

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E GEOTECNIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM LOGÍSTICA ESTRATÉGICA E
SISTEMAS DE TRANSPORTE

AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE TRENS DE PIRAPORA A WILSON
LOBATO PARA DIMINUIÇÃO DOS TEMPOS FERROVIÁRIOS

Monografia

OLIMPIO RODRIGUES JUNIOR

Belo Horizonte, 2013

OLIMPIO RODRIGUES JUNIOR

AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE TRENS DE PIRAPORA A WILSON
LOBATO PARA DIMINUIÇÃO DOS TEMPOS FERROVIÁRIOS

Trabalho apresentado ao Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte.

Orientador: Profa. Dra Leise Kelli de Oliveira

Belo Horizonte, 2013

AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE TRENS DE PIRAPORA A WILSON LOBATO PARA DIMINUIÇÃO DOS TEMPOS FERROVIÁRIOS

Olímpio Rodrigues Junior

Este trabalho foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra Leise Kelli de Oliveira

Orientador

Prof. Dr. Leandro Cardoso

Avaliador

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, a minha família, ao meu amor, aos meus poucos mais sinceros amigos e a minha grande equipe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar tudo que eu preciso e não só o que eu peço.

Agradeço pelas pessoas boas que conheci na minha vida e também as pessoas não tão boas, pois elas me estimularam a procurar ter as pessoas boas novamente.

Agradeço pelas coisas boas que aconteceu neste período do curso e também as coisa ruins, pois ela muitas vezes me estimulou a voltar ter coisas boas.

Agradeço as pessoas que tiveram paciência comigo...

Obrigado por tudo a todos!

RESUMO

Este trabalho visa descrever e analisar o melhor modelo de trens a ser utilizado no ramal ferroviário de Wilson Lobato a Pirapora, mostrando os impactos na circulação e propondo uma diminuição destes. Foi apresentada a definição de alguns indicadores operacionais que facilitam o entendimento do setor ferroviário, e para os cálculos de definições de recursos foram utilizadas as fórmulas de Colson que, através do resultado das equações, chegou-se às quantidades necessárias para atendimento da meta de produção definida para o período. A principal função deste trabalho é servir de apoio à tomada de decisões do modo ferroviário.

Palavras-Chave: Ferrovia, Logística, Indicadores Operacionais, Tomada de decisão.

ABSTRACT

This article will describe the best train model that would be used on the railroad between Wilson Lobato and Pirapora, and also will propose solution to traffic problems. A definition of railway operational's key performance indicators (KPI) is shown to introduce the subject and the resource sizing to meet the transportation goal is based on Colson's equation. The main object is to support the railway management.

Keywords: Railway, Logistic, Operational Indicators, Decision-making.

LISTA DE SIGLAS

AMV: Aparelho de Mudança de Via;
ANTF: Agência Nacional de Transporte Ferroviário;
BA: Bahia;
DBO: Diretrizes Básicas de Operacionais;
DTO: Diagnóstico Técnico Operacional;
EFC: Estrada de Ferro Carajás;
EPP: Estação de Pirapora;
ES: Espírito Santo;
EWL: Estação de Wilson Lobato;
FNS: Ferrovia Norte Sul;
MA: Maranhão;
MG: Minas Gerais;
MRS: Minas Rio São Paulo;
ROF: Regulamento de Operações Ferroviárias;
SE: Sergipe;
SP: São Paulo;
THP: Trem Hora Parado;
TIA: Terminal Integrador de Araguari;
TIP: Terminal Integrador de Pirapora;
TKB: Toneladas por Quilometro Bruto;
TKU: Toneladas por Quilometro Útil;
TMIB: Terminal Marítimo Inácio Barbosa;
TON: Toneladas;
TPD: Terminal Praia Mole;
TT: Transit Time;
TU: Toneladas útil;
TUF: Terminal Ultra Fértil;
VLI: Valor da Logística Integrada;
VP: Via Permanente.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Quadro de Tração	20
FIGURA 2 – Mapa de Atuação da VLI	26
FIGURA 3 – Mapa da Gerência Sertão	27
FIGURA 4 – Pátio da Estação de Wilson Lobato	28
FIGURA 5 – Pátio do Terminal Integrador de Pirapora	29
FIGURA 6 – Teste de modelo de trens	33

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	11
1.1. Problema.....	11
1.2. Objetivos	12
1.3. Justificativa	12
1.4. Delimitação do Estudo	14
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Recursos Ferroviários.....	15
2.1.1. Regulamento de Operação Ferroviária	16
2.1.2. Diretrizes Básicas Operacionais (DBO).....	16
2.1.3. Trem ou composição ferroviária	16
2.1.4. Tração Distribuída	17
2.1.5. Sistema de Licenciamento.....	17
2.1.6. Quadro de Tração.....	18
2.2. Cálculos Ferroviários.....	19
2.2.1. Cálculo de Frota de Locomotiva.....	19
2.2.2. Cálculo de Frota de Vagões.....	19
2.2.3. Cálculo de Equipagem.....	20
2.3. Indicadores de Desempenho Operacional.....	21
2.3.1. Tonelada Útil.....	21
2.3.2. Tonelada por Quilômetro Útil.....	21
2.3.3. Tonelada por Quilômetro Bruto.....	22
2.3.4. Eficiência Energética	22
2.3.5. Trem Hora Parado (THP).....	22
2.3.6. Transit time.....	22
2.3.7. Ciclo	23
2.4. Sistemas.....	23
3 – AMBIENTE DE PESQUISA.....	
4 – METODOLOGIA.....	
4.1. Estratégia de Pesquisa.....	20
5 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	30
6 – CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICE	34

1 – INTRODUÇÃO

Com a globalização e a concorrência cada vez mais acirrada, o sucesso de uma organização depende da eficiência e eficácia dos seus processos. Desta forma, para as organizações se manterem competitivas no mercado, seus processos devem satisfazer as necessidades de seus clientes internos e externos, proporcionando agilidade, qualidade e confiabilidade.

A alta exigência de qualidade e produtividade imposta pelo mercado faz com que as organizações reduzam progressivamente os custos e os tempos utilizando de forma cada vez mais eficaz os seus recursos.

Para Chopra (2010), o tempo ocioso de um trem é muito caro, pois independentemente do trem estar parado ou movendo os custos de mão de obra e combustível são incorridos, e estes representam mais de 60% dos custos da ferrovia, por isso é importante que as ferrovias mantenham seus recursos bem utilizados.

É nesse âmbito que o trabalho é desenvolvido, buscando melhor utilização dos recursos para garantir melhores níveis de produtividade e de ciclo dos recursos, (locomotivas e vagões), diminuindo os tempos de paradas para troca de trações, abastecimentos e recomposição dos trens. Os conhecimentos adquiridos aplicados na ferrovia através de métodos e técnicas padronizadas poderão obter melhores níveis de produtividade, lucratividade e redução de tempos.

1.1. Problema

Após uma análise detalhada das atividades executadas pela equipe de manobra do pátio de Wilson Lobato (MG), foi encontrado uma falta de priorização nas atividades operacionais nos pátios de estudo, o que desencadeava atrasos para formação dos

trens. Verificou-se também que as equipes de apoio (Manutenção e Abastecimento) não atendiam às necessidades do pátio.

Este trabalho consiste em identificar os principais impactos e propor o melhor modelo de trens que circula da Estação de Pirapora até a estação de Wilson Lobato (EWL) no município de Pedro Leopoldo.

Com base nos fatos descritos acima, este trabalho busca a resposta para a seguinte questão: Como reduzir o tempo total de parada dos trens carregados de grão, ou seja, os de prefixo “J”, vindo de Pirapora para Estação de Wilson Lobato?

1.2. Objetivos

É objetivo deste estudo propor uma melhor forma de trabalho para diminuir o tempo de parada e recomposição dos trens em Wilson Lobato, de forma a servir de ferramenta de apoio à tomada de decisão da empresa.

São objetivos específicos:

- Levantar os principais processos do pátio com o objetivo de estudar as vantagens e desvantagens do modelo de trens utilizado;
- Identificar os gargalos devido à falta de priorização nas atividades dos pátios;
- Analisar os recursos do pátio utilizados na recomposição dos trens;
- Propor métodos e técnicas necessárias para a execução da atividade, garantindo aos colaboradores o conhecimento de todo o processo.

1.3. Justificativa

Nos últimos anos foram feitos diversos investimentos na infraestrutura logística da região de Pirapora, um ramal de aproximadamente 150 quilômetros entre Corinto e Pirapora foi reativado e foi instalado o Terminal Integrador de Pirapora (TIP), com

isso o potencial agrícola da região aumentou muito. Um estudo divulgado pela Agência Nacional de Transporte Ferroviário (ANTF, 2012) mostra que a região é de destaque na produção de soja e milho, porém as lavouras de grãos utilizam apenas 15% da área total da região, o estudo aponta também que há cerca de 2,5 milhões de hectares disponíveis para o plantio.

Com a previsão de crescimento na região a empresa Valor da Logística Integrada (VLI) precisa melhorar o seu desempenho, diminuindo os tempos de ciclo de vagões e locomotivas no pátio de recomposição em Wilson Lobato sejam menores. Em Pirapora foi investido cerca de nove milhões de reais para a criação de uma pera ferroviária (pera ferroviária é uma linha em formato de uma pera que elimina manobras de formação de trens, pois os trens chegam e saem com a mesma formação) com isso o tempo de vagões vazios passou de 30 para apenas 6 horas.

Porém, no pátio de recomposição em Wilson Lobato, não foi realizado nenhum investimento e este pátio é estratégico para a empresa, pois é onde acontece a mudança do modelo de trem que depois de formado segue com destino ao Terminal de Produtos Diversos (TPD) no Porto de Tubarão em Vitória, Espírito Santo.

Chopra (2010) afirma que o desempenho da ferrovia é prejudicado pela grande quantidade de tempo gasto em cada transição, ou seja, nas recomposições de trens, também comenta que os atrasos são exagerados porque muitas vezes o trem não tem recursos suficientes para forma-lo, seja por falta de vagões ou locomotivas.

Neste contexto, um estudo detalhado sobre o tempo gasto para recomposição e o modelo de trens ajudará o desempenho da ferrovia, diminuindo os tempos, fazendo com que a demanda de produção da empresa seja atendida, garantindo assim um melhor desenvolvimento do Norte de Minas Gerais.

1.4. Delimitação do Estudo

O foco do trabalho será na diminuição de tempo de recomposição dos trens de prefixo “J” vindo do TIP para EWL, bem como o modelo de trens utilizado.

Outra delimitação é no que tange à localidade. A região estudada será a Gerência de Operações Minas Bahia 1 com foco nas Supervisões Corinto/Pirapora e Sertão onde fica localizado o TIP e a EWL, também devido à recomposição dos trens acontecerem nestas localidades e por ter a maior quantidade de dados disponíveis e profissionais ligados à operação ferroviária.

Para este estudo será analisado o modelo de trens utilizado na formação da composição e o tempo de carregamento no TIP, os fluxos atendidos no pátio da EWL, tempos de abastecimentos, revistas de vagões e locomotivas e disponibilidade de pessoas para atender os trens.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

ANTT (2013) caracteriza o modo ferroviário de forma especial devido sua capacidade de transportar grandes volumes, com elevada eficiência energética, principalmente em casos de deslocamentos a médias e grandes distâncias. Para entender melhor este modo de transporte existem algumas definições importantes que facilitam a compreensão do sistema ferroviário.

2.1. Recursos Ferroviários

Alvarenga (2012) divide ferrovia em três áreas: Via Permanente, Material Rodante, e Sinalização, formando assim a operação ferroviária e esta que dá o ritmo para que as três áreas funcionem harmonicamente, obtendo assim o máximo de produtividade por meio da integração.

A operação ferroviária diz respeito à operação de trens pela ferrovia, a fim de atender aos fluxos de transporte contratado por um cliente para um certo volume de carga de uma origem para um destino, também existe os fluxos para transporte de produtos para consumo/manutenção própria.

Existem dois tipos de operação que são:

- Circulação de trens, que se refere à viagem do trem ao longo da via, desde a saída de um pátio ferroviário até outro pátio ferroviário.
- Pátios e Terminais são locais onde os trens são manobrados, carregados, descarregados e formados. Os pátios podem ser assistidos ou não, quando o pátio não é assistido ele é controlado pelo Centro de Controle Operacional e qualquer movimentação deve ser autorizada antes.

A resolução nº433 da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) define Tráfego Mútuo como sendo “a operação em que uma concessionária, necessitando ultrapassar os limites geográficos de sua malha para completar uma prestação de serviço público de transporte ferroviário, compartilha recursos operacionais, tais como material rodante, via

permanente, pessoal, serviços e equipamentos, com a concessionária em cuja malha se dará o prosseguimento ou encerramento da prestação de serviço, mediante remuneração ou compensação financeira”.

Direito de passagem entende-se “a operação em que uma concessionária, mediante remuneração ou compensação financeira, permite a outra trafegar na sua malha para dar prosseguimento, complementar ou encerrar uma prestação de serviço público de transporte ferroviário, utilizando a sua via permanente e o seu respectivo sistema de licenciamento de trens”.

2.1.1. Regulamento de Operação Ferroviária

Para a eficiência de uma ferrovia, devem existir procedimentos e normas bem escritos que determinam a responsabilidade que deve ser seguida pelos empregados. O Regulamento de Operação Ferroviária (ROF) é repassado para todos os empregados antes de realizar suas tarefas, e passa por uma revisão a cada dois anos. O ROF define as regras a serem obedecidas por empregados próprios e prestadores de serviços.

2.1.2. Diretrizes Básicas Operacionais (DBO)

Existem tarefas padronizadas para a Operação Ferroviária para garantir que estejam sendo desempenhadas as atividades conforme determina o ROF e os procedimentos que ferrovia desenvolveu as DBO cujos seus benefícios são, redução de ocorrências funcionais, redução do número de acidentes pessoais, redução de impactos ambientais. As DBO são divididas em algumas ferramentas para acompanhamento que são: Teste de Eficiência que faz a verificação se o empregado está cumprindo o ROF e os Procedimentos das suas atividades, e o Diagnóstico Técnico Operacional (DTO) que tem a função de detectar possíveis possibilidades de melhoria no campo técnico da execução. Estas ferramentas têm metas a serem cumpridas no período noturno e nos finais de semana.

2.1.3. Trem ou composição ferroviária

Para Alvarenga (2012), trens também são conhecidos como composição ferroviária, e são formados por uma ou mais locomotivas acopladas por meio de engates a um ou vários vagões. Os vagões são agrupados e engatados em locomotivas nos pátios

ferroviários para formar os trens, eles são classificados de acordo com a sua função ou serviço realizado, existe os seguintes trens: de Carga, passageiros, misto, serviço, socorro, inspeção, e especiais. Os trens recebem sua nomenclatura de acordo com o produto transportado, dia da semana e fluxo existente. Todos os trens devem circular com a documentação específica determinada pelo fisco.

2.1.4. Tração Distribuída

Tração distribuída são sistemas para controle da tração e frenagem dos trens de forma síncrona e independentemente de até cinco locomotivas distribuídas no trem na forma Líder (posicionada à frente do trem, é de onde o maquinista “comanda”, por meio do modulo de interface com o operador, as demais locomotivas distribuída ao longo da composição) e remotas (locomotivas distribuídas ao longo da composição). As principais funções da tração distribuída são controle convencional do freio pneumático, controle convencional da tração e freio dinâmico.

Os trens com tração distribuída têm uma performance melhor comparada com os trens convencionais, em economia de combustível de 5 a 6%, a redução em distância de frenagem de 30% e redução no tempo de carregamento e alívio do freio pneumático em 60%

2.1.5. Sistema de Licenciamento

As ferrovias modernas adotam o esquema de um único escritório centralizado para o controle da operação ferroviária. Nesse escritório, são centralizadas todas as informações da via permanente do material rodante circulando, em pátio e em oficina, as manutenções programadas da Via Permanente (VP), escala da equipagem e todas as outras informações da ferrovia. Sua função principal é manter o gerenciamento operacional visando a melhor utilização de todos os recursos da ferrovia, o atendimento aos fluxos de transporte contratados, a preservação da via e o material rodante, mantendo a segurança de todos os profissionais da ferrovia e garantindo que não haja danos ao meio ambiente.

O controle de tráfego responde pelo gerenciamento dos trens que estão circulando e os que irão circular na via, procurando sempre uma melhor distribuição dos trens ao longo da malha ferroviária, e é responsável pela programação dos trens, desde a sua partida na origem até a chegada ao seu destino.

2.1.6. Quadro de Tração

O quadro de tração contém várias informações como: tabela de características das locomotivas, quadro de capacidade por locomotiva, perfis de rampa equivalente por trecho e quadro de acoplamento. Para chegar ao quadro de tração são feitos cálculos por meio dos princípios da dinâmica ferroviária e chegasse aos resultados através das seguintes bases: esforço resistente ao movimento, cálculo do esforço trator dos rodeiros, cálculo da velocidade mínima contínua da locomotiva, cálculo da aderência disponível, cálculo do esforço trator da locomotiva, cálculo da capacidade de reboque da locomotiva no perfil considerado, cálculo da capacidade de reboque para acoplamentos, abaixo na Figura 1 mostra o resultado do quadro de tração referente ao trecho de estudo.

Sup Corinto Pirapora		GE						GM	Alco	Ziang
		U20	U20MP	U15/13	U12	U10	U8	G8	MX620	SDD8
IDA (EPP EPM)										
EAA	ECO	1210	1.270	680	630	530	490	620	1.000	1.350
EPP	ECO	860	920	530	490	410	380	480	770	1.030
ECO	EOA	860	920	550	510	420	380	400	790	1.080
EOA	ECV	860	920	550	510	420	380	400	790	1.080
ECV	EMX	860	920	550	510	420	380	400	790	1.080
EMX	EOR	860	920	550	510	420	380	400	790	1.080
EOR	EAI	860	920	550	510	420	380	400	790	1.080
EAI	ESX	860	920	550	510	420	380	400	790	1.080
ESX	ESL	860	920	550	510	420	380	400	790	1.080
ESL	EPM	1.210	1.350	730	670	560	520	650	1.060	1.430
VOLTA (EPM EPP)										
EPM	ESL	720	840	450	420	350	320	410	660	890
ESL	ESX	720	840	450	420	350	320	410	660	890
ESX	EAI	720	840	450	420	350	320	410	660	890
EAI	EOR	720	840	450	420	350	320	410	660	890
EOR	EMX	720	840	450	420	350	320	410	660	890
EMX	ECV	720	840	450	420	350	320	410	660	890
ECV	EOA	720	840	450	420	350	320	410	660	890
EOA	ECO	720	840	450	420	350	320	410	660	890
ECO	EPP	860	920	530	490	410	380	480	770	1.030
ECO	EAA	1.140	1.270	680	630	530	490	620	1.000	1.350

FIGURA 1 – Quadro de Tração

Fonte: Arquivos VLI, (2012)

2.2. Cálculos Ferroviários

Os cálculos ferroviários são utilizados para determinar quantidades e tempos necessários para que a operação flua de forma ordenada sem que haja falta ou excesso de recursos, sendo estes otimizados de acordo com as necessidades estabelecidas para atingir as metas estabelecidas.

2.2.1. Cálculo de Frota de Locomotiva

O cálculo de frota de locomotivas determina a quantidade de locomotivas necessária para a formação de trens para atingir uma quantidade estabelecida de volume. A fórmula de Colson para cálculo da frota de locomotivas é dada pela expressão:

$$L_f = \frac{C_f \cdot R}{T_f \cdot C_v \cdot V_t \cdot (1 - m) \cdot E}$$

Onde: L_f – Número de locomotivas para atender o fluxo;

C_f – Carga em toneladas a ser transportada em um fluxo de transporte;

R – Rotação de vagões (Ciclo de vagões);

T_f – Período, em dias dentro do qual se deve fazer todo o fluxo de transporte;

C_v – Carga de cada vagão da frota em toneladas (lotação);

V_t – Número de vagões do trem tipo do fluxo de transporte;

m – Taxa de indisponibilidade para o transporte. Adota-se 0,20;

E – Eficiência do sistema. Adota-se 0,97;

2.2.2. Cálculo de Frota de Vagões

O cálculo de frota de vagões determina a quantidade de vagões necessários para formação de uma composição, a quantidade é determinada de acordo com o volume estabelecido para o período. Para determinar a frota de vagões, utiliza-se a seguinte fórmula matemática:

$$N_v = \frac{C_f \cdot R}{T_f \cdot C_v \cdot (1 - m) \cdot E}$$

Onde: N_v – Número de vagões para atender o fluxo;

C_f – Carga em toneladas a ser transportada em fluxo de transporte;

R – Rotação de vagões (Ciclo de Vagões);

T_f – Período, em dias dentro do qual se deve fazer todo o fluxo de transporte;

C_v – Carga de cada vagão da frota em toneladas (lotação);

m – Taxa de indisponibilidade para o transporte. Adota-se 0,20;

E – Eficiência do sistema. Adota-se 0,97.

2.2.3. Cálculo de Equipagem

Uma vez calculado a frota de locomotivas e vagões para atender o fluxo de transporte, deve-se calcular a quantidade necessária de equipagem (maquinistas e auxiliares de maquinistas) que se deve designar a este fluxo. Para determinar o número de trens por dia, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$N_t = \frac{N_d}{V_t}$$

Para determinar o Ciclo da Equipagem C_e , em horas, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$C_e = T_1 \cdot 24 + T_2 \cdot 24 + Dfs + Dns$$

O número de equipagem é determinado pela expressão:

$$N_e = N_t \cdot C_e \cdot Fde$$

Onde: N_t – Número de trens realizados por dia para atender ao fluxo de transporte;

N_d – Número de vagões por dia;

V_t – Número de vagões do trem tipo do fluxo de transporte;

C_e – Ciclo da equipagem (horas);

T_1 – Tempo em dias da origem ao destino, incluindo-se o tempo de viagem e o tempo de carregamento na origem;

T_2 – Tempo em dias do destino à origem, tempo de retorno, incluindo-se o tempo de viagem e o tempo de descarga no destino;

Dfs – Descanso fora da sede (horas);

Dns – Descanso na sede (horas);

Fde – Fator de disponibilidade da equipagem em dias no ano, por hora trabalháveis no ano. Adota-se 0,06132.

2.3. Indicadores de Desempenho Operacional

Indicador é um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema, ou seja, os indicadores devem estabelecer, para um dado período, uma medida da sustentabilidade do sistema (DEPONTI, 2002). Neste contexto, uma ferramenta utilizada para que a empresa observe como está o seu processo e para tomadas de decisões são utilizados os indicadores que podem ser mensurados de diversas formas como por tempo, peso, distância e também através da relação entre um e outro como tempo *versus* distância.

Os indicadores são compostos meta, objetivo, valor e prazo estes índices são representados por um padrão de medida ou unidade de medida. A seguir serão apresentados alguns indicadores importantes no transporte ferroviário.

2.3.1. Tonelada Útil

O primeiro indicador analisado é o total de tonelada efetivamente transportada na ferrovia. Este indicador é denominado TU que nada mais é que o somatório das toneladas úteis transportadas na ferrovia. Usualmente, ele é expresso em $TU \times 10^3$ e sua apuração é mensal.

2.3.2. Tonelada por Quilômetro Útil

A tonelada útil pode não revelar o real esforço da ferrovia em transportar carga, devido ao fato que uma ferrovia pode transportar uma determinada quantidade de carga por 100km e outra transportar a mesma quantidade por 1000km.

A tonelada por quilômetro útil mede a tonelada útil transportada pela distância percorrida, isto é o somatório dos produtos das toneladas úteis transportadas multiplicadas pelas distâncias em quilômetros correspondentes, este indicador é expresso em $TKU \times 10^6$ e sua apuração é mensal.

2.3.3. Tonelada por Quilômetro Bruto

Este índice mede a tonelada bruta transportada (lotação mais a tara dos vagões) pela distância percorrida, e o somatório dos produtos das toneladas brutas transportadas multiplicadas pelas distâncias em quilômetros correspondentes, sendo expresso por $TKB \times 10^6$, com apuração mensal. Este indicador é utilizado para medir a eficiência energética, pois a locomotiva traciona todo o peso do vagão.

2.3.4. Eficiência Energética

Devido o alto consumo de diesel pelas locomotivas e pelo alto custo do mesmo, aliado ao fato que o consumo de energia gera CO_2 o que contribui para o efeito estufa algumas ferrovias estão buscando reduzir seus custos e poluir menos o meio ambiente. Desta forma, o indicador mais usado é o de Eficiência Energética, (litros/mil TKB). Este índice expressa a relação entre a quantidade de óleo diesel gasto, apurada em litros, dividido pelo $TKB \times 1000$.

2.3.5. Trem Hora Parado (THP)

O THP representa o tempo que o trem ficou parado, não circulando, associado a um evento que caracteriza o motivo da parada, desde que ele é liberado até a sua chegada ao destino. A mensuração do THP considera a composição completa (locomotivas e vagões).

2.3.6. *Transit time*

Transit time é o tempo total de trânsito do trem entre duas estações, este indicador pode ser medido por trem, por dia e mensal.

2.3.7. Ciclo

Ciclo de vagões é o tempo gasto, em dias, entre dois carregamentos sucessivos. Neste tempo gasto estão incluídos os tempos de carregamento do vagão na origem, circulação do vagão carregado até o destino, descarga do vagão no destino e transporte do vagão vazio até outro ponto de carregamento. Um problema para este cálculo é que o vagão nem sempre retorna para o mesmo ponto de origem, sendo assim é adotado um ciclo médio entre as frotas das ferrovias.

2.4. Sistemas

Os sistemas mais utilizados na operação ferroviária são:

- Unilog: sistema responsável por todo controle dos trens, é onde fica registrado quais e quantas locomotivas estão na composição. Também fica registrado os tempos de parada e tempos de carregamento, produtos que estão sendo carregados e transportados, figurando-se como o sistema mais utilizado.
- Unigofer: sistema para gestão de ocorrências ferroviárias.
- Equipefer: sistema para registro de movimentação de equipagem, neste sistema fica registrado o período de férias, folgas, afastamentos diversos, horas de trabalho, horas de descanso na sede e fora da sede dentre outros.
- ACTweb: sistema de licenciamento dos trens, neste sistema é possível acessar o painel de circulação dos trens.

3 – AMBIENTE DE PESQUISA

Este estudo foi desenvolvido na empresa Valor da Logística Integrada, que é uma empresa do Grupo VALE, e uma das maiores empresas de logística integrada do Brasil, presente em dez estados brasileiros conforme mostrado na figura 2. A empresa oferece soluções de logística de carga geral integrando ferrovia, porto e terminal. Faz parte da VLI as ferrovias Centro-Atlântica (FCA) e Norte-Sul (FNS) e existe um contrato com a VALE para que suas cargas trafeguem pela Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM) e Estrada de Ferro Carajás (EFC). Pertencem a VLI os Portos: Terminal Ultra Fértil (TUF) em Santos/SP, Porto Norte e berço 105 em São Luis/MA e o Terminal de Produtos Diversos (TPD) e Terminal Praia Mole em Vitória/ES, Porto de Aratu em Salvador/BA e Terminal Marítimo Inácio Barbosa (TMIB) em Barra dos Coqueiros/SE. Os terminais integrantes são o Terminal de Colinas em Tocantins, Terminal de Araguari e Terminal Integrador de Pirapora em Minas Gerais.

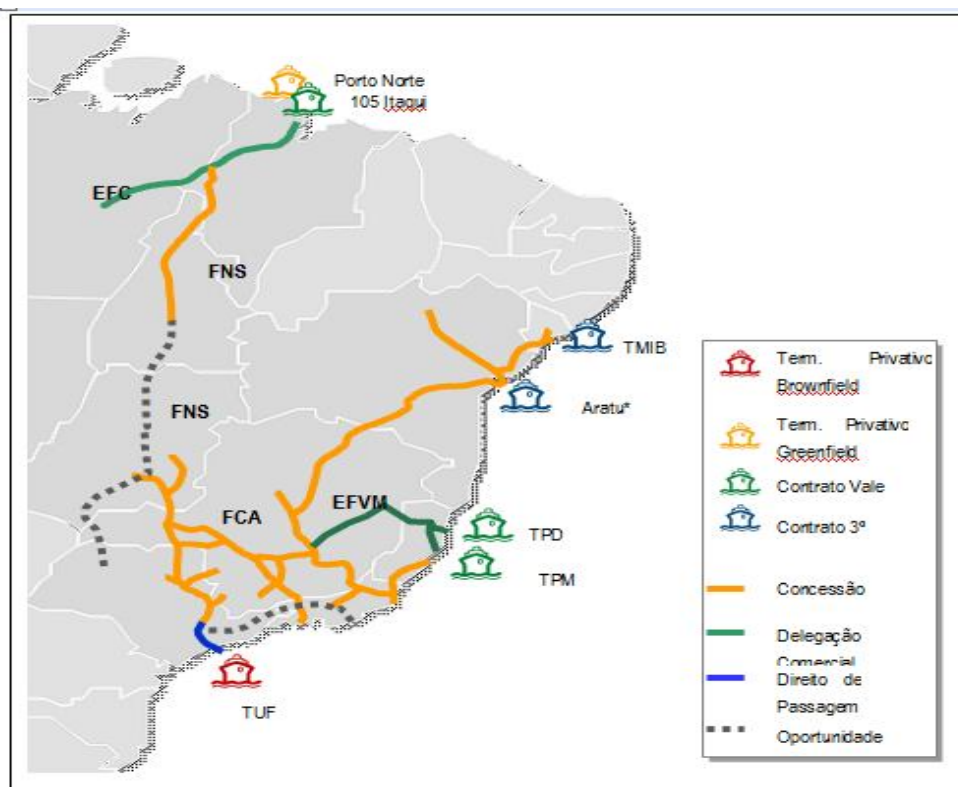


FIGURA 2 – Mapa de Atuação da VLI

Fonte: Arquivos VLI, (2012)

Os principais produtos transportados são soja, milho, farelo, derivados de petróleo e álcool combustível, também é transportado bauxita, calcário, cimento, fosfato, fertilizantes, ferro-gusa, cal, entre outros.

O análise realizada neste trabalho tem como ambiente de pesquisa a gerência de Operações Minas Bahia 1 é o principal eixo de conexão do Estado da Bahia com Minas Gerais. A gerência inicia em Monte Azul, cidade que fica no Norte de Minas e faz divisa com a Bahia e vai até a Estação de Capitão Eduardo em Santa Luzia, Região Metropolitana de Belo Horizonte com um total de 1.534 quilômetros de extensão ferroviária, conforme apresentado na Figura 3.

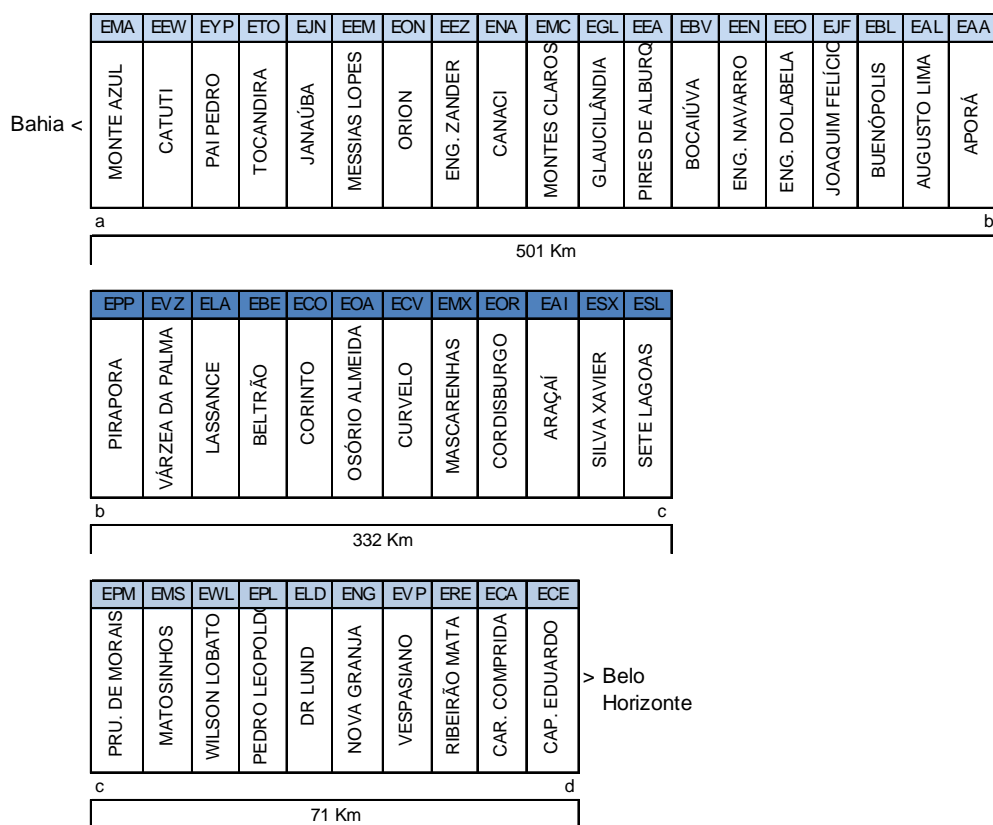


FIGURA 3 – Mapa da Gerência Sertão

Fonte: Arquivos VLI, (2012)

O principal ponto de carregamento de grãos da gerência é o TIP que em 2013 viabilizará o transporte anual de 780 mil toneladas de grãos, também permitirá o

aumento do consumo de fertilizantes. O TIP foi inaugurado em abril de 2009 e está preparado para o transbordo de soja e milho de caminhões para vagões, podendo chegar a embarcar 120 vagões/dia e conta com duas linhas férreas, dois silos com capacidade para três mil toneladas cada, tombadores de caminhão, balanças rodoviária e ferroviária, uma pera ferroviária, escritórios e estacionamento. A malha ferroviária conta com 350 quilômetros entre Pirapora e Wilson Lobato (MG), e este trecho foi remodelado para atender toda a demanda, também foi realizado aquisição e reforma de vagões e locomotivas.

No pátio de Wilson Lobato, apresentado na Figura 4, acontece a recomposição dos trens de grão vindos de Pirapora. Contém oito quilômetros de linha dividido em sete linhas principais, sendo para cruzamentos de trens, estacionamento de vagões e locomotivas e para manobras, 26 Aparelhos de Mudança de Via (AMV).

As equipes do pátio atendem dois terminais de clientes externos e cuidam das manobras, contam com o estaleiro de solda que é responsável por toda a frota de trilhos da VLI e com o Posto de Abastecimento de diesel e insumos como óleo lubrificante, água e areia.

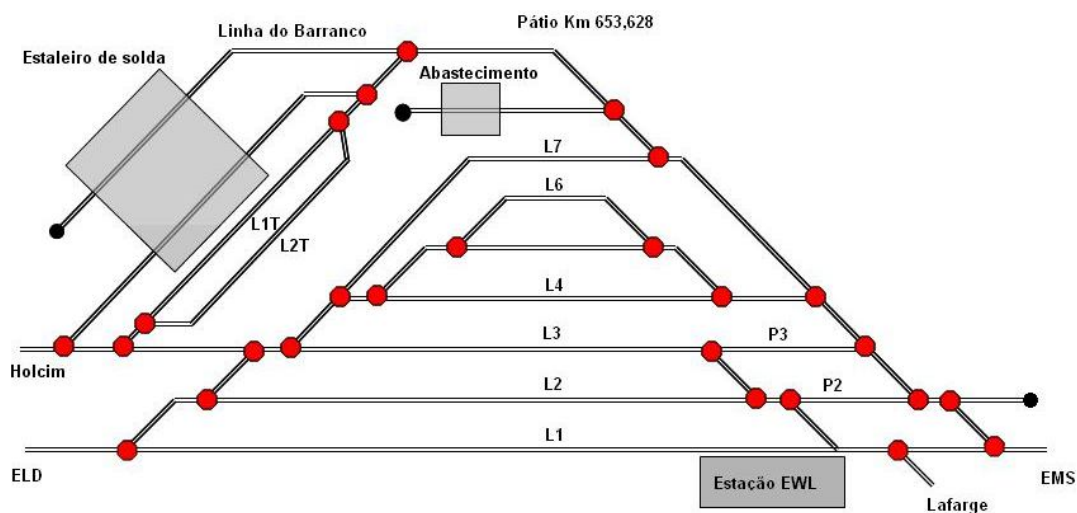


FIGURA 4 – Pátio da Estação de Wilson Lobato

Fonte: Arquivos VLI, (2012)

O pátio do Terminal Integrador de Pirapora é apresentado na Figura 5, neste pátio acontece o carregamento dos trens vazios vindo de Wilson. Contém seis linhas ferroviárias, uma pera e oito AMV.

As equipes do pátio são responsáveis pelo carregamento dos trens vazios, o terminal tem capacidade de armazenamento composto por seis tulhas de 165 toneladas cada totalizando 990 toneladas, uma moega de 210 toneladas, dois silos de 3000 toneladas cada, totalizando 7.200 toneladas de produto armazenado. A área total do TIP é de 37.265 m², e a área construída de 2.341 m².

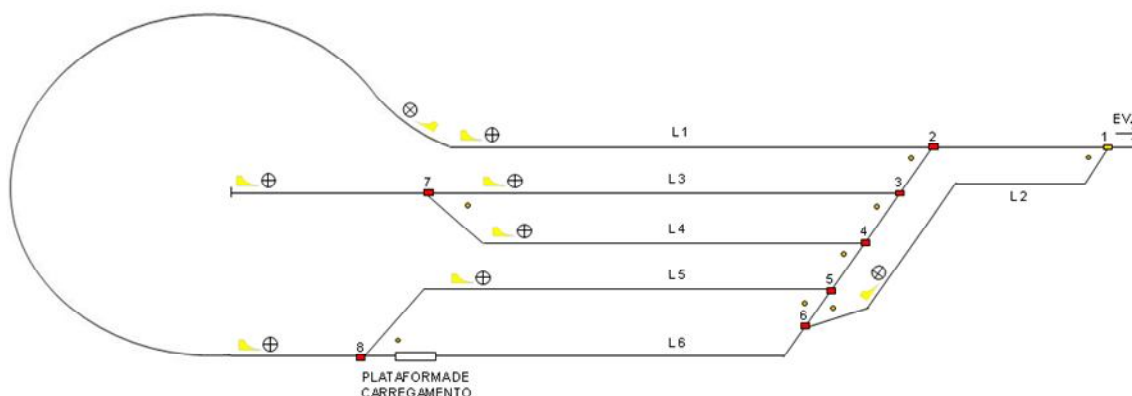


FIGURA 5 – Pátio do Terminal Integrador de Pirapora

Fonte: Arquivos VLI, (2012)

4 – METODOLOGIA

Para Godoy (1995), o estudo de caso é composto por uma investigação detalhada e específica, que tem como objetivo analisar o maior número de variáveis relativas a um fenômeno e propor hipóteses explicativas para o mesmo. Marconi e Lakatos (2008) definem estudo de caso como um levantamento mais profundo de determinado caso ou grupo sob todos os aspectos, porém limitado por restringir ao caso que estuda, não podendo ser generalizado.

Já para Yin (2001), estudo de caso é uma estratégia escolhida ao examinar acontecimentos contemporâneos, os quais não se podem manipular comportamentos e devem ter como questão o “como” e o “porquê”. Yin (2001) propõe as seguintes fases para o processo de estudo de caso; definição do problema, delineamento da pesquisa, coleta de dados (observação), análise de dados e apresentação dos resultados.

4.1. Estratégia de Pesquisa

Em busca de melhoria no modelo de trens e no tempo de recomposição e qualidade do serviço prestado, bem como segurança das informações, este estudo analisará os cenários e irá propor métodos para que as atividades sejam executadas da melhor maneira, reduzindo os tempos e, conseqüentemente, o custo da ferrovia.

Após definido o problema e os objetivos deste estudo, será possível reunir informações do campo, com um grau de detalhamento que propiciará a compreensão mais detalhada do problema a ser estudado, através de observação, análise a sistemas e em documentos.

A observação tem como objetivo captar aspectos importantes da operação ferroviária como, *layout* do pátio, manobras executadas, procedimentos de

abastecimento de diesel e insumos, modelo de trens, confiabilidades das informações, coerência entre o banco de dados e a realidade, todas informações relevante para este estudo será observada e documentada.

Para análise documental, serão utilizados os dados dos sistemas unilog, unigofer e actweb onde é registrado todos os eventos dos trens e do pátio. Após a observação e análise dos dados, serão apresentados os resultados do estudo que determinarão se as proposições teóricas estão corretas, ou se alguma alternativa de explicações poderia ser mais pertinente.

Ao levantar os tempos realizados pela operação, busca-se o principal gargalo, e a consequência deste no tempo total de ciclo/recomposição de trens. Este gargalo poderá representar grande porcentagem. Além da análise dos tempos e a identificação dos gargalos, é de grande importância desenvolver os procedimentos que possam permitir melhoria na priorização e recomposição das atividades e trens. Para que isso aconteça, propõe-se o desenvolvimento de um fluxograma descrevendo todas as etapas do processo e responsabilidades de cada um.

O desenvolvimento correto do procedimento e a melhora no fluxo de processo deverão ser de responsabilidade do programador de pátios e terminais e dos inspetores de pátios e de tração, que por meios de auditoria acompanhará o fluxo de trabalho e identificará alguma restrição. A revisão dos procedimentos e a criação de novos procedimentos deverão ser tratadas de forma especial, garantindo o alinhamento de toda a equipe e a busca de melhoria de todos envolvidos no trabalho realizado.

5 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O primeiro dado analisado foi o modelo de trem utilizado para circulação dos trens de junho a setembro de 2012 de todos os trens que circularam, 57% chegaram em Pirapora com formação locotrol e 43% formação convencional, após este dado foi feita a análise dos ganhos em cada modelo de trem em relação a frenagem, os dados pode ser observado na figura 6.

Análise de Frenagem	Convencional	Locotrol
Tempo de carregamento (AR) (0 a 85 psi)	46 min	20 min
Tempo de carregamento após emergência	15 min	5 min
Tempo de recarregamento após aplicação de serviço	8,5 min	3 min
Tempo início de aplicação na cauda	10 s	3 s
Tempo início de emergência da cauda	6 s	3s

FIGURA 6 – Teste de modelo de trens

Além da frenagem, foi avaliado o tempo de circulação dos trens e verificado que os trens com formação locotrol circulam com um *transit time* de 19,17 horas, 5% melhor do que os trens convencionais que fizeram um tempo de 20,26 horas. Por se tratar de tração distribuída os trens com formação locotrol têm um ganho em quantidade de vagões, sendo possível aumentar em até cinco vagões em relação ao trem convencional. Com isso, o trem ganha em média 280 toneladas de produto. A formação também favorece a utilização racionada de combustível, pois o maquinista consegue controlar as locomotivas remotas, desligando onde o perfil da via é favorável.

Através dos dados analisados, a formação do trem com tração distribuída (sistema locotrol) é mais favorável em relação a formação do trem convencional. Com o aumento da quantidade de vagões que cada trem consegue tracionar foi observado também um ganho em eficiência energética, uma vez que os trens não consumiram mais combustível em relação aos trens convencionais.

Através da análise de tempos na estação de Wilson Lobato foi observado que o maior impacto do tempo do trem parado é a falta de recursos para formação e liberação do trem, sendo assim foi realizado os cálculos ferroviários para encontrar qual a quantidade necessária de locomotivas, vagões e equipes para realizar o volume anual da companhia que é de 780 mil toneladas.

Utilizando as fórmulas de Colson apresentadas no capítulo 2, pode-se concluir que as quantidades necessárias dos recursos são de 28 locomotivas, 1085 vagões, cada vagão seria carregado 14 vezes e para equipagem seria necessário 16 maquinistas.

O trecho em estudo tem restrição de circulação de locomotivas de grande porte sendo utilizado apenas locomotivas do tipo U20 e estas são divididas em convencionais e em microprocessadas, esta restrição é devido à capacidade da via permanente, que também restringe o carregamento de um vagão em 81.500 toneladas por vez, considerando apenas o produto carregado, cada vagão é carregando em média com 56.000 toneladas.

6 – CONCLUSÃO

Com os resultados do trabalho conclui-se que, o maior impacto dos trens parados é a falta de recursos para atendimento do volume anual da empresa. Para melhorar este impacto foi sugerida a utilização do modelo de trem locotrol para o trecho de Wilson Lobato a Pirapora, uma vez que este novo modelo proporciona vários ganhos em tempo de circulação e de recomposição, além de fornecer uma segurança maior devido as aplicações de freios da composição.

Os cálculos ferroviários apresentados à empresa servirão de base para que seja realizada a programação mensal. Com estes dados a empresa poderá alocar recursos em outras regionais, garantindo assim o alcance das metas de produção.

Concluindo, os resultados apresentados têm a sua principal utilização como ferramenta de apoio à tomada de decisão, delineando os tempos, custos e recursos envolvidos em se utilizar uma a configuração locotrol preferencialmente em relação a configuração convencional, podendo assim fazer um comparativo de qual solução logística será a mais adequada e poderá avaliar outros indicadores da empresa, tais como disponibilidade de locomotiva, taxa de ocupação da linha férrea, tempo de percurso, desgaste da linha férrea, entre muitos outros, que serão objetivo de estudos futuros na empresa.

REFERÊNCIAS

ANTF, 2012; Disponível em: <<http://www.antf.org.br/index.php/noticias/2445-fca-conclui-ampliacao-do-terminal-de-pirapora>> Acesso em: 23/02/2012.

ANTT, 2013; Disponível em <<http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4971/Caracteristicas.html>> Acessado em 10/02/2013

CHOPRA, S.; MEINDL P. Gestão da Cadeia de Suprimentos, Estratégia, Planejamento e Operações. 4. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 519 p.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C AZAMBUJA, J.L.B de: estrategia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentado, Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002

FCA, 2012; Disponível em: <<http://www.fcasa.com/pt-br/paginas/default.aspx>> Acesso em: 23/02/2012.

GODOY, A.R. Pesquisa Qualitativa: Tipos Fundamentais. RAE - Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n.3, p20-29, mai./jun. 1995.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Metodologia Científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 312 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2012; Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/noticias/2022-terminal-de-pirapora-amplia-capacidade-de-escoamento-de-graos-em-minas-gerais>> Acesso em: 23/02/2012.

NOVAES, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição, Estratégia, Operação e Avaliação. 10. Ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2007. 400 p.

YIN, R. K. Estudo de Caso: Planejamento e método. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.

APÊNDICE

2.2.1 Cálculo de Frotas de Locomotivas

$$L_f = \frac{C_f \cdot R}{T_f \cdot C_v \cdot V_c \cdot (1 - m) \cdot E}$$

$$L_f = \frac{780.000 \cdot 14,8}{245 \cdot 56 \cdot 40 \cdot (1 - 0,2) \cdot 0,97} = \frac{11.544.000}{425.868,8} = 27,1 = 28 \text{ Locomotivas}$$

2.2.2 Cálculo de Frotas de Vagões

$$N_v = \frac{C_f \cdot R}{T_f \cdot C_v \cdot (1 - m) \cdot E}$$

$$N_v = \frac{780.000 \cdot 14,8}{245 \cdot 56 \cdot (1 - 0,2) \cdot 0,97} = \frac{11.544.000}{10.646,7} = 1.084,2 = 1.085 \text{ Vagões}$$

2.2.3 Cálculo de Equipagem

$$N_t = \frac{N_d}{V_c}$$

$$N_t = \frac{120}{40} = 3 \text{ Trens}$$

a) - Cálculo do Ciclo da Equipagem C_e , em horas.

$$C_e = T_1 . 24 + T_2 . 24 + Dfs + Dns$$

$$C_e = 1,06 . 24 + 1,72 . 24 + 10 + 10$$

$$C_e = 25,44 + 41,28 + 20$$

$$C_e = 86,72$$

86,72 Ciclo de Equipagem

b) - Número de equipagem

$$N_e = N_t . C_e . Fde$$

$$N_e = 3 . 86,72 . 0,06132$$

$$N_e = 15,9$$

16 Equipagens