

6. MEDIDAS QUE IMPACTAM NO CONSUMO DE DIESEL ADOTADAS NA EFC

A partir da premissa de controle e gestão sustentável do indicador, no ano de 2007 ações foram implementadas visando o controle e a melhora da eficiência energética na Estrada de Ferro Carajás com o objetivo de tornar o transporte de carga sustentável e melhorar a eficiência energética e operacional do transporte de minério da ferrovia.

6.1 Providência Educacional – Treinamento de Maquinistas

O maquinista é o principal agente influenciador na eficiência energética. Uma má condução do trem pode levar o consumo de combustível a altos valores. Uma providência educacional implantada é o treinamento do maquinista que visa uma operação otimizada e padrão fazendo com que o consumo de combustível diminua consideravelmente de acordo com a perícia do mesmo. Um maquinista antes do treinamento gasta cerca de 100 litros de combustível a mais por hora de condução devido a falta de planejamento na condução (JORDÃO, 2006 apud VALE, 2005) “

Para esse fim foi implantado na EFC no ano de 2007 o Centro de Treinamento e Pesquisa Ferroviária (CEPET), com objetivo de treinar maquinistas e realizar pesquisas de desenvolvimento operacional da ferrovia Estrada de Ferro Carajás. O simulador do CEPET permite inserir dados do trecho e do trem no programa e simular a condução a fim de alcançar um melhor desempenho na operação ferroviária.

O objetivo, em relação ao treinamento, é aperfeiçoar os maquinistas de modo que eles utilizem o perfil da via ao seu favor, durante a condução do trem. Para se alcançar esse patamar e conseqüentemente a redução de consumo o maquinista deve aprimorar alguns pontos essenciais na condução do trem, entre eles:

- a. Conhecimento do perfil de via: À medida que o maquinista conhece bem o perfil de via onde está operando, o mesmo poderá utilizá-lo como ferramenta de operação do trem obtendo uma melhor dinâmica e conseqüente economia de combustível;
- b. Uso correto do acelerador: O acelerador é um dos principais contribuintes para o consumo de combustível. Usado adequadamente pode-se reduzir o consumo principalmente em situações de partida e parada de trens e na transição de perfis descendentes para ascendentes;
- c. Uso correto dos freios: Diretamente ligado ao conhecimento do perfil de via. Se este recurso for bem utilizado, a utilização do acelerador para manter ou recuperar velocidade será menos freqüente. Isto redundará em economia de combustível, além de contribuir para a segurança operacional;
- d. Atitude: De nada adiantará o conhecimento sobre como melhor conduzir um trem se o operador não estiver comprometido em torná-los realidade no seu dia-a-dia. Acreditamos que este é um dos principais fatores que poderão levar nossa operação de trens aos níveis de excelência que a levarão a se tornar mais segura e econômica, e além disso é importante também a experiência profissional do maquinista pois alia o treinamento no simulador com o conhecimento técnico e experiência no trecho a ser percorrido pelo trem maximizando a eficiência da operação do trecho.

6.2 Providência Gerencial – Painel de Eficiência Energética

Melhorar a eficiência energética de uma ferrovia de carga como a Estrada de Ferro Carajás depende de vários fatores e vários setores da mesma. A melhoria só ocorre se todos os agentes influenciadores da eficiência energética estiverem trabalhando em sinergia e com um mesmo propósito: aumento do TKB transportado e economia de combustível.

Por isso, com intuito de tornar eficaz o programa de aumento da eficiência energética a EFC implantou em 2007 e melhorou para o ano de 2008, o painel de eficiência energética com acompanhamento mensal das ações das áreas no sentido de melhorar o indicador.

O painel é uma ferramenta muito importante se todas as áreas da ferrovia relacionadas se comprometessem com o objetivo final da ferramenta. O atual painel de eficiência energética contempla ações desenvolvidas durante o ano do grupo de

eficiência energética e das áreas de operação, manutenção (oficina de locomotivas, vagões e via permanente) e PPC (Planejamento, Programação e Controle). A seguir é apresentado uma parte do painel de eficiência energética atualmente aplicado na Estrada de Ferro Carajás.

Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento da Logística - DILP
GG - Engenharia de Operação
FAROL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Responsável pelo relatório de Auto Avaliação:

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1. Consolidado da Unidade	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2. Grupo de Eficiência Energética	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A unidade controla mensalmente o número de paradas e suas causas												
A unidade controla mensalmente o trem hora parado e suas causas												
Presença dos pontos focais de cada unidade nas reuniões do grupo da diretoria (Maior que 70%)												
A unidade envia um boletim quinzenal comentando as principais ações e indicadores que influenciam na Eficiência Energética												
A unidade divulga um consolidado mensal comentando o fechamento do indicador de eficiência energética do mês anterior, os problemas encontrados e propostas de novas ações												
3. Operação	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
A unidade possui uma identificação dos itens dos DTOs que influenciam na Eficiência Energética e acompanham os resultados mensais dos mesmos												
A unidade cumpre o cronograma anual de treinamento de maquinistas												
A unidade possui regras definidas para uma condução econômica e realiza auditorias para verificar seu cumprimento												
A unidade possui regras definidas para desligamento e isolamento de locomotivas e realiza auditorias para verificar seu cumprimento												
A unidade possui um tratamento para as falhas de locomotivas detectadas que têm causa operacional												

Figura 11: Parte do painel de Eficiência Energética 2008

Fonte: GATOG – EFC

6.3 Providência no controle, recebimento e abastecimento – Gestão do Abastecimento na EFC

A EFC tem três postos de abastecimentos na ferrovia, são eles: São Luis, Açailândia e Marabá. A gestão do abastecimento foi um fator determinante, pois tem o objetivo de otimizar o abastecimento realizado nesses três postos de acordo com as condições e do preço praticado em cada uma dessas cidades.

O preço do óleo diesel praticado na cidade de São Luis foi cerca de 6% menor que o preço praticado nas outras duas cidades. A gestão do abastecimento visou diminuir a porcentagem de combustível

abastecida em locomotivas nos postos de Açailândia e Marabá e conseqüentemente aumentar essa proporção em São Luis. A seguir é apresentado a evolução e os resultados dessa gestão do abastecimento na EFC em 2007:

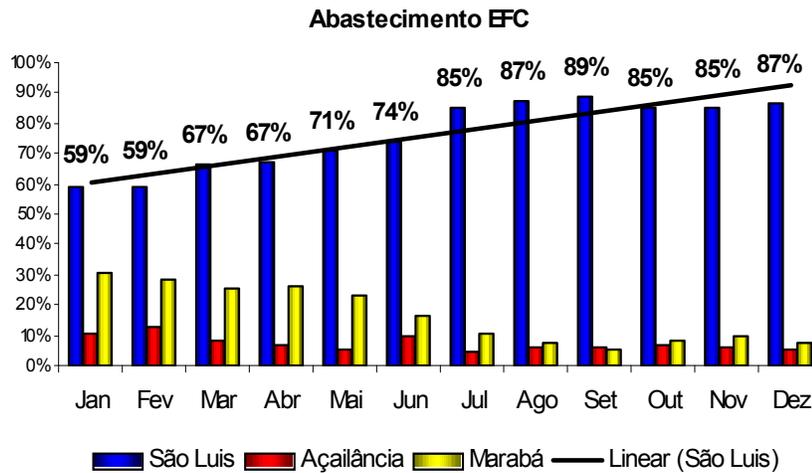


Gráfico 11: Evolução do abastecimento na EFC em 2007

Fonte: VALE (2008)

Essas medidas contribuíram para a EFC tanto na economia com combustível tanto na diminuição do transit time médio mensal, pois se diminuiu o tempo com a parada em dois postos de abastecimento ao longo da ferrovia (Açailândia e Marabá).

O próximo passo é o abastecimento dos trens de minério de ferro somente em São Luis. As locomotivas C-44-9 (DASH 9) têm tanques com capacidade de 18.000 litros e as SD70M têm tanques com capacidade de 17.000 litros, porém existem estudos que visam aumentar a capacidade dos tanques dessas duas locomotivas para cerca de 24.000 litros com o objetivo de dar maior autonomia para essas locomotivas e assim, realizar apenas um abastecimento durante a viagem da locomotiva de São Luis/Carajás – Carajás/São Luis, retirando o abastecimento que ocorre no pátio da cidade de Marabá durante a viagem. Esse procedimento implicará em maior economia devido aos preços do óleo diesel mais baixos praticados em São Luis e maior eficiência na operação

já que não haverá mais tempo de parada para abastecimento em Marabá diminuindo assim o Transit Time. (VALE, 2008).

6.4 Providência Operacional – Implementação do Plano de Condução do Trem

Uma outra providência operacional implantada foi o plano de condução do trem. Essa ferramenta permite ao maquinista ter um planejamento da operação. Este planejamento começa antes mesmo de assumir o trem. Para um bom planejamento é necessário que se tenha o máximo de informações a respeito tanto do trem como do perfil onde irá operar.

Essa ação visa a condução otimizada do trem de minério de ferro. Um plano de condução consiste basicamente em balancear a tração disponível do trem em determinados trechos, utilizando a tração total em alguns trechos e utilizando parte da tração em outros, fazendo uso do desligamento e isolamento de locomotivas. A seguir é apresentado um resumo do plano de condução de trens utilizado na EFC para o trem TD2B:

Tabela 16: Exemplo do plano de condução utilizado para o trem 330 - TD2B em 2008

Recomendações quanto ao desligamento / isolamento de locomotivas para os trens de minério:						
MODELO DE TREM		01 a 17	17 a 33	33 a 48	48 a 58	Recomendação:
Subindo (SLS - CJS)	Locotrol 330 Vgs	1 2 - 3 4	1 ¹ 2 - 3 4	1 2 ² - 3 4	1 2 - 3 4	Isolar loco destacada
		OBS: A locomotiva 4 - comandada da remota sairá de TFPM desligada, sendo religada na troca em Açailândia (MA).				
		1: Tracionar com 3 locomotivas do Km415 ao Km449.				
		2: Isolar a comandada da líder na 1a. parada após o Km540.				
MODELO DE TREM		58 a 48	48 a 33	33 a 17	17 a 01	Recomendação:
Descendo (CJS - SLS)	Locotrol 330 Vgs	1 2 - 3 4	1 2 - 3 4	1 2 - 3 4	1 2 - 3 4	Cumprir PRO Locotrol

Fonte: VALE (2008)

De acordo com entrevistas com gerentes do setor de eficiência energética essa é a ferramenta de mais resultado dentro da gestão do consumo de combustível.

6.5 Providência Tecnológica – Adição de 20% de Biodiesel no Óleo Diesel

O biodiesel, um biocombustível renovável, apresenta-se como uma possível solução para os atuais malefícios provocados pelo petróleo e seus derivados, reduzindo significativamente a emissão dos gases causadores do aquecimento global.

Resultante de um processo químico, onde o principal elemento é a biomassa, caracteriza-se como um produto agrícola, biodegradável e não-tóxico. Combustíveis de origem vegetal, como o biodiesel e o álcool etílico, apresentam emissões líquidas zero ou próximas a zero. De acordo com dados da agência de Proteção Ambiental (EPA), o biodiesel permite redução de 95% nas emissões dos gases de efeito estufa.

O biodiesel é para o diesel o que etanol (E85) é para a gasolina: um combustível substituto feito de biomassa, o que significa que é um combustível renovável e, não contribui em nada ao carregamento da atmosfera com o dióxido de carbono. O biodiesel usa geralmente o óleo de soja ou o óleo de canola como sua base, mas a gordura animal ou o óleo reciclado podem ser igualmente usados. Para apressar sua introdução no mercado, e diluir seu custo adicional sobre o combustível diesel, o primeiro produto comercial está sendo estudado. Uma mistura do combustível biodiesel de 20% e do diesel em 80%, onde surge o B20.

Não se pode comprar o biodiesel prontamente ainda, embora as estações de varejo estão começando aparecer. Entretanto, o B20 não exige absolutamente nenhuma mudança no armazenamento na distribuidora do combustível. Mesmo o biodiesel puro (ou "B100") exigiria somente algumas mudanças pequenas em alguns materiais usados para selos, mangueiras e semelhantes. Assim a infra-estrutura de varejo para um mercado B20 já existe. Além disso, os veículos à diesel (inclusive

locomotivas) não exigem nenhuma modificação de todo ao funcionamento em B20 ou mesmo em umas misturas mais elevadas.

A desvantagem principal do B20, como aquela de Etanol85, são os custos do combustível. Entretanto, dado que não exige nenhuma mudança no tanque ou nos procedimentos dos mecânicos e dos usuários, estudos mostram que poderia ser a maneira a mais efetiva em custo para que algumas frotas cumpram exigências ambientais (os veículos a gás natural devem ser modificados e convertidos e os custos de manutenção são elevados, os mecânicos devem ser treinados novamente).

A utilização do biodiesel é uma providência tecnológica que impacta na eficiência energética. A adição deste tipo de combustível, que não impacta negativamente no meio ambiente pois reduz a emissão líquida de poluentes como os gases do efeito estufa, óxidos de enxofre e material particulado (CO₂, HC, NO_x e SO₂) é um importante passo para o transporte ferroviário se tornar um modal ambientalmente sustentável. Além disso, existem os impactos sociais positivos com a utilização do biodiesel como o incentivo à agricultura familiar (modelo tributário incentivador), desenvolvimento das comunidades produtoras e contribuição ao Programa Nacional de Biodiesel (VALE, 2008).

A EFC utiliza desde o ano de 2007 esse tipo de combustível. Primeiramente, em janeiro de 2007 foi iniciada a utilização do B2, óleo diesel adicionado com 2% de biodiesel. A partir de maio de 2007 a EFC utilizava em toda sua totalidade o B2. Segundo estudos internos o B2 não gera impacto no indicador de eficiência energética. Em maio de 2007 a EFC se tornou a pioneira na utilização B20. De acordo com estudos o impacto do B20 é negativo, cerca de 2,1% de impacto na eficiência energética do transporte de carga da EFC (VALE, 2008).

O B20 não foi mais utilizado na EFC devido a problemas com o fornecedor de biodiesel que não pode mais cumprir o contrato com a empresa. Com o problema de fornecimento, a EFC passou a utilizar

somente o B2, se adequando a Lei Federal 11.907/05 que obriga a utilização de biodiesel B2, passando para o B3 no ano de 2008 para se adequar à mesma lei que obriga o uso de biodiesel adicionado em 3% em todo diesel brasileiro a partir de julho de 2007. (VALE, 2008)

6.6 Providência Tecnológica – Implantação do Trem-Tipo TD2B - 330 vagões

Nas ferrovias que movimentam carga em grandes volumes, o direcionamento é no sentido do total aproveitamento da sua capacidade, utilizando vagões de tara reduzida e capacidade de carga elevada, e formando trens longos que se deslocam a velocidades comerciais elevadas, o que tem levado ao uso de trens cada vez maiores e mais pesados. A opção por trens maiores não apenas amplia a capacidade do sistema, mas pode reduzir alguns custos operacionais.

Com o objetivo de melhorar a eficiência operacional do transporte de minério da Estrada de Ferro Carajás, diminuir a quantidade de trens na malha e aumentar a eficiência energética foi realizada em maio de 2008 a mudança do trem 220, que era composto com três locomotivas e duzentos e vinte vagões para o trem 330, que agora é composto com quatro locomotivas e trezentos e trinta vagões.

Neste item serão verificadas as vantagens e desvantagens da nova configuração do trem-tipo para carregamento de minério de ferro da EFC bem como seu impacto na eficiência energética da ferrovia. Serão analisados dados da nova configuração em comparação com a anteriormente utilizada e será verificado se o aumento do trem-tipo com a adição de uma locomotiva e cento e dez vagões, realmente impacta positivamente na eficiência energética analisando a influência causada por essa nova configuração nos outros fatores da ferrovia.

6.6.1 Relação potência/peso das configurações 220 e 330 vagões

Normalmente com todos os aspectos normais, como índice de MTBF (tempo médio entre falhas) das locomotivas, mesmas condições de linha, mesmo número de paradas e etc, o indicador de eficiência energética tenderia a diminuir contribuindo com uma economia de óleo diesel isso porque analisando somente a relação *Potência/Peso.Útil* tem-se o seguinte:

I. Anteriormente com o trem 220:

- 3 locomotivas com 4400 Hp = 13200 Hp
- Cada vagão carrega em média cerca de 102 ton de minério de ferro, com 220 vagões tem-se que o peso em tonelada útil carregado igual:

$$102 \times 220 = 22440 \text{ toneladas de minério}$$

- tem-se então uma relação *Potência/Peso.Útil* do trem igual:

$$\left[\frac{13200}{22440} \right] = 0,59 \text{ Hp/Ton.Util} \text{ (Uma ton.útil para cada 0,59 HP das locomotivas)}$$

II. Com a adição de uma locomotiva, normalmente a locomotiva utilizada é a DASH 9 foi adicionada ao trem 4400 Hp que somado tem-se

- 4 locomotivas com 4400 Hp = 17600 Hp
- Cada vagão carrega a mesma quantidade da configuração anterior que é cerca de 102 ton de minério de ferro, com 330 vagões tem-se que o peso em tonelada útil carregado igual:

$$102 \times 330 = 33660 \text{ toneladas de minério}$$

- tem-se então uma relação *Potência/Peso.Útil* do trem igual:

$$\left[\frac{17600}{33660} \right] = 0,52 \text{ Hp/Ton.Util} \quad (\text{Uma ton.útil para cada } 0,52 \text{ HP das locomotivas})$$

Em condições iguais a relação *Potência/Peso.Útil* do trem 330 é menor que a relação do trem 220 o que significa que o trem 330 precisa de menos quantidade de potência para carregar uma tonelada útil, isso demonstra que as locomotivas do trem 330 têm maior utilização de potência que as locomotivas alocadas no trem 220. Isso implica em um aumento da eficiência energética se não for considerado nenhum outro aspecto.

Vale salientar que se o trem tivesse 3 locomotivas, mas com 246 vagões essa mesma relação de potência peso seria alcançada mas então fica a pergunta: Por que mudar para a configuração 330 e não adotar uma maior quantidade de vagões com as mesmas três locomotivas? Entre os motivos têm-se a menor quantidade de trens na malha e a facilidade no desmembramento do trem na descarga, pois no terminal da Ponta da Madeira, os viradores que fazem a descarga dos vagões suportam uma quantidade máxima de 110 vagões em seu braço de alavanca e por isso foi adotada a nomenclatura lote para um conjunto de 110 vagões, assim o trem 330 é formado por 3 lotes de vagões quantidade limite de vagões nos viradores do porto, já que hoje existem 3 viradores de vagões.

A mais importante mudança na Estrada de Ferro Carajás no ano de 2008 o projeto do trem 330 está sendo implantado na Estrada de Ferro Carajás (EFC). Um projeto que modifica o trem de 220 vagões utilizados anteriormente para o trem com 330 vagões carregados com minério de ferro. A intenção foi aumentar a eficiência do transporte da ferrovia diminuindo custos, principalmente custos com óleo diesel que no ano de 2008 foi previsto um custo de 35% para a EFC (VALE, 2008). Neste projeto os trens 330 são trens-tipo formados por quatro locomotivas

e trezentos e trinta vagões. Anteriormente os trens tipos eram formados por 3 locomotivas com 220 vagões (VALE, 2008).

6.6.2 Projeto TD2B – 330 vagões

A mudança ocorreu no mês de maio de 2008. O trem de minério com 330 vagões foi denominado de TD2B e foi implantado na EFC com quatro locomotivas com tração distribuída com a seguinte configuração:



Figura 12: Trem tipo de carregamento de minério de ferro com 330 vagões (TD2B)

Fonte: Arrebola (2006)

Uma consequência do aumento da quantidade de vagões e de locomotivas é uma mudança na relação HP/ton do trem devido ao aumento do número de vagões que diminui a relação potência/peso, mas o inverso acontece com a inclusão de uma locomotiva.

Algumas das limitações para que este projeto fosse implantado são apresentados a seguir:

- a. Restrições operacionais, uma vez que todos os pátios e terminais da EFC eram dimensionados para trens de 220 vagões e foi preciso aumentar o tamanho de todos os pátios;
- b. O aumento do trem implica na alteração da condução do trem e é preciso grande treinamento dos maquinistas para conduzir um novo trem;
- c. Aumento da distância de parada que precisa ser avaliado com cuidado, pelo envolvimento com o sistema de controle de tráfego.

Mas depois de implantado esse novo trem tipo para carregamento de minério de ferro trouxe duas grandes vantagens para a EFC trazendo melhorias para a operação da linha e para a produção. A seguir as duas vantagens são apresentadas:

- Diminuição da quantidade de trens de minério de ferro na linha singela da EFC, importante para diminuir a densidade da malha e diminuir a quantidade de cruzamentos de trens, fator importantíssimo para a eficiência da operação da ferrovia e para eficiência energética devido a diminuição da quantidade de paradas e arrancadas, e conseqüentemente o menor consumo de combustível. Anteriormente, com o trem de 220 a meta diária da operação de trens chegando no terminal da Ponta da Madeira era de 12 trens, agora com este novo cenário a meta passou para 9 trens. (VALE, 2008);
- Aumento da carga transportada diariamente. Um trem com 220 vagões transporta na faixa de 22400 ton, um trem com 330 vagões transporta na faixa de 33600 ton. Com o cenário apresentado no tópico anterior quantidade de minério transportada diariamente aumentou cerca de 12,5% melhorando a eficiência da ferrovia.

6.7 Providência Tecnológica – Implantação do Trem-Tipo TD3B – 330 vagões

De acordo com o processo de transição do trem 220 para o trem 330 o final dessa transição seria a implantação do trem 330 tipo “TD3B” que seria um trem mais estável, mais maleável e de melhor condução quando os maquinistas estiverem aptos. Além disso o trem 330 tipo “TD2B” provoca esforços muito maiores durante a frenagem que os trens de carregamento de minério de ferro anteriormente utilizados. Durante os primeiros meses de utilização dessa nova configuração (maio

e junho de 2008), quebras freqüentes nos engates foram verificadas. Isso se deve principalmente ao fato que um trem maior provoca maiores esforços durante a frenagem o que provoca choques de compressão que ultrapassam o limite de resistência dos engates para esses tipos de choques (23 ton).

De acordo com o exposto acima o trem TD3B está em fase de implantação na EFC e o treinamento dos maquinistas é feito continuamente junto com os testes deste formato de trem. Essa nova configuração do trem 330 apresenta o como principal obstáculo de implantação a dificuldade por parte dos maquinistas da condução de um trem com três partes, que podem ter configurações de ponto de aceleração diferentes o que não acontece com o trem TD2B que pode ter no máximo dois pontos de aceleração diferentes.

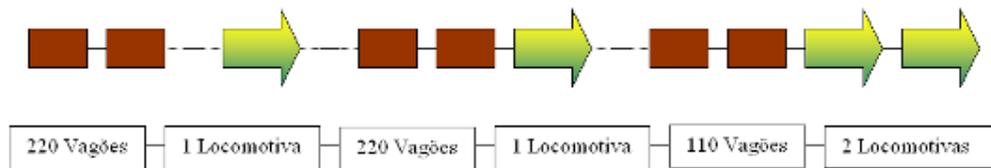


Figura 13: Trem tipo de carregamento de minério de ferro com 330 vagões (TD3B)

Esse novo modelo apresenta muitas vantagens, entre elas:

- Menor ocorrência e em menores valores dos choques de tração e compressão devido o maior controle do trem pelas quatro locomotivas divididas em três partes melhorando a operação do trem em trechos críticos;
- Maior eficiência dos freios;
- Menores esforços transmitidos à via permanente; e,
- Desmembramento rápido no pátio de descarga, já que a descarga é realizada em três lotes com 110 vagões cada um, não precisando de nenhuma locomotiva amais para puxar o lote.

Esse novo modelo estará implantado na EFC em 100% dos trens a partir de janeiro de 2009.

A performance do indicador de eficiência energética bem como uma análise de comparação entre os modelos de trem será tema explorado no próximo capítulo onde será apresentado também os ganhos que existem para esse indicador quando ações são bem sucedidas.