

**3º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

**CATEGORIA (2)**

**USO DE DORMENTES DE POLÍMERO RECICLADO COMO VIGOTAS DE AMV NA**

**VLI**

Cristiano Gomes Jorge. Engenheiro de Agrimensura, pela Universidade Federal de Viçosa, atua como engenheiro especialista de via permanente na engenharia de via permanente na VLI (Valor da Logística Integrada);

Luiz Carlos Rampinelli. Atua como técnico especialista de via permanente na engenharia de via permanente na VLI (Valor da Logística Integrada); Profissional com mais de 38 anos de experiência em via permanente.

Patrick Douglas Freitas Macedo. Engenheiro de Materiais, pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), atua como engenheiro na engenharia de via permanente na VLI (Valor da Logística Integrada)

Wagner Orlando Menezes. Formado em administração de empresas, pela Faculdade Promove Sete Lagoas, atua como especialista em AMVs na engenharia de via permanente na VLI (Valor da Logística Integrada)

**INTRODUÇÃO**

O dormente ferroviário é um dos mais importantes elementos da via permanente. Suas principais funções são transmitir e distribuir as cargas verticais, laterais e longitudinais

transportadas sobre os trilhos para o lastro, sublastro, leito e subleito e manter a bitola da via permanente constante. [1][2]

Tradicionalmente o dormente de madeira nativa foi o material mais utilizado no mundo devido às suas excelentes propriedades mecânicas aliadas à um contínuo aperfeiçoamento dos tratamentos preservativos que garantia às empresas ferroviárias baixo custo de aquisição e elevada vida útil. Contudo, o acesso à madeira nativa vem sendo cada vez mais restringida pelos órgãos ambientais e com isso iniciou-se uma corrida tecnológica para se encontrar materiais alternativos que substituíssem o dormente de madeira nativa.

E nesta corrida tecnológica o dormente de polímero reciclado (DPR) vem sendo estudado por diversas ferrovias como uma possibilidade técnica de substituição do dormente de madeira por possuir também elevada vida útil (mais de 20 anos, se bem dimensionado para as características operacionais da ferrovia). Contudo, o empecilho de sua utilização em massa como dormente de linha principal é a sua baixa competitividade na relação custo benefício frente aos seus concorrentes: Eucalipto, concreto e aço. Para vigotas de AMV cujo custo de manutenção é bastante elevado, e a demanda é baixa quando comparada ao dormente de linha principal é possível absorver este maior custo em busca de um melhor Life Cycle Cost.

Entretanto, como o fator custo é extremamente variável dependendo do momento econômico, demanda da ferrovia, competição entre fornecedores e etc, é importante que se continuem os estudos para que se no futuro caso este cenário se inverta, a ferrovia esteja preparada para utilizar materiais alternativos como dormentes ferroviários.

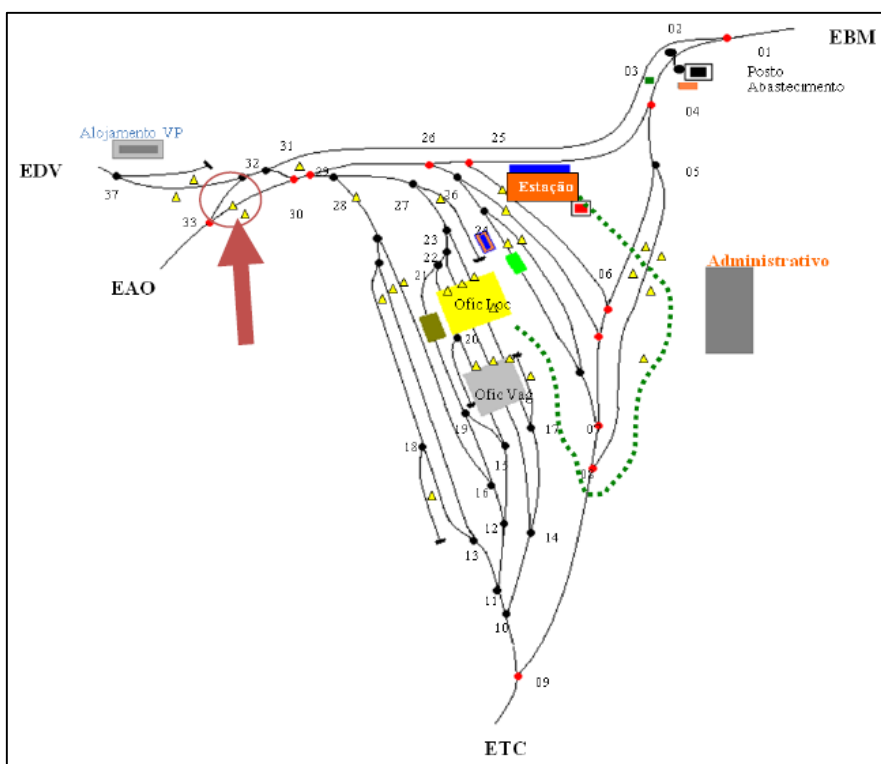
## **DIAGNÓSTICO**

### **CONTEXTUALIZAÇÃO**

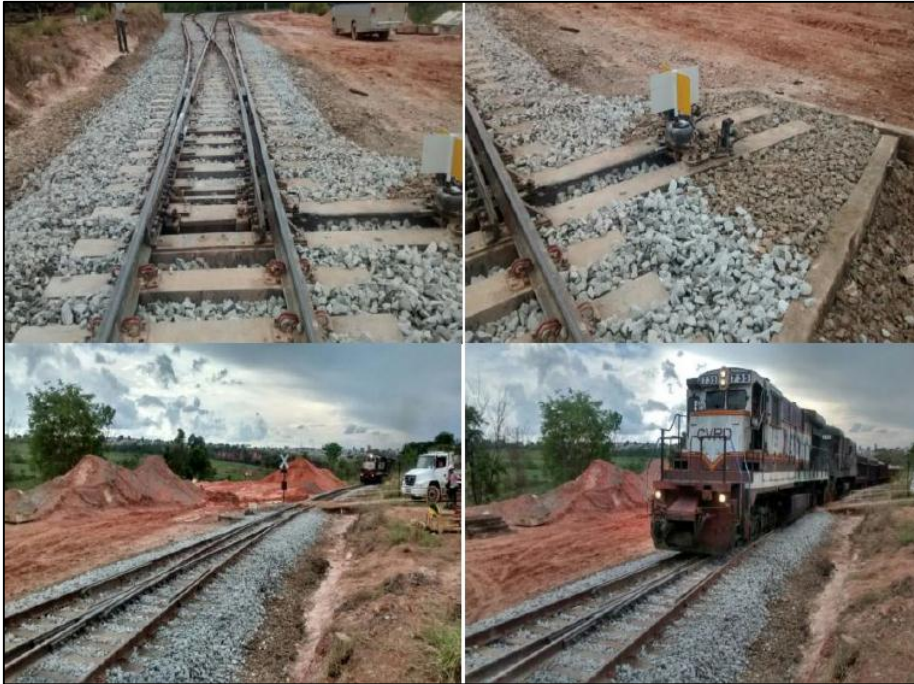
A VLI é a holding que controla o transporte ferroviário nas ferrovias Centro Atlântica (FCA) e Norte –Sul (FNS), totalizando aproximadamente 8.000 km de malha ferroviária distribuídos em cinco corredores logísticos. Quatro corredores estão localizados na FCA numa malha ferroviária de 7.220 km de extensão, com uma carga por eixo entre 20 e 25 toneladas, com 90% da matriz de dormentes de madeira, sendo o eucalipto a matéria prima de substituição gradual à madeira nativa. O corredor logístico na FNS possui atualmente 720 km de extensão em operação com uma carga por eixo de 32,5 toneladas, com a predominância da matriz de dormentes de concreto protendido monobloco. Devido à escassez de madeira de eucalipto de 1ª qualidade, além do aumento do transporte ferroviário e da carga por eixo, a vida útil do dormente ferroviário de madeira vem reduzindo ao longo dos anos. Dentre os modos de falhas existentes, o fendilhamento longitudinal e o apodrecimento por fungos são os mais comuns na FCA. Em vigotas de AMV o requisito de manter a confiabilidade das cotas de salvaguardas é ainda maior, por isso a VLI pretende investir em dormentes de polímero visando aumentar a vida útil deste ativo ferroviário, reduzir os custos de manutenção e melhorar a segurança operacional através da mitigação de fenômenos de descarrilamentos por alterações das cotas de salvaguarda.

### **METODOLOGIA**

Com esta motivação foi criado um local teste de dormente de polímero reciclado no corredor Minas Rio da VLI na supervisão de Lavras-MG no pátio de Engº Bhering, saída para Arcos no Km 387,724, AMV em perfil TR57 e fixação deenik, com derivação a esquerda e abertura 1:10. A carga por eixo do material rodante mais pesado deste trecho é de 25 toneladas por eixo. A figura 1 a seguir apresenta a localização do AMV teste e a figura 2 o AMV montado no local.



**Figura 1** – Localização do AMV teste de dormente de polímero reciclado.



**Figura 2** – AMV teste de dormente de polímero reciclado montado.

Na VLI a homologação de novos materiais para dormentes é feito por duas maneiras:

1ª Homologação completa: Se consiste em testar o novo material em campo por um determinado período e medir periodicamente os parâmetros julgados necessários para aprovação do teste.

2ª Homologação espelho: Se consiste em aproveitar os resultados encontrados por outra ferrovia que já realizou o teste e o considerou aprovado. Nesta modalidade de homologação o responsável técnico tem que julgar se os resultados encontrados pela outra ferrovia se aplicam às realidades operacionais da VLI.

Para a homologação do DPR como vigota de AMV a VLI utilizou-se das duas modalidades de homologação. A utilização da homologação completa teve o objetivo de conhecer o produto na realidade operacional da VLI, mas o tempo necessário para classificar o teste como

aprovado seria muito grande devido ao baixo volume transportado pela VLI quando comparado por outras ferrovias. Portanto, utilizou-se também da homologação espelho tendo como base o teste realizado na EFVM da Vale em condições de cargas por eixo (27,5 toneladas) e volumes transportados mais severos que os da VLI.

Os AMVs testados na Vale foram nas localidades abaixo:

Locação RH 06, em 01 AMV - Trilho TR 68 e fixação deenik-Abertura 1:10;

Locação RH 53, em 04 AMVs (todos AMVs do travessão) - Trilho TR 68 e fixação deenik - Abertura 1:20;

Os parâmetros avaliados no local teste da VLI foram:

Parâmetros qualitativos

- Avaliação das fixações: Foi avaliada a existência de deslocamento das placas sobre os dormentes, do trilho em relação à placa.
- Verificação visual: Alinhamento e nivelamento do AMV, integridade dos dormentes.
- Registro fotográfico

Parâmetros quantitativos

- Medição nivelamento do AMV com régua de bitola e superelevação
- Medição das cotas de salvaguarda com régua de bitola e superelevação

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Homologação completa: Nos dias 02/03/2015 e 02/06/2015, com a participação de Wagner Menezes, Luiz Rampinelli e Patrick Macedo da FCA e Rodrigo Creato da Wisewood foi realizado no local teste da VLI, na cidade de Lavras-MG, inspeção visual e medição das cotas de salva guardas no AMV com dormentes poliméricos aplicados em novembro de 2014, o resultado foi positivo, não sendo encontrada nenhuma anomalia no que se refere a, fratura de dormente, deslocamento de placa no dormente, afrouxamento da fixação e penetração da placa no dormente. Sendo computado na inspeção de junho o total de 2 MTBT.

As medidas das cotas salvaguardas em termos práticos não apresentaram variações, portanto o teste foi considerado aprovado até a data inspeção. A tabela 1 a seguir apresenta os resultados.

**Tabela 1: Medição das cotas de salvaguardas no AMV com DPR**

<b>Ponto de Monitoramento</b>	<b>Referência (mm)</b>	<b>02/03/16</b>	<b>02/06/16</b>
<b>Bitola na entrada do AMV</b>	<b>1006 +4-6</b>	<b>1008</b>	<b>1008</b>
<b>Abertura ponta da agulha - (Reta)</b>	<b>90 a 120</b>	<b>111</b>	<b>113</b>
<b>Folga de livre passagem agulha - (Reta)</b>	<b>≥70</b>	<b>82</b>	<b>82</b>
<b>Bitola coíçe da agulha (Reta)</b>	<b>1006 +4-6</b>	<b>999</b>	<b>996</b>
<b>Bitola trilho ligação (Reta)</b>	<b>1006 +4-6</b>	<b>1000</b>	<b>996</b>
<b>Largura da calha do contra trilho - (Reta)</b>	<b>48 a 58</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
<b>Bitola na ponta pratica do jacaré - (Reta)</b>	<b>1006 +4-6</b>	<b>1000</b>	<b>999</b>
<b>Folga de livre passagem do jacaré - (Reta)</b>	<b>≤910</b>	<b>905</b>	<b>904</b>
<b>Cota de proteção da ponta do jacaré - (Reta)</b>	<b>≥953</b>	<b>951</b>	<b>950</b>
<b>Bitola na entrada do AMV</b>	<b>1006 +4-6</b>	<b>1008</b>	<b>1009</b>
<b>Abertura ponta da agulha - (Desvio)</b>	<b>90 a 120</b>	<b>108</b>	<b>105</b>
<b>Folga de livre passagem agulha - (Desvio)</b>	<b>≥70</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
<b>Bitola coíçe da agulha - (Desvio)</b>	<b>1006 +4-6</b>	<b>999</b>	<b>994</b>
<b>Bitola trilho ligação (Desvio)</b>	<b>1006 +4-6</b>	<b>996</b>	<b>995</b>
<b>Largura da calha do contra trilho - (Desvio)</b>	<b>48 a 58</b>	<b>49</b>	<b>50</b>
<b>Bitola na ponta pratica do jacaré - (Desvio)</b>	<b>1006 +4-6</b>	<b>1001</b>	<b>999</b>
<b>Folga de livre passagem do jacaré - (Desvio)</b>	<b>≤910</b>	<b>907</b>	<b>905</b>
<b>Cota de proteção da ponta do jacaré - (Desvio)</b>	<b>≥953</b>	<b>952</b>	<b>950</b>

Homologação espelho:

No dia 23/10/2014, com a participação de Simone Issomura e Walney Martins da EFVM e Wagner Menezes da FCA, foi realizado na locação 53, próximo à cidade de Governador Valadares, inspeção visual nos AMVs com dormentes poliméricos aplicados em junho de 2014, o resultado foi positivo, não sendo encontrada nenhuma anomalia no que se refere a, fratura de dormente, deslocamento de placa no dormente, afrouxamento da fixação e penetração da placa no dormente. Sendo computado nesta data o total de 32,0 MTBT.

No AMV, todos os dormentes são importantes para o desempenho do AMV, mas na região do jacaré e contratrilhos estes dormentes tem elevada solicitação devido a impactos dos rodeiros na transição sobre o jacaré e o guiamento exercido pelos contratrilhos, assim como os dormentes situados entre a ponta e o coice da agulha, que devem garantir a boa fixação das placas deslizantes, para suportar o esforço da agulha junto ao trilho de encosto. Como mostra a figura 3 e a figura 4, os dormentes instalados nestas regiões encontravam-se em excelente estado, não sendo demonstrada nenhuma avaria.

Na locação RH6, AMV 21B, foi instalado em junho de 2013, dormentes poliméricos da Wisewood, que totalizaram em 23/09/2014, 119,0 MTBT, com bom desempenho.

Na FCA temos o volume médio anual, principalmente no Centro Leste que faz divisa com a EFVM, o total 12,0 MTBT. Comparando o desempenho de 119,0 MTBT da EFVM, este total corresponde a um período maior que 09 (nove) anos na FCA. Conclui-se, portanto que este desempenho é satisfatório para FCA.





**Figura 3** – Dormentes na região do jacaré e contratrilhos, AMV RH 53.



**Figura 4** – Dormentes na região da agulha, AMV RH53.

## **DETALHES DE INSTALAÇÃO**

Quatro importantes recomendações foram observadas em relação à aplicação do Dormente de Polímero Reciclado (DPR):

- 1) Regulagem da altura do furo visando não ultrapassar as dimensões do DPR;
- 2) Utilização da broca de 16 mm de aço rápido, conforme recomendado em Assad (2007) [5] e confirmado em campo como descrito em Rampinelli (2014) [4];
- 3) Necessidade de adaptação, durante aplicação do dormente, para evitar escape da ferramenta tenaz ao movimentar os DPR;
- 4) Verificado, no local-teste de Lavras, a presença de vazios no interior dos DPR que podiam interferir no torque aplicado aos tirefonds. Segundo o fabricante, isto ocorre devido a um defeito de processamento do dormente devido à má escolha do tempo e pressão de enchimento do molde. Sendo assim, foi solicitado à Wisewood a otimização destes parâmetros visando eliminar a presença destes vazios. O parâmetro definido para controlar a qualidade da produção foi a densidade dos dormentes cuja ideal seria aquela em que o dormente não apresentasse vazios. Para este estudo a densidade ideal foi definida no valor de  $1,03 \text{ g/cm}^3$ .



**Figura 5:** Ensaio de determinação da densidade ideal do DPR. Esquerda para direita: Densidade ideal, densidade intermediária, densidade ruim.

## **CONCLUSÕES**

A corrida tecnológica em busca de materiais alternativos ao dormente de madeira está acontecendo e as ferrovias estão estudando a melhor relação custo-benefício.

Tão importante quanto às questões econômicas é avaliação técnica destas alternativas. Foi com esse objetivo que a VLI iniciou os testes em campo com o DPR.

Tanto no local teste da VLI quanto nos locais testes da Vale o DPR da Wisewood cumpriu as duas principais características que um dormente deve possuir para ser utilizado como vigota de AMV: Distribuir os esforços provenientes dos trilhos para o lastro sem sofrer fraturas, e manter constante as cotas salva guardas.

Portanto, “Homologa-se por parecer técnico”, o Fabricante WISEWOOD SOLUÇÕES ECOLOGICOS S.A, para fabricação e fornecimento de “Dormentes Poliméricos para AMVs” a serem utilizados para montagem e manutenção diária dos AMVs instalados ao longo da malha ferroviária da VLI.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1]Ferdous, Wahid. Manalo, Allan. *Failures of mainline railway sleepers and suggested remedies* –Review of current practice. 2014. 19 p.

[2]AREMA. *American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association*. 2009.

[3] Pereira, Flaviaine. *Avaliação de desempenho de dormentes de plástico em raios apertados*. DT VIA 1799/2014. Belo Horizonte.

[4] Rampinelli, Luiz Carlos. *Monitoramento Dormentes Poliméricos*. DT 2440/2014. Belo Horizonte.

[5] Assad, Nelson M. J. *Dormentes de Plástico Reciclado (Engineered Composite Ties)*. 3ª edição, 2007.