



A IMPORTÂNCIA DA ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE PARA O TRANSPORTE FERROVIÁRIO

Marcelo Sucena

Desde 1854, marco do início da ferrovia no Brasil, este complexo de transporte apresenta-se como integrador territorial e promotor do desenvolvimento econômico e social do país. É caracterizado como um modo troncal para movimentação de cargas e passageiros que registra menores impactos ambientais (dentre os terrestres), principalmente pela sua característica intrínseca de baixo coeficiente de atrito entre roda e trilho, o que permite deslocar grandes densidades de massas com menor consumo energético. Além disso, é tomado como um modo confiável, principalmente por ter um grau de liberdade, o que viabiliza o controle operacional preciso à distância.

Os sistemas ferroviários são formados por ativos fixos e móveis, considerados como subsistemas elétrico, eletrônico, civil e rodante. O elétrico subdivide-se em sistemas de potência para suprimento externo, transmissão e distribuição de energia elétrica; o eletrônico é composto de sinalização e telecomunicações; o civil, que é mais conhecido como via permanente ou linha férrea, mas também contempla as obras de arte e edificações administrativas e operacionais; e o material rodante, ativos móveis responsáveis pelo deslocamento de cargas e passageiros.

Como se pode perceber, as ferrovias contemplam inúmeros preceitos das várias engenharias, com componentes que devem funcionar de forma holística com qualidade e segurança. É neste aspecto que se insere a análise RAM, tomada do inglês como *Reliability, Availability* e *Maintenability*, que em português refere-se aos aspectos relacionados à Disponibilidade (A) que podem sofrer interferência da Confiabilidade (R) e da Manutenibilidade (M). Tal análise pode

subsidiar também a averiguação dos custos e tempos de ciclo de vida do sistema, os requisitos de desempenho operacional com segurança e qualidade, bem como o entendimento dos impactos ambientais negativos gerados para o meio externo ao sistema.

A Engenharia da Confiabilidade, área transversal as outras engenharias, incorpora os conceitos da RAM que permitem identificar componentes críticos do sistema; parâmetros de projeto dos ativos; melhores condições de *setup* para operação dos componentes; subsídio para os três níveis de planejamento de produção (operação e manutenção); análises de demanda e de capacidade do sistema; dimensionamento de ferramentas, equipamentos e materiais para reposição; mitigação de impactos negativos no meio ambiente; dentre outros aspectos relevantes.

Algumas fontes indicam que a engenharia da confiabilidade fixou-se como área estudos e pesquisas na Segunda Guerra Mundial, pela formação de grupos de estudos para melhoria da confiabilidade de sistemas e componentes bélicos e estratégicos. Um dos precursores foi o grupo de estudos e análises denominado AGREE - *Advisory Group on Reliability of Eletronic Equipment*, criado pelo Departamento de Defesa dos EUA, que influenciou o surgimento de uma das primeiras referências sobre o assunto, a norma MIL-STD-785 (*Reliability Programs for Systems and Equipment Development and Production*).

Denotada a importância do assunto para a produção da indústria ferroviária, vale ressaltar a existência de várias iniciativas relevantes para a melhoria do transporte ferroviário no aspecto do aumento da disponibilidade pela análise da confiabilidade:

1 – Uso de *big data* e inteligência artificial para subsidiarem ações proativas em via permanente e material rodante – Pela coleta de dados por intermédio de dispositivos IoT, por exemplo, sobre desgaste de trilhos e de rodas, permite-se formar orientadores para identificação de pontos críticos que devem ser registrados como pontos nevrálgicos do sistema. Esta iniciativa pode promover melhoria da eficiência operacional, melhor manutenibilidade, além da mitigação de impactos ambientais, principalmente pelos acidentes.

2 – Armazenamento de aplicações e dados em *Cloud Computing* – Pela possibilidade de se capturar dados de demanda ao sistema ferroviário de passageiros em tempo real, é possível fazer ajustes precisos na grade operacional, com segurança e qualidade, designando-se ativos fixos e móveis para área de manutenção para cumprimento dos seus planos, subsidiando inclusive ações para CBTC - *Communications-based train control* na geração de blocos móveis para viabilizar o licenciamento seguro do tráfego. Esta ação permite a redução do *headway* em níveis adequados de

confiabilidade e segurança do tráfego, otimizando-se os ativos disponíveis para o tráfego e manutenção.

3 – Mudança de paradigma reativo para proativo – Não é incomum na área de transportes observar ativos que podem interferir negativamente, de forma mais severa, na prestação do serviço, gerando intervenções que podem degradar ou até interromper a prestação do serviço, além de gerar acidentes. Com o uso de técnicas como RCM - *Reliability Centered Maintenance* ou Manutenção Centrada na Confiabilidade, é possível “pensar” o sistema ferroviário de forma antecipada, antes da necessidade de intervir no sistema devido a falhas. Nos casos de ativos móveis, como material rodante para movimento de passageiros, é possível instrumentalizar os planos de manutenção com atividades preventivas e preditivas identificadas por intermédio da análise das funções dos componentes e dos seus modos das falhas, tais como condição dos freios, suspensão, climatização etc..

4 – Apoio ao RCM – Existem metodologias que podem ser usadas de forma isolada ou em associação à RCM, tais como FMECA - *Failure Mode and Critical Analysis* ou Análise dos Modos de Falhas Efeitos e Criticidade, FTA - *Fault Tree Analysis* ou Análise por Árvore de Falhas, CA - *Criticality Analysis* ou Análise da Criticidade, Weibull *Analysis* ou Análise de Weibull e PDCA/MASP – Método de Análise e Solução de Problemas. A aplicação delas permite ampliar o conhecimento sobre os ativos disponíveis, como, por exemplo, subsidiando a área de projetos com especificações mais realistas, a manutenção com a seleção de quantidade e qualidade de peças de reposição e a operação pela mitigação de interrupções e impactos adversos no meio ambiente.

Como se pode perceber, existem inúmeras formas e vasto campo para estruturação de estratégias tecnológicas e de gestão para se implantar um modelo de decisão de produção ferroviária baseando-se na engenharia da confiabilidade. Entretanto, vale destacar que para efetividade de quaisquer modelos é necessária a formulação de diretrizes empresariais estratégicas, que incorporem os preceitos da engenharia da confiabilidade dos níveis organizacionais mais altos até os mais operacionais. Ao adotar-se tal postura organizacional e de gestão, a corporação estará apta às mudanças de condutas gerencial, cultural e operativas, principalmente aquelas que se utilizam unicamente de séries históricas de falhas, que se afinam com apenas a atitude reativa, de correção da falha.

“Este artigo expressa a opinião de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião institucional da FGV”