

5. IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES NO MODAL FERROVIÁRIO

O uso de indicadores é de grande importância para o planejamento, acompanhamento e controle da atividade empresarial. Na área ferroviária ele se torna mais relevante, em função da competição acirrada com outros modos de transporte, notadamente na área de cargas.

Os indicadores desempenham papel relevante na correta avaliação dos resultados das empresas ferroviárias, especialmente no contexto brasileiro, onde importantes empresas foram privatizadas e, por esta razão, devem se ajustar ao mercado obtendo bons resultados, uma vez que estes são monitorados pelos próprios dirigentes, pelos clientes e órgãos reguladores do Poder Concedente (CASTELO BRANCO, 1998. apud ALBUQUERQUE, 2006).

Na formação dos indicadores deve-se observar a base teórica das definições, se há complementação, junção ou divergência, se o cálculo é abrangente e de fácil compreensão, observando, ainda, se o mesmo permite coleta e análise de dados de forma simples e direta.

Na associação com outras variáveis examina-se a existência de alguma variável que intervenha diretamente em seu comportamento e quais as tendências que refletem no sistema, além de examinar outros indicadores que podem ser analisados simultaneamente ou complementarmente. Segundo Diógenes (2002) outros aspectos importantes que devem ser levados em consideração na elaboração de indicadores são:

- Serem de fácil compreensão e aplicação;
- Serem de baixo custo;
- Serem de fácil acessibilidade;

- Devem perpetuar-se ao longo do tempo;
- Devem representar satisfatoriamente o processo;
- Devem ser rastreáveis;
- Devem ser facilmente comparáveis; e,
- Devem fornecer respostas na periodicidade adequada.

A finalidade para o qual o indicador está sendo coletado é de grande importância, podendo-se exemplificar algumas, tais como a avaliação do nível de eficácia, estabelecimento de metas a cumprir; o apoio à tomada de decisões; a medição do desempenho da empresa; o fornecimento de informações para entidades governamentais; e, o subsídio a alocação de recursos.

É pacífico entre as diversas concessionárias que se deve ter atenção especial às particularidades de cada sistema quando se utiliza indicadores na comparação dos mesmos. Neste caso, é prudente utilizar indicadores que retratem aspectos semelhantes de cada sistema, e sempre analisar os fatos que influenciaram cada indicador.

É importante ressaltar que a escolha dos indicadores depende, principalmente, do ponto de vista daquele que irá utilizá-los, deste modo, um novo conjunto de indicadores pode ser necessário, caso se queira analisar um outro ponto da organização. É também importante que todos os envolvidos compreendam efetivamente o que cada indicador está realmente avaliando.

5.1. O indicador de eficiência energética

O consumo relativo de combustível na maioria das ferrovias é conhecido também como eficiência energética e é considerado um dos

principais fatores para determinação da eficiência operacional de uma ferrovia. Apesar da importância e sua abordagem não ser recente este é um tema ainda pouco pesquisado e conhecido no cenário nacional devido a dificuldade no seu dimensionamento na prática ferroviária.

Segundo Jordão (2006) “o índice de eficiência energética é a expressão do consumo de combustível de uma locomotiva (diesel-elétrico) em relação à quantidade de carga tracionada por uma determinada distância”. O mesmo autor afirma que “uma locomotiva apresenta bom resultado em eficiência energética caso economize no consumo de combustível e/ou aumente a carga bruta tracionada no trem”. Portanto, deve-se obter ganho na eficiência energética da locomotiva aumentando sua autonomia, ou seja, ampliando a distância percorrida pelo trem sem precisar reabastecer o tanque da mesma.

É neste contexto que a preocupação com o consumo relativo de óleo diesel nas ferrovias torna-se relevante na medida em que se conhece as variáveis de influência neste processo e sua importância estratégica para o aumento da produtividade e otimização dos custos.

5.2 Cálculo do Indicador de Eficiência Energética

“Este indicador é expresso em unidade litros por 1000 toneladas quilômetro bruto (L/KTKB), relacionando para um determinado período, o total de litros consumidos, o volume de transporte e a distância em que foi efetuado o transporte” (RIBEIRO et al., 2006).

$$EE = \left[\frac{\text{Litros}}{10^{-3} \cdot \text{tonbruta} \cdot \text{Km}} \right] = \left[\frac{\text{Litros}}{\text{KTKB}} \right] \quad (\text{Eq. 08})$$

Nos anexos 1 e 2 são apresentadas as planilhas de cálculo dos indicadores de eficiência energética dos trens 330 tipo TD2B e TD3B respectivamente.

5.2.1 Geração do número de toneladas brutas transportadas

Número formado como resultado dos fluxos de transporte informados pela área de programação e planejamento da carga, considerando as estações de origem e destino de um determinado fluxo.

5.2.2 Geração do número de TKB's (Tonelada Quilômetro Bruta)

O TKB é o melhor indicador de produção que existe em uma ferrovia devido ao fato de estar dentro desse indicador algumas das medidas mais importantes de uma ferrovia de carga:

- Tonelada bruta transportada (Trens carregados ou trens vazios);e
- Distância percorrida.

O número de TBT's (Tonelada Bruta Transportada) é multiplicado pelas respectivas distâncias entre pares origem e destino, gerando assim o número de TKB's dos vagões cheios. Os TKB's dos vagões vazios é resultado direto do desbalanceamento dos vagões existentes quando todos os fluxos são consolidados. A diferença no número de vagões cheios é calculada por frota. Os TKB's dos vagões vazios e cheios são gerados e consolidados por trecho, nos dois sentidos como é apresentado na figura a seguir:



Figura 9: Geração da TKB em um trecho

5.2.3 Associação do TKB com a eficiência energética dos trechos

O TKB está diretamente associado com a eficiência energética de um determinado trecho, pois gera a informação em litros a partir da equação 09 apresentada abaixo.

$$Litros_{AB} = \left[\frac{10^{-3} \cdot TKB_{AB}}{EE_{MEDIA \rightarrow AB}} \right] \quad (Eq. 09)$$

Depois de consolidados os trechos, o total de litros em cada um é somado, junto com as TKB's gerado para cada trecho como apresentado na figura abaixo:

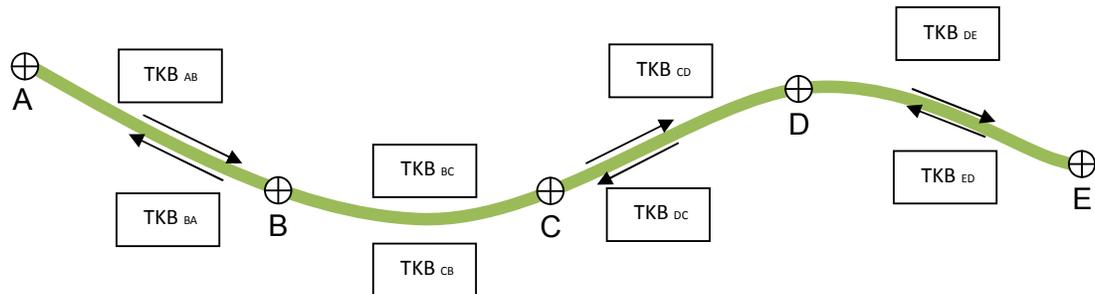


Figura 10: Relação entre TKB e Eficiência Energética por trechos de um percurso

Dessa forma é estabelecido um primeiro número de TKB's em cada corredor que associado com um total de litros de diesel, fornece um valor para eficiência energética em Litros/KTKB (Equação 10).

$$EE_{TRECHO_{AE}} = \left[\frac{Litros_{AB} + Litros_{BC} + \dots + Litros_{DE} + \dots + Litros_{CB} + Litros_{BA}}{10^{-3} \cdot (TKB_{AB} + TKB_{BC} + \dots + TKB_{DE} + TKB_{CB} + TKB_{BA})} \right] \quad (Eq. 10)$$

5.3 Indicadores que impactam no consumo de óleo diesel

O uso de indicadores é de grande importância para o planejamento, acompanhamento e controle do consumo de combustível em trens de carga. Eles desempenham papel relevante na correta avaliação dos dados do consumo, pois indicam onde o consumo está sendo afetado para cima ou para baixo.

A análise dos impactos causados por alguns indicadores de desempenho na operação ferroviária é fundamental para entender o comportamento da Eficiência Energética em relação aos resultados de outros indicadores da ferrovia. A seguir são apresentados os principais indicadores ferroviários que afetam a eficiência energética em uma ferrovia de carga:

5.3.1 Carregamento Médio de Vagões

É definido como a relação entre a quantidade de TU (Tonelada Útil) tracionada e a quantidade total de carregamentos. Sua unidade de apresentação é expressa em TU/VAGÃO. É o valor médio da utilização do vagão, do quanto (TU) ele está transportando, servindo para comparação com a sua capacidade média. Este indicador avalia a produtividade dos vagões no transporte de carga e implica em termos de eficiência energética na relação Hp/ton, pois quanto maior o carregamento do vagão menor a relação Hp/ton.

5.3.2 Trem Hora Parada (THP)

Soma das horas do trem parado em toda a linha. Este indicador tem grande impacto no consumo de combustível, pois toda parada necessita uma arrancada, o que consome grande quantidade de óleo diesel.

5.3.3 *Transit Time* (Tempo Médio de Percurso)

É o tempo (horas) em viagem de ida e volta. Sua aplicação está na verificação da adequação dos planos de transporte, em especial os tempos alocados nas viagens (carregado e descarregado). Em termos de eficiência energética, através deste indicador é possível fazer um comparativo mês a mês e conhecer se houve grandes impactos das restrições de velocidade da linha, ou impacto devido às paradas em pátios no qual o trem está em marcha lenta e etc. O consumo de combustível teoricamente aumenta nestes dois casos sem grande produção de TKB.

5.4 Correlação entre Eficiência Energética, Carregamento Médio de Vagões, THP e Transit Time

Para verificar a relação entre os indicadores de carregamento médio de vagões, THP e transit time com a eficiência energética foi realizada dentro deste trabalho um teste de correlação entre os valores para o mês de setembro.

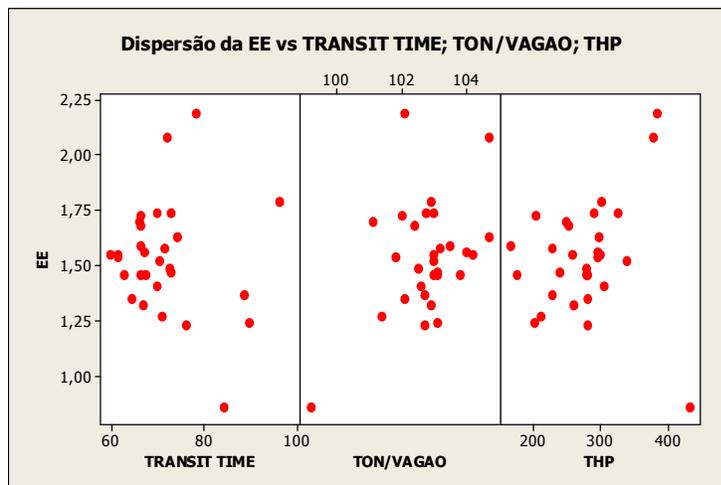


Gráfico 10: Gráfico de dispersão dos dados de eficiência energética (eixo-y) versus *transit time*; carregamento médio; e trem-hora-parada (eixo-x)

A partir dos dados foi realizada uma análise de correlação e regressão que obteve os seguintes resultados:

Tabela 15: Teste de correlação e regressão entre as variáveis eficiência energética, *transit time* carregamento médio; e trem-hora-parada

Correlação de Pearson (R)	TRANSIT TIME	CARREGAMENTO	THP
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	-0,101	0,409	0,154
R ²	22,2%		

A partir do gráfico 10 e dos resultados de correlação verifica-se que a influência dos indicadores citados acima na eficiência energética que na teoria deveria ser importante, mas na prática para o mês de setembro não foi encontrado correlação ($R < 50\%$) supondo então independência entre as variáveis. Talvez com testes mais controlados é possível encontrar melhor correlação entre essas variáveis.

Como conclusão desta análise observou-se que a eficiência energética é um indicador bem complexo, que na prática sofre influência de muitos fatores.

Baseado nas soluções apresentadas no capítulo IV, no capítulo VI são apresentadas as providências tomadas pela Estrada de Ferro Carajás em cada esfera de ação e suas conseqüências no indicador de eficiência energética.