

PROCESSO DE TRATAMENTO DE DEFEITOS SUPERFICIAIS EM TRILHOS FERROVIÁRIOS

Paulo José Batista

MRS Logística

João Carlos Serpa

MRS Logística - Tutor

Renato Lataliza

Instituto Militar de Engenharia - Orientador

RESUMO

Buscando menores interferências no sistema produtivo, ferrovias tecnicamente avançadas reconhecem que a utilização de materiais ferroviários de alto desempenho associados a um ciclo preventivo de manutenção buscando maior vida útil são essenciais. Em busca de uma melhor orientação sobre a utilização de trilhos na MRS, orientado pelos modos de falha responsáveis por alto índice de fraturas de trilho, identificou-se a necessidade de especial atenção sobre defeitos superficiais. A incidência de defeitos superficiais gerou o aumento acelerado do desgaste e a degradação dos componentes da superestrutura, gerando grande necessidade de serviços corretivos e conseqüentemente maiores intervenções. Surgiu-se, portanto, a necessidade de orientação técnica de qualidade buscando maior acerto das ações tomadas pelas Residências de Via Permanente no ato de definição dos pontos de aplicação dos trilhos previstos no orçamento anual.

ABSTRACT

In order to minimize interferences on the production system, technically evolved railroads recognizes that the use of high performance materials associated to a preventive maintenance cycle aiming on the increasing on the useful life is essential. Searching for a better guidance on the usage of tracks on MRS railroad, guided by its most frequent failure modes related to rail fractures incidents, it was detected the needing of special attention over the surface defects. Their incidence was related to an increasing in accelerated wear and superstructure components degradation, leading to more corrective services and, in consequence, more frequent interventions. It was evident then the requirement of quality technical orientation looking for more accuracy when deciding the track application places foreseen on the annual budget.

1. INTRODUÇÃO

“A fratura de trilho é o resultado final do processo do desenvolvimento da trinca“ *MRS Logística (2008)*. A definição de ciclos de ultrassom, esmerilhamento e estratégia de lubrificação e gerenciamento de atrito, considerados como serviços especiais de engenharia, é a forma mais eficaz de manter controladas as condições dos trilhos favorecendo maior confiabilidade neste processo - *J.Kalousek (2004)*. Para que se obtenham informações confiáveis com os equipamentos de ultrassom, é fundamental que a superfície do trilho esteja linear e lisa favorecendo a propagação das ondas sem interferências. Caso haja alguma descontinuidade como juntas ou defeitos superficiais, as ondas de ultrassom se dissipam, impossibilitando a leitura, este fato é denominado como falta de acoplamento ou ponto cego. Os pontos de cegos de ultrassom são em sua maioria, defeitos superficiais ocasionados por fadiga de contato ou queimas de eletrodo. Diferente da descontinuidade de uma junção, os defeitos superficiais são de comportamento imprevisível, podendo resultar em vários perfis de fratura (vertical, horizontal ou diagonal) além de um dano físico aos componentes da superestrutura (dormentes e fixações).



Figura 1: Impacto do defeito superficial sobre a superestrutura

Fonte: Levantamento de campo

O objetivo deste trabalho é identificar o método corretivo mais eficaz e produtivo na retirada dos defeitos superficiais buscando além de uma menor interferência uma melhor utilização de trilhos ferroviários na rotina de manutenção de via permanente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 – Entendendo fadiga de contato (RCF):

“Fadiga de contato ou Rolling Contact Fatigue (RCF) é uma expressão criada por pesquisadores / cientistas em meados dos anos 80 para designar um fenômeno que ocorria no trilho e na roda até então desconhecido pela maioria do pessoal de via e vagões. É o resultado de respectivas sobrecargas no aço, na superfície ou sub-superfície, por centenas de milhões de ciclo de intenso contato roda-trilho gerando excessiva tensão de contato. O defeito superficial é também entendido como resultado da exaustão do limite plástico do material, patinações e outros” Vidon (2013).

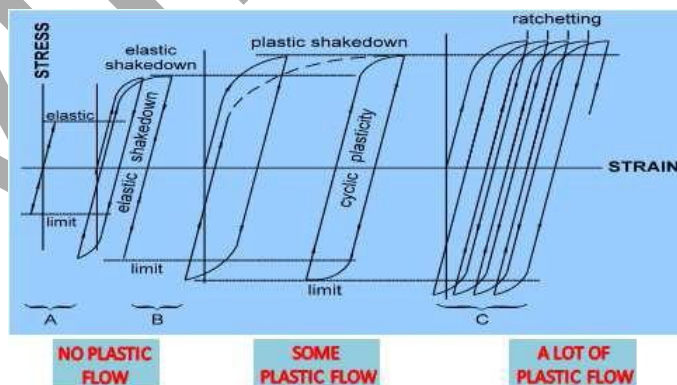


Figura 2: Limites de escoamento

Fonte: Apostila Valter Vidon (Modo de falhas, defeitos e fraturas de trilho)

“Dois processos chaves regulam o RCF: início e propagações de trincas. Esses processos são desencadeados por inúmeros fatores, incluindo condições ambientais, perfil de trilhos e rodas,

curvaturas da linha, ângulos, práticas de lubrificação, metalurgia dos trilhos, características do veículo, erros de geometria de linha e práticas de esmerilhamento. Todas essas têm conexão direta com a formação de RCF e, inversamente, podem ser utilizados para minimizá-lo. A amplitude e posição da tensão para inícios das trincas variam dependendo da geometria do contato, carga e condições de atrito. Sob altas condições de atrito, a tensão cisalhante é alta, mas superficial. Sob condições de atrito baixas, os picos de tensão diminuem, mas se estendem para dentro do boleto. O resultado é que alguns defeitos RCF são iniciados na superfície e outros, internamente” *J.Kalousek (2004)*.

Além de ser um ponto com possibilidade iminente de fratura de trilho, a propagação do impacto degrada de forma considerável os demais componentes da superestrutura. Por ser de difícil previsão, fraturas de trilho ocasionam grande impacto na circulação, uma vez que seu atendimento segue uma rotina condicionada pelo tempo e posição geográfica da fratura.

O trilho é um componente fundamental no sistema ferroviário e também o ativo de maior custo da via permanente. Para aperfeiçoar o seu uso, são necessários estudos de sua vida útil e formas de desgaste, pois a segurança e a eficiência devem sempre ser mantidas.

É importante destacar que o desgaste ou defeitos prematuros afetam muito a exploração ferroviária, tendo em vista o custo do material e o de sua substituição, além de comprometerem a segurança, pois uma fratura no trilho pode acarretar acidentes de graves proporções.

A figura 2 apresenta o gráfico de fraturas de trilhos no período de 2010 até 2013. Verifica-se que com a compra da nova esmerilhadora de trilhos e da redução do ciclo de ultrassom o resultado vem reduzindo, entretanto, o volume de trilho substituído esta acima de 30 mil toneladas.

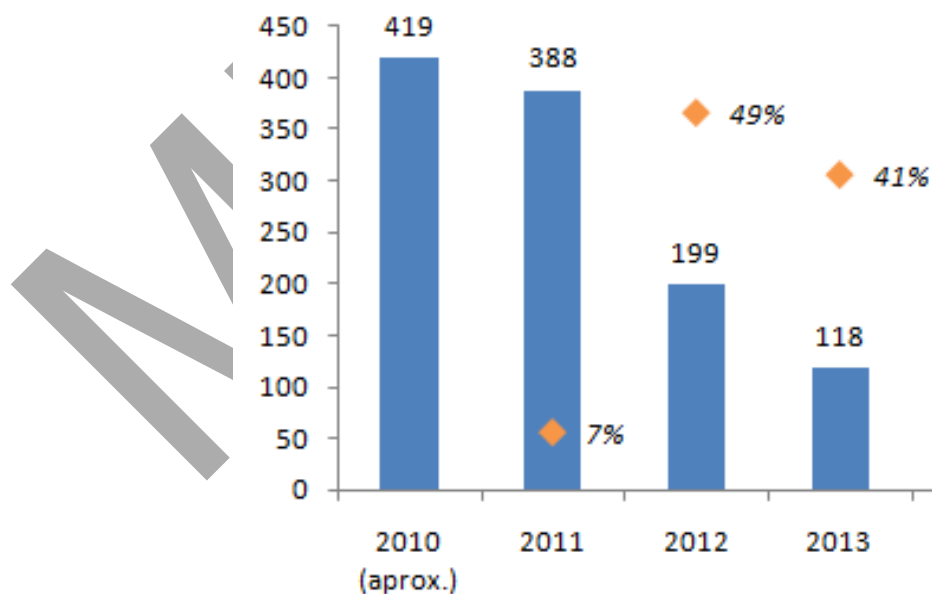


Figura 3: Fraturas de Trilhos MRS

Fonte: Oracle Relatório de Fraturas MRS

Em 2013 verifica-se uma redução de 41%, no entanto, esses números ainda não são suficientes para suportar a produção da MRS. Analisando as fraturas observou o problema em solda elétrica “queima de eletrodos”. A figura 2 mostra o número de fraturas em solda elétrica representa 11%.

Além de 11% de fraturas de trilhos foi observado que a equipe de manutenção local estava trabalhando de forma isolada e não conhecendo todo problema. Abaixo mostra o impacto da solda com defeito para sistema MRS frente Sul.



Figura 4: Impacto dos defeitos em solda

Fonte: Oracle Relatório de Fraturas MRS

Observou-se defeitos superficiais em trilhos fabricados em 2009, as soldas flash butt apesar de sua alta qualidade alcançou vida útil em torno de 75% quando comparada à vida útil do trilho (1.000 MTBT). Considerando um MTBT anual de 150, uma barra produzida em 2009 e aplicada em 2010 teve 75% (5 anos) de sua vida útil alcançada. Podemos considerar que o trilho recuperado pode trabalhar por mais 1,5 anos possibilitando uma melhor entrada na estratégia de priorização e entregas de trilhos.

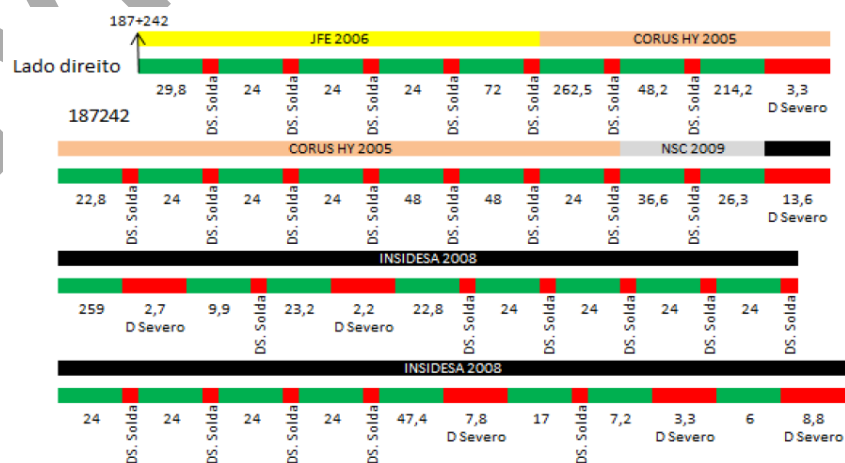


Figura 5: Disposição de defeitos superficiais

Fonte: Levantamento de campo

2.2 - Processos atuais:

2.2.1 – Eliminação dos defeitos com aplicação de TLS novo:

A criação da demanda é de forma empírica. Não tem disponível no mercado, equipamento eficaz para identificação de defeitos superficiais, este é realizado de forma visual e está totalmente relacionado à interpretação do profissional. Por não serem visualizados pelas ferramentas de inspeção, os defeitos superficiais entram de forma subjetiva em orçamentos anuais uma vez que parâmetros de desgaste lateral, perda de área e ângulo de face são as principais referências. Não é clara a regra de depreciação de defeitos superficiais. Defeitos leves podem se tornar críticos antes de defeitos médios.

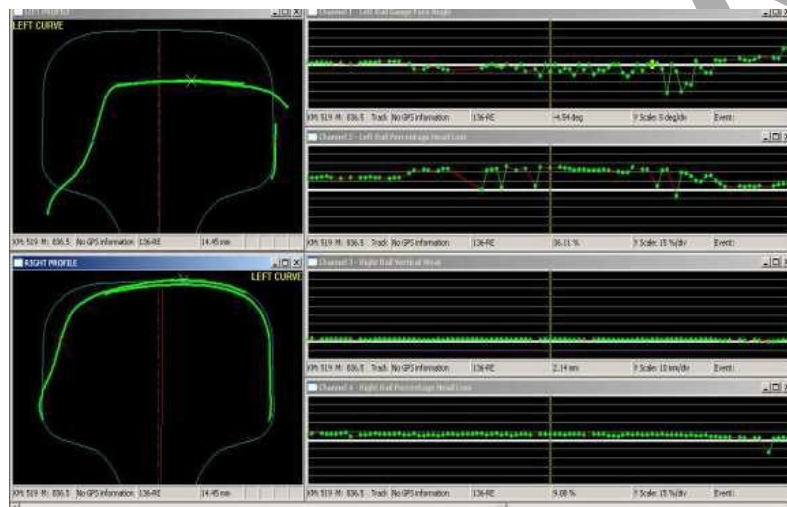


Figura 6: Software Winpals

Fonte: Engenharia de Via Permanente



Figura 7: Defeito superficial leve

Fonte: Levantamento de campo

Tabela 1: Eliminação de defeitos superficiais com TLS novo

Tempo disponível	Atividades de trilho	Atividades de solda	Trilhos aplicados	Defeitos retirados
3 horas	1 hora	2 horas	240m	10 un

Fonte: Engenharia de Via Permanente

Etapas:

A – Soldagem da barra de trilho em estaleiro;

B – Carga do trilho em frota especial;

C – Descarga da barra de trilho no local de aplicação;

D – Retirada das fixações;

E – Retirada da barra com defeitos superficiais;

F – Aplicação do trilho novo;

G – Aplicação das fixações;

H – Soldagem Aluminotérmica;

Tabela 2: Eliminação de defeitos superficiais com TLS novo

Vantagens	Desvantagens	Composição
Retirada de grandes seqüências de defeitos superficiais	Retirada de trilho ainda em condição de operação	Aquisição de trilho novo
Demanda de menor tempo de interdição	Interferência no processo programado de entrega e aplicação de TLS	Logística de entrega e recebimento
	Demora no recebimento de materiais para troca	Serviço de substituição

Fonte: Engenharia de Via Permanente

2.2.2 – Aplicação de emenda de trilho para retirada de defeitos superficiais:

Aplicação de duas soldas aluminotérmicas (consideravelmente inferiores à solda flash butt) relacionada às emendas curtas (> 6m) fragilizando todo o conjunto.



Figura 8: Defeito superficial leve

Fonte: Levantamento de campo

Tabela 3: Aplicação de emenda de trilho para retirada de defeitos superficiais

Tempo disponível	Atividades de trilho	Atividades de solda	Trilhos aplicados	Defeitos retirados
3 horas	45min	2 horas	6m	1un

Fonte: Engenharia de Via Permanente

Etapas:

A – Segregação de emenda de trilho com compatibilidade de altura e desgaste;

B – Posicionamento da emenda no local de aplicação;

C – Retirada das fixações;

D – Retirada da barra com defeitos superficiais;

E – Aplicação do trilho novo;

F – Aplicação das fixações;

G – Soldagem aluminotérmica;

Tabela 4: Aplicação de emenda de trilho para retirada de defeitos superficiais

Vantagens	Desvantagens	Composição
Possibilidade de aplicação de trilhos reemprego	Dificuldade de compatibilizar perfis para retirada dos defeitos em curva	Aplicação de emenda (mínimo 6m)
Manutenção das partes não defeituosas da barra	Utilização de 2 soldas por defeito retirado	Execução de 2 soldas aluminotérmicas
	Maior tempo de interdição	Serviço de substituição
	Menor produtividade	

Fonte: Engenharia de Via Permanente

2.3 Processos estudados:

2.3.1 – Recuperação de trilhos com defeitos superficiais em estaleiro:

Retirada das barras com defeitos superficiais em soldas e envio ao estaleiro para recuperação;

Tabela 5: Recuperação de trilhos com defeitos superficiais em estaleiro

Tempo disponível	Atividades de trilho	Atividades de solda	Trilhos aplicados	Defeitos retirados
3 horas	1 hora	2 horas	240m	10un

Fonte: Engenharia de Via Permanente

Etapas:

- A – Retirada da barra de trilho;
- B – Fracionamento da barra de trilho;
- C – Embarque com utilização de PC (criação de pontos de tensão no corpo da barra);
- D – Descarga das barras de trilho no estaleiro de soldas (Criação de pontos de tensão);
- E – Segregação e destocamento de trilhos;
- F – Soldagem;
- G – Carga dos trilhos em frota especial (competição com a logística das barras novas);
- H – Descarga de trilhos para troca.

Tabela 6: Recuperação de trilhos com defeitos superficiais em estaleiro

Vantagens	Desvantagens	Composição
Retirada de grandes seqüências de defeitos superficiais	Interferência no processo programado de entrega e aplicação de TLS	Aquisição de trilho novo
Demanda de menor tempo de interdição	Alteração do planejamento de soldagem do estaleiro	Logística de entrega e recebimento
Reaproveitamento das partes não defeituosas	Logística de entrega e recebimento	Serviço de substituição
Compatibilização das pontas soldadas	Baixo retorno	Logística de recolhimento, segregação Serviço de substituição

Fonte: Engenharia de Via Permanente

2.3.2 – Deslocamento de barras e execução de solda flash butt:

A execução de soldas para recuperação das barras visa retirada de defeitos superficiais em grande escala.

Tabela 7: Deslocamento de barras e execução de solda flash butt

Tempo disponível	Atividades de trilho	Atividades de solda	Trilhos aplicados	Defeitos retirados
3 horas	1 hora	2 horas	240m	10un

Fonte: Engenharia de Via Permanente

Etapas:

- A – Definição e marcação dos defeitos a serem retirados;
 - B – Retirada das fixações do trilho;
 - C – Corte do trilho para a retirada do primeiro defeito superficial;
 - D – Corte do trilho para retirada do segundo defeito superficial;
 - E – Esmerilhamento da alma do trilho possibilitando acoplamento do Puller;
 - F – Alinhamento e nivelamento dos topos do trilho com o Puller;
 - G – Execução da solda flash butt;
 - H – Corte de trilho para retirada do terceiro defeito superficial;
- A quantidade de defeitos a serem retirados está relacionada à disponibilidade de tempo para o trabalho.*
- I – Posicionamento de emenda para fechamento;
 - J – Execução da primeira solda de fechamento;
 - K – Execução segunda solda de fechamento.

Neste passo, ocorre análise de temperatura ambiente associada à temperatura neutra que indica qual será o comprimento final da emenda para que a sobra do comprimento seja utilizada no processo de solda e resulte em condição de tensão equilibrada.

Tabela 8: Deslocamento de barras e execução de solda flash butt

Vantagens	Desvantagens	Composição
Retirada de grandes seqüências de defeitos superficiais	Custo de aquisição do equipamento	Deslocamento de trilho
Demanda de menor tempo de interdição	Necessidade de mão de obra especializada	Execução de 1 solda por defeito
Reaproveitamento das partes não defeituosas		Serviço de substituição
Compatibilização das pontas soldadas		
Menor tempo de interdição		

Fonte: Engenharia de Via Permanente



Figura 9: Caminhão utilizado para realização de solda flash butt

Fonte: Engenharia de Via Permanente



Figura 10: Processo de alinhamento e nivelamento dos tops dos trilhos

Fonte: Engenharia de Via Permanente

3. CONCLUSÃO

Para análise dos processos para retirada de defeitos superficiais, foram considerados os aspectos de praticidade, qualidade e tempo. A utilização de trilhos longos soldados concebidos pelo estaleiro de soldas favorecem retirada de grandes quantidades de defeitos superficiais e alta qualidade das soldas realizadas, entretanto, o esforço logístico entra em conflito com o processo de emissão de trilhos novos para a manutenção. A utilização do caminhão de soldas flash butt é, portanto, a melhor opção para retirada de grandes quantidades de defeitos superficiais com menor tempo e maior qualidade, uma vez que a solda realizada mantém o mesmo padrão daquelas que são realizadas em estaleiro, mas, dispensa toda a logística envolvida na ida e volta dos trilhos para aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carmo, R. C. *Procedimento para implantação do gerenciamento do atrito em uma ferrovia*. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia.
- Duval, E. (29 de Abril de 2001). *Curso de Via Permanente Ferroviária*. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- J. Kalousek. (2004). Control of Rolling Contact Fatigue of Rails (J. Kalousek, AREMA 2004). *AREMA*, 29.
- Júnior, W. V. (Julho de 2013). *Trilhos III: modos de falha, defeitos e fraturas de trilhos*.
- MRS Logística. (2013). *Atividades de manutenção em trilhos da Via Permanente e atividades com interface eletroeletrônica*. Juiz de Fora.
- MRS Logística. (2013). *Processo de soldagem com máquina de solda móvel*. Juiz de Fora.
- MRS Logística. (2008). *GUIA DE IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS E FRATURAS EM TRILHOS*. JUIZ DE FORA - MG: ENGENHARIA DE VIA PERMANENTE.
- Vidon, F. (2013). *O impacto da gestão do atrito na manutenção da Via Permanente - uma avaliação do emprego em ferrovias mundiais*. Vitória / ES: Encontro de ferrovias.