

19ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

TEMA: Via Permanente

TÍTULO: SISTEMA DE MONITORAMENTO DE VIA (SMV)

OBJETIVO

Auxiliar a tomada de decisões na Via Permanente (VP) das ferrovias da Valor da Logística Integrada (VLI) através do desenvolvimento de um sistema de gerenciamento da manutenção de via (*TMMS – Track Maintenance Management System*), intitulado Sistema de Monitoramento de Via (SMV).

RELEVÂNCIA

Segundo Esveld (2001), os custos da via permanente e de sua manutenção são substanciais e representam uma grande parte do total de despesas da ferrovia. Para efeito de referência, só em 2013, na VLI, foram direcionados R\$ 253.000.000,00 (duzentos e cinquenta e três milhões de reais) apenas para o Plano Diretor de Manutenção Ferroviária (PDMF). Qualquer redução desses custos tem um impacto significativo no resultado financeiro da companhia.

Portanto, é de suma importância àqueles responsáveis pela manutenção da via permanente que a mesma seja mantida a um determinado nível de qualidade, por determinado período e com o menor custo possível, evitando acidentes e outras ocorrências que possam comprometer a eficiência da companhia.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O processo de determinar se, quando, onde e como intervir na via permanente, decidindo como alocar recursos de maneira ótima, minimizando os custos é muito complexo, uma vez que diferentes trechos da via tendem a se comportar de maneira diferente. Além disso, o fato de os processos para tomada de decisão da manutenção serem influenciados por uma grande quantidade de informações, técnicas e econômicas, aumentam ainda mais a complexidade.

Para dar suporte à tomada de decisões sobre a Programação da Manutenção, devem ser mapeadas interrelações complexas entre a condição *in site* à qual a via é submetida (ex. tonelada bruta trafegada, carga por eixo, velocidades), sua geometria e seus componentes. Algumas dessas interrelações (que são denominadas regras) representam o processo de deterioração, outras o processo de restauração como consequência dos trabalhos de manutenção e algumas outras são definidas a partir da experiência do corpo técnico da empresa.

O problema se resume, então, em mapear essas complexas interrelações e tomar as decisões sobre o direcionamento da manutenção da via permanente. A fim de auxiliar o processo de tomada de decisão na manutenção da via, foi desenvolvido o Sistema de Monitoramento de Via (SMV).

METODOLOGIA

O desenvolvimento do sistema será feito em quatro etapas. Ao final de cada etapa é disponibilizada uma entrega, ou seja, um módulo do programa. O desenvolvimento foi iniciado em 2011 e, até o momento, concluiu a primeira etapa.

Na primeira etapa foi desenvolvido o módulo de inspeção da via. Nele, todas as inspeções realizadas na via (inspeção visual, carro controle e ultrassom) são cadastradas. A inspeção visual ocorre com o colaborador, também chamado de ronda de via permanente, percorrendo o trecho a pé, visualizando e avaliando as condições da via permanente. A inspeção por carro controle e ultrassom ocorre com o colaborador guiando estes equipamentos (carro controle e ultrassom) que fazem a análise da via permanente e emitem relatórios com essas análises.

A entrada dos dados dessas inspeções no sistema pode ser feita por formulários web, coletores de dados (computadores de mão), ou por interface com os sistemas do carro controle/ultrassom (ferramenta para importar os relatórios emitidos por estes equipamentos). De porte desses dados, o sistema gera como saída a Programação Preliminar de Manutenção. Essa programação é um *ranking* dos equipamentos e defeitos mais relevantes para a manutenção baseado em três critérios:

- **Modo de falha (M_f):** Considera-se a criticidade do tipo de defeito.
- **Prioridade do Defeito (P_d):** Classificação dada pela inspeção ao defeito (prioridades 1, 2 ou 3).
- **Criticidade do ativo (C_a):** Considera-se a criticidade do ativo de acordo com características pertinentes ao mesmo como Tonelada Bruta Trafegada (TBT), raio de curva, rampa, etc.

Ao construir esse *ranking*, utiliza-se a seguinte fórmula para calcular o Índice de Prioridade do Defeito (IP_d):

$$IPd = \frac{1}{M_f \times P_d^3 \times C_a^2}$$

Esse índice é usado para ranquear a lista de defeitos de um determinado equipamento. Para ranquear a lista de equipamentos, é utilizada a seguinte fórmula para calcular o Índice de Prioridade do Equipamento (IP_e):

$$IPe = \frac{\sum_{i=1}^n IPd_i}{Ext}$$

No qual n é o número de defeitos do equipamento e Ext a sua extensão. Aplicando essas fórmulas, a saída é esse ranking de equipamentos e defeitos, chamado Programação Preliminar de Defeitos.

Ainda no primeiro módulo são gerenciadas todas as restrições de velocidade da via, apresentando gráficos com a quantidade de restrições por equipamento, e são exibidos gráficos com o TQI (*Track Quality Index* – Índice de Qualidade da Via).

Na segunda etapa, o sistema irá analisar quais serviços da Programação Preliminar de Trabalho devem ser realizados conjuntamente ou em sequência. Essa análise leva em conta o tipo de serviço, o local de execução e data prevista desses serviços; se forem próximos o bastante, são agrupados para serem executados de maneira conjunta. O resultado desta etapa é uma proposta de Programação Final de Manutenção.

Na terceira etapa será realizada a otimização da programação de manutenção visando à redução do custo total da manutenção. Nela, o sistema levará em consideração toda a demanda de manutenção a longo prazo, oferecendo sugestões de programação otimizadas de forma que o usuário possa escolher a melhor alternativa de acordo com a prática de manutenção da ferrovia.

Por fim, na quarta etapa, serão implementadas ferramentas de simulação. O objetivo do módulo é avaliar os impactos na qualidade e custo de manutenção variando parâmetros operacionais e de manutenção como aumenta da carga por eixo, mudança de perfil de trilho, aumento da tonelada bruta trafegada.

RESULTADOS

A implantação do primeiro módulo do SMV trouxe vários ganhos à companhia:

- Melhor caracterização dos defeitos das inspeções uma vez que foram desenvolvidos formulários mais completos para descrição dos mesmos. Além disso, foram disponibilizados coletores de dados com câmeras para a fotografia dos defeitos bem como GPS's para registrar a posição do defeito.
- Melhor identificação dos locais que necessitam de manutenção, uma vez que o SMV gera relatórios que indicam os locais que possuem maior concentração de defeitos prioritários.
- Priorização da manutenção mais eficiente uma vez que seus critérios estão, agora, numericamente parametrizados e têm o cálculo da prioridade dos defeitos automatizado.

Espera-se que, com o desenvolvimento dos próximos módulos, alcance-se um ganho financeiro tangível com a redução dos custos de manutenção de via permanente da companhia bem como a melhor alocação dos recursos por meio da otimização da programação da manutenção.

REFERÊNCIA

ESVELD, Coenraad. **Modern railway track**. 2 ed. MTR-Productions, 2001.

