lines* **19**

Inspeção de Via Permanente Ferroviária: do Visual ao Gêmeo Digital **21**

Tritex: Trituradora de Dormentes de Concreto na Estrada de Ferro Carajás **27**

## Nossa capa:

Dois dos novos bondes destinados ao sistema de Santa Teresa estacionados no pátio da estação no Largo da Carioca, no Rio de Janeiro durante a fase de testes, em fevereiro de 2015.

Foto: João Bosco Setti



# Editorial

Caro leitor,

2023 indica Luz no Fim do Túnel!

O Governo do Estado do Rio de Janeiro (ERJ) contratou estudos de viabilidade para atualizar o projeto da EF-118 e para a reativação do trecho pioneiro entre Guia de Pacobaíba e Petrópolis.

Pela enésima vez o Governo Federal afirma que vai assumir a posse da esquecida Estação Barão de Mauá (Leopoldina), e no plano privado (leia-se Rumo & VLI), a antiga ferrovia Norte-Sul (que na realidade é Norte-Sudeste), parece ter atingido, após 30 anos,

parte do seu objetivo inicial ao ligar o Porto do Itaquí (Norte) ao Porto de Santos (Sudeste).

Em breve, o ERJ deve ganhar dois novos trens turísticos: o Rio-Minas (entre Três Rios e Sapucaia) e o de Miguel Pereira a Governador Portela.

Esperamos que ao longo de 2023 possamos apresentar boas notícias acerca do andamento desses Planos & Projetos - e de outros - aos seus leitores.

Oremos, pois!

OS EDITORES

## Palavra do Presidente

Caro leitor,

Estamos encerrando o primeiro semestre de 2023 e, com ele, lançando o terceiro número da nossa Revista AENFER.

Continuamos a trabalhar firmemente, apesar de todas as dificuldades e limitações que se apresentam nos seus pilares pétreos: a defesa do ferroviário e do transporte sobre trilhos.

Nesta linha preocupa-nos a situação do modo ferroviário no Rio de Janeiro, onde o transporte de passageiros nos mostra que a modelagem existente necessita de ajustes imediatos.

No transporte de cargas a situação também não é muito diferente, onde a construção da EF118 em toda sua plenitude e não um pequeno trecho, parece sonho distante.

Em outros estados, destacando-se Minas Gerais, observamos uma mobilização de projetos de interesses regionais que beneficiem a população em geral. Em nosso Estado a Frente Parlamentar Rio nos Trilhos, que existiu em algum momento, simplesmente desapareceu.

Mesmo assim, a AENFER tem se articulado com diversos movimentos na busca de se restabelecer uma nova Frente Parlamentar.

Vimos a notícia de que o governo federal iria assumir o restauro da icônica Estação Barão de

Mauá, hoje em lastimável estado de abandono. Esperamos que não fique somente na recuperação e sim, que seja também tratado de forma séria, com possíveis usos daquela enorme área, como um Museu Ferroviário em sinergia com outros usos para as demais partes do complexo.

Destacamos que fomos signatários do Convênio de Cooperação Técnica entre a University of Birmingham, COPPE/UFRJ e ABIFER, visando o desenvolvimento de tecnologias ferroviárias, o que nos deixa orgulhosos de termos sido escolhidos para participar desse seletivo grupo.

Continuamos plenamente engajados nos trabalhos coordenados pela FAEF, na busca da correção e restituição dos nossos poucos direitos que nos foram solapados pelo canhestro processo de desestatização das empresas ferroviárias e que nas últimas décadas vêm sendo paulatinamente desrespeitados, mas com o trabalho sério que vem sendo desenvolvido em prol de todos os ferroviários, acreditamos em possíveis vitórias.

**Eng. Marcelo Freire da Costa**  
Presidente da AENFER





## Conheça a Mútua!

A Mútua é a Caixa de Assistência dos Profissionais do CREA e nossa missão é atendê-los com benefícios, auxílios e seguros nas áreas previdenciária, desenvolvimento de carreira, saúde e qualidade de vida.

### Benefícios Reembolsáveis



Garante Saúde



Equipa Bem



Férias Mais



Ajuda Mútua

### Benefícios Sociais



Auxílio Funeral



Auxílio Pecúlio



Auxílio Pecuniário

Acesse [www.mutua.com.br](http://www.mutua.com.br) e saiba mais!

# Marco Regulatório das Ferrovias, um Estudo de Caso BR-163 e a Ferrovia Estadual do Mato Grosso

Silvio Tupinambá Fernandes de Sá\*

O novo Marco Regulatório das Ferrovias no Brasil, facultando para a iniciativa privada por conta e risco, de empreender a implantação de ferrovias, inclusive as chamadas de curtas quilometragens (as *short lines*). A expansão das *short lines* nas últimas três décadas nos Estados Unidos está associado ao processo de desregulação do setor ferroviário propiciado pela aprovação da Staggers Rail Act de 1980 assinado pelo Presidente Jimmy Carter.

Esse processo favoreceu a concorrência nesse modal de transporte, implicando a busca de racionalização e eficiência das operações ferroviárias e o maior foco na rentabilidade das empresas, o que resultou em investimentos concentrados em linhas já existentes e nas linhas-tronco mais rentáveis.

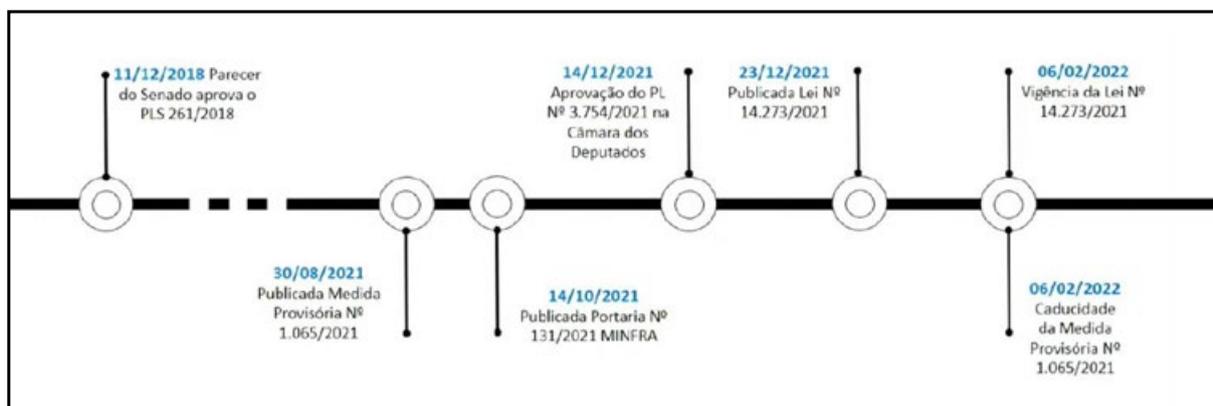
Como podemos verificar, o nosso atraso de facultar ao mercado através da iniciativa privada de empreender otimizando a sua logística *inbound* e *outbound*, uma agenda atrasada há décadas, se fizermos as contas, são diversos governos militares e após a democratização em 1989, considerando a promulgação definitiva da Lei 14.273/2021 em 23/12/2021.

Na figura 1 (na página ao lado) temos um pequeno histórico para contextualizarmos essa realidade do nosso atraso de décadas até a Lei 14.273/2021, um longo caminho.

Considerando que a publicação da Lei Federal Staggers Rail Act foi em 14/10/1980 e a nossa Lei foi promulgada em 06/02/2022, permitindo o investimento privado em ferrovias tanto nas *short lines* como as de longa distância, são exatos 41 (quarenta e um) anos 3 (três) meses e 22 (vinte e dois) dias de atraso, lembrando que ambos os países são de dimensões continentais, o americano possui quase 300.000 km de ferrovia e o Brasil 30.000 km (sendo 12.000 km abandonadas e inoperantes pelas concessionárias), ou seja, na realidade são 18.000 km.

Fora esse atraso da permissão da iniciativa privada empreender por conta e risco, temos a questão regulatória que “abriu a porteira” para o abandono das ferrovias concessionadas, em especial, das concessionárias América Latina Logística (ALL), Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e Ferrovia Transnordestina (FTL), por um erro crasso: a Agência Nacional de Transportes





▲Figura 1: Contextualização e Bases do Ministério da Infraestrutura, com consulta do site [www.infraestrutura.gov.br](http://www.infraestrutura.gov.br) em 12/11/2022

Terrestre (ANTT) foi criada em 07/06/2001, mas as concessões foram cedidas para a iniciativa privada em 1996/1997 (na realidade não foi privatização, não entrou dinheiro privado, mas é motivo de outro artigo), onde em seu quadro, jamais priorizou a fiscalização das ferrovias, além das constantes indicações políticas, o que corrobora com essa situação dramática da nossa matriz de transportes de carga, totalmente escancarada na greve dos rodoviários em maio de 2018 que durou uma semana.

Na questão do agronegócio, em particular, o Estado do Mato Grosso, o maior produtor de grãos do país, com uma região do Norte do Estado, com 4 (quatro) municípios (Nova Mutum, Lucas do Rio Verde, Sorriso e Sinop) na beira da BR-163 (Cuiabá-Santarém), um centurião de grãos com uma distância de 250 Kms, com economia dinâmica e pujante (falo que esses municípios não parecem que estão no Brasil, só porque a língua é portuguesa e a moeda é o Real, mas estão longe da realidade dos outros municípios brasileiros tamanho desenvolvimento econômico) onde o Estado é longe dos portos marítimos (cerca de 2.000 km).

Esse centurião de grãos (Nova Mutum- Sinop) que dista 250 km, atualmente a metade dessa produção flui para o Norte, especificamente, para Miritituba (Distrito de Itaituba, no Pará), onde possui várias Estações de Transbordo de Carga (ETC) que realizam a Intermodalidade pela hidrovia através das barcas do Rio Tapajós, rumo aos portos marítimos do Arco Norte, de Santarém (PA), Barcarena (PA) e Santana (AP).

O centurião de grãos (Nova Mutum - Sinop) que dista 250 km, a outra metade dessa produção flui para o Sul, especificamente, uma parte direto para o Porto de Santos outra parte para o chamado Terminal Intermodal de Rondonópolis (TRO) operado pela Rumo Logística onde é executado um transbordo de grãos no modo rodoviário => ferroviário cerca de 2.000 carretas de 40 toneladas, ou seja, 80.000 toneladas por dia, com destino também ao Porto de Santos, onde também no mesmo Site, possui o Terminal de Contêineres (em Double Stack) operada pela Brado (subsidiária da Rumo) no fluxo Sumaré (SP) – Rondonópolis (MT).

Considerando a lógica econômica, em uma mesma distância física, os modais mais competitivos (em R\$ por tonelada) considerando a sua escala de tração, são o marítimo (em 1º lugar), hidroviário (possuindo uma tração um pouco maior que o ferroviário), ferroviário (bem próximo ao hidroviário), rodoviário e aéreo.

Dessa forma, o preço dos grãos é regulado pela Oferta (Produção) e Demanda (Consumo) mundial pela Bolsa de Chicago (EUA), onde 99,9 % dos contratos são *FREE ON BOARD* (FOB) entregue no Porto Marítimo do exportador (geralmente executado essa logística da fazenda aos portos marítimos, pelas tradings de grãos) e o frete internacional por conta do importador, portanto, a competitividade e a lucratividade do setor passa inexoravelmente pelo modal de transporte doméstico utilizado no Brasil, sendo que todo ano é incrementada a Oferta (Produção) de grãos pelos produtores, sendo que a logística

de transporte não acompanha, resultando em um *gap* (hiato) gigantesco, onde estudos do IMEA - Instituto Matogrossense de Economia, Outlook 2030, aponta que caso não agregue modais mais competitivos (como ferrovia e hidrovía) ocorrerá o que chamamos de engargalamento sistêmico (trata-se de uma corrida contra o tempo).

Louva-se para obtenção da maior celeridade para evitar esse provável engargalamento, a ação efetiva da Assembléia Legislativa do Mato Grosso (ALMT) junto com o Governador Mauro Mendes, que promulgou o Decreto nº 881 em 31/03/2021 da Ferrovia Estadual face a burocracia do Governo Federal na promulgação do Marco Regulatório das Ferrovias, louvamos também o esforço do ex-Ministro da Infraestrutura Tarcisio Gomes de Freitas, que destravou esse processo em âmbito federal.

Tanto a extensão da Ferrovia Vicente Vuolo (EF-364 também conhecida como Ferronorte) de Rondonópolis até Cuiabá e Nova Mutum / Lucas do Rio Verde que contemplará a saída SUL do Estado (a Rumo e o Governo do Estado do Mato Grosso) lançaram a pedra fundamental no dia 07/11/2022, como a Ferrogrão (EF-170 de Sinop a Miritituba), que contemplará a saída NORTE do Estado que encontra-se *sub judice* devido a uma liminar do partido PSOL homologada pelo Ministro Alexandre Moraes motivado pela redução da área do Parque Nacional do Jamaxim (PA), são imprescindíveis para evitar o já previsto engargalamento sistêmico.

Uma ferrovia de carga é viabilizada em termos de receita, pela demanda de transportes (os fretes que geram, ou seja, a economia), a redução da emissão de dióxido de carbono e pela segurança das rodovias, a implantação da Ferrogrão (saída pelo NORTE) e a extensão da Ferrovia Vicente Vuolo de Rondonópolis – Cuiabá - Lucas do Rio Verde (saída pelo SUL) proporcionará uma maior segurança na BR-163, visto que, essa Rodovia ceifa diversas vidas diariamente e lembrando da irresponsabilidade da concessionária Rota Oeste (do grupo Odebrecht), possuindo a Concessão desde 2014 e até o momento não executou 1,0 (um) km na duplicação de Cuiabá até Sinop,

prazo que expirou em 2019.

Sendo assim, consideramos o novo Marco Regulatório das Ferrovias a reboque o Programa Pró Trilhos, uma ressurreição desse modo, com 76 (setenta e sete) Autorizações Ferroviárias, 21 (vinte e um) Contratos de Adesão assinados em 2021 e 6 (seis) Contratos de Adesão assinados em 2022, em particular, Mato Grosso possui 11 (onze) Autorizações Ferroviárias e 3 (três) Contratos de Adesão assinados dentro do escopo do Programa Pró Trilhos, onde esses empreendimentos são vistos com bons olhos dos investidores (evidentemente que passa pela segurança jurídica e política) por Fundos Soberanos árabes, asiáticos, europeus e americanos, visto que, diante das recessões econômicas de 2015/2016 (pedaladas fiscais) e 2020 (pandemia), o Governo Federal perdeu a capacidade de investimento público em ferrovias.

Lembrando que o investimento inicial para implantação de ferrovias é muito alto, principalmente o CAPEX, onde o Brasil, em particular, o Estado do Mato Grosso pelo seu gigantismo de área e produção de grãos merecem que continue essa Política Pública potencializado pelo investimento privado pelo nosso atraso de décadas de facultar esse investimento pelos empreendedores nacionais e estrangeiros, torne-se definitivamente como POLÍTICA DE ESTADO e não POLÍTICA DE GOVERNOS (que são passageiros), onde é mister ressaltar que a segurança jurídica e política são condições *sine qua non* para a perenidade dessa referida POLÍTICA DE ESTADO muito bem formatada e alinhada com o mercado brasileiro. 🚂

\*Silvio Tupinambá Fernandes de Sá é engenheiro civil, ferroviário, com MBA em Logística Empresarial, mestre em Economia Empresarial, consultor e professor de graduação e pós-graduação.





## sua origem e realizações

Henrique Carou\*

O Grupo Permanente de Autoajuda, mais conhecido pela sigla GPAA, é um grupo de profissionais de operadoras de transporte ferroviário, majoritariamente de passageiros, para a troca de experiências na área de manutenção em todo o Brasil.

Devido à similaridade entre os sistemas, grande parte dos desafios encontrados por uma equipe podem ser os mesmos que já foram resolvidos por outra e da mesma forma os desafios podem ser superados de forma mais eficiente e econômica com o esforço conjunto.

O GPAA iniciou suas atividades em 1999, quando o professor Plácido Lapertosa, que havia sido coordenador do projeto de fabricação e implantação dos trens articulados do pré-metrô do Rio de Janeiro, sugeriu aos colegas Ricardo Eustáquio de Souza Torsani, da CBTU-Belo

Horizonte, e Cleanto de Oliveira Costa, da CBTU-Recife, a criação de um meio de intercâmbio técnico dentro da CBTU. As reuniões iniciaram dessa forma e com o tempo, a partir de 2001 muitos técnicos de outras operadoras foram aderindo, alcançando atualmente mais de 900 participantes em 23 operadoras.

Um fato muito interessante foi a criação em 2003, de um procedimento de oferta entre as operadoras com objetivo único de disponibilizar empréstimos emergências de peças e equipamentos. Foi uma incrível demonstração de autoajuda praticada em conjunto, por todas as operadoras participantes do GPAA.

Um caso interessante foi quando o metrô de São Paulo cedeu pastilhas de usinagem para torno de rodeiro, e durante uma reunião do GPAA no Rio de Janeiro, as pastilhas foram devolvidas.



▲ Os participantes da reunião do GPAA no pátio Jabaquara após a visita técnica às instalações do Metrô de São Paulo no dia 5 de maio.  
Foto: divulgação GPAA

Solenidade de abertura reunião do GPAA com presença de autoridades do setor metroferroviário em 3 de maio de 2023 no auditório do Metrô de São Paulo.

Foto: divulgação GPAA ▶



◀ Participantes durante a reunião do GPAA realizada de 3 a 5 de maio de 2023 no auditório do Metrô de São Paulo.

Foto: divulgação GPAA

Foto oficial dos participantes ao final da reunião do GPAA realizada de 3 a 5 de maio de 2023 no auditório do Metrô de São Paulo.

Foto: divulgação GPAA ▶



Atualmente o GPAA funciona com o modelo de duas reuniões temáticas por ano, e a partir de 2018 iniciaram-se também os grupos por WhatsApp, aumentando o dinamismo das discussões.

Em 2019, no Rio de Janeiro, o GPAA comemorou 20 anos ininterruptos numa reunião que teve abertura num centro de convenções e reuniões técnicas no CREA-RJ, e de 3 a 5 de maio de 2023 ocorreu em São Paulo a reunião de comemoração das 50 edições de reunião do GPAA.

A reunião contou com mais de 100 pessoas presentes e 30 trabalhos apresentados em três dias de intenso intercâmbio técnico no pátio Jabaquara do Metrô de São Paulo, que foi a operadora anfitriã dessa edição.

A próxima edição do GPAA acontecerá em novembro de 2023 no Rio de Janeiro e terá como operadora anfitriã o MetrôRio e como temática material rodante, oficinas de manutenção e estruturas civis. 🚦

\*Henrique Carou é engenheiro civil, pós-graduado em Engenharia Ferroviária e Metroferroviária, com 14 anos de experiência em via permanente. É membro do GPAA, da Comissão de Estudos Metroferroviários do Rio de Janeiro, e dos conselhos deliberativo e fiscal da ABRAMAN e conselho fiscal da AENFER.



# Uma visita aos Bondes de Santa Teresa

João Bosco Setti\*

**O**s bondes entre o centro do Rio de Janeiro e o Morro de Santa Teresa tiveram origem em 1872, quando foi fundada a Empresa de Carris de Ferro de Santa Thereza, operando inicialmente um plano inclinado e bondes com tração animal. Após várias mudanças, até ser formada em 1891 a Companhia Ferro-Carril Carioca, obteve a concessão para operação da então Companhia do Plano Inclinado de Santa Teresa.

Com o advento da tração elétrica, a Companhia Ferro-Carril Carioca conseguiu a permissão para prolongar suas linhas desde Santa Teresa até o Morro de Santo Antônio, próximo ao Largo da Carioca no centro, através do antigo Aqueduto da Carioca, que nessa época encontrava-se desativado, lançando a nova linha com a bitola de 1,100 m.

A inauguração dos novos bondes elétricos ocorreu em 1 de setembro de 1896, estendendo-

se do Largo da Carioca, no centro, até o Largo dos Guimarães, através da Rua Almirante Alexandrino.

A partir do Largo dos Guimarães, a tração animal foi sendo substituída pela eletrificação em direção ao largo das Neves, no ramal de Paula Matos, e pela Rua Almirante Alexandrino até encontrar com a Estrada de Ferro do Corcovado na Estação Silvestre.

Próximo à estação inicial, no Morro de Santo Antônio, foram construídas a garagem e a oficina de manutenção, que ali permaneceram até cerca de 1965, quando se concluiu o arrasamento do morro, sendo as instalações transferidas para o local da estação do antigo plano inclinado, no final da Rua Carlos Brandt, próxima ao Largo dos Guimarães, onde atualmente se encontra.



*O bonde 23 aguardando serviço no pátio da estação do Largo da Carioca, tendo ao fundo a Catedral Metropolitana do Rio de Janeiro. Foto: João Bosco Setti*



▲ Um bonde com reboque sobre os Arcos da Lapa em 1955, numa época em que ainda existia um vão duplo, que posteriormente seria restaurado à condição original dos demais vãos. Foto: acervo do Arquivo Nacional

A desativação dos bondes no centro da cidade, o arrasamento do Morro de Santo Antônio e a entrada em operação da CTC - Companhia de Transportes Coletivos, empresa do Estado do Rio de Janeiro, deu início à decadência do sistema em Santa Teresa, agravado pelas fortes chuvas ocorridas em 1966 e 1967, que destruíram diversos trechos das linhas no bairro, levando à colocação de ônibus concorrendo com os poucos bondes ainda em operação.

Através do Decreto nº 28.848, de 18/06/2001, do governo do Estado, ocorreu a transferência da administração dos serviços prestados pela CTC para a Companhia Estadual de Engenharia de Transportes e Logística, mais conhecida



▲ O bonde número 3 passando em 1973 pela Rua Almirante Alexandrino, em Santa Teresa, na fase de administração da CTC - Companhia de Transportes Coletivos. Foto: Hans-Peter Bärtschi

como Central Logística, contando o sistema de Bondes de Santa Teresa, hoje, com uma extensão total de 17,30 km de linhas, sendo 10,30 km de linhas ativas, 1,50 km de pátios e desvios e 5,70 km de linhas não operacionais.

Em 2011 ocorreu a morte de um turista francês, ao cair do bonde sobre os Arcos da Lapa, ao viajar no estribo e perder o equilíbrio, e em 27 de agosto do mesmo ano, outro acidente ainda mais grave, quando um bonde com falhas no freio descarrilou e se chocou fortemente com um poste, matando 6 pessoas, incluindo o condutor, ou motorneiro, Nelson Corrêa da Silva, e deixando mais de 50 passageiros feridos.

Como resultado todo o sistema foi paralisado, até julho de 2013, quando o consórcio Elmo-Azvi, vencedor de uma licitação, iniciou as obras de substituição dos trilhos, agora importados da Polônia, e da rede aérea. O serviço foi concluído somente no trecho desde a Carioca até Dois Irmãos e mais o ramal na Rua Muratori, faltando ainda completar o trecho de Dois Irmãos ao Silvestre e o ramal de Paula Matos, que assim continuam sem operação.

Quanto aos bondes, inicialmente foi realizada a modernização de sete veículos pela T'Trans - Sistemas de Transportes Ferroviários, em Três Rios, RJ, mas como os testes de funcionamento não demonstraram bons resultados, partiu-se para a fabricação de outros inteiramente novos pela mesma empresa, equipados inclusive com um moderno sistema de freio com sapata magnética, embora mantendo as características visuais básicas compatíveis com a sua importância histórica em relação ao bairro.

Seriam originalmente adquiridos 14 novos bondes pela Central Logística, com capacidade para 32 passageiros, mas acabaram sendo fabricados apenas oito unidades, que ganharam os números de 16 a 23.

Em 2015 começaram os testes para o funcionamento dos novos bondes, e em 27 de julho de 2015 o sistema voltou a operar com passageiros, inicialmente entre o Largo da Carioca e o Largo do Curvelo. Desde



▲ Aspecto das obras sendo realizadas em janeiro de 2014 pelas equipes do consórcio Elmo-Azvi, quando eram inteiramente reconstruídas a via permanente e a rede aérea. Foto: João Bosco Setti



▲ Um dos novos bondes em testes em fevereiro de 2015 no trecho em fase final de obras próximo ao Largo do Curvelo. Foto: João Bosco Setti



▲ O embarque dos passageiros na estação do Largo da Carioca, já renomeada desde janeiro de 2022 como Estação Motorneiro Nelson Correia da Silva, lembrando o acidente de 27 de agosto de 2011. Foto: João Bosco Setti

então o sistema vem sendo expandido progressivamente, alcançando o Largo do França em 22 de outubro de 2018 e Dois Irmãos em 21 de janeiro de 2019.

O ramal da Rua Francisco Muratori também foi restaurado em sua condição de via singela, possuindo operação eventual, indo e vindo a partir da estação no Largo da Carioca, apenas no caso de eventual existência de passageiros interessados.

Junto à garagem e oficina está localizada a subestação que recebe energia da concessionária Light e alimenta todo o sistema de rede aérea de corrente contínua em 600 Volts.

Os bondes circulam regularmente entre o Largo da Carioca e Dois Irmãos atualmente de segunda a sexta, com partidas das 8h às 17h, e aos sábados, domingos e feriados com partidas das 9h às 16h.

Para os passageiros interessados no passeio, é cobrada a tarifa de 20 Reais. O valor dá direito a ida e a volta, incluindo direito ao reembarque em ambos os sentidos. Moradores do bairro (previamente cadastrados), estudantes da rede pública uniformizados e com o cartão escolar, pessoas acima de 65 anos e portadores do Vale Social têm gratuidade garantida.

Logo ao lado da estação no Largo da Carioca, o Museu do Bonde, está sempre aberto para visitação de segunda a s abado das 9h às 16h. O sistema de bondes de Santa Teresa tem passado por uma procura cada vez maior pelos turistas, segundo algumas fontes, alcançando um crescimento anual da ordem de 20 %.

\*João Bosco Setti   engenheiro e pesquisador de história ferroviária, diretor presidente da Memória do Trem e autor de vários livros e artigos em revistas na área ferroviária; associado da Associa o de Engenheiros Ferroviários – AENFER e da ABPF.



# Notícias da AENFER

## O TREM TURÍSTICO DE MIGUEL PEREIRA QUASE PRONTO

A implantação do Trem Turístico de Miguel Pereira se encontra em fase final.

Em março de 2020, através da Memória do Trem, os técnicos da Aenfer, engenheiros Helio Suêvo e João Bosco Setti e o economista Antonio Pastori haviam elaborado, por solicitação da Prefeitura Municipal, o “Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica para operação do Trem Turístico e Cultural em Miguel Pereira”.

Em março de 2022 o eng. Helio Suêvo elaborou o Projeto Executivo de Recuperação da Via Férrea incluindo a construção do girador de locomotiva com diâmetro de 18,00 m previsto para a estação de Professor Miguel Pereira. As obras foram realizadas desde então por cerca de 4,5 km, embora com diversas alterações decididas pela Prefeitura Municipal.

A operação do Trem Turístico, prevista para o final deste ano, colocará novamente o Estado do Rio de Janeiro no seleto grupo dos estados que possuem trens a vapor como atração turística.

Nas fotos a vista panorâmica do pátio de Governador Portela (que por falta de espaço não saiu na última edição) quando ainda em obras, incluindo a reconstrução do triângulo de reversão, com as três locomotivas a vapor e os carros de passageiros. E também a oficina em implantação em Governador Portela e o girador já concluído com uma das locomotivas em exposição.



Foto: João Bosco Setti



Foto: Wagner Barros



Foto: Wagner Barros

## AENFER NA SECRETARIA DE TRANSPORTES E MOBILIDADE URBANA – SETRAM

O vice-presidente da AENFER, Helio Suêvo, esteve reunido em 30 de março com o diretor-presidente da Central Logística Fabrício Abílio, o diretor de Engenharia e Operações Ary Arruda e o subsecretário estadual de Logística de Cargas e Obras João Grilo, para tratar, entre outros assuntos, da Estrada de Ferro Translitorânea (EF-118), da reativação do Museu do Trem do Rio de Janeiro no Engenho de Dentro, da restauração e recuperação do Complexo Ferroviário de Barão de Mauá e Destinação do Material Rodante de época nas vias de plataforma da estação e da aprovação do Plano Estratégico Ferroviário do Rio de Janeiro / PEF-RJ.

Na foto o momento em que o vice-presidente da AENFER fazia a apresentação dos assuntos serem tratados na reunião.



Foto: equipe da Setrans

## PROTOCOLO DE INTENÇÕES ASSINADO NA COPPETEC/UFRJ

Com a presença do presidente da AENFER, eng. Marcelo Freire da Costa e do vice-presidente Helio Suêvo, foi assinado no dia 26 de maio o “Protocolo de Intenções” entre ABIFER, AENFER, University of Birmingham/UK e a Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos (COPPETEC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ com o objetivo de aprofundar esforços colaborativos com vistas a estabelecer uma colaboração mútua para promover o avanço do ensino, pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico no setor ferroviário.

Na foto ao final do evento na UFRJ, todos os representantes das diversas entidades.



Foto: equipe da Setrans

## AENFER REALIZA SUA PRIMEIRA PALESTRA TÉCNICA

A AENFER realizou no dia 31 de março sua primeira palestra técnica presencial do ano de 2023 em parceria com o CREA-RJ e recebeu como convidado o deputado estadual, engenheiro Luiz Paulo Corrêa da Rocha. O palestrante falou sobre “O Transporte Ferroviário sob o ponto de vista da logística de carga e de passageiros no Rio de Janeiro”.

O deputado ressaltou que este ano é extremamente propício discutir o tema proposto pela AENFER porque no final do ano de 2022 ele foi autor de uma emenda constitucional nº 92 que determina que este ano de 2023 o governo do estado do Rio de Janeiro prepare seu Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico Social.

Luiz Paulo alertou que uma das questões fundamentais sobre esse Plano Estratégico é a logística de cargas e de passageiros, mas, observou que logística de carga é um assunto que repercute pouco dentro da Alerj e na sociedade fluminense. O deputado atestou que a cada ano o Estado do Rio encolhe sob o ponto de vista industrial. Se não houver uma boa logística, os estados vizinhos (Minas e São Paulo) vão receber esse papel e assumir todas as preferências.

Nas fotos o Deputado Luiz Paulo Corrêa da Rocha recebendo o certificado em agradecimento pela palestra, e a plateia no evento.



Fotos: Silmara Reis

## PRESIDENTE DO TREM DO CORCOVADO VISITA A AENFER

A AENFER recebeu no dia 04 de abril o presidente do Trem do Corcovado Ltda., Sávio Neves. Em relação às questões ferroviárias que foram discutidas podemos relacionar os seguintes tópicos:

- ↘ Retomada no número de passageiros, principalmente turistas que visitam a E. F. Corcovado e o Cristo Redentor com a utilização dos seus carros de passageiros encomendados à indústria suíça;
- ↘ Luta para execução do projeto referente a nova estação do Cosme Velho da Estrada de Ferro do Corcovado;
- ↘ Apoio à AENFER em relação à participação nas ações do Plano Estratégico Ferroviário do Rio de Janeiro/PEF – RJ com a definição de prioridades pontuais para a execução de projetos nos segmentos de carga, mobilidade urbana e trens turísticos;
- ↘ Apoio à AENFER em relação à participação política com a inserção de autoridades nas questões ferroviárias a nível federal e estadual.



Foto: Silmara Reis

## FUNDAÇÃO REFER REALIZA PALESTRA NA AENFER

A Fundação Refer esteve na sede da AENFER, atendendo ao convite da presidente da Federação das Associações de Engenheiros Ferroviários – FAEF, engenheira Clarice Soraggi.

O encontro aconteceu no dia 14 de abril e teve como objetivo esclarecer o atual quadro da Fundação.

O presidente do Conselho Deliberativo da Refer, Claudio Belini, o diretor-presidente Ronaldo Magalhães e a diretora Financeira Claudia Ávidos Pereira expuseram a realidade atual da Refer e os resultados da Diretoria atual, pontuando alguns pontos polêmicos e estratégicos, além de decisões que tiveram que tomar para buscar o equilíbrio financeiro de alguns planos da Refer. Na foto a mesa com os convidados, no momento em que o diretor-presidente Ronaldo Magalhães fazia sua explanação.



Fotos Silmara Reis

## REUNIÕES GERENCIAIS MRS E METRÔ RIO NA AENFER



Fotos Silmara Reis

A AENFER recebeu em seu auditório no dia 19 de abril, 20 técnicos da MRS Logística S. A. para a realização de uma reunião gerencial.

Na ocasião o presidente da AENFER Marcelo Costa e o vice-presidente Técnico, Cultural e de Preservação da Memória Ferroviária Helio Suêvo participaram do evento.

Já no dia 09 de maio, profissionais da área Técnica do Metrô Rio realizaram reunião da Coordenação Geral de Engenharia de Manutenção no Espaço Cultural da AENFER.

Na primeira foto o momento em que o vice-presidente da AENFER dava as boas-vindas aos técnicos da MRS.

Na segunda foto os técnicos do Metrô Rio reunidos no Espaço Cultural da AENFER.

## AENFER PARTICIPA DE CELEBRAÇÃO DO DIA DO FERROVIÁRIO NO CREA-RJ

O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro – Crea-RJ realizou no dia 27 de abril, evento em homenagem ao Dia do Ferroviário, comemorado no dia 30 de abril.

A AENFER apoiou a solenidade e se fez presente com a participação do presidente da entidade eng. Marcelo Freire da Costa e do vice-presidente eng. Helio Suêvo compondo a mesa.

Na plateia, os vice-presidentes da Aenfer Alexandre Julio Lopes de Almeida e José Roberto Pataro e ferroviários de diversas entidades acompanharam o evento.

O presidente da AENFER Marcelo Costa parabenizou o Crea-RJ pelo evento e enfatizou a importância de celebrar o dia do ferroviário, mas sem esquecer de levantar questões tão importantes para impulsionar o sistema ferroviário. Ele colocou em discussão a política de cargas no Estado do Rio de Janeiro, fragilizada por falta de projetos de logística que poderiam alavancar o setor se houvesse planejamento e engajamento.

Nas fotos o momento em que o eng. Marcelo Costa falava aos presentes e parte da plateia presente ao evento.



Fotos: Silmara Reis

## A ONG AMIGOS DO TREM QUASE INICIANDO O TREM RIO-MINAS

O Trem Turístico Rio-Minas é um dos maiores projetos do setor ferroviário do Estado do Rio de Janeiro e está em fase final de preparação. A linha férrea entre Três Rios (RJ), Chiador (MG) e Sapucaia (RJ) em breve passará por testes da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Assim que liberada a linha, será dado início ao projeto, embora ainda sem uma data estabelecida para a inauguração. À medida que as obras de recuperação da via permanente forem avançando, o projeto se expandirá para outras localidades do Estado de Minas Gerais, dentre elas, as cidades de Além Paraíba, Volta Grande, Recreio, Leopoldina e Cataguases.

A ONG Amigos do Trem é a responsável pelo projeto e está realizando os ajustes necessários para iniciar a operação. A organização possui seis locomotivas e quinze carros de passageiros, com capacidade para transportar 873 turistas por viagem.

Na foto uma composição de teste com duas locomotivas G12 e um carro de passageiros na estação de Sapucaia, ponto final da primeira etapa.



Foto: divulgação ONG Amigos do Trem.

# Ferrovias *Short Lines*

Helio Suêvo Rodriguez\*

São ferrovias de menor extensão em relação as malhas ferroviárias principais conectadas para atender áreas de baixa densidade podendo agregar cargas (e também passageiros), rotas e possibilidades às ferrovias de grande porte desempenhando um papel vital na rede de transportes ferroviários do país que deveram ser operados por meio de contrato de concessão.

## A Experiência nos Estados Unidos da América

Cabe registrar que o sucesso americano nas ferrovias *short lines* (603 operadoras em uma malha de 76.000 km correspondente a cerca de 26 % da extensão total da malha ferroviária com 293.560 km) é importante para o abastecimento prioritário do mercado interno conectando uma rede de concentração intermodal interligada às malhas ferroviárias operadas pelas denominadas Ferrovias Classe I, de alta densidade.

## Cenários e Características da Implantação desse Modelo no Sistema Ferroviário Brasileiro

Conforme já dito, as *short lines* têm papel estratégico para garantia da manutenção do serviço aos usuários sendo vias arteriais alimentadas das vias troncais estruturantes do Sistema de Logística. Sob a perspectiva histórica, as ferrovias *short lines* surgiram do abandono ou fechamento de trechos ferroviários e formadas a partir da aquisição, locação ou doação de trechos ferroviários de baixa densidade.

O Sistema Ferroviário Brasileiro caracteriza-se por apresentar uma malha de baixa intensidade cujo principal vetor de expansão tem sido o setor de commodities no fomento da exportação, sem diretriz de integração com o Sistema Logístico Nacional, resultando em uma baixa participação do setor uma matriz de transporte de apenas 15 %, valor inexpressivo inferior a países de grandes dimensões territoriais o que contribui para a



insuficiência logística, notadamente pelo fato de os grandes centros produtores de commodities situarem-se a distâncias expressivas dos Portos.

Em 1954, a malha ferroviária brasileira alcançou a sua extensão máxima de 38.065 km e na gestão RFFSA 37.967 km em 1958.

Com a ociosidade e desativação de trechos ferroviários pelas Concessionárias, o Governo, através do Ministério dos Transportes, estabeleceu o Novo Marco Regulatório das Ferrovias no Brasil através da Lei nº 14.273/2021.

Apesar de algumas possibilidades de exploração de ferrovias *short lines* no Brasil, o fato é que há necessidade de uma providência urgente, por parte do Ministro dos Transportes e da ANTT, do estabelecimento de uma norma específica regulatória devido à ausência de transparência e de segurança física referente a subutilização e abandono de trechos/ramais ao longo das nossas ferrovias no que se refere a invasão da faixa de domínio, infraestrutura, obras de arte, superestrutura da via permanente, material rodante, estações e oficinas que decorre principalmente do modelo de privatização das malhas ferroviárias de carga da RFFSA ocorridas a partir de 1996.

## Uma Outra alternativa para o Transporte Regular de Passageiros:

Trata-se do “Transporte Ferroviário Regional de Média Densidade de Passageiros no Brasil”, estudo contratado pelo BNDES a COPPE/UFRJ, no início da década de 1990, tendo como objetivo avaliar técnica e economicamente os Ramais Ferroviários ociosos para o transporte de passageiros atendendo alguns critérios básicos de seleção de trechos com até 200 km de extensão, reduzindo a pelo menos uma cidade com mais de 100.000 habitantes.

Em uma primeira etapa do estudo foram identificados 64 segmentos, em sua maioria com baixa ou nenhuma ocupação em termos de carga, distribuídos por 19 estados da Federação.

À época, os resultados obtidos pelo estudo da COPPE/UFRJ foram, na maioria dos casos, excelentes, apenas um dos trechos se mostrou inviável economicamente, e num outro seria

necessário uma pequena participação pública para tornar a recuperação do trecho um bom negócio privado, sendo ainda que dois dos trechos apresentaram, para a hipótese básica, taxas de retorno excepcionais superiores a 50 %.

Na ocasião ocorreram diversas discussões com a RFFSA e o Ministério dos Transportes, em torno do patrimônio ferroviário não concedido ou não operacional, em fase de desmobilização, e que seria necessário a reativação do transporte de passageiros com relação os aspectos jurídicos envolvidos e as atuais concessões de transporte de carga. Com a constituição da ANTT em 2001 ganhou novo fôlego a discussão em questão.

No caso do Rio de Janeiro, apesar desse estudo apresentar 5 (cinco) trechos viáveis, somente do trecho entre Volta Redonda a Itatiaia foi realizado o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica.

Infelizmente, o “Estudo referente do Transporte Ferroviário Regional de Média densidade de Passageiros no Brasil” não teve prosseguimento e nada foi viabilizado.

## Conclusão

No caso das Ferrovias *short lines* no Brasil, fica a grande dúvida, pois se os trechos são abandonados e devolvidos ao Governo por não terem demanda nos padrões requeridos pelas Concessionárias, como uma empresa menor, que só detém uma parcela do transporte, origem e destino, pode se estabelecer, com sucesso, nesse ambiente de transportes ponto a ponto? Fatalmente, ela não teria, sozinha, a capacidade de gerar um e cargas com volume que interesse as Concessionárias, suficiente para que elas possam prosseguir até seus destinos. 📍

\*Helio Suêvo Rodriguez é engenheiro civil e vice-presidente da AENFER para as Áreas Técnica, Cultural e de Preservação da Memória Ferroviária.



# Inspeção de Via Permanente Ferroviária: do Visual ao Gêmeo Digital

José Roberto Pataro\*  
Luciano de Oliveira\*\*



As ferrovias, assim como as indústrias, estão na era 5.0 de utilização de inovações tecnológicas, que possibilitam tomadas de decisão mais rápidas e consistentes, além de diminuição de custos e maior controle do risco, proporcionando assim uma melhor gestão dos ativos das ferrovias. A nanotecnologia, a robótica avançada e a inteligência artificial são algumas destas tecnologias advindas na era 5.0.

Nas ferrovias, o maior custo fixo de manutenção está na via permanente ferroviária, que, composta de trilhos, dormentes, aparelhos de mudança de via e obras de arte especiais, requer inspeções periódicas a fim de manter a segurança operacional e disponibilidade dos ativos ao menor custo possível, para manter as ferrovias competitivas comercialmente.

Este artigo tem por objetivo apresentar os principais avanços tecnológicos na inspeção de via permanente ferroviária ao longo das eras tecnológicas até o gêmeo digital.

## Introdução

As eras marcadas pelos avanços tecnológicos nas ferrovias coincidem e/ou fazem parte dos períodos de avanços tecnológicos nas indústrias. A primeira revolução industrial (Indústria 1.0), por exemplo, iniciou-se no século XVIII e foi marcada pelo uso de maquinário movidos com vapor, na mesma época em que começaram a surgir as primeiras ferrovias no mundo, utilizando máquinas a vapor para movimentar os vagões sobre os trilhos. Nesta época, todo o trabalho de construção e manutenção das ferrovias era manual, e a inspeção da via permanente que tinha por objetivo manter o alinhamento dos trilhos para evitar descarrilamento dos trens, era visual, como mostra a montagem que ilustra a abertura desta matéria.

Saltando para a terceira fase dos avanços tecnológicos (Indústria 3.0), onde predominaram as tecnologias relacionadas à computação,

telecomunicação e automação, nas ferrovias não foi diferente, surgiram os veículos de inspeção de via como uma nova tecnologia dentre outras, e que aumentou consideravelmente a quantidade e qualidade das inspeções de via. Nesta mesma época, as ferrovias estavam no auge, com grande volume de transporte de passageiros e cargas, requerendo maior segurança e disponibilidade.

E, atualmente, as ferrovias estão entrando na fase 5.0 das tecnologias, onde predomina a interação entre humanos e a inteligência artificial (robótica e virtual), utilizando nanotecnologia, computação na nuvem, aprendizagem de máquina e a internet das coisas. Além disto, já é possível a interação homem x máquina através do gêmeo digital, que são representações virtuais em tempo real de objetos, processos e sistemas, como locomotivas, vagões, estações de passageiros e via permanente ferroviária, como ilustrado na figura da abertura desta matéria.

## Estado da Arte

### ↘ Carro Controle

Os primeiros veículos de inspeção de via surgiram a partir de 1920, com sistemas mecânicos de medição do movimento horizontal e vertical da ferrovia, e foram evoluindo com a incorporação de tecnologias como acelerógrafos, giroscópios e dinamômetros, além de um sistema rústico de gravação dos dados. No Brasil, o primeiro carro controle com sistema inercial e medição mecânica de até 8 parâmetros de geometria de via foi o Matisa PV6, como mostra a figura abaixo, utilizado em várias ferrovias até o início do século 21.



▲ Carro controle modelo Matisa PV6 montado e em posição de medição de via (Todas as fotos: coleção dos autores).

Atualmente, os carros controles, muito utilizados nas ferrovias em todo o mundo, contam com tecnologia de ponta, o que possibilita realizar até 40 medições simultâneas de diferentes parâmetros da via a cada 25 cm, em velocidades variando de 30 até 270 km/h, e, através da internet das coisas, são capazes realizar de medições de gabarito e de desgaste de trilhos, identificar fixações e dormentes faltantes ou quebrados. Mas, devido a ser um veículo autopropulsor e dedicado à inspeção, está sendo substituído por sistemas embarcados de inspeção, que compactos se comparados aos carros controles, permitem de forma fácil o acoplamento em locomotivas, carros de passageiros e vagões, e não ocupam a via para realização da inspeção.

A ferrovia de passageiros japonesa Shinkansen possui dois carros controles que trafegam diariamente realizando inspeção de via e do sistema de catenária na sua ferrovia de alta velocidade, e que são conhecidos como Doctor Yellow.

### ↘ Novos parâmetros de inspeção

A partir dos anos 1990, com o surgimento de técnicas avançadas de utilização de ultrassom e radares, novos parâmetros de inspeção de via foram incorporados pelas ferrovias, como a inspeção de defeitos internos de trilhos por ultrassom, e a inspeção da condição do lastro e da plataforma ferroviária através de georradar, que complementam os dados de inspeção de geometria da via, trazendo maior robustez na identificação de riscos e na priorização da manutenção da via permanente.

A inspeção de trilhos por ultrassom e a inspeção de geometria de via por carro controle tem seus parâmetros e valores de referência normatizados através da ABNT, que também estipula a frequência de inspeção de acordo com as características da ferrovia (velocidade e volume de transporte de cargas ou de passageiros).

Contudo, a partir dos anos 2000 uma nova tecnologia vem sendo cada vez mais utilizada na inspeção de trilhos, seja complementando ou até substituindo a inspeção de trilhos por ultrassom, é a inspeção *phased array*, mostrado na figura

seguinte, pois apresentam maior confiabilidade e assertividade nas inspeções de trilhos, principalmente nas regiões de soldas.



▲ Equipamento portátil phased array para inspeção de trilhos.

Já a inspeção de via com o uso de Ground Penetration Radar – GPR vem sendo usada cada vez mais nas ferrovias de carga brasileiras, pois é sabido os danos que um lastro colmatado causa nos trilhos, fixações e dormentes, diminuindo consideravelmente a vida útil destes componentes. O GPR, como mostra a figura abaixo, é um método de prospecção geofísica, cujo princípio de funcionamento consiste na geração e transmissão de ondas eletromagnéticas de curta duração através de antenas, obtendo imagens de alta resolução através da reflexão, obtendo assim o perfil contínuo da plataforma ferroviária, podendo identificar as camadas de lastro, sublastro e subleito, a presença e acúmulo de umidade, e principalmente o índice de contaminação do lastro ferroviário. A principal



▲ Carro controle EM 50 da ferrovia irlandesa com as quatro antenas de GPR instaladas na parte frontal.

dificuldade consiste em interpretar os perfis obtidos e nas limitações de alguns equipamentos (reflexão). Com os dados obtidos nas inspeções de via com GPR é possível realizar a priorização dos trechos para desguarnecimento e limpeza do lastro.

### ➤ Inspeção embarcada

A partir da era tecnológica 4.0 surgiram os equipamentos de inspeção embarcada, que são portáteis, realizam aquisição de dados dos parâmetros de forma indireta, e podem ser instalados em locomotivas, carros de passageiros, vagões e veículos de inspeção. Os vagões e os rodeiros instrumentados, como os exemplos mostrados nas duas figuras seguintes, podem ser considerados com a primeira fase da inspeção embarcada.



▲ Vagão instrumentado (acima) com destaque para as caixas do sistema, GPS e painel solar para alimentação de energia. Rodeiro instrumentado (abaixo) com vários strain gauges instalados na roda.

Os vagões instrumentados geralmente são constituídos de vários sensores como acelerômetros, *strain gauges*, e transdutores de deslocamento variável linear (LVDT) instalados estrategicamente no vagão, para aquisição de dados; sistema de georreferenciamento; sistema de gravação, armazenamento e transmissão dos dados obtidos; e sistema de energia (solar, gerador etc.) para alimentação de energia dos demais componentes e sistemas.

Já a segunda fase da inspeção embarcada se destaca por se utilizar de um único equipamento para inspeção, que é portátil, instalado próximo aos rodeiros das locomotivas, carros de passageiros e vagões, como mostra a figura. Com todos os sensores instalados dentro deste único equipamento, diferentemente do Carro Controle, são mensuradas e registradas as respostas do veículo ferroviário (carregado ou vazio no caso de vagões) à excitação da via permanente. Desta forma, as medições são realizadas em condições reais de operação e



▲ Equipamento de inspeção embarcada, instalado a frente do rodeiro de um vagão.

de forma contínua, trazendo um grande ganho para a gestão de manutenção de via permanente e da manutenção de material rodante.

Assim como nos vagões instrumentados, os equipamentos portáteis de inspeção embarcada requerem alimentação de energia, sendo mais favorável a instalação em locomotivas, desde que estas tenham carga/eixo compatível com os vagões carregados tracionados por estas locomotivas.

Algumas ferrovias australianas de transporte de carga tem equipamentos de inspeção embarcada na maioria dos seus trens em

operação, e no Brasil, várias ferrovias de carga também já empregam esta tecnologia. Ferrovias inglesas, como a Network Rail já utilizam equipamentos de inspeção de trilhos por ultrassom portáteis e embarcados em carros de passageiros, como mostra a figura.



▲ Equipamento portátil de ultrassom de trilhos embarcado em um carro de passageiros na Network Rail.

### ↘ Inspeção autônoma

A inspeção autônoma é caracterizada principalmente por utilizar equipamentos portáteis operados remotamente ou que possuem inteligência artificial para realizar as inspeções programadas sem a interferência humana. Este tipo de inspeção ainda está em fase de desenvolvimento e amadurecimento tecnológico, mas já temos no Brasil pequenos trechos de ferrovias, que estão em zonas de autossalvamento e por isto, as inspeções de via são realizadas de forma autônoma. A figura abaixo mostra um equipamento de inspeção autônoma de aparelhos de mudança de via – AMV, que durante a inspeção realiza a medição de cotas de salvaguarda e o desgaste dos componentes do AMV, dentre outros parâmetros.



▲ Equipamento de inspeção autônoma de aparelhos de mudança de via.

## ➤ Gêmeos Digitais

Gêmeos Digitais, também conhecidos como *Digital Twins*, são representações virtuais de objetos e sistemas que existem na vida real. Um gêmeo digital se comporta da mesma maneira que seu correspondente do mundo físico. Por isso mesmo, ele pode simular condições de desempenho e funcionalidades.

Mencionada pela primeira vez em 2002, essa tecnologia adiciona valor às abordagens analíticas tradicionais, melhorando o conhecimento situacional e permitindo melhores respostas a condições em mudança, particularmente para a otimização de ativos e manutenção preventiva. O uso dos Gêmeos Digitais pode diminuir as despesas operacionais e gastos de capital, estender a vida útil do ativo, equipamento ou componente que eles representam, além de otimizar o desempenho.

No Brasil, a indústria de óleo & gás foi a precursora na utilização de Gêmeos Digitais, que está sendo estudada de forma tímida para implantação nas ferrovias brasileiras. Já na Europa, esta tecnologia está sendo utilizados principalmente em locomotivas, pontes ferroviárias e estações de passageiros, como mostra a ilustração da figura abaixo.

Nesta última, através dos Gêmeos Digitais

é possível, por exemplo, prever com precisão a ocorrência de falhas em escadas rolantes, e a partir desta previsão programar a manutenção fora do horário de pico da estação, mitigando assim o transtorno aos usuários dos trens de passageiros.

Por ser uma tecnologia de ponta, fazendo parte da quinta era, os Gêmeos Digitais são baseados em modelos 3D, requerendo assim conectividade com internet de alta velocidade (5G), alta capacidade de processamento e armazenamento de dados, digitalização e monitoramento massivo para promover a integração e automação dos ativos, equipamentos e componentes.

A figura na página seguinte mostra o esquemático de um gêmeo digital aplicado a um AMV em uma ferrovia de cargas na Europa. No esquemático, é possível identificar a parte real da tecnologia (em azul) e a parte virtual (em verde), e a interação entre elas.

Nota-se que os Gêmeos Digitais fazem uso de várias outras tecnologias existentes, como simulação numérica, aprendizagem de máquina, armazenamento em nuvem, preditores e internet das coisas, contribuindo assim para a acurácia e confiabilidade dos resultados e informações gerados pelos Gêmeos Digitais.



▲ Ilustração da aplicação de Gêmeos Digitais em uma ferrovia, mostrando o real e o virtual.



▲ Esquemático com as etapas de um Gêmeo Digital aplicado em AMV de uma ferrovia europeia.

## Conclusão

Nota-se que a inspeção de via evoluiu significativamente nas ferrovias mundiais, inclusive no Brasil, acompanhando as tendências e eras tecnológicas, podendo afirmar que a maioria das ferrovias brasileiras estão se consolidando na era da Ferrovia 4.0 e já iniciando na era tecnológica seguinte, da Ferrovia 5.0.

E os resultados do emprego destas novas tecnologias de inspeção de via contribuem para a redução do índice de acidentes nas ferrovias brasileiras, atingindo patamares internacionais de segurança, pois permitem uma melhor gestão da manutenção e aplicação correta dos investimentos na malha ferroviária.

É necessário a utilização de sistemas robustos de gestão da manutenção da via permanente para armazenar, tratar, analisar e disponibilizar informações para a tomada de decisão, pois estas novas tecnologias de inspeção de via geram uma enorme quantidade de dados (*big data*). Também é importante que o centro de controle operacional das ferrovias estejam aptos a receber os alarmes gerados através da interpretação dos dados destas inspeções para tomarem decisões a fim de evitar ocorrências ferroviárias.

O papel das instituições de ensino e pesquisa em ferrovias é fundamental para desenvolver,

homologar tecnicamente e auxiliar na implantação de novas tecnologias de inspeção de via, além de preparar e capacitar ferroviários para utilizar e tirar todo o proveito destas novas tecnologias, em prol de ferrovias mais seguras, confiáveis e com baixo custo de operação e manutenção.

## Bibliografia

CHAUDHARY, G., KHARI, M., ELHOSENY, M. Digital Twin Technology. Delhi: CRC Press, 2021.

JAMIESON, D. W. Railroad Track Inspection and Safety – Volume One. United States: Createspace, 2013.

SURHONE, L. M., TENNOE, M. T., HENSSONOW, S. F. Rail Inspection – Rail Tracks, Canadian Rail Operating Rules. Canadian: Betascript publishing, 2010.

WOLMAR, C. Blood, Iron and Gold: How the Railways Transformed the World. London: Atlantic Books, 2010. 📖

\*José Roberto Pataro é engenheiro eletricitista e civil e vice-presidente da AENFER para a Área de Produtos. Consultor ferroviário e coordenador dos cursos de pós-graduação de Engenharia Ferroviária da Universidade Estácio e da Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS.



\*\*Luciano de Oliveira é engenheiro civil, mestrando em Engenharia de Transportes na USP e com pós-graduação em Engenharia de Manutenção. Atua como engenheiro no Centro de Excelência da Vale e ministra aulas em cursos de pós-graduação nas universidades Estácio e USCS.



# Tritex: Trituradora de Dormentes de Concreto na Estrada de Ferro Carajás

Eduarda Guimarães Silva\*

Luiz Gonzaga Chaves Pompeu Júnior\*\*

Luiz Paulo Monteiro de Barros\*\*\*

Os dormentes são elementos que se situam na direção transversal ao eixo principal da via, posicionados entre os trilhos e o lastro. Estruturalmente esses elementos são vigas que recebem as duas cargas concentradas verticais transmitidas pelos trilhos.

Os dormentes de concreto são peças prismáticas fabricadas com concreto de alto desempenho e protendido, possuem maior peso se comparado com os demais tipos de dormentes, como o de aço e o de madeira, e são uma alternativa a esses para vias de alto tráfego, pois possuem a vantagem de vida útil elevada; grande estabilidade da via; insensível a fogo e fungos; facilidade de controle (inclusive variação mínima da bitola) e inspeção; e menor taxa de aplicação por extensão ao longo da ferrovia, e devido a isso existe uma tendência das ferrovias brasileiras em usar esse tipo de dor-

mente prioritariamente para a sua matriz de dormentação.

No entanto, há também desvantagens para esse tipo de dormentes: dificuldade de manuseio devido ao peso; maior possibilidade de quebra (diferente da madeira e do aço em que as trincas evoluem lentamente, no concreto as

trincas evoluem muito rápido); alto custo inicial; necessita de maior volume de lastro; exige maior cuidado com o lastro para evitar falta de apoio e consequente quebra do dormente; e exige maior cuidado com a socaria, pois é mais sensível a impactos mecânicos.

Além das já citadas, os dor-

mentes de concreto também geram um passivo ambiental, pois são um resíduo inservível, que não pode ser disposto em aterros sanitários pelo caráter misto (concreto e aço) e nem há receptividade no mercado na compra ou recebimen-



▲ O implemento de britador móvel MB Crusher BF60.1 para escavadeira hidráulica. Foto: divulgação MB Crusher



to de doação deste, visto que não há logística reversa para o resíduo. Conseqüentemente, esse passivo gera estoque e pilhas inservíveis nas ferrovias, impactando o 5S<sup>1</sup>, e com frequência também gera danos aos ativos de Infraestrutura, pois podem vir a ocasionar a quebra e obstrução de drenagens.

Na Estrada de Ferro Carajás, ferrovia mantida e gerenciada pela mineradora Vale S.A. a matriz de dormentação é em sua maioria composta por dormentes de concreto, aproximadamente 70 % do total. E tendo em vista a problemática do passivo ambiental ferroviário, a área de Manutenção de Infraestrutura, Força e Energia da EFC sentiu-se desafiada a desenvolver uma solução que viabilizasse a eliminação de dormentes inservíveis de concreto gerados na manutenção de via, solução essa que pudesse ser replicada por outras ferrovias e que se possível envolvesse as comunidades de alguma forma.

## Desenvolvimento do Projeto

Com o desafio assumido pela área, o primeiro passo dado foi em 2020, sendo este a busca por parceiros que pudessem acelerar o desenvolvimento de uma solução viável tecnicamente e sustentável para a Companhia. O parceiro escolhido para apoio desse projeto foi uma IES (Instituição de Ensino Superior), localizado em São Luís (MA), pois esse tipo de Instituição poderia trazer com celeridade soluções e análises físicas e mecânicas dos materiais, além do viés de envolvimento com a comunidade, priorizado desde o início do projeto.

Durante o ano de 2020, alunos do curso de Graduação de Engenharia Civil dessa IES trabalharam caracterizando o resíduo proveniente da demolição dos dormentes, analisando as propriedades físicas e mecânicas do agregado reciclado coletado para a pesquisa em laboratório, para então verificarem a viabilidade de uso técnico desse resíduo em frentes de aplicação de RCD (Resíduo de Construção e

1 – 5S é um método que visa melhorar o ambiente de trabalho e aumentar a produtividade e a qualidade total de uma companhia, tendo como base cinco sentidos, com as palavras no idioma japonês: Seiri – Senso de Utilização; Seiton – Senso de Organização; Seiso – Senso de Limpeza; Seiketsu – Senso de saúde e Shitsuke – Senso de Autodisciplina.

Demolição), ou seja, que não necessitassem de finalidades estruturais.

Pensando no uso desse RCD conectado a uma solução que beneficiasse as comunidades no entorno da Ferrovia, os alunos entregaram na entrega final do projeto as sugestões de uso para Bloco de Vedação, Paver e Mourão. Todavia, a área aproveitando os dados das análises já feitas idealizou mais uma solução para destinação dos dormentes inservíveis, o uso do resíduo para manutenção de estradas de acesso ao longo da EFC.

Esse uso foi idealizado tendo em vista que o maior número de reclamações (Grievances) registrados pela comunidade para com a Vale, é atrelado a Manutenção de Acessos. Dessa forma se poderia atuar tanto na problemática do passivo ambiental, quanto nas reclamações da própria comunidade.

Para transformar o Dormente de Concreto inservível em um RCD que pudesse ser lançado nas Estradas de Acessos, a área foi em busca de algum equipamento capaz de triturar eles. No mercado, encontrou-se o implemento de britador móvel para escavadeira hidráulica: MB Crusher BF60.1, comumente usado para trituração de postes. Na EFC, o projeto de uso do implemento para trituração de dormentes de concreto, ficou conhecido como Tritex.

Utilizando o TDD (Test Driven Development, ou Desenvolvimento Orientado a Testes) uma técnica advinda do universo da TI (Tecnologia da Informação), realizamos vários testes com esse equipamento, para entender como faríamos o melhor uso do mesmo para o fim da produção de um RCD que fosse possível de ser usado em manutenção de estradas de acesso.

## Soluções Desenvolvidas

Após o período de testes (estudo de viabilidade), foi possível entender que o formato ideal de uma frente de serviço que atenda a EFC, que contando com o RFSP (Ramal Ferroviário do Sudeste do Pará) possui 975 km de extensão,



*O produto da trituração dos dormentes inservíveis de concreto (Foto dos autores). ▼*



seria uma frente de serviço móvel que contenha: 1 escavadeira hidráulica, 1 implemento britador móvel, 1 pá carregadeira, 2 operadores de equipamentos pesados, 1 encarregado de obras civis, 2 serventes civis.

Foram feitos testes com 1 e 2 dormentes sendo triturados ao mesmo tempo, e com diferentes aberturas da mandíbula do equipamento, proporcionando uma melhor granulometria do material pétreo para aplicação direta em acessos. E chegamos à marca ideal de Dormentes/Ciclo, tendo cada ciclo aproximadamente 4 min, com uma abertura de mandíbula de aproximadamente 45° graus.

No período de um ano da implementação e uso da Tritex (set/21 a set/22) foram triturados 11.000 dormentes, gerando aproximadamente 4.455 toneladas de concreto para aplicação na manutenção de estradas de acessos e 120 toneladas de aço, que geraram uma Receita Alternativa de venda do aço de aproximadamente R\$ 96 mil reais. Além disso, obteve-se um ganho potencial em custos de aproximadamente R\$ 345 mil reais em bica corrida que seria utilizada na manutenção de acessos, que foi substituída pelo concreto triturado.

De modo geral, os principais ganhos que o uso da Tritex proporcionou para a EFC foram a: eliminação do passivo Ambiental e reciclagem do RCD; eliminação de estoque e pilhas de dormentes de concreto inservíveis ao longo da EFC; eliminação dos danos aos ativos de Infraestrutura (quebra e obstrução de drenagens); acessos mantidos com RCD e passivo retirado da faixa de domínio; além da já citada receita Alternativa pela venda do aço e a Economia com o uso do RCD em vez da Bica Corrida para a manutenção das estradas de acessos.

Esse projeto foi submetido a diversos fóruns internos e externos a Vale, inclusive envolvendo outras ferrovias e IESs (Instituições de Ensino Superior), e partir dele, pode-se perceber o

quanto é importante as parcerias com IESs para o desenvolvimento de soluções inovadoras para o mercado, e que é possível termos soluções sustentáveis atreladas a melhoria da qualidade de vida das comunidades. Além disso, esses fóruns contribuíram para que a solução fosse apresentada e disseminada para diversas ferrovias brasileiras, corroborando para que essas também tivessem ciência de uma solução viável tecnicamente e que beneficiasse as comunidades, dando a esse passivo ambiental tão presente nas manutenções ferroviárias uma destinação sustentável. 🌱

\*Eduarda Guimarães Silva é engenheira civil e mestranda no programa de pós-graduação profissional em Ciências Forenses pela Unifesspa, trabalhando como analista na Gerência de Manutenção de Infraestrutura, Força e Energia na EFC.



\*\*Luiz Gonzaga Chaves Pompeu Júnior é engenheiro civil, com experiência na manutenção e implantação de grandes projetos nos estados do CE, PE e PI e atualmente atua como Supervisor de Manutenção de Infraestrutura Ferroviária, na EFC.



\*\*\*Luiz Paulo Monteiro de Barros é gerente de Infraestrutura, Força e Energia Ferroviária na EFC, com experiência em gestão da área de Engenharia e Manutenção desenvolvida em empresas de grande porte do segmento de logística em diversos estados do Brasil.



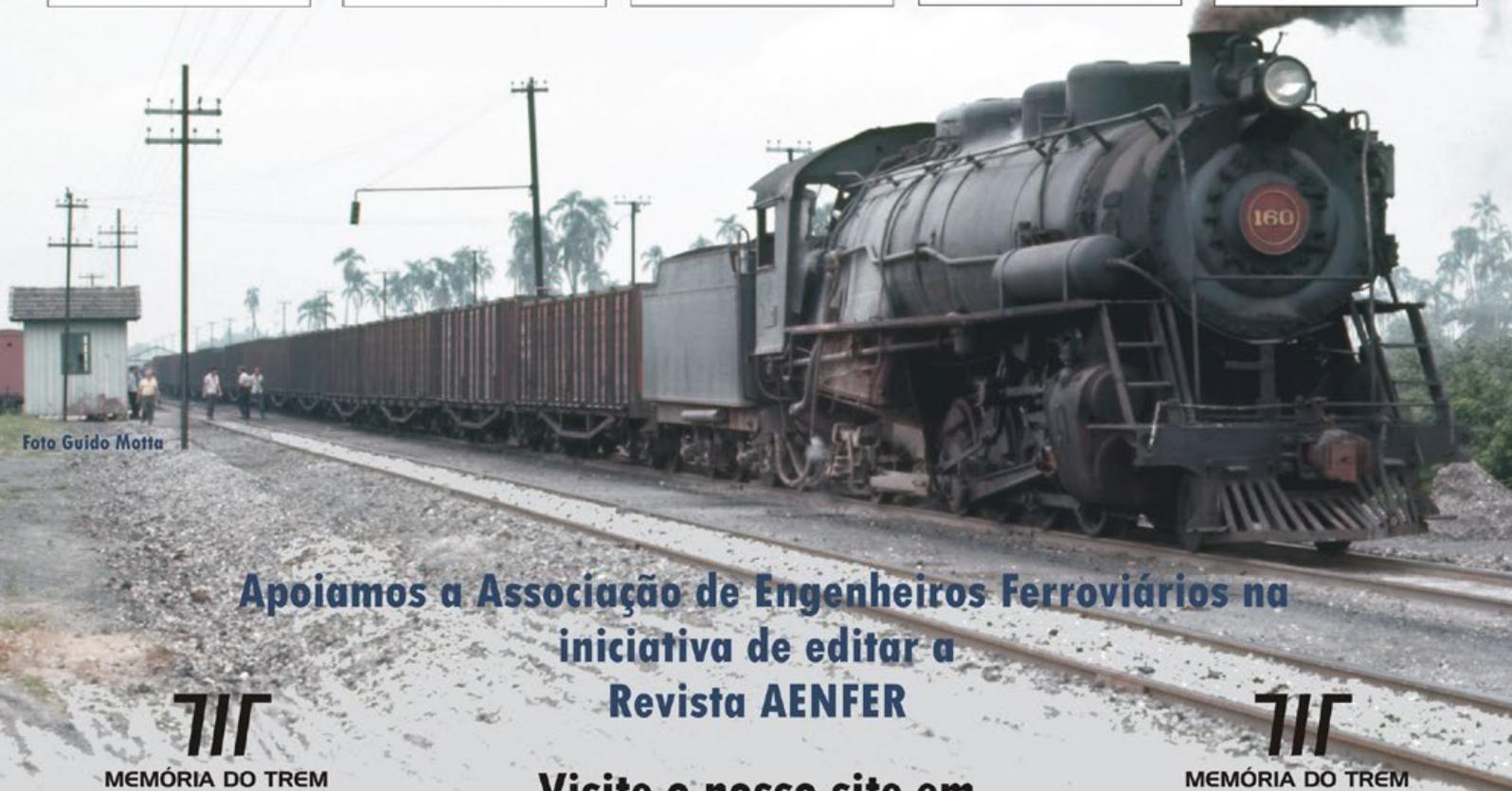
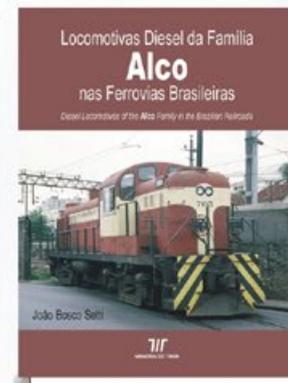
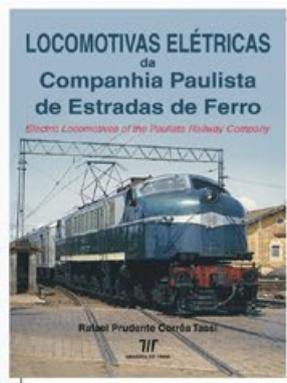
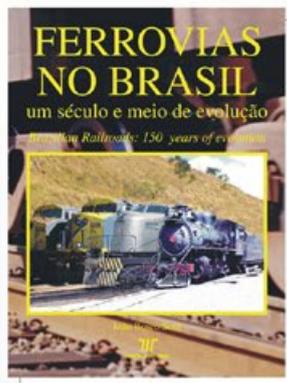
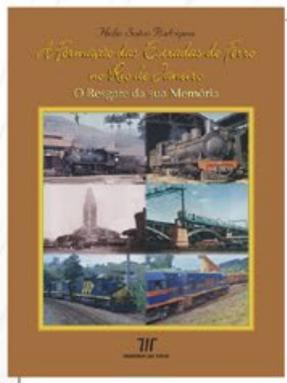
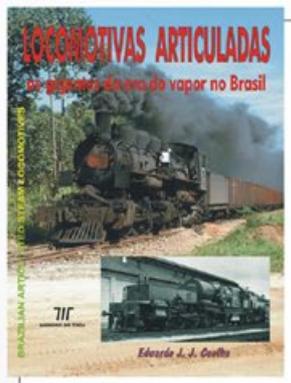
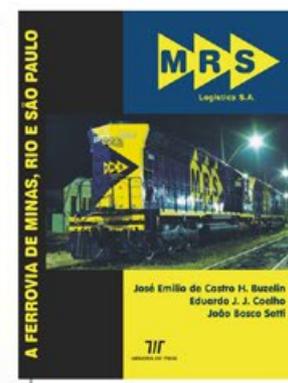
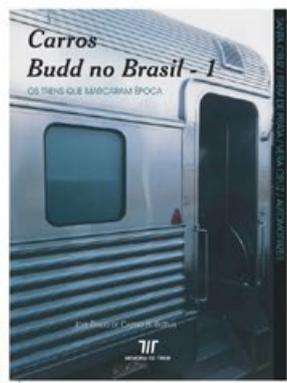
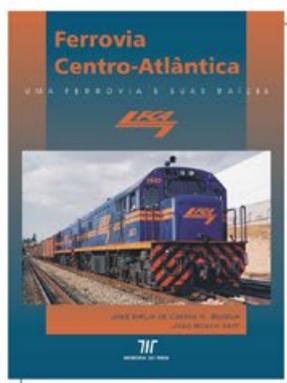
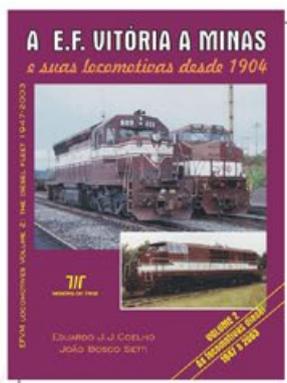
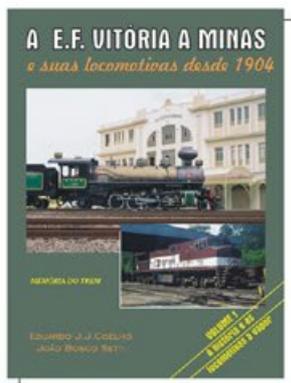


Foto Guido Motta

**Apoiamos a Associação de Engenheiros Ferroviários na iniciativa de editar a Revista AENFER**



**Visite o nosso site em [www.trem.org.br](http://www.trem.org.br) e conheça os nossos livros já publicados**

**A equipe da Memória do Trem também reúne consultores ferroviários envolvidos em diversos projetos e estudos na área de logística, carga e passageiros, e no desenvolvimento de estudos de viabilidade para implantação de trens turísticos e culturais**

**Entre em contato pelo nosso site em [www.trem.org.br](http://www.trem.org.br) ou pelo email [trem@trem.org.br](mailto:trem@trem.org.br)**



**A Mútua é a caixa de acolhimento dos profissionais das engenharias, da agronomia e das geociências.**

Atuamos como braço assistencial do Sistema Confea/Crea e Mútua, com serviços, ações e benefícios diferenciados que propiciem **melhor qualidade de vida** aos nossos associados.

**CONFEA**  
Conselho Federal de Engenharia  
e Agronomia



**CREA-RJ**  
Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia do Rio de Janeiro



**mútua** RJ  
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea