

22

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

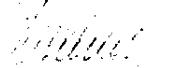
FORMAÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL DE TRENS COLETORES

POR

FERNANDO JORDÃO DE VASCONCELOS

TESE SUBMETIDA  
COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
MESTRE EM CIÊNCIAS EM  
ENGENHARIA DE TRANSPORTES

Assinatura do Orientador da Tese



Rio de Janeiro, RJ,

Março, 1980

A Mariza e meu  
filho Fernando.

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Anselmo Osvaldo Braun, pela dedicação na orientação desta Tese.

Ao Professor José de Carvalho Bustamante, coorientador, pela atuação valiosa e precisa na condução deste estudo.

Ao Engenheiro Miguel Mário Bianco Masella, pela coorientação segura e pelo grande apoio durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Aos Srs. Engenheiro Antônio Luis de Melo, Engenheiro Paulo Murilo Bandeira e General Ivan Wolff pelos entusiásticos incentivos e valiosas trocas de informações técnicas.

Ao Instituto Militar de Engenharia, Seção de Engenharia de Construção e Fortificação (S/2) e à Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte (GEIPOT), pela realização do Programa de Pós-Graduação e pelas condições oferecidas.

À Rede Ferroviária Federal SA pela indicação do autor para participar do curso e pelo grande apoio durante sua realização, e em particular agradecemos ao pessoal dos setores de Desenvolvimento de Pessoal e do Centro de Documentação da referida Empresa.

A todos os colegas do IME e companheiros ferroviários pelo convívio amigável e incentivos sinceros.

A Maria Antonieta Henriques de Pontes, pelo excelente  
trabalho datilográfico.

## SUMÁRIO

São diversas as formas de se operar um sistema ferroviário, resultando esta multiplicidade na dificuldade de se quantificar custos operacionais utilizando um único método de aplicação generalizada e eficiente.

Assim é o caso do trem coletor que constitui-se em um sistema de operação tratado pelas metodologias de custos, sem destacar suas peculiaridades operacionais.

O objetivo deste trabalho consiste em propor um método de quantificar custo operacional de trens coletores, baseando-se na metodologia da Rede Ferroviária Federal SA e posteriormente analisar os resultados através da técnica de função custo.

Inclui-se ainda, neste trabalho, a aplicação do método proposto a um caso real que se desenvolve na Região Açucareira da Mata Setentrional do Estado de Pernambuco, assim como conclusões importantes concernentes a natureza do referido transporte.

## SUMMARY

There are many ways to operate a railway system, and this multiplicity results in a difficulty to quantify operational costs, using only one method of efficient and generalized application.

In such a manner we are dealing with collector trains, which consist of an operation system treated for cost methodologies that provide eminence to its operational peculiarities.

The objective of this thesis consists of a proposal of a method to quantify operational costs of collector trains, having the methodology of "Rede Ferroviária Federal SA (RFFSA)" as basis.

The case study entails an application of the proposed method, to the sugar transportation problem by collector trains, in the region of the northern Pernambuco.

## ÍNDICE

SUMÁRIO	iv
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
SÍMBOLOGIA	xii
I - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Objetivo do Trabalho	1
1.2 - Conceito de Treins Coletores	3
1.3 - Importância e Aplicação de Custos	4
II - FORMAÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL DE TRENS COLETORES - METODOLOGIA	7
2.1 - Método Proposto	7
2.2 - Considerações Acerca das Etapas do Método Proposto	10
2.2.1 - Quanto a Análise dos Métodos de Quantificação de Custos	10
2.2.2 - Quanto ao Método de Quantificação de Custo Operacional Proposto	12
2.2.3 - Quanto a Função Custo	27
2.3 - Críticas ao Método Proposto	29
III - APLICAÇÃO A UM CASO	31
3.1 - Considerações	31
3.2 - Aplicação do Método Proposto - Fase de Quantificação de Custos	31

3.2.1 - Descrição Sucinta de Operação do Trem Coletor do Açúcar	31
3.2.2 - Etapas do Método Proposto	34
3.3 - Aplicação do Método Proposto - Fase de Determinação da Função Custo	52
3.4 - Avaliação e Conclusões da Aplicação	53
<b>IV - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A - NÚMERO DE VAGÕES GERADOS POR USINA</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE B - PROGRAMAÇÃO DOS TRENS COLETORES DE AÇÚCAR</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE C - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TRENS COLETORES DO AÇÚCAR NA RÉGIAO DA MATA SETENTRIONAL DE PERNAMBUCO, DENTRO DO CONTEXTO DA SP1.2</b>	<b>97</b>

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: Formulário de programação do trem.	16
QUADRO 02: Modelo de planilha de custo da metodologia da RFFSA.	18
QUADRO 03: Demanda de vagões por estação/dia.	42
QUADRO 04: Composição do custo variável do fator de produção de transporte - Tração ( $Y_1$ ) Ano 1978.	46
QUADRO 05: Composição do custo variável do fator de produção de transporte - Material Rodante de Tração ( $Y_2$ ) - Ano 1978.	47
QUADRO 06: Composição do custo variável do fator de produção de transporte - Material Rodante de Transporte ( $Y_3$ ) - Ano 1978.	48
QUADRO 07: Composição do custo variável do fator de produção de transporte - Via Permanente ( $Y_4$ ) - Ano 1978.	49
QUADRO 08: Composição do custo variável do fator de produção de transporte - Pátios e Terminais ( $Y_5$ ) - Ano 1978.	50

QUADRO 09: Composição final do custo variável da produção de transporte.

51

QUADRO ANEXO C: Relação de produtividade de cada fator de produção.

99

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Fluxograma do Método Proposto.	8
FIGURA 02: Mapa de Localização das Linhas da SP1.2.	32
FIGURA 03: Mapa de Localização das Usinas na Região da Mata Setentrional de Pernambuco.	33
FIGURA 04: Gráfico da Função Custo obtida.	54

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Quadro de Tração - Alco RSD - 8.	56
TABELA 02: Distância entre Estações.	36
TABELA 03: Comprimento dos Desvios Ferroviários.	37

## SIMBOLOGIA

- TKU - Tonelada quilômetro útil.
- UIC - Union Internationale des Chemins de Fer.
- ICC - Interstate Commerce Comision - Estados Unidos da América.
- RFFSA - Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima.
- Trem-km - Número de trens multiplicado pela quilometragem percorrida.
- TKB - Tonelada bruta multiplicado pela quilometragem, refere-se apenas ao material rodante de transporte.
- Loco-km - Número de locomotiva multiplicado pela quilometragem.
- Trem-km - Número de trem multiplicado pela quilometragem.
- TKB-inclusive loco - tonelada bruta multiplicado pela quilometragem, incluindo o peso bruto da locomotiva.
- Vagão-dia - Número de vagões multiplicado pelos dias de serviço.

Vagão-km - Número de vagões multiplicado pela quilometragem do vagão em serviço.

Vg-carregado - Número de vagões efectivamente carregados.

Vg-movimentado - Número de vagões movimentado em um pátio ou terminal.

TKU - Tonelada útil multiplicada pela quilometragem.

CCP - Código da Estação de Cinco Pontas.

CHO - Código da Estação de Paudalho.

CNS - Código da Estação de Aliança.

CLU - Código da Estação de Upatininga.

CVZ - Código da Estação de Pureza.

CTB - Código da Estação de Timbaúba.

HTC - Vagão Hopper, tipo tanque, com manga de eixo tipo C.

CUHMQ - Custo da hora de maquinista especial.

INPS - Instituto Nacional da Previdência Social.

SMEMQ - Salário médio de maquinista especial.

CUHAMQ - Custo da hora do auxiliar de maquinista especial.

SMeAMq	- Salário médio do auxiliar do maquinista especial.
HMQ	- Horas de serviço de maquinista especial.
HAMQ	- Horas de serviço de auxiliar de maquinista especial.
TKBREB	- Tonelada bruta do material rodante de <u>transporte</u> e de eventual locomotiva não tracionando multiplicado pela quilometragem.
CUTKB	- Custo unitário da TKB.
CUV	- Custo unitário do vagão-km.
CUV-dia	- Custo unitário do vagão-dia.
CUTKBL	- Custo unitário de TKB inclusive locomotiva.
CUVC	- Custo unitário do vagão-carregado.
Vg-Car	- Vagão carregado.
Vg-Mov	- Vagão movimentado
CUVMO	- Custo unitário do vagão movimentado.
NV	- Número de vagões.
Y	- Custo Total Variável.

- X - Tonelada útil multiplicada pela quilometragem.
- $r^2$  - Coeficiente de determinação.
- $y_{mc}$  - Custo médio.
- $y_{mg}$  - Custo marginal.
- SR.1 - Superintendência Regional Recife.
- SP1.2 - Superintendência de Produção Recife.
- IAA - Instituto do Álcool e do Açúcar.

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 - Objetivo do Trabalho

O conhecimento de custos - "lato sensu" - é de real interesse para a atividade econômica como um todo.

Só modernamente desenvolveu-se o espírito empresarial no tratamento dispensado ao segmento transporte, dentro do contexto global de atividade econômica.

A função transporte é uma atividade meio, cujos produtos são os serviços de transportes - passageiro-km e tonelada-km útil - que podem ser avaliados e expressos em termos de custos.

A ferrovia como um dos modos mais utilizados para transporte no mundo, exigiu dos estudiosos da área de custos, o desenvolvimento de métodos de avaliação destes.

Foi nos Estados Unidos da América e na Europa, que se desenvolveram os métodos de avaliação de custos, advindos da necessidade de se determinar uma tarifa justa e razoável. No entanto, tais métodos são de uma maneira geral de caráter estatístico-contábil, elaborado para repartir os gastos decorrentes de instalação e operação de empresa ferroviária sem atentar para a eventual deficiência do sistema, muitas vezes provocadas por ineficiências intrínsecas

do transporte ou pela multiplicidade de concorrência maiores ou mesmo por incompetência gerencial. O certo é que o espírito de equitatividade, pressuposto básico para o estabelecimento dos referidos métodos, não vem tendo correspondência no meio daqueles que lidam de uma forma ou de outra com o transporte ferroviário.

Em alguns estudos recentes, versando sobre a matéria de custos ferroviários, têm seus autores dado um enfoque, cujo critério se baseia na aplicação de funções custos, entendendo eles, ser esta a melhor abordagem para avaliar a formação de custos de serviços específicos de transporte ferroviário, notadamente em análise "ex post".

Ao se considerar a carência de métodos de quantificação de custo aplicado a trens específicos e ainda, o grande emprego da sistemática operacional formada de trens coletores, propõe-se neste trabalho, a formação de custo dos referidos trens.

Salienta-se que neste trabalho denomina-se formação, justamente a quantificação e análise dos dados parciais e finais de custos de cada trem considerado individual e coletivamente.

Para quantificação de custo recorre-se a metodologia adotada pela Rede Ferroviária Federal S.A. e para a análise dos dados referentes a fatores de produção, utiliza-se a técnica da função custo onde se determina o relacionamento

dos fatores com a produção.

### 1.2 - Conceito de Trems Coletores

O sistema ferroviário explora a atividade transporte através do trem, que se pode conceituar como uma composição de veículos tracionada ao longo de uma via fixa - seja esta tração alimentada pelas diferentes formas de energia - com o objetivo de transportar bens e/ou pessoas de um lugar para outro, acrescentando-lhes valor ou satisfação.

Em se tratando de transporte de cargas, costuma-se classificar os trens em: unitários e coletores, e a seguir conceitua-se trem coletor, objeto do presente estudo.

Trem coletor - é aquele que circula entre dois pontos - um dito inicial do percurso e o outro terminal - atendendo à demanda de transporte que se manifesta distribuída ao longo da via fixa e admitindo operações intermediárias para manobras de vagões. Transporta em sua composição um só tipo de mercadoria e tem retorno 100% vazio. Caracteriza-se ainda por ter locomotivas e vagões, destacados só para atender ao determinado serviço.

Salienta-se que o referido trem, opera em trecho restrito e com uma determinada demanda pois conforme seja o caso o sistema de trens coletores não se apresenta como o mais racional.

No caso de trechos longos de atendimento recomenda-se

a exploração através do sistema de trens unitários, bastando para isto convencionar um ou mais pontos concentradores de carga e um ou mais pontos de destinos.

Para o caso de existir uma demanda distribuída ao longo da via fixa, manifestando um volume que justifique a locação de um trem em pontos isolados, evidente não se precisa da formação de trens coletores.

A sistemática de trens coletores tem basicamente duas formas de operação. Uma consiste em os vagões serem distribuídos nas estações mais próximas ao acesso dos desvios industriais, e serem manobrados por locomotivas postadas em estações estratégicas, objetivando a operação de carga ou descarga dentro das unidades industriais ou terminal.

A outra forma de operação consiste na distribuição dos vagões pelo trem, porém, a manobra para colocação dos vagões dentro da unidade industrial é feita pela própria locomotiva do trem que tem o seu tempo de percurso aumentado do tempo necessário para a referida manobra.

A observação de diversos transportes, operado por trens coletores, mostra que pode haver uma mescla das duas formas básicas de operação.

#### 1.5 - Importância e Aplicação de Custos

As empresas ferroviárias dispensam atenção especial no conhecimento de custos, por compreender que o objetivo des-

tes é prover dados essenciais para o campo de decisão dos administradores e para a formulação da política nacional dos transportes.

De maneira geral, são comuns no setor dos transportes ferroviários o conhecimento de custos aplicados aos seguintes exemplos:

- a) Para fixar tarifas, e geralmente para calcular as receitas correspondentes a qualquer operação ou serviço de transporte ferroviário;
- b) Para orientar a política comercial da empresa fomentando aqueles tráfegos cujos custos são inferiores às receitas que proporcionam o transporte;
- c) Como orientação prévia e fundamental para elaboração de planos e programas de operações e respectivos orçamentos;
- d) Para controlar a produtividade econômica dos distintos serviços efetuados pela empresa de transporte ferroviário, estabelecendo se necessário, custos padrões que balizam os níveis a que devem chegar as distintas formas de operação;
- e) Para avaliar uma sistemática operacional, contribuindo para aprimorar a gestão da empresa;
- f) Para dispor de informação básica fundamental, análoga às que podem apresentar os outros meios de transporte concorrentes, permitindo assim, uma po-

lítica de coordenação do transporte mais racional.

No caso do trem colector são também aplicáveis o conhecimento de custos nos seguintes casos:

- a) Fixação de tarifas - dentro do pensamento de fixar tarifa relacionada com o custo;
- b) Avaliação operacional comparativa com outros sistemas - como elemento de indicação para uma análise de alternativas de sistemas operacionais;
- c) Para otimização da operação ou minimização do custo de transporte - através do conhecimento dos elementos formadores do custo é possível obter melhor performance operacional.

## CAPÍTULO II

### FORMAÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL DE TRENS COLETORES

#### METODOLOGIA

2.1 - A formação deste custo operacional como um todo, é tratada na metodologia proposta, em duas fases distintas, mas complementares.

A primeira fase, compõe-se da formulação de um método que quantifica o custo total de operação dos referidos trens.

A segunda fase, constitui-se da análise das relações existentes entre a produção do trem coletor e os diversos fatores de produção efetivamente utilizados, abordagem esta, feita pela técnica da função custo.

Ambas as fases desenvolvem-se em etapas a seguir relacionadas:

#### I<sup>a</sup>. Fase - Quantificação dos Custos Totais

Subdivide-se nas seguintes atividades:

1) Verificar a adequação quanto a conceituação;

2) Levantar as condições operacionais do transporte;

3) Coletar informações, junto ao Movimento, ao longo da linha e nos pontos de carga e descarga;

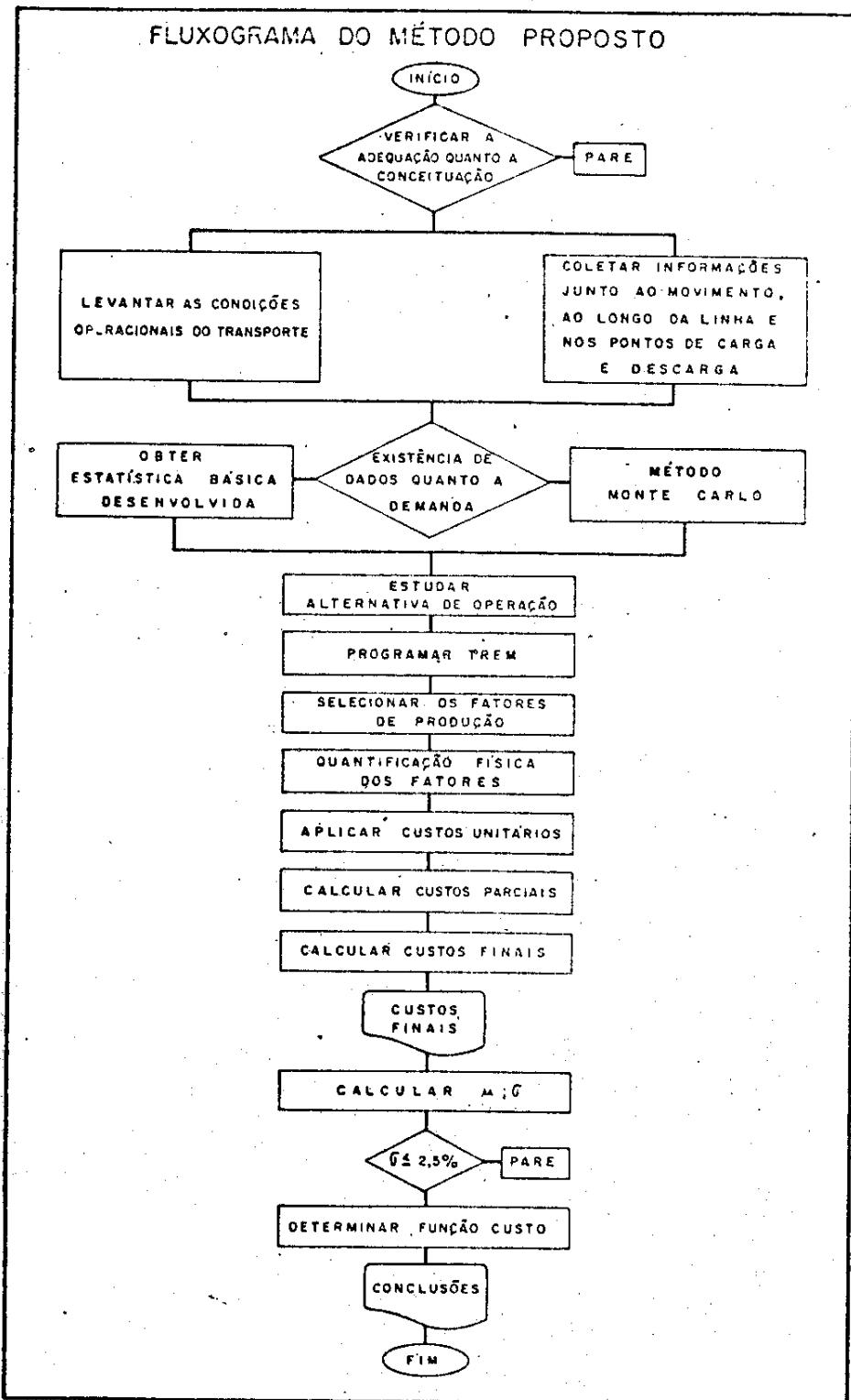


Figura 01: Fluxograma do método proposto.

4) Saber da existência de dados quanto a demanda;

a) Estatística básica bem desenvolvida, pronta para utilização de modelos matemáticos ou de função custo;

b) Estatística básica não completa, levando a aplicação do método de Monte Carlo.

5) Estudar alternativa de operação;

6) Programar trem;

7) Selecionar os fatores de produção;

8) Quantificar fisicamente os fatores;

9) Aplicar custos unitários;

10) Calcular custos parciais;

11) Calcular custos finais;

12) Calcular a média e desvio padrão dos custos unitários por produto (Cr\$/TKU).

## 2<sup>a</sup>. Fase - Determinação da Função Custo

1) Determinar a curva da função custo;

2) Conclusões.

No Quadro apresenta-se um fluxograma do método posto.

## 2.2 - Considerações Acerca das Etapas do Método Proposto

### 2.2.1 - Breve Análise dos Métodos de Quantificação de Custos

Os métodos de custos, normalmente utilizados no transporte ferroviário, podem classificar-se em:

- Sintéticos: aqueles de caráter estatístico-contábil que apresentam como resultado os custos unitários gerais para a empresa ferroviária;
- Analíticos: aqueles que estudam a formação de custos segundo os fatores constituintes, sensíveis à variabilidade destes isoladamente.

Observa-se que ambos os grupos têm como razão de existência de seus métodos, elaborar um instrumento adequado para fundamentar a tarifação dos serviços de transporte.

Os métodos sintéticos têm a preferência das empresas ferroviárias pois estão estreitamente ligados aos seus balanços financeiros, uma vez que repartem todos os gastos com o produto realizado. Têm a vantagem de remunerar todas as despesas efetuadas com a geração de fatores de produção do transporte, porém têm as desvantagens de não apresentar as ineficiências do sistema operado na consideração dos diversos serviços e só são aplicados "a posteriori".

Os métodos analíticos têm aplicações específicas a determinados tipos de serviços, analisa o custo total de for-

ma sensível quanto a utilização de seus fatores de produção. São melhor aplicados no estudo de viabilidade de projetos, erradicação de ramais, supressão de serviços de trens e análise modal. Tem a vantagem de serem bem aplicados a modelos, principalmente nos casos que necessitam de simulações operacionais. Como desvantagem apresentam a necessidade de conhecimento completo das etapas detalhadas da operação, uma quantidade grande de informes cadastrais, e de um aparelho estatístico volumoso, tudo isto tornando sua aplicação onerosa. Cita-se ainda, como desvantagem a não possibilidade de extensão de suas conclusões para outros tipos de trens com características diferentes.

Entre os métodos sintéticos estão os processos mais usuais de cálculo de custos ferroviários, onde pode-se citar os dois sistemas mais difundidos no mundo dos transportes, são eles:

- O sistema baseado nas recomendações da "Union Internationale des Chemins de Fer - UIC";

- Os sistemas baseados nas normas da "Interstate Commerce Comision - ICC" dos Estados Unidos da América.

Entre os métodos analíticos mais difundidos pode-se citar dois, a seguir:

- Método do fator virtual, que permite quantificações de custo operacional considerando as diferentes com

binações de traçado com tipos de tração, de trem rebocado e distintas velocidades;

- Método da formulação da função produção-custo, que além de quantificar custos, analisam também a relação existente entre a produção e os fatores de produção.

#### 2.2.2 - Quanto ao Método de Quantificação de Custo Operacional Proposto

Determinar custo operacional é, em síntese, medir monetariamente os recursos utilizados na prestação de serviços de operação.

Existem duas óticas pelas quais se pode tratar esta mensuração: a econômica e a financeira.

A econômica leva em consideração os custos alternativos ou de oportunidade, conduzindo o estudo por um caminho difícil quanto aos pressupostos da oportunidade, motivo pelo qual só se recomenda este enfoque quando tratar-se de análise mais complexa de custos ou de comparação modal.

A financeira, aquela de efetivo desembolso da empresa, é a recomendável no caso do estudo destinar-se a cobrir os custos visando a uma tarifação.

##### Detalhamento das etapas:

- 1) Verificar se o trem coletor, objeto do estudo, en-

quadra-se dentro da conceituação dada anteriormente;

- 2) Levantar todas as condições técnicas e operacionais em que se dá o transporte, tais como: sistema de carga e descarga e operações de transbordo, bem como a condição de resarcimento dos gastos efetuados pela utilização dos equipamentos e mão-de-obra das acimas referidas operações;
- 3) Esta coleta envolve informação das mais diversas naturezas, tais como:
  - existência de tabela de horário já diagramada para o trem coletor em estudo;
  - constatação da existência dos desvios, bem como seus comprimentos e utilização nas estações intermediárias;
  - horário de funcionamento das unidades industriais e dos terminais;
  - observação de restrições operacionais no trecho ferroviário;
  - condição de acesso aos desvios industriais;
  - tempos de carregamento por vagão, nas unidades industriais e de descarga nos terminais;
  - frota de locomotivas e vagões disponíveis para atendimento da demanda;

- detalhamento dos tempos e movimentos das manobras dos vagões nas estações intermediárias mais próximas ao acesso dos desvios industriais bem como nos terminais;
  - quadro de tração das locomotivas que efetivamente vão operar o sistema;
  - distância entre estações;
  - percurso entre estações;
  - características dos veículos acionados no transporte.
- 4) Coletar os dados referentes à demanda por transporte - a metodologia inclusive se propõe a considerar que, na falta de estatística básica que supra as informações no tocante a demanda, é possível o emprego do método de Monte Carlo pressupondo uma distribuição de probabilidade de ocorrência da demanda que mais se assemelhe com a realidade;
- 5) Estudar as alternativas possíveis de operação - consiste esta etapa na consideração das possibilidades operacionais de movimentação do trem pautada pelas duas operações padrões do trem coletor, atentando quanto a conveniência de se adotar um esquema operacional que não se apresente como um entrave à movimentação de outros trens operados naquele trecho ferroviário;

6) Programar o trem, para melhor desempenho desta etapa, uma das mais importante do método, utiliza-se como meio auxiliar, um formulário, Quadro 01, onde estão sintetizadas todas as informações pertinentes e necessárias para a execução de operação, do trem.

A seguir, detalha-se o formulário:

Coluna	Referência
01	Prefixo dos trens.
02	Códigos das estações, sejam terminais ou intermediárias.
03 e 04	Horário de partida e chegada dos trens nas estações.
05,06,07 e 08	Informações sobre vagões recebidos ou deixados nas estações bem como se estão carregados ou vazios. Observe-se a composição e reconstituição de vagões.
09	Informação que facilita a programação do trem.
10	Coluna que informa as toneladas possíveis de serem tracionadas.
11	Número de locomotivas efetivamente tracionando.
12	Coluna que informa as toneladas efetivamente utilizadas ou rebocadas.
13	Número de locomotivas rebocadas para reserva de tração ou manobras.

QUADRO 01: Formulário de programação do trem.

Trem	Estação Chegada Partida	Horário Compositora e Recompositora (Vagões)						Saldo no Trem Oferecida Utilizada Tonelada
		C	V	C	V	C	V	
01	02 03 04 05 06 07 08	09	10	11	12			

7) Selecionar os fatores de produção, consiste esta etapa em explicitar os componentes do processo produtivo de forma desagregada.

Observe-se o Quadro 02, que reproduz o modelo de planilha de custo do método da RFFSA.

Ressalte-se ainda, conforme seja a condição do acordo de transporte, pode o trem coletor ter o custo operacional quantificado em função de todos os itens existentes na planilha original da RFFSA, porém, a experiência tem mostrado que nem sempre são utilizados todos os itens ali relacionados.

Observe-se também, sempre que se verificar a existência de um fator de produção em forma desagregada e ser o mesmo de relativa facilidade de obtenção, estatística, dá-se preferência a este, por ser obtido de forma direta para o trem em estudo, preterindo-se o correspondente do método da RFFSA.

Os fatores constantes na planilha de custo original da RFFSA são a seguir definidos:

A) Locomotivas diesel - fator composto dos seguintes itens:

A<sub>1</sub> - Equipagem, quantificado na Conta 51.600 - Pessoal de Tração de Locomotiva Diesel, Percurso - despesa de pessoal referente aos maquinistas e auxili

**QUADRO 02: Modelo de planilha de custo da metodologia da RFFSA**

Item	Unidade	Custo Unitário Variável	Custo Total Variável	Custo Variável por TKU
A) Locomotivas				
A1-Equipagem	Trem-km			
A2-Combustível e Lubrificante	TKB			
A3-Conservação e Reparação	Loco-km			
Total	Loco-km			
B) Trens				
B1-Serviço nos Trens	Trem-km			
B2-Outros Custos	Trem-km			
C) Via Permanente				
D) Vagões Próprios				
D1-Tempo	Vagão-dia			
D2-Distância	Vagão-Km			
E) Terminais				
E1-Documentação	Vagão-carregado			
E2-Operação de Pátios	Vagão-movimentado			
E3-Armazém de Carga	50 kg			
F) Baldeação, Coleta e Entrega	Toneladas			

ares utilizados em serviço durante o percurso. Despesa 100% variável e alocada em função do número de trem-km produzido.

A<sub>2</sub> - Combustível e Lubrificante, quantificado nas Contas 51.610 - Consumo de Locomotiva Diesel, Energia de Tração corresponde ao custo do combustível utilizado no funcionamento de locomotiva diesel. É considerado 100% variável e dividido entre Custo em Linha e em Pátios. A parte referente a Pátios é explicada no item Pátios e Terminais. A parcela relativa a Linha é alocada em função da TKB-rebocada produzida, e

51.611 - Consumo de Locomotiva Diesel, Lubrificantes e Diversos - corresponde ao custo dos lubrificantes e materiais diversos utilizados no funcionamento das locomotivas diesel, tais como pequenas ferramentas e utensílio de bordo. É considerado 100% variável e dividido entre despesa em Linha e em Pátios, obedecendo ao mesmo cálculo proporcional da Conta 51.610.

A<sub>3</sub> - Conservação e Reparação de Locomotivas Diesel-Eletricas - quantificado pelas Contas:

- 45.300 - Reparação de Locomotiva Diesel-Elétrica, custo de reparações efetuadas sob programa e periodicamente ou em casos especiais (acidentes e outros), classificadas em "pequenas", "má-

dias" e "grandes", segundo o número de homens-hora aplicados na forma estabelecida, pelas instruções vigentes. Debitam-se ainda, a esta Conta, as despesas de vistorias, lubrificações e limpezas relacionadas as operações. É considerada 100% variável e alocada em função da loco-km produzida.

15.501 - Conservação de Locomotivas Diesel-Elétricas, custo das operações de revista, lubrificação e limpeza, inclusive substituição eventual de peças de consumo corrente, serviços estes normalmente executados nos depósitos. É considerado 100% variável e alocado em função da loco-km produzida.

51.500 - Chefia dos Depósitos e Abrigos, despesa do pessoal dirigente e dos escritórios administrativos dos depósitos e abrigos. É considerada 80% variável.

51.510 - Depósitos e Abrigos de Material de Tração, todos os custos de recepção e preparação das locomotivas, limpeza e enchimentos dos areeiros, bem como o custo dos utensílios e ferramentas necessários aos serviços. É 80% variável.

B) Treins - em virtude da natureza das Contas que são

relacionadas neste fator, não consiste o mesmo de grande importância para a operação de trens coletores, razão pela qual não se considera tal fator, o que não afasta a possibilidade de eventualmente ocorrer uma operação com trens coletores que solicite os serviços quantificados neste fator.

C) Via Permanente, este fator consiste na quantificação das seguintes Contas:

40.123 - Conservação Corrente da Linha, Materiais Acessórios - custo de materiais acessórios empregados na substituição de trilhos, dormentes e lastro (talas de junção, placa de apoio, tifrefonds e outros) bem como o custo dos aparelhos de mudança de via e seus acessórios. É considerada 20% variável e alocada em função da TKB - inclusive locomotivas produzidas.

40.124 - Conservação Corrente da Linha, Pessoal - despesa do pessoal empregado na conservação e assentamento dos trilhos, dormentes, aparelhos de mudanças de via e renovação de lastro. Despesa considerada 20% variável e alocada em função da TKB - inclusive locomotivas produzidas.

40.125 - Conservação Corrente da Linha, Outras Despesas - serviços prestados por terceiros, bem como despesa de carga e descarga de material

ais e transporte. É considerada 20% variável e alocada em função da TKB - inclusive locomotivas produzidas.

40.140 - Reparações Devida a Causas Acidentais - custo de reparação do leito da linha e de suas instalações, bem como das obras de arte, decorrente de causas acidentais e imprevisíveis como enchentes, desmoronamentos e acidentes de tráfego. É considerada 20% variável e alocada em função da TKB - inclusive locomotivas produzidas.

40.160 - Serviços Auxiliares de Turma - custo dos serviços auxiliares, isto é, aqueles que são indispensáveis à execução dos demais, tais como o do cozinheiro, aguadeiro, sinaleiro e outras atividades auxiliares. É 20% variável e alocada em função da TKB - rebocada inclusive locomotiva produzida.

40.400 - Conservação de Máquinas, Ferramentas e Utensílios da Via Permanente - custo de conservação e reparação de veículos, ferramentas e outros equipamentos. Considerado 20% variável e alocada em função da TKB - inclusive locomotiva produzida.

D) Vagões Próprios - este fator é constituído dos seguintes itens:

D<sub>1</sub> - Relativo a Tempo, quantificado pela Conta 45.510 - Reparação de Vagões - custo das reparações efetuadas sobre programas e periodicamente ou em casos especiais (acidentes e outros). Debitam-se, ainda, a esta Conta, as despesas de vistoria, lubrificação, limpeza e desinfecção relacionadas às reparações. Considerado 100% variável e alocado em função de vagão-dia.

D<sub>2</sub> - Relativo a Distância, quantificado pelas Contas:

45.511 - Conservação de Vagões - custo de operação de revista, lubrificação e limpeza, inclusive substituição eventual de peças de consumo corrente, serviço este normalmente executados nos Depósitos. Custo considerado 100% variável e alocado em função de vagão-km.

51.930 - Percurso, Estadia e Aluguéis de Material Rodante, taxas pagas ou devidas pela Empresa, quando seus veículos transitarem pelas linhas de outras empresas, por força de concessão ou convênio, assim como pelas taxas e aluguéis relativos à permanência dos veículos de outras empresas à seu serviço. Considerada 100% variável e alocada em função de vagão-km.

E) Terminais - este fator constitui-se dos seguintes itens:

E<sub>1</sub> - Documentação, quantificado pelas Contas:

51.100 - Todas as despesas relativas as pequenas estações e paradas. Considerada 25% variável e alocada em função de vagão-carregado.

51.110 - Despesa de pessoal, relativa aos chefes de estações, assistentes, empregados das secretarias, escritórios e serviços gerais, despesas comuns das estações, como: impressos, bilhetes, formulário de expedição, pautas tarifárias, materiais de escritório, electricidade, telefone, água, etc. É considerada 80% variável.

51.112 - Despesas relativas ao pessoal cujas funções se referem ao setor de Cargas particularmente, as referentes aos escritórios do tráfego (recepção de expedições e relações com os usuários) e dos escritórios de controle de vagões (recepção e acompanhamento dos pedidos de material rodante feito pelos usuários). Considerada 100% variável.

E<sub>2</sub> - Operação de Pátios, quantificado pelas Contas seguintes:

45.300 - Reparação de Locomotivas Diesel-Elétricas, considera a parte alocada a Pátios.

45.301 - Conservação de Locomotivas Diesel-Elétricas, considera a parte alocada a Pátios.

51.115 - Grandes Estações - Manobras de Triagem, despesas relativas ao pessoal utilizado no serviço de formação e modificação de composição dos trens, bem como a movimentação dos vagões nos pátios de triagem. Despesa considerada 75% variável.

51.116 - Grandes Estações - Outros Serviços de Manobras, despesas relativas ao pessoal utilizado no serviço de formação e modificação da composição dos trens, bem como a movimentação de vagões em outros pátios que não os de triagem.

51.610 - Consumo de Locomotiva Diesel - Energia de Tração, considera a parte alocada a Pátios.

51.611 - Consumo de Locomotivas Diesel - Lubrificantes e Diversos, considera a parte alocada a Pátios.

8) Quantificação física dos fatores de produção, esta etapa constitui-se em quantificar os diversos fatores utilizados na produção do trem coletor.

A fonte de referência é o formulário constante no Quadro 01, onde é fornecida toda informação relativa a utilização de fatores.

- 9) Aplicar os custos unitários, consiste em coletar no Relatório de Custo de Transporte de Passageiro e Carga da RFFSA, publicado anualmente pelo Departamento Geral de Custo da Diretoria de Planejamento da RFFSA.

Os custos unitários tomados são os custos variáveis unitários de longo prazo, calculado a nível da Superintendência de Operação e já englobando depreciação e juros.

Observe-se que aqueles fatores que forem calculados de maneira desagregada não igualmente ao da metodologia original da RFFSA, tem seus custos unitários calculados separadamente.

- 10) Calcular os custos parciais dos fatores, esta etapa é de simples execução, pois consiste de operação de multiplicação cujos termos são, a quantidade física dos fatores utilizados e o custo unitário referente a cada fator.
- 11) Calcular os custos totais de operação e o custo unitário por produto realizado, consiste esta etapa na adição de todas as parcelas referentes aos custos parciais dos fatores produtivos e posterior

mente dividi-los pela produção realizada.

12) Determinação da média e desvio padrão, para cada trem operado há um custo unitário por produto realizado, calcula portanto a média e o desvio padrão do conjunto de trens coletores em estudo para concluir a respeito da homogeneidade de operação.

No meio ferroviário em geral, admite-se como grau de homogeneidade o desvio padrão. Dizendo-se haver homogeneidade de operação quando o desvio padrão não excede de 2,5%, embora em certos casos existe tolerância de até 5%.

#### 2.2.3 - Quanto a Função Custo

Como parte complementar do método proposto, procede-se a análise dos resultados obtidos na primeira fase, pela determinação da função custo.

Sabe-se que, à Engenharia, verificando a tecnologia do processo produtivo, fixa que fatores de produção (combustível, mão-de-obra, material etc) são necessários e em que quantidades, para a obtenção de um dado volume do produto final em análise.

Diz-se então que, a função matemática que exprime esta relação física é a função de produção procurada.

Considerando que, um mesmo resultado se pode obter, por vezes, com diferentes combinações, trata a Ciência Econômica

ca de selecionar a de menor custo, ou no caso mais simples, de chegar a um valor de custo, para um dado nível de produção, através do custo dos fatores empregados.

Podendo-se inclusive concluir que, as funções de produção e de custo estão estreitamente relacionadas.

"As funções podem ser calculadas segundo diferentes critérios:

1 - Em base a uma verificação e análise, classificar os gastos em fixos, variáveis diretamente e variáveis indiretamente, provendo sua alocação,

2 - Formulações de hipóteses sobre as relações custo-produção, com base na tecnologia do processo.

3 - Determinação das funções por meio de análise estatística.

Estes três critérios, que sinteticamente podem denominar-se de contábil, técnico e estatístico, não são mutuamente exclusivos, sendo frequente usá-los complementarmente, embora com ênfase em um deles".

O método proposto adota o critério estatístico, onde relaciona a produção com o custo total de operação através de um ajustamento de curva, determinada por regressão, utilizando o critério dos mínimos quadrados.

Desta curva assim obtida, pode ser tirada conclusões

importantes a respeito do comportamento de variação da produção com a variação do custo total de operação.

Uma outra possibilidade de aplicação do critério estatístico adotada pelo método proposto na fase de análise, é a informação de variação da produção com a variação física dos fatores quando relacionados isoladamente, sob a condição "ceteris paribus", onde se determina as equações para os diversos fatores.

### 2.3 - Críticas ao Método Proposto

O método proposto tem seu ponto crítico na riqueza de detalhes necessários a programação do trem, pois todas as alternativas operacionais devem ser consideradas e avaliadas para manter a homogeneidade do resultado. Estes detalhes tornam a aplicação do método restrita às operações que tenham sua execução bem controlada e conhecida.

Uma outra crítica que pode-se fazer, é quanto aos custos unitários dos diversos fatores, pois os mesmos são calculados a nível de Superintendência de Produção, sendo portanto um custo médio de todos os trens operados na referida Unidade Operacional. Isto conduz a erros que são mais significativos a medida que a operação média, ou mesmo as condições médias dos trechos etc se apresentam diferentes do trem estudado.

Também cita-se como restrição do método, quando o mesmo é aplicado como instrumento auxiliar de comparação de

sistemas operacionais diferentes, a condição de que ambos os sistemas devem ser operados em trechos sob jurisdição da mesma Superintendência de Produção, ou seja, trechos de mesmos custos unitários médios.

## CAPÍTULO III

### APLICAÇÃO A UM CASO

3.1 - Para aplicação do método proposto, ou seja, a apuração de custo de trens coletores e a posterior análise dos resultados relacionando-os com a produção, escolheu-se um trem operado pela Superintendência de Produção Recife - SPI-2, unidade operacional da Superintendência Regional Recife - SPI da Rede Ferroviária Federal SA (Figura 02).

O referido trem, circula na Região da Mata Setentrional do Estado de Pernambuco (Figura 03) e transporta açúcar demerara a granel, cujo usuário é o Instituto do Álcool e do Açúcar (IAA).

#### 3.2 - Aplicação do Método Proposto - Fase de Quantificação de Custos

##### 3.2.1 - Descrição Sucinta da Operação do Trem Coletor do Açúcar

O trem, o princípio dito distribuidor, é formado na estação de Cinco Pontas (CCP) já dispondo do número necessário de vagões, para atender a demanda de transporte das unidades industriais, que se distribuem ao longo da via fixa, bem como a reserva de tração que deve seguir junto com o trem, para voltar tracionando quando assim se fizer necessário.

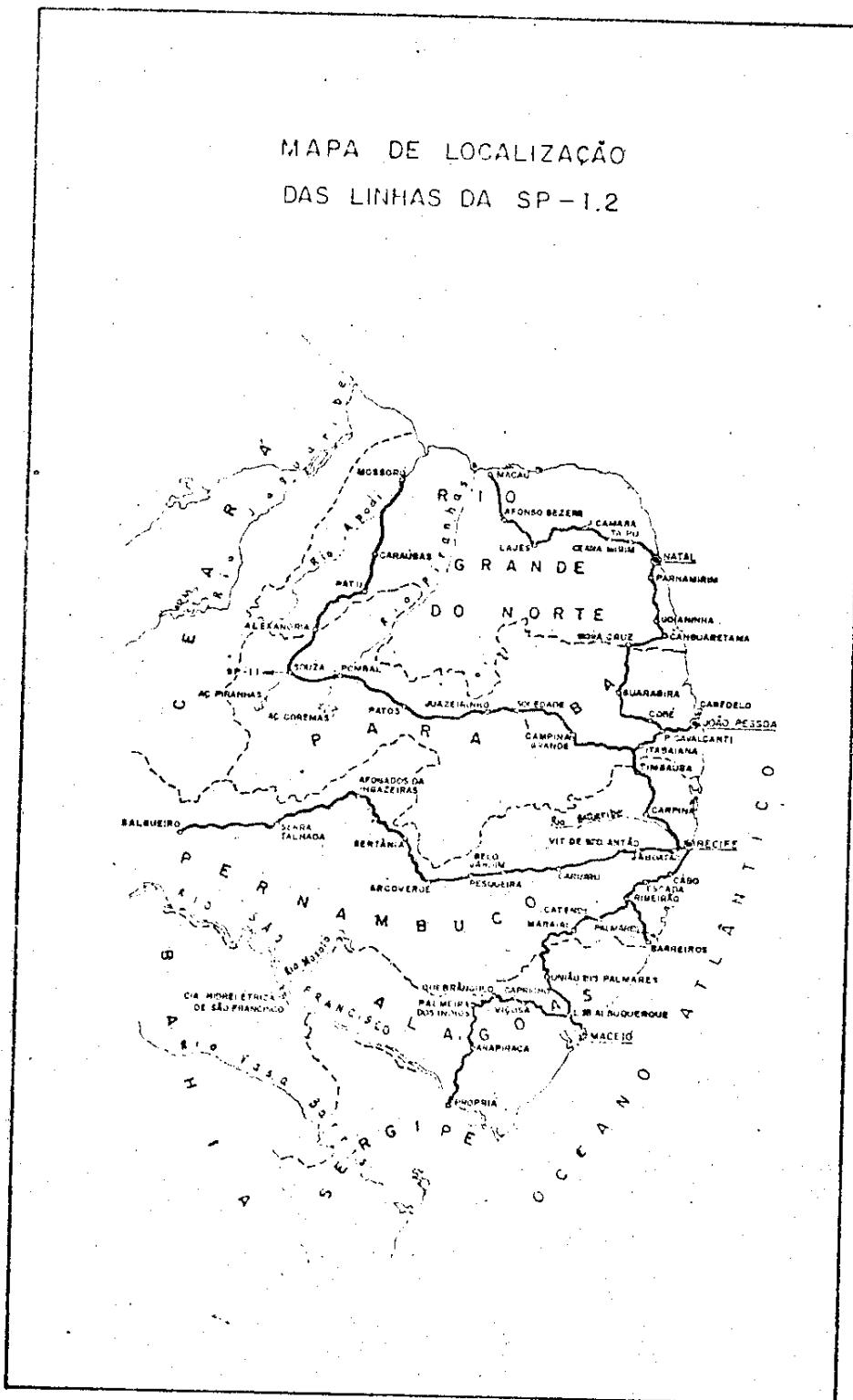


Figura 02: Mapa de localização das linhas da SP-1.2.

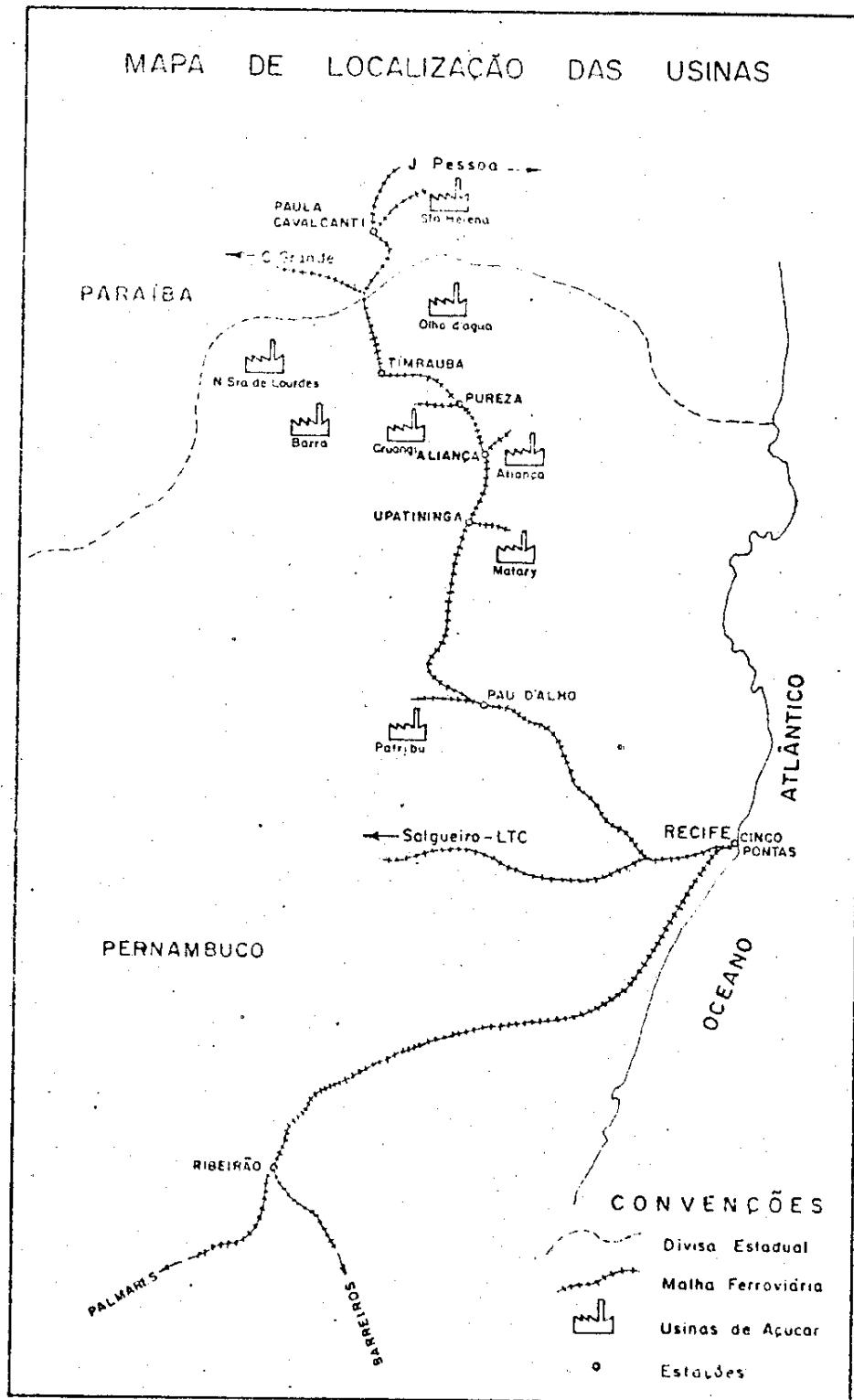


Figura 05: Mapa de localização das usinas na Região Setentrional de Pernambuco.

O distribuidor parte da estação inicial (CCP) em horário pré-estabelecido em diagrama, já levando em conta aspectos operacionais, tais como: cruzamento, horário de funcionamento das estações, etc, bem como das usinas açucareiras e o terminal açucareiro do IAA (este em Recife).

O trem segue distribuindo vagões nas estações, segundo a demanda - pré-estabelecida apenas na véspera - até a última estação (CTB).

É importante destacar que as usinas açucareiras não ficam à margem da linha, implicando isto na existência de desvios industriais que dêem acesso ao interior das mesmas, precisamente ao local onde situam-se os silos armazenadores.

Isto implica, considerada a demanda, em se optar por uma das duas formas básicas de operação de trens coletores, quando no ato da distribuição de vagões.

Após a distribuição, a operação diz-se de coleta, onde o trem, a medida que se fizer necessário, acrescenta tração ao longo do percurso, até a estação - agora terminal - de Cinco Pontas (CCP) onde daí, são conduzidos em lotes de no máximo 35 vagões, para operação de descarga, após o que são reconduzidos para a estação de Cinco Pontas (CCP) para uma nova composição, revistação e distribuição.

### 3.2.2 - Etapas do Método Proposto

- 1) Verificar se o trem adequa-se a conceituação de

trem coletor. Sim, o trem é um autêntico coletor.

2) Levantar as condições técnicas e operacionais do transporte.

A empresa ferroviária, no caso a RFFSA, é responsável apenas pelo transporte, sendo as operações de carga e descarga por conta do usuário.

Registra-se que existe baldeio de mercadoria, na estação de Timbauba (CTB) através de um transbordo rodoviário sem ônus operacional para a RFFSA.

3) Coletar informações junto ao movimento, ao longo da linha e nos pontos de carga e descarga.

- Material Rodante de Tração

Tipo - Alco RSD-8

Potência - 900 HP

Combustível - óleo diesel

Peso - 68 t

Nº de eixo - 6 (sendo 4 tratores)

- Material Rodante de Transporte

Tipo - HHC (Hopper Tanque Manga de Eixo = C)

Capacidade - 45 m<sup>3</sup>

Peso morto - 19 t

Peso total - 58 t (carregado com açúcar demerara)

- Quadro de Tração

TABELA 01: Quadro de tração - Alco RSD - 8

Trecho	Sentido	Tonelada Ajustada (t)	Carro Fator
CCP - CHO	Impar	570	4
	Par	550	4
CHO - CTB	Impar	520	4
	Par	530	4

- Distância entre estações

TABELA 02: Distância entre estações (km)

Trecho	Distância (km)	Dist. acumulada (km)
C. Pontas-Paudalho	48,1	48,1
Paudalho-Upatininga	35,3	83,4
Upatininga-Aliança	13,0	96,4
Aliança-Pureza	9,9	106,3
Pureza-Timbaúba	10,5	116,8

- Comprimento dos desvios ferroviários

TABELA 03: Comprimento dos desvios ferrovários (km)

Estação	Usina	Distância (km)
Paudalho	Petribu	4,5
Upatininga	Matáry	9,2
Aliança	Aliança	3,6
Pureza	Cruangí	2,9
Timbaúba	N.S. Lourdes	-
	Olho D'Água	-
	Barra	-

- Horas de operação

a) Quanto ao percurso do trem

ida - variável

volta - 07:04 horas

Observe-se que na ida do trem o tempo é variável, mesmo ele mantendo o padrão de só deixar os vagões nas estações intermediárias e só mesmo manobrando na Estação de Pureza (CVZ) para conduzir vagões até a Usina Cruangi.

b) Quanto a manobras

Estação de Paudalho (CHO)

- carregamento - 10 minutos/vagão

- ida à Usina Petribu - 00:30 horas

- volta da Usina Petribu - 00:30 horas

Percurso CHO-CLU - 02:15 horas, locomotiva escotearia.

Observe-se que, por restrição operacional, quando a demanda ultrapassa de 5 vagões é necessário uma segunda viagem à Usina Petribu.

Estação de Upatininga (CLU)

- carregamento - 10 minutos/vagão

- ida à Usina Matary - 00:20 horas

- volta à Usina Matary - 00:20 horas

percurso CLU-CNS - 00:30 horas, locomotiva escotearia.

Estação de Aliança (CNS)

- carregamento - 10 minutos/vagão, locomotiva escoteira.

Estação de Pureza (CVZ)

- carregamento - 5 minutos/vagão
- ida à Usina Cruangi - 00:10 hora
- volta à Usina Cruangi - 00:10 hora

Estação de Timbauba (CTB)

Existe o transbordo em linha própria, e o carregamento é de 5 minutos/vagão, não havendo necessidade de deslocamento até as unidades industriais.

- Movimento de vagões

Todas as estações possuem desvios com extensões suficientes para receber vagões em manobras com destinos a desvios industriais. Dado que, todo desvio dispõe de duas agulhas, denomina-se movimento de vagões, a quantidade de deslocamentos que se executa com um vagão, de tal maneira que, o mesmo cruze uma das agulhas duas vezes ou ambas uma vez cada qual em tempos diferentes.

E o seguinte o número de movimentos por vagão em cada estação para o transporte do açúcar demerara em trens coletores:

Estação	Movimentos/vagão
Paudalho (CHO)	2
Upatininga (CLU)	2

Estação	Movimentos/vagão
Aliança (CNS)	2
Pureza (CVZ)	2
Timbauba (CTB)	1
Cinco Pontas (CCP)	1

4) Obter dados quanto a demanda

Neste caso, de transporte de açúcar demerara, não existe registro de estatística básica da demanda diária de vagão por unidade industrial.

A possível demanda é gerada aplicando-se o Método de Monte Carlo, em que números aleatórios representam a ocorrência real de demanda por vagões, tendo pressuposto que a lei de distribuição da probabilidade da variável aleatória é constante e seus valores máximos e mínimos são relacionados a seguir:

Usina	Nº Mínimo (Vagão)	Nº Máximo (Vagão)
Petribu	0	8
Matary	0	10
Aliança	0	13
Cruangi	0	13
N. S. Lourdes	0	11
Olho D'Água	0	13
Barra	0	7

Salienta-se que existem sete usinas, porém três delas,

ou seja, Nossa Senhora de Lourdes, Olho D'Água e Barra, convergem suas produções para a estação de Timbaúba (CTB), sendo o deslocamento Usina-Estação feito por rodovia e o baldeio para o vagão feito através de um transbordo rodoviário.

Outra observação importante, é quanto à limitação de capacidade de reboque do trem, que é fixada em 35 vagões pelo Departamento de Via Permanente. O excedente a este número máximo que porventura vier a ser demandado é escoado em trem não coletor ou em trem de carga geral, para cujo cálculo há necessidade de outras considerações.

O Quadro 03 apresenta a demanda de vagão por estação gerado pelo Método de Monte Carlo, expurgada as demandas acima de 35 vagões (Vide Anexo A).

- 5) Estudar alternativas de operação - são múltiplas as alternativas operacionais, não se fazendo restrição a nenhuma delas.
- 6) Programar o trem - a programação é feita através do formulário existente no Quadro 01. No Anexo B estão programados 30 trens.
- 7) Selecionar os fatores de produção - os fatores selecionados para esta aplicação, são basicamente os estabelecidos no método de quantificação da RFFSA, com rápida alteração.

QUADRO 03: Demanda de vagões por estação/dia

Dia	Paudalho	Upatininga	Aliança	Pureza	Timbauba	Total
01	5	1	11	9	9	35
03	3	8	4	1	12	28
05	4	0	8	2	12	26
08	7	1	6	7	14	35
11	4	0	6	1	14	25
12	4	5	9	3	14	35
17	7	0	4	6	17	34
18	2	5	3	6	9	25
19	5	3	2	6	8	24
20	6	6	3	2	19	36
21	2	4	7	10	10	33
23	2	5	7	7	13	34
24	2	6	6	1	7	22
26	7	3	2	5	16	33
27	1	1	5	10	14	31
28	2	6	11	6	6	31
29	3	4	4	1	12	24
30	2	2	5	10	11	30
31	0	3	6	3	12	24
32	1	5	6	1	12	25
33	0	5	11	5	6	27
34	0	1	0	7	8	16
36	3	4	1	7	14	29
37	0	2	4	5	9	20
40	6	1	1	10	16	34
41	1	0	1	2	17	21
42	3	8	2	8	11	32
44	6	0	4	3	12	25
45	2	2	8	7	12	31
46	7	7	3	1	17	35

Y<sub>1</sub> - Tração, consiste dos seguintes itens:

- Horário de Maquinista
- Horário de Auxiliar de Maquinista
- Consumo de Combustível e Lubrificante.

Y<sub>2</sub> - Material Rodante de Tração

- Conservação e Reparação de Locomotivas.

Y<sub>3</sub> - Material Rodante de Transporte

- Conservação de Material Rodante
- Reparação de Material Rodante

Y<sub>4</sub> - Via Permanente

Y<sub>5</sub> - Terminais

- Documentação
- Pátios e Terminais.

Observe-se que da planilha original da RFFSA o fator A) Locomotivas tem o subitem A<sub>1</sub> - Equipagem, quantificado de maneira diferente da preconizada originalmente, pois são apuradas as horas de Maquinista e Auxiliar de Maquinista, diretamente das cadernetas de serviço - incluindo horas de manobras e de percurso de trem. O subitem A<sub>3</sub> - Conservação e Reparação de Locomotivas é destacado como fator de produção (Y<sub>2</sub>), porém, quantificado ainda em função da loco-km.

8) Quantificação física dos fatores - é um trabalho de estatística, executado, cruzando-se os dados coletados com os fornecidos pelo formulário de programação.

9) Aplicar Custos Unitários - os custos considerados nesta aplicação foram os custos unitários fornecidos pelo Relatório de Custo de Transporte Ferroviário de Cargas e Passageiros - Ano 1979, com dados referentes ao exercício de 1978 na página referente a Custos Variáveis a Longo Prazo - Tráfego de Carga, da Superintendência de Produção Recife - SP1.2.

Salvo Com exceção do custo horário de Maquinista e Auxiliar de Maquinista, obtido diretamente na Diretoria de Pessoal da RFFSA, a seguir:

1 - Custo da Hora de Maquinista Especial - Nível 66/72

$$CUHMQ = \frac{(1 + E) \times SMeMq}{240}$$

onde

CUHMQ = custo da hora de maquinista especial

E = 0,75 - fator que reflete o período de inatividade; férias, descanso semanal, doença e ausências, bem como os encargos sociais e as vantagens trabalhistas tais como: INPS, Salário Família, 13º Salário.

SMeMq = Salário médio mensal do maquinista = 5.585,00 em maio 78.

240 = número de horas do contrato de trabalho.

$$CUIMG = \frac{1,75 \times 5.585}{240} = Cr\$ 40,73/h$$

2 - Custo da hora de Auxiliar de Maquinista Especial -  
Nível 59/62

$$CUHAMQ = \frac{(1 + E) \times SMe \text{ AMq}}{240}$$

onde

CUHAMQ = custo horário de auxiliar de maquinista especial

E = já definido (0,75)

SMe AMq = salário médio mensal (maio 78) = Cr\$ 3.683,00

240 = já definido

$$CUHAMQ = \frac{1,75 \times 3.683,00}{240} = Cr\$ 26,85/h$$

10) Calcular Custos Parciais

Os custos parciais são obtidos através do produto da quantidade física pelos custos unitários.

Para os 30 trens selecionados apresentam-se os quadros onde se tem os custos parciais:

Quadro 04: Custo de Tração

Quadro 05: Custo de Material Rodante de Tração

Quadro 06: Custo de Material Rodante de Transporte

Quadro 07: Custo de Via Permanente

Quadro 08: Custo de Terminais

11) Calcular Custos Totais

Os custos totais são obtidos para os diversos trens,

QUADRO 04: Composição de custo variável do fator de produção de transporte - Tração (Y<sub>1</sub>) - Ano 1978.

Trem	HMQ	CUHQ	HAMQ	CUHAMQ	TKBREB	CUTKB	Total ( Y <sub>1</sub> )
01	02	03	04	05	06	07	08
01	23,50	40,73	23,50	26,85	299550,2	0,0360	12.365,93
03	22,75	40,73	22,75	26,85	247102,6	0,0360	10.433,14
05	21,50	40,73	21,50	26,85	226765,4	0,0360	9.613,51
08	23,75	40,73	23,75	26,85	298325,6	0,0360	12.342,75
11	21,00	40,73	21,00	26,85	217459,2	0,0360	9.247,71
12	23,00	40,73	23,00	26,85	303529,9	0,0360	12.481,42
17	22,50	40,73	22,50	26,85	294883,7	0,0360	12.136,35
18	22,00	40,73	22,00	26,85	217311,0	0,0360	9.309,96
19	22,00	40,73	22,00	26,85	199676,9	0,0360	8.675,13
20	23,50	40,73	23,50	26,85	309224,0	0,0360	12.720,18
21	23,50	40,73	23,50	26,85	292640,0	0,0360	12.123,16
23	22,50	40,73	22,50	26,85	303134,5	0,0360	12.433,38
24	19,25	40,73	19,25	26,85	184170,7	0,0360	7.931,00
26	23,75	40,73	23,75	26,85	286218,0	0,0360	11.906,88
27	22,50	40,73	22,50	26,85	291388,5	0,0360	12.010,53
28	23,50	40,73	23,50	26,85	263909,8	0,0360	11.088,87
29	20,75	40,73	20,75	26,85	206459,0	0,0360	8.834,81
30	22,75	40,73	22,75	26,85	272590,5	0,0360	11.348,91
31	19,50	40,73	19,50	26,85	221331,5	0,0360	9.285,73
32	22,00	40,73	22,00	26,85	222411,0	0,0360	9.493,56
33	22,00	40,73	22,00	26,85	233897,3	0,0360	10.267,06
34	15,00	40,73	15,00	26,85	136765,5	0,0360	5.937,26
36	21,75	40,73	21,75	26,85	262269,2	0,0360	10.911,56
37	18,00	40,73	18,00	26,85	189425,9	0,0360	8.035,77
40	23,50	40,73	23,50	26,85	300230,2	0,0360	12.396,41
41	15,25	40,73	15,25	26,85	207071,9	0,0360	8.485,18
42	22,75	40,73	22,75	26,85	274786,3	0,0360	11.429,76
44	23,00	40,73	23,00	26,85	208234,4	0,0360	9.050,78
45	22,50	40,73	22,50	26,85	281504,7	0,0360	11.654,71
46	23,75	40,73	23,75	26,85	291043,2	0,0360	12.080,59

QUADRO 05: Composição de custo variável do fator de produção de transporte - Material rodante de tração ( $Y_2$ ) - Ano 1978

Trem	Loco-km	Custo Unit.	Total ( $Y_2$ )
01	02	03	04
01	669,9	13,23447	8.865,77
03	578,3	13,23447	7.653,49
05	543,2	13,23447	7.188,96
08	659,4	13,23447	8.726,81
11	504,2	13,23447	6.672,82
12	639,6	13,23447	8.464,77
17	669,9	13,23447	8.865,77
18	530,2	13,23447	7.016,92
19	471,4	13,23447	6.238,73
20	667,4	13,23447	8.832,69
21	659,4	13,23447	8.726,81
23	659,4	13,23447	8.726,81
24	461,5	13,23447	6.107,71
26	646,4	13,23447	8.554,76
27	659,4	13,23447	8.726,81
28	616,1	13,23447	8.153,76
29	517,2	13,23447	6.844,87
30	659,4	13,23447	8.726,81
31	543,2	13,23447	7.188,96
32	530,2	13,23447	7.016,92
33	616,1	13,23447	8.153,76
34	339,9	13,23447	4.498,39
36	646,4	13,23447	8.554,76
37	530,2	13,23447	7.016,92
40	669,3	13,23447	8.857,83
41	504,8	13,23447	6.680,76
42	626,6	13,23447	8.292,72
44	431,9	13,23447	5.715,97
45	558,8	13,23447	7.395,42
46	656,4	13,23447	8.687,11

QUADRO 06: Composição do custo variável do fator de produção de transporte - Material Rodante de Transporte ( $Y_3$ ) - Ano 1978

Trem	Conservação			Reparação				Total (Y <sub>3</sub> )
	Vagão-km	CUV-km	Total	Vagão-Dia	CUV-Dia	Total		
01	02	03	04	05	06	07	08	
01	6784,4	1,09757	7446,3	35	87,37391	3.058,09	10.504,39	
03	5410,0	1,09757	5937,8	28	87,37391	2.446,47	8.384,27	
05	5155,6	1,09757	5658,6	26	87,37391	2.271,72	7.930,32	
08	6755,6	1,09757	7414,7	35	87,37391	3.058,09	10.472,79	
11	5024,6	1,09757	5514,8	25	87,37391	2.184,35	7.699,15	
12	6862,2	1,09757	7531,7	35	87,37391	3.058,09	10.589,79	
17	6691,4	1,09757	7344,3	34	87,37391	2.970,71	10.315,01	
18	4882,8	1,09757	5469,0	25	87,37391	2.184,35	7.653,35	
19	4511,4	1,09757	7531,7	24	87,37391	2.096,97	9.628,67	
20	7020,0	1,09757	7704,9	36	87,37391	3.145,46	10.850,36	
21	6671,2	1,09757	7322,1	33	87,37391	2.883,34	10.205,45	
23	6901,0	1,09757	7574,3	34	87,37391	2.970,71	10.545,01	
24	4197,8	1,09757	4607,4	22	87,37391	1.922,23	6.529,63	
26	6360,0	1,09757	6980,5	33	87,37391	2.883,34	9.863,84	
27	6623,4	1,09757	7269,6	31	87,37391	2.708,59	9.978,19	
28	5991,2	1,09757	6575,8	31	87,37391	2.708,59	9.284,39	
29	4742,8	1,09757	5205,5	24	87,37391	2.096,97	7.302,47	
30	6185,6	1,09757	6789,1	30	87,37391	2.621,22	9.410,32	
31	5098,2	1,09757	5595,6	24	87,37391	2.096,97	7.692,57	
32	5102,8	1,09757	5600,7	25	87,37391	2.184,35	7.785,05	
33	5419,4	1,09757	5948,2	27	87,37391	2.359,10	8.307,30	
34	5563,8	1,09757	3867,6	16	87,37391	1.397,98	5.265,58	
36	5907,2	1,09757	6483,6	29	87,37391	2.533,84	9.017,44	
37	4270,2	1,09757	4686,8	20	87,37391	1.747,48	6.434,28	
40	6800,4	1,09757	7463,9	34	87,37391	2.970,71	10.434,61	
41	4685,4	1,09757	5142,5	21	87,37391	1.834,85	6.977,35	
42	6279,0	1,09757	6891,6	32	87,37391	2.795,97	9.687,57	
44	4789,4	1,09757	5256,7	25	87,37391	2.184,35	7.441,05	
45	6359,8	1,09757	6980,3	31	87,37391	2.708,59	9.688,89	
46	6603,2	1,09757	7247,5	35	87,37391	3.058,09	10.305,59	

QUADRO 07: Composição do custo variável do fator de produção de transporte - Via Permanente ( $Y_4$ ) - Ano 1978

Trem	TKB Inc. Locos	CUTKBI	Total ( $Y_4$ )
01	02	03	04
01	345103,4	0,16963	58.539,88
03	286427,0	0,16963	48.586,61
05	263703,0	0,16963	44.731,94
08	343165,4	0,16963	58.211,15
11	251744,8	0,16963	42.703,47
12	347022,7	0,16963	58.865,46
17	340436,9	0,16963	57.748,31
18	253364,6	0,16963	42.978,24
19	231732,1	0,16963	39.308,72
20	354407,2	0,16963	60.118,10
21	337479,2	0,16963	57.246,60
23	347783,3	0,16963	58.994,48
24	215552,7	0,16963	36.564,20
26	330173,2	0,16963	56.007,28
27	336220,9	0,16963	57.033,15
28	305804,6	0,16963	51.873,63
29	241628,6	0,16963	40.987,46
30	317379,7	0,16963	53.837,12
31	258269,1	0,16963	43.810,19
32	258451	0,16963	43.841,04
33	285792,1	0,16963	48.478,91
34	159978,7	0,16963	27.137,19
36	306224,4	0,16963	51.944,84
37	225479,5	0,16963	38.248,09
40	345742,6	0,16963	58.648,32
41	241398,3	0,16963	40.948,39
42	317395,1	0,16963	59.839,73
44	237603,6	0,16963	40.304,70
45	319503,1	0,16963	54.197,31
46	335678,4	0,16963	56.941,13

QUADRO 08: Composição de custo variável do fator de produção de transporte - Pátios e Terminais ( $Y_5$ ) - Ano 1978

Documentação				Operação de Pátios			
Trem	Vg.Car.	CUVC	Total	Vg. Mov.	CUVMO	Total	Total ( $Y_5$ )
01	02	03	04	05	06	07	08
01	35	387,80179	13.573,06	96	94,42913	9.065,20	22.638,26
03	28	387,80179	10.858,45	72	94,42913	6.798,90	17.657,35
05	26	387,80179	10.082,85	66	94,42913	6.252,32	16.315,17
08	35	387,80179	13.573,06	91	94,42913	8.593,05	22.166,11
11	25	387,80179	9.695,04	61	94,42913	5.760,18	15.455,22
12	35	387,80179	13.573,06	91	94,42913	8.593,05	22.166,11
17	34	387,80179	13.185,26	85	94,42913	8.026,48	21.211,74
18	25	387,80179	9.695,04	66	94,42913	6.232,32	15.738,50
19	24	387,80179	9.307,24	64	94,42913	6.043,46	15.350,70
20	36	387,80179	13.960,86	89	94,42913	8.404,19	22.365,05
21	33	387,80179	12.797,46	89	94,42913	8.404,19	21.201,65
23	34	387,80179	13.185,26	89	94,42913	8.404,19	21.589,45
24	22	387,80179	8.531,39	66	94,42913	6.232,32	14.763,71
26	33	387,80179	12.797,46	83	94,42913	7.837,62	20.635,08
27	31	387,80179	12.021,85	79	94,42913	7.459,90	19.481,75
28	31	387,80179	12.021,85	87	94,42913	8.215,33	20.237,18
29	24	387,80179	9.307,24	60	94,42913	5.665,75	14.972,99
30	30	387,80179	11.634,05	79	94,42913	7.459,90	19.093,95
31	24	387,80179	9.307,24	60	94,42913	5.665,75	14.972,99
32	25	387,80179	9.695,04	63	94,42913	5.949,04	15.644,08
33	27	387,80179	10.470,65	75	94,42913	7.082,18	17.552,83
34	16	387,80179	6.204,83	40	94,42913	3.777,16	9.981,99
36	29	387,80179	11.246,25	73	94,42913	6.893,53	18.139,58
37	20	387,80179	7.756,03	51	94,42913	4.815,89	12.571,92
40	34	387,80179	13.185,26	86	94,42913	8.120,91	21.506,17
41	21	387,80179	8.143,84	46	94,42913	4.343,74	12.487,58
42	32	387,80179	12.409,66	85	94,42913	8.026,48	20.436,14
44	25	387,80179	9.695,04	63	94,42913	5.949,04	15.644,08
45	31	387,80179	12.021,85	81	94,42913	7.648,76	19.670,61
46	35	387,80179	13.573,06	88	94,52913	8.309,76	21.882,82

QUADRO 09: Composição final do custo variável da produção de  
transporte

Trem	NV	Custo Total	TKU	Custo/TKU
01	02	03	04	05
01	35	112.914,23	132.295,8	0,8535
03	28	92.714,86	105.495,0	0,8788
05	26	85.779,9	100.512,2	0,8534
08	35	111.919,61	131.734,2	0,8496
11	25	81.778,37	97.979,7	0,8346
12	35	112.567,55	133.812,9	0,8412
17	34	110.277,18	130.455,3	0,8453
18	25	82.696,97	97.164,6	0,8511
19	24	79.201,95	87.972,3	0,9000
20	36	114.886,38	136.890,0	0,8393
21	33	109.503,57	130.088,4	0,8418
23	34	112.289,13	134.569,5	0,8344
24	22	71.896,31	81.841,1	0,8785
26	33	106.967,84	124.020,0	0,8625
27	31	107.230,43	129.156,3	0,8302
28	31	100.637,83	116.828,4	0,8614
29	24	78.942,60	92.484,6	0,8535
30	30	102.417,11	120.619,2	0,8491
31	24	82.950,44	99.414,9	0,8345
32	25	83.780,65	99.504,6	0,8420
33	27	84.551,15	105.683,7	0,8000
34	16	52.820,41	68.714,1	0,7687
36	29	101.568,18	115.190,4	0,8817
37	20	72.306,98	83.268,9	0,8683
40	34	111.643,34	132.607,8	0,8419
41	21	75.579,25	91.365,3	0,8272
42	32	103.655,92	122.440,5	0,8468
44	25	78.156,58	93.393,3	0,8369
45	31	108.606,94	124.016,1	0,8776
46	35	109.897,24	128.762,4	0,8535

somando os custos parciais. No Quadro 09 apresentam-se os 30 trens selecionados, com os respectivos números de vagões rebocados, o custo total de produção, a produção medida em TKU e o custo unitário por produto (Cr\$/TKU).

12) Calcular a média e o desvio padrão

$$\mu_{30} = 0,848 \text{ (Cr$/TKU)} \text{ e } \sigma = \pm 0,025$$

### 3.3 - Fase de Determinação da Função Custo

Ao se determinar que o desvio padrão é  $\leq 2,5\%$  pode-se passar a esta etapa, que consiste em determinar a função custo por regressão.

A curva da função custo determinada é:

$$Y = 12,02 + 0,848 X + \epsilon \text{ para } r^2 = 0,9988$$

onde

Y = Custo Total Variável

X = Tonelada-km útil (TKU)

$\epsilon$  = variável aleatória que capta os erros.

Observe-se que  $\epsilon$  deve ter um valor em torno de 12,02 uma vez que se trata de um ajustamento de curva, sabendo-se obrigatória a passagem pelo ponto que representa o Custo Total Variável zero e o produto (TKU) também zero. Assim sendo tem-se:

$$Y = 0,848 X \quad (1)$$

Obtem-se a seguir, as curvas de custo médio e custo marginal

$$\text{Custo médio } Y_{me} = 0,848 \quad (2)$$

e ao derivar a equação (1) em função de X, tem-se:

$$\text{Custo marginal } Y_{mg} = 0,848 \quad (3)$$

Na Figura 04 apresenta-se o gráfico da reta de função custo.

Relação dos fatores físicos com a produção por regressão.

Para os diversos fatores e subitens de fatores, tem-se

$$HMQ = 11,72 + 9 \cdot 10^{-5} \text{ TKU} \quad r^2 = 0,764$$

$$HAMQ = 11,72 + 9 \cdot 10^{-5} \text{ TKU} \quad r^2 = 0,764$$

$$TKBREB = 0,911 \text{ TKU}^{1,078} \quad r^2 = 0,960$$

$$\text{loco-km} = 150,89 + 0,0038 \text{ TKU} \quad r^2 = 0,736$$

$$\text{vagão-km} = 0,053 \text{ TKU}^{0,997} \quad r^2 = 0,999$$

$$\text{vagão-dia} = 1,076 \cdot 10^{-4} \text{ TKU}^{1,075} \quad r^2 = 0,958$$

$$\text{TKB Inc. locos} = 1,734 \text{ TKU}^{1,035} \quad r^2 = 0,983$$

$$\text{vg-car} = 1,076 \cdot 10^{-4} \text{ TKU}^{1,075} \quad r^2 = 0,958$$

$$\text{vg-mov} = 0,000216 \text{ TKU}^{1,096} \quad r^2 = 0,857$$

### 3.4 - Avaliação e Conclusão da Avaliação

Como o objetivo desta tese foi desenvolver um método de quantificação de custo de trens coletores, o trem que

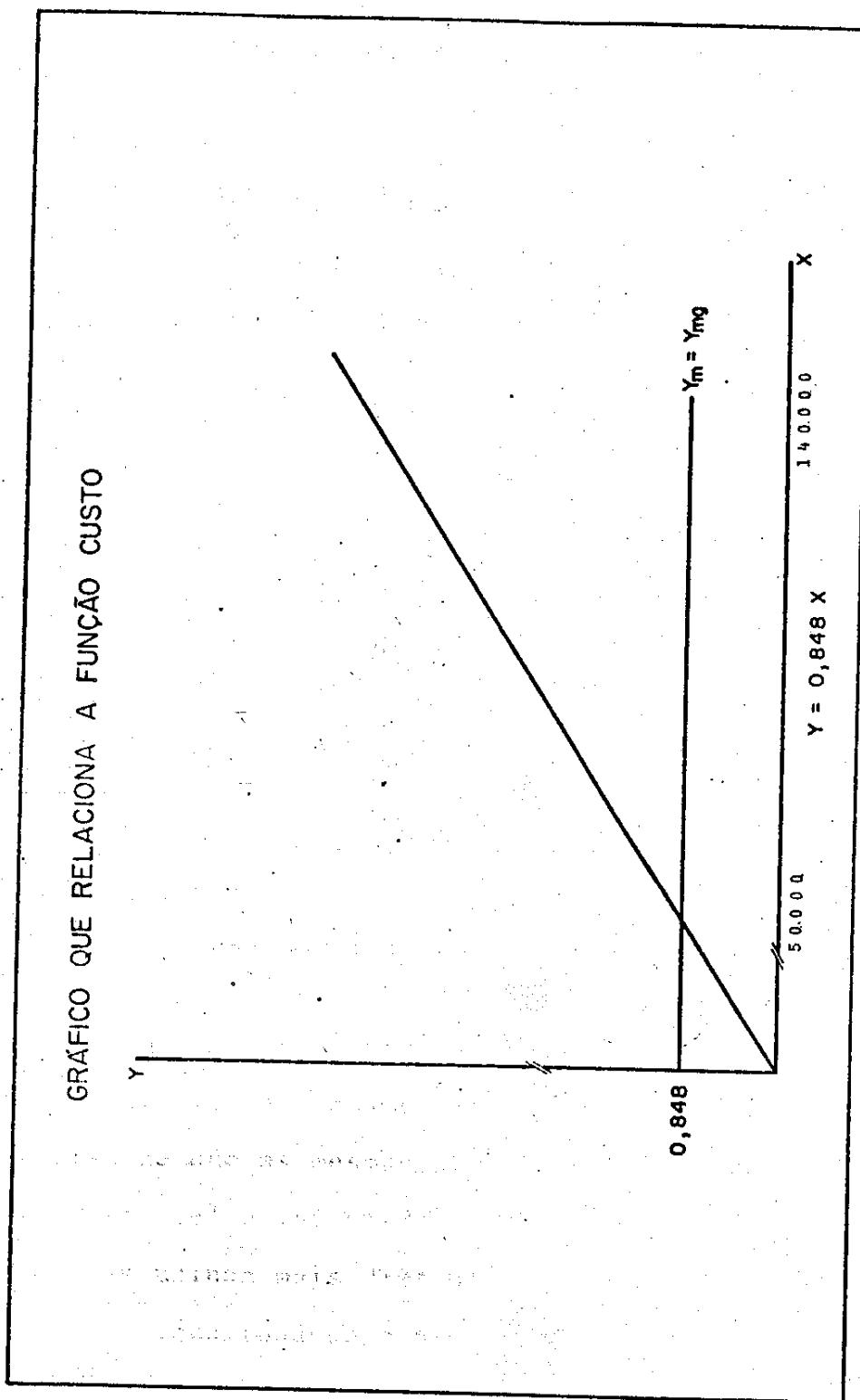


Figura 04: Gráfico da Função Custo obtida.

transporta açúcar demerara na Região da Mata Setentrional de Pernambuco, revelou-se como ideal para aplicação da metodologia proposta, inclusive possibilitando as seguintes conclusões:

a) Quanto a relação custo-tarifa

Existe uma grande defasagem entre ambos, pois os dados calculados para as diversas usinas são:

Usina	Custo/t	Tarifa (Cr\$/t)
Petribu	40,79	60,36
Matary	70,72	78,49
Aliança	81,75	78,49
Cruangi	90,14	87,55
N. S. Lourdes*	99,05	87,55
Olho D'Água*	99,05	87,55
Barra*	99,05	87,55

\* Considera-se aqui, apenas o trecho ferroviário.

As usinas mais próximas do Terminal do IAA, tais como Petribu e Matary, tem seus custos cobertos pela tarifa, porém observa-se que as mesmas não guardam relação com o custo pois é visível a margem de diferença arbitrária em ambos. Para as usinas mais distantes os custos são maiores que a tarifa, ocasionando o prejuízo do transporte progressivo, uma vez que aumentando o transporte, aumenta o prejuízo.

Observe-se ainda que o sistema de divisão em faixa, re-

comendada pelo TG 12, Tabelas Gerais M-3 em vigor a partir de 1-02-78 apresenta-se com a faixa quilométrica muito extensa (25 km), pois o custo por tonelada da Usina Cruangi comparado com o das usinas que concentram suas produções em Timbauba, é menor em Cr\$ 8,91 para um distância de 10,5 km.

b) Uma outra conclusão importante é quanto a função custo determinada. Observe-se que, a curva ajustada é uma reta ( $r^2 = 0,9988$ ) que passa pela origem, pois os custos são todos variáveis no longo prazo e o custo médio é igual ao custo marginal sugerindo a existência de economia de escala constante, contrariando uma tendência geral dos transportes ferroviários de vários países, qual seja, de serem os custos médios e marginais decrescentes ou seja, a existência de rendimentos crescentes de escala.

Desta situação conclui-se sempre que, se a produção de transporte aumentar, as despesas aumentarão na mesma proporção, afastando a possibilidade de tirar partido do rendimento crescente de escala. Esta conclusão revela ser necessário um melhor estudo comparativo deste transporte com o de outras mercadorias. Uma vez que, em sendo assim o transporte do açúcar ao ser incrementado, na expectativa de aumentar a receita, restringirá a capacidade de transporte para outros produtos de características ferroviárias quanto ao rendimento de escala, ocasionando um duplo prejuízo.

c) Em virtude da demanda existentes, as conclusões so-

bre o custo ferroviário, sugere um estudo comparativo entre o transporte efetuado por rodovia e por ferrovia.

É necessário salientar que na determinação de função custo, efectivamente existe uma faixa da produção para a qual todas as conclusões e considerações são válidas. Esta faixa flutua aproximadamente entre 50.000 a 140.000 TKU, na da se podendo dizer para uma demanda que extrapole estes limites, pois a rarefação da demanda por um lado, e a restrição operacional de no máximo quatro locomotivas por outro, tornam inviável a operação do trem coletor neste trecho ferroviário.

É importante observar que, se a RFFSA se dispuser a tarifar o transporte do açúcar de forma a resarcir o custo operacional integralmente, não sofrerá a concorrência de outro modo de transporte por apresentar uma tarifa mais alta.

Isto prende-se ao fato de que a referida empresa ferroviária apresenta um serviço confiável do ponto de vista da segurança, controle, rapidez e frequência, como também a parcela do transporte no custo final da comercialização do produto, pois se tem o transporte sendo efetuado a um preço de Cr\$ 0,848/t, tem-se por outro lado a tonelada sendo comerciada a Cr\$ 350,00 no mercado externo, apresentando uma fatia da ordem de 0,02%.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista os resultados obtidos na fase de aplicação do método proposto, pode-se verificar a adequação deste à quaisquer casos de trens coletores, registrando-se a simplicidade e objetividade do método.

Constata-se inclusive, a aplicação do método proposto para os seguintes casos:

- Utilização do método proposto para obtenção de custos mais reais de trens coletores - considerando suas peculiaridades intrínsecas - do que os obtidos pelos métodos até então utilizados em geral.

Resultando assim, em um aperfeiçoamento da política tarifária, uma vez que com um melhor conhecimento de custos, pode-se adotar tarifas mais reais, conhecendo-se a margem de lucro ou de déficit.

- Análise comparativa de sistema de operação, para uma determinada demanda de transporte de um mesmo produto, de um trecho ferroviário. Assina-se que a referida análise só é possível para trens que operem sob jurisdição de uma mesma Unidade Operacional, uma vez que os custos unitários obtidos são em nível de Superintendência de Produção.

- Controle Gerencial, em virtude do conhecimento deto

lhado da operação, pode-se fazer interferência em determinados itens operacionais localizados, medindo-se seu efeito.

Ressalta-se ainda a cabal realidade do método para suprir a falta de método que capte as nuances da operação de trens coletores, uma vez que o método proposto deteu-se na apuração das peculariedades operacionais.

Como sugestão de temas para outros trabalhos, apresentam-se os seguintes:

a) Na área de custos:

- Quantificação de custos e determinação da Função Custo, utilizando fatores mais desagregados.
- Determinação da relação física entre o produto e os fatores de produção utilizando o conceito de cálculo matricial, pois assim sendo, o custo total pode ser obtido do produto matricial de dois vetores que podem ser o custo unitário e a quantidade física do insumo de produção.
- Determinação de custo de trens, por quantificação de tempos e movimentos.

b) Na área de pesquisa operacional:

- Estudo sobre operações de trens coletores sob o ponto de vista do custo mínimo de utilização de fatores de pro-

dução.

c) Na área gerencial

- Estudo comparativo para uma mesma mercadoria, transportada por trens coletores e outra alternativa, transportada por trens unitários.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - J.C. Bustamante, Tarifa, Custo Financeiro, Custo Econômico e Valor de Transporte, Documento de Trabalho nº 16, Rio de Janeiro, 1977.
- 2 - Fernando L.C. MacDowell da Costa, Custos de Operação de Locomotivas e Treins Rebocados, Transplan, Rio de Janeiro, 1971.
- 3 - Pedro Cipollari, O Problema Ferroviário no Brasil, USP, São Paulo, 1962.
- 4 - M. Beckmann, C.B. McGuire, C.B. Winsten, Economia do Transporte, Editora Aguilar, Madrid, 1959.
- 5 - João Francisco Báeta Costa, Fundamentos de Economia dos Transportes, UFMG, Belo Horizonte, 1977.
- 6 - Brasil - Transplan; Estudo de Linhas e Serviços Antieconômicos do Sistema Regional Nordeste, Vol 3, Rio de Janeiro, 1976.
- 7 - Brasil - Euler S.A. Engenharia e Consultoria, Estratégia Econômico-Financeira da RFFSA, Vol 4, Rio de Janeiro, 1976.
- 8 - Richard A. Bilas, Teoria Microeconômica, Forense, Rio de Janeiro, 1972.

9 - Miguel Mário Bianco Masella, Estudo de Custos de Transporte Rodo-Ferro-Hidroviário - Caso do Corredor Ijuí - Rio Grande, IME, Rio de Janeiro, 1979.

## APÊNDICE A

### NÚMERO DE VAGÕES GERADOS PELO MÉTODO MONTE CARLO, POR USINA

Para a geração de números aleatórios, faz-se uso do programa ML 12 de propriedade da Texas Instrument.

Sendo necessário para o processamento, suprir os dados de entrada tais como: o número mínimo e o número máximo possível de ocorrer, se o pressuposto for de probabilidade constante de ocorrência.

Para os casos cujos pressupostos obedecem a lei normal, necessita-se da média e do desvio padrão das ocorrências possíveis.

No caso aplicado, tem-se a lista dos números aleatórios anexos, pressupondo a probabilidade de ocorrência constante. Foram gerados dados para a previsão de demanda de 51 trens, sendo considerados apenas aqueles que não ultrapassasse o global de 35 vagões em virtude de restrição operacional.

## NÚMERO DE VAGÕES GERADOS POR USINA

Nº Trem	Petribu	Matary	Aliança	Cruangá	Olho D'Água	N.S. Lourdes	Barra	Total
1	1	11	9	3	3	3	3	35
2	1	8	5	10	5	4	6	38
3	5	4	1	3	7	5	5	28
4	3	11	10	2	8	2	0	42
5	6	8	2	6	7	2	2	26
6	0	12	6	7	9	2	2	43
7	3	8	9	2	8	2	2	45
8	5	7	1	11	10	1	5	55
9	2	8	6	1	1	0	2	42
10	4	2	6	13	12	6	6	38
11	0	6	3	1	2	7	5	25
12	5	9	3	1	9	4	4	35
13	3	12	3	8	3	4	7	42
14	4	10	7	7	7	6	7	47
15	6	2	4	1	9	8	7	45
16	7	1	2	2	2	6	8	45
17	0	4	4	4	6	6	5	34
18	2	5	3	3	1	3	5	25
19	5	3	2	2	1	3	4	24
20	6	3	3	2	1	3	3	36
21	2	4	7	10	2	4	4	33
22	4	3	3	11	7	5	5	38
23	2	5	7	7	1	6	6	33
24	2	6	6	3	8	1	1	22
25	5	6	5	7	1	8	6	45
26	3	2	6	1	8	5	5	33

Nº Trem	Petribu	Matary	Aliança	Cruangi	Olho D'Água	N.S. Lourdes	Barra	Total
27	1	1	1	1	1	1	1	31
28	2	6	4	5	6	5	5	31
29	5	4	4	4	4	4	4	24
30	2	2	2	5	2	2	2	50
31	0	0	3	6	5	2	2	24
32	1	5	6	1	3	1	1	25
33	0	5	0	5	0	5	5	27
34	0	1	5	1	5	1	1	16
35	6	6	3	6	5	5	5	46
36	3	4	8	9	7	6	6	29
37	0	2	4	4	2	2	0	20
38	5	7	9	7	7	1	1	36
39	6	2	8	6	6	6	6	44
40	6	1	0	1	1	1	4	54
41	1	1	0	1	0	1	5	21
42	5	5	8	2	9	2	1	32
43	5	5	0	4	7	7	1	42
44	6	6	0	2	8	7	4	25
45	2	2	2	3	3	5	5	31
46	7	7	3	1	1	2	7	35
47	4	7	4	6	7	2	3	43
48	0	4	0	7	6	2	0	25
49	1	7	2	4	7	5	1	33
50	7	8	4	2	6	6	6	37
51	4	7	1	1	10	10	0	32

## APÊNDICE B

### PROGRAMAÇÃO DOS TRENS COLETORES DE AÇÚCAR

Para a programação do trem, que movimenta a demanda prevista por processo de Monte Carlo do caso aplicado, é utilizado o formulário constante no Quadro 01 que permite sintetizar todas as informações a respeito da operação do transporte.

Em anexo, tem-se a programação de 30 trens com número de vagões não excedentes de 35 vagões.

PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 01

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada		
			C	V	C	V	C	V	C	V	C
01	02.	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
AS1	CCP	1:20		35				35	1140	D	941
	CHO	3:30	3:35			5		30	1040	D	758
	CLU	5:50	6:20			1		29	1040	D	735
	CNS	6:50	7:20			11		18	1040	D	482
	CVZ	7:42	8:47			9		9	520	S	275
	CTB	9:09				9		-			
AS4	CTB	16:52		9				9	1060	D	558
	CVZ	17:12	17:28	9				18	1590	T	1116
	CNS	17:50	18:10	11				29	2120	Q	1798
	CLU	18:38	18:53	11				30	2120	Q	1860
	CHO	20:25	21:01	5				35	2200	Q	2170
	CCP	23:56				35					

Observações: O AS1 distribui os vagões deixa um loco em CHO para manobras em CHO e CNS. Espreira em CUZ para manobrar os vagões até a Usina Cruangí.

## PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 03

Trem	Estação	Horário Chegada Partida Rec e b e D e i x a			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada
		C	V	C	V			
01	02	03	04	05	06	07	08	09
								10
								11
								12
								13
AS1	CCP			1:20	28		28	1140
	CHO	3:30	3:35				25	1040
	CLU	5:50	6:20				17	520
	CNS	6:50	7:20				15	520
	CVZ	7:42	8:07				12	520
	CTB	8:29					-	344
								520
AS4	CTB			16:52	12		12	1060
	CVZ	17:12	17:28	1			13	1060
	CNS	17:50	18:10	4			17	1590
	CLU	18:38	18:53	8			25	1590
	CHO	20:25	21:01	3			28	2200
	CCP	23:56						Q 1860
								-

Observações: O AS1 distribui os vagões e deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU, CNS. Deixa uma loco em CLU para reforçar tração do AS4. Espera em CVZ para manobrar os vagões até a Usina Cruangi.

## • PROGRAMAÇÃO DO TREM N° 05

Trem	Estação	Horário	Compositora e Recompositora (Vagões)			Tonelada		
			C	V	C	V	C	V
01	02	03	04	05	06	07	08	09
AS1	CCP	1:20	26		4	26	1114	D
	CHO	3:30	3:35			22	1040	D
	CLU	5:50	6:20		0	22	1040	D
	CNS	6:50	7:20		8	14	520	S
	CVZ	7:42	8:12		2	12	520	S
	CTB	8:34			12	0	344	1
							-	
AS4	CTB	16:52	12			12	1060	D
	CVZ	17:12	17:28	2		14	1060	D
	CNS	17:50	18:10	8		22	1590	T
	CLU	18:38	18:53	0		22	1590	T
	CHO	20:25	21:01	4		26	1650	T
	CCP	23:56				26	1612	-

**Observações:** O AS1 distribui os vagões nas estações. Deixa uma loco em CHO para manobras em CHO.

CNS. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 08**

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Compositora e Recompositora			(Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
AS1	CCP	1:20	35					35	1140	D	941	2
	CHO	3:30	3:35			7		28	1040	D	712	1
	CLU	5:50	6:20			1		27	1040	D	689	1
	CNS	6:50	7:20			6		21	1040	D	551	1
	CVZ	7:42	8:37			7		14	520	S	390	1
	CTB	8:59				14		-	-	-	-	
AS4	CTB	16:52	14					14	1060	D	868	-
	CVZ	17:12	17:28	7				21	1590	T	1302	-
	CNS	17:50	18:10	6				27	2120	Q	1674	-
	CLU	18:38	18:53	1				28	2120	Q	1736	-
	CHO	20:25	21:01	7				35	2200	Q	2170	-
	CCP	23:56						35				

**Observações:** O AS1 distribui vagões nas estações, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS. Espera em CVZ para manobrar os vagões até a Usina Cruangi.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 11**

Trem	Estação	Chegada Partida	Horário			Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
AS1	CCP		1:20		25			25	1140	D	645	1
	CHO	3:30	3:35			4		21	1040	D	468	-
	CLU	5:50	6:20			0		21	1040	D	468	-
	CNS	6:50	7:20			6		15	520	S	413	1
	CVZ	7:42	8:07			1		14	520	S	390	1
	CTB	8:29				14						
AS4	CTB								14	1060	D	868
	CVZ	17:12	17:28	1				15	1060	D	928	-
	CNS	17:50	18:10	6				21	1590	T	1302	-
	CLU	18:38	18:53	0				21	1590	T	1302	-
	CHO	20:25	21:01	4				25	1590	T	1550	-
	CCP	23:56										

Observações: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobra em CHO e CNS. Espera em CVZ para manobrar os vagões até a Usina Cruangí.

## PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 12

		Horário		Compositora e Recompositora		(Vagões)		Saldo no Trem Oferecida Utilizada		Tonelada		
Trem	Estação	Chegada	Partida	R	e	c	b	e	D	i	x	
		C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13

AS1	CCP	1:20	35			35			1140	D	941	2
	CHO	3:55	3:55			4			1040	D	781	1
	CLU	5:50	6:20			5			1040	D	666	1
	CNS	6:50	7:20			9			520	S	527	2
	CVZ	7:42	8:97			3			520	S	390	1
	CTB	8:29				14			-			
AS4	CTB	16:52	14						14	D	868	-
	CVZ	17:12	17:28	3					17	T	1054	-
	CNS	17:50	18:10	9					26	Q	1612	-
	CLU	18:38	18:53	5					31	Q	1922	-
	CHO	20:25	21:01	4					35	Q	2170	-
	CCP	23:56										

Observações: O trem AS1 distribui os vagões nas estações. Deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 17**

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada		
			C	V	C	V	C	V	C	V	C
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
AS1	CCP		1:20		34		7		34	1140	D
	CHO	3:30	3:35						27	1040	D
	CLU	5:50	6:20		0				27	1040	D
	CNS	6:50	7:20		4				23	1040	D
	CVZ	7:42	8:32		6				17	520	S
	CTB	8:54							-		
AS4	CTB		16:52	17					17	1560	T
	CVZ	17:12	17:28	6					23	1560	T
	CNS	17:50	18:10	4					27	2080	Q
	CLU	18:38	18:53	0					27	2080	Q
	CHO	20:25	21:01	7					34	2280	Q
	CCP	23:56							34		

**Observações:** O trem AS1 distribui vagões e deixa uma loco em CHO para manobras em CHO e CNS. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

## PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 18

Trem	Estação	Horário	Chegada Partida			Recebe Deixa			Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada	Tonelada
			C	V	C	V	C	V	C	V	C		
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	15	
AS1	CCP		1:20		25			25		1140	D	643	
	CHO	3:30	3:35			2		25		1140	D	529	
	CLU	5:50	6:20			5		18		520	S	482	
	CNS	6:50	7:20			5		15		520	S	415	
	CVZ	7:42	8:32			6		9		520	S	275	
	CTB	8:54				9		-				1	
AS4	CTB		16:52	9				9		1060	D	558	
	CVZ	17:12	17:28	6				15		1060	D	930	
	CNS	17:50	18:10	3				18		1590	T	1116	
	CLU	18:38	18:53	5				23		1590	T	1426	
	CHO	20:25	21:01	2				25		1650	T	1550	
	CCP	23:56						25				-	

Observações: O trem AS1 distribui os vagões nas estações. Deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangi.

PROGRAMAÇÃO DO TREM N° 19

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada		
			C	V	C	V	C	V	D	S	T
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
AS1	CCP	1:20	24		5		24	1140	D	620	1
	CHO	3:30	3:35					19	520	S	505
	CLU	5:50	6:20					16	520	S	436
	CNS	6:50	7:20					14	520	S	390
	CVZ	7:42	8:32					8	520	S	252
	CTB	8:54									1
AS4	CTB	16:52	8					8	530	S	496
	CVZ	17:12	17:28	6				14	1060	D	868
	CNS	17:50	18:10	2				16	1060	D	992
	CLU	18:38	18:53	3				19	1590	T	1178
	CHO	20:25	21:01	5				24	1650	T	1488
	CCP	23:56						19			

Observações: O trem AS1 distribui os vagões deixa uma loco CHO para manobra em CHO, CLU, CNS e CVZ. Deixa uma loco em CLU para compor a tração do AS4 na volta. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM N° 20**

Trem	Estação	Horário	Chegada Partida			Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
AS1	CCP	1:20			36			36		1140	D	948
	CHO	3:30	3:35			6			30	1040	D	750
	CLU	5:50	6:20			6			24	1040	D	612
	CNS	6:50	7:20			3			21	1040	D	543
	CVZ	7:42	8:12			2			19	1040	D	497
	CTB	8:34							-			
AS4	CTB	16:52	19						19	1590	T	1178
	CVZ	17:12	17:28	2					21	1590	T	1302
	CNS	17:50	18:10	3					24	1590	T	1548
	CLU	18:38	18:53	6					30	2120	Q	1860
	CHO	20:25	21:01	6					36	2200	Q	2232
	CCP	23:56							36			

**Observações:** O ASI distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CNS, CLU e CNS.

Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 21

**Observações:** O AS1 distribui os vagões. Deixa uma loco em CHO, para manobras em CHO, CLU, CNS.

Espera em CVZ para manobras vagões até a Usina Cruangí.

## PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 23

Trem	Estação	Chegada Partida	Horário			Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
AS1	CCP		1:20		34				34	1140	D	902
	CHO	3:30	3:35			2			32	1040	D	796
	CLU	5:50	6:20			5			27	1040	D	681
	CNS	6:50	7:20			7			20	1040	D	520
	CVZ	7:42	8:17			7			13	520	S	359
	CTB	8:39				13					-	1
AS4	CTB		16:52		13				13	1060	D	806
	CVZ	17:12	17:28		7				20	1590	T	1240
	CNS	17:50	18:10		7				27	2120	Q	1670
	CLU	18:38	18:53		5				32	2120	Q	1984
	CHO	20:25	21:01		2				34	2200	Q	2108
	CCP	23:56									-	

Observações: O trem AS1 distribui os vagões. Deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CIU e CNS. Deixa também uma loco em CVZ para reforçar tração do AS4. Espera em CVZ para manobrar os vagões até a Usina Cruangi.

## PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 24

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Recebe Deixa			Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada	
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	
AS1	CCP	1:20	22					22		1140	D	566	1
	CHO	3:30	3:35			2		20		520	S	520	1
	CLU	5:50	6:20			6		14		520	S	382	1
	CNS	6:50	7:20			6		8		520	S	184	-
	CVZ	7:42	8:07			1		7		520	S	161	-
	CTB	8:29				7		-					
AS4	CTB		16:52	7				7		530	S	434	-
	CVZ	17:12	17:28	1				8		530	S	494	-
	CNS	17:50	18:10	6				14		1060	D	868	-
	CLU	18:38	18:53	6				20		1590	T	1240	-
	CHO	20:25	21:01	2				22		1650	T	1364	-
	CCP	23:56						22					

Observações: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS.

Deixa uma loco também em CNS para reforço de tração do AS4. Espera um CVZ para manobrar vagões até a Usina de Cruangí.

PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 26

Trem	Estação	Chegada Partida	Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada		
			C	V	C	V	C	V	09	10	11
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
AS1	CCP		1:20		33			33	1140	D	879
	CHO	3:30	3:35			7		26	1040	D	658
	CLU	5:50	6:20			3		23	1040	D	589
	CNS	6:50	7:20			2		21	1040	D	543
	CVZ	7:42	8:27			5		16	520	S	428
	CTB	8:49				16					-
AS4	CTB		16:52	16				16	1060	D	992
	CVZ	17:12	17:28	5				21	1590	T	1344
	CNS	17:50	18:10	2				23	1590	T	1472
	CLU	18:38	18:53	3				26	2120	Q	1664
	CHO	20:25	21:01	7				33	2200	Q	2112
	CCP	23:56						33			-

OBSERVAÇÕES: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS.

Deixa outra loco em CVZ para reforço da tração do AS4. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangi.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 27**

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada			
			C	V	C	V	C	V				
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
AS1	CCP		1:20		31			31	1140	D	833	2
	CHO	3:30	3:35			1		30	1140	D	750	1
	CLU	5:50	6:20			1		29	1140	D	727	1
	CNS	6:50	7:20			5		24	1140	D	612	1
	CVZ	7:42	9:22			10		14	520	S	382	1
	CTB	9:44										
AS4	CTB		16:52	14				14	1060	D	868	-
	CVZ	17:12	17:28	10				24	1590	T	1488	-
	CNS	17:50	18:10	5				29	2120	Q	1798	-
	CLU	18:38	18:53	1				30	2120	Q	1860	-
	CHO	20:25	21:01	1				31	2200	Q	1922	-
	CCP	23:56						31				

**Observações:** O trem AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS. Deixa uma loco em CVZ para reforço de tração do AS4. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

## PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 28.

Trem	Estação	Horário	Chegada Partida			Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
AS1	CCP		1:20		31				31		1140	D
	CHO	3:30	3:35				2		29		1040	D
	CLU	5:50	6:20			6			23		1040	D
	CNS	6:50	7:20			11			12		520	S
	CVZ	7:42	8:32			6			6		520	S
	CTB	8:54				6			-		138	-
AS4	CTB		16:52	6					6		530	S
	CVZ	17:12	17:28	6					12		1060	D
	CNS	17:50	18:10	11					23		1590	T
	CLU	18:38	18:53	6					29		2120	Q
	CHO	20:25	21:01	2					31		2200	Q
	CCP	23:56							31		1922	-

Observações: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS.

Deixa outra loco em CNS aguardando para reforço de tração do AS4. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 29**

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada				
			C	V	C	V	C	V	C	V	10	11	
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
AS1	CCP		1:20		24						24	1140	D
	CHO	3:30	3:35			3					21	1040	D
	CLU	5:50	6:20			4					17	520	S
	CNS	6:50	8:50			4					13	520	S
	CVZ	9:12	9:37			1					12	520	S
	CTB	9:59						12				344	1
AS4	CTB		16:52		12						12	1060	D
	CVZ	17:12	17:28		1						13	1060	D
	CNS	17:50	18:10		4						17	1060	D
	CLU	18:38	18:53		4						21	1590	T
	CHO	20:25	21:01		3						24	1650	T
	CCP	23:56										1488	-
												24	

Observações: O AS1 deixa vagões e uma loco em CHO para manobras em CHO e CLU. Espera na estação de CNS para manobrar vagões até a Usina Matary assim como na estação de CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 30**

Trem	Estação	Horário	Chegada Partida			Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	15
AS1	CCP		1:20		30			30		1140	D	810
	CHO	3:30	3:35			2		28		1040	D	704
	CLU	5:50	6:20			2		26		1040	D	658
	CNS	6:50	7:20			5		21		1040	D	543
	CVZ	7:42	9:22			10		11		520	S	290
	CTB	9:44				11		-				
AS4	CTB		16:52		11				11		1060	D
	CVZ	17:12	17:28		10				21		1590	T
	CNS	17:50	18:10		5				26		2120	Q
	CLU	18:38	18:53		2				28		2120	Q
	CHO	20:35	21:01		2				30		2200	Q
	CCP	23:56							30			

**Observações:** O AS1 segue distribuindo os vagões deixando uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS. Deixa também uma loco em CVZ para reforço de tração do trem AS4. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 31**

Trem	Estação	Horário	Compositora e Recompositora			(Vagões)			Tonelada		
			C	V	C	V	C	V	C	V	C
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
AS1	CCP		1:20		24		24		1140	D	620
	CHO	3:30	3:35		0		24		1040	D	552
	CLU	5:50	6:20		3		21		1040	D	483
	CNS	6:50	7:20		6		15		520	S	415
	CVZ	7:42	9:17		3		12		520	S	344
	CTB	9:39			12		-				
AS4	CTB		16:52	12			12		1060	D	744
	CVZ	17:12	17:28	3			15		1060	D	950
	CNS	17:50	18:10	6			21		1590	T	1302
	CLU	18:38	18:55	3			24		1590	T	1488
	CHO	20:25	21:01	0			24		1650	T	1488
	CCP	23:56			24						

Observações: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CLU para manobras em CLU e CNS. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangi.

PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 32

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada			
			C	V	C	V	C	V	C	V		
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
AS1	CCP	1:20	25					25	1140	D	643	
	CHO	3:30	3:35			1		24	1040	D	552	
	CLU	5:50	6:20			5		19	520	S	505	
	CNS	6:50	7:20			6		15	520	S	367	
	CVZ	7:42	8:07			1		12	570	S	344	
	CTB	8:29				12					1	
AS4	CTB	16:52	12						12	1060	D	744
	CVZ	17:12	17:28	1					13	1060	D	806
	CNS	17:50	18:10	6					19	1590	T	1178
	CLU	18:38	18:53	5					24	1590	T	1488
	CHO	20:25	21:01	1					25	1650	T	1550
	CCP	23:56							25			

Observações: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS.

Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 33**

Trem	Estação	Horário Compositora e Recompositora (Vagões)						Tonelada				
		Chegada Partida		Recebe Deixa		Saldo no Trem Oferecida Utilizada						
		C	V	C	V	C	V	09	10	11	12	13
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
AS1	CCP	1:20		27				27	1140	D	757	2
	CHO	3:30	3:35			0		27	1040	D	757	2
	CLU	5:50	6:20			5		22	1040	D	574	1
	CNS	6:50	7:20			11		11	520	S	389	2
	CVZ	7:42	8:27			5		6	520	S	138	1
	CTB	8:49				6		-				
AS4	CTB			16:52	6.			6	520	S	372	-
	CVZ	17:12	17:28	5				11	1040	D	682	-
	CNS	17:50	18:10	11				22	1560	T	1364	-
	CLU	18:38	18:53	5				27	2080	Q	1674	-
	CHO	20:25	21:01	0				27	2280	Q	1674	-
	CCP	23:56						27				

Observações: O AS1 deixa uma loco em CLU para manobras em CLU e CNS, deixa também uma loco em CNS e outra em CVZ, para reforçar na tração do trem AS4. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 34**

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada (Vagões)						
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	V			
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
AS1	CCP	1:20			16			16			570	S	436	1	
	CHO	3:30	3:35			0			16			520	S	436	1
	CLU	5:50	6:40			1			15			520	S	415	1
	CNS	7:10	7:40			0			15			520	S	415	1
	CVZ	8:12	8:57			7			8			520	S	184	-
	CTB	9:19				8									
AS4	CTB	16:52	8						8			520	S	496	-
	CVZ	17:12	17:28	7					15			1040	D	930	-
	CSN	17:50	18:10	0					15			1040	D	930	-
	CLU	18:38	18:53	1					16			1040	D	992	-
	CHO	20:25	21:01	0					16			1140	D	992	-
	CCP	23:56							16						

Observações: O AS1 distribui os vagões, espera nas estações de CLU, CVZ para manobrar vagões até as Usinas Matary e Cruangí. Deixa uma loco em CVZ para reforço de tração do trem AS4.

PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 36

Trem	Estação	Horário Chegada Partida	Compositora e Receptoradora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada		
			C	V	C	V	C	V	C	V	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
AS1	CCP	1:20	29					29	1140	D	803
	CHO	3:30	3:35			3		26	1040	D	666
	CLU	5:50	6:20			4		22	1040	D	574
	CNS	6:50	7:20			1		21	1040	D	551
	CVZ	7:42	8:37			7		14	520	S	390
	CTB	8:59				14		-			
AS4	CTB	16:52	14					14	1060	D	868
	CVZ	17:12	17:28	7				21	1590	T	1302
	CNS	17:50	18:10	1				22	1590	T	1364
	CLU	18:38	18:53	4				26	2120	Q	1612
	CHO	20:53	21:01	3				29	2200	Q	1798
	CCP	23:56						29			

Observações: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CNS, CLU e CNS.

Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM N° 37**

Trem	Estação	Horário	Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada	Tonelada
			C	V	C		
01	02	03	04	05	06	07	08
AS1	CCP	1:20	20			20	1140
	CHO	3:30	3:35			20	1040
	CLU	5:50	6:20			18	520
	CNS	6:50	7:20			4	520
	CVZ	7:42	8:27			5	520
	CTB	8:49				9	520
						-	-
AS4	CTB	16:52	9			9	1060
	CVZ	17:12	17:28	5		14	1060
	CNS	17:50	18:10	4		18	1590
	CLU	18:38	18:53	2		20	1590
	CHO	20:55	21:01	0		20	1650
	CCP	23:56				20	T

Observações: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CLU para manobras em CNS e CNS. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangi.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 40**

Trem	Estação	Horário	Compositora e Recompositora (Vagões)						Saldo no Trem Oferecida Utilizada				
			C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	Tonelada
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	
AS1	CCP	1:20			34				34		1140	D	918
	CHO	3:30	3:35			6			28		1040	D	712
	CLU	5:50	6:20			1			27		1040	D	689
	CNS	6:50	7:20			1			26		1040	D	666
	CVZ	7:42	9:22			10			16		520	S	436
	CTB	9:44			16				-				1
AS4	CTB		16:52	16					16		1060	D	992
	CVZ	17:12	17:28	10					26		2120	Q	1612
	CNS	17:50	18:10	1					27		2120	Q	1674
	CLV	18:38	18:53	1					28		2120	Q	1736
	CHO	20:25	21:01	6					34		2200	Q	2108
	CCP	23:56							-				

**Observações:** O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS.

Deixa outra loco em CVZ para reforço de tração e afí manobra vagões até a Usina Cruangi.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 41**

Trem	Estação	Horário	Chegada Partida	Recebe Deixa			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada		
				C	V	C	V	C	V	C	V	D
01		02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
AS1	CCP			1:20		21			21	1140	D	551
	CHO	3:30		4:40			1		20	520	S	528
	CLU	6:55		6:55			0		20	520	S	528
	CNS	7:25		8:15			1		19	520	S	505
	CVZ	8:37		9:07			2		17	520	S	459
	CTB	9:29				17						-
AS4	CTB			16:52		17			17	1060	D	1054
	CVZ	17:12		17:28		2			19	1590	T	1178
	CNS	17:50		18:10		1			20	1590	T	1240
	CLU	18:38		18:53		0			20	1590	T	1240
	CHO	20:25		21:01		1			21	1590	T	1502
	CCP	23:56										-
									21			

Observações: O ASI distribui os vagões manobrando até as Usinas, todas sem exceção.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 42**

Trem	Estação	Chegada Partida	Horário - Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada			Tonelada		
			C	V	C	V	C	V	C	V	C
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
ASI	CCP		1:20		32			32		1100	D
	CHO	3:30	3:55			3		29		1040	D
	CLU	5:50	6:20			8		21		1040	D
	CNS	6:50	7:20			2		19		520	S
	CVZ	7:42	8:42			8		11		520	S
	CTB	9:04				11		-		321	1
AS4	CTB		16:52	11				11		1060	D
	CVZ	17:12	17:28	8				19		1590	T
	CNS	17:50	18:10	2				21		1590	T
	CLU	18:38	18:53	8				29		2120	Q
	CHO	20:25	21:01	3				32		2200	Q
	CCP	23:56									

**Observações:** O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CVZ.

Espera em CVZ para manobrar os vagões até a Usina Cruangí.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM N° 44**

Trem	Estação	Horário	Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada	Tonelada
			C	V	C		
01	02	03	04	05	06	07	08
						09	
						10	11
						12	13
AS1	CCP	1:20	25			25	1140
	CHO	3:35	3:35			19	D
	CLU	5:50	6:20			19	520
	CNS	6:50	7:20			4	S
	CVZ	7:42	8:07			15	505
	CTB	8:29				3	1
						12	520
						-	S
AS4	CTB	16:52	12			12	344
	CVZ	17:12	17:28	3		15	-
	CNS	17:50	18:10	4		19	1060
	CLV	18:38	18:53	0		19	D
	CHO	20:25	21:01	6		19	930
	CCP	23:56				25	-
						-	T
						-	1178
						-	1178
						-	2200
						-	T
						-	1550

**Observações:** O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO e CNS. Espera em CVZ para manobrar vagões até a Usina Cruangi.

**PROGRAMAÇÃO DO TREM Nº 45**

Trem	Estação	Chegada	Partida	Horário Compositora e Recompositora (Vagões)			Saldo no Trem Oferecida Utilizada	Tonelada
				C	V	C		
01	02	03	04	05	06	07	08	09
AS1	CCP		1:20			31	31	1140
	CHO	3:30	3:35			2	29	1040
	CLU	5:50	6:20			2	27	1040
	CNS	6:50	7:20			8	19	1040
	CVZ	7:42	8:37			7	12	520
	CTB	8:59				12	-	344
							31	
AS4	CTB		16:52	12			12	1060
	CVZ	17:12	17:28	7			19	1590
	CNS	17:50	18:10	8			27	2120
	CLV	18:38	18:53	2			29	2120
	CHO	20:25	21:01	2			31	2200
	CCP	23:56				31	-	1922

Observações: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CVZ.

Espera em CVZ para manobras os vagões até a Usina Cruangí.

PROGRAMAÇÃO DO TREM N° 46

OBSERVAÇÕES: O AS1 distribui os vagões, deixa uma loco em CHO para manobras em CHO, CLU e CNS. Espera em CVZ para manobrar os vagões até a Usina Cruangi.

## APÊNDICE C

### CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TRENS COLETORES DO AÇÚCAR NA REGIÃO DA MATA SETENTRIONAL DE PERNAMBUCO NO CONTEXTO DA SPI.2

O trem coletor utilizado no transporte do açúcar demerara na Região Setentrional de Pernambuco, no que pese a atenta programação, controle e acompanhamento, revela-se um trem de baixo desempenho operacional, quando comparado com a média dos trens que produzem transporte nas linhas sob jurisdição da SPI.2.

As colunas do Quadro Anexo C, relaciona os seguintes itens:

- 1) fator de produção por TKU.
- 2) Índice de produtividade da Superintendência de Produtos Recife, para todos os trens operados.
- 3) Índice de produtividade dos trens coletores em operação no transporte do açúcar demerara.
- 4) Variação da utilização dos fatores para a realização de uma unidade de transporte de carga.
- 5) Percentuais do custo dos fatores no custo total de produção de transporte de açúcar demerara.

Observe-se que houve diminuição em apenas dois itens, quais sejam:

a) Vagão-dia - revelando uma melhor rotação dos vagões utilizados no transporte do açúcar.

b) Vagão-carregado - motivada pela condição de retorno vazio, contribuindo para dar uma maior velocidade de rotação do vagão, porém aumentando a ociosidade com o baixo aproveitamento da disponibilidade.

Apesar de ser um trem rationalizado, em termos de operação de transporte, uma vez que procura-se sempre acionar todos os fatores de produção disponíveis, o referido trem não consegue ter um custo unitário por produto de transporte menor que o custo por TKU da SPI.2 como um todo, uma vez que o custo por TKU do trem coletor é Cr\$ 0,848/TKU e o de SPI.2 Cr\$ 0,744.

Isto prende-se ao fato de, apesar da rationalização, não se conseguiu melhorar os índices de produtividade daquêles fatores que pesam mais em termos de custo dispendido na produção de transporte. Sendo que, os itens onde houve uma melhoria real são de pequena importância (2,7%) tocante ao custo total.

QUADRO ANEXO C: Relação de produtividade de cada fator de produção

Fator de Produção	Índice de Produtividade Médio por TKU	Índice de Produtividade Médio dos Trens da SP 1.2	$\Delta$	IPTC IPTSP 1.2	Percentual do Custo
TKB/TKU	1,620	2,216	+ 36,7%	10,8%	
Loco-km/TKU	$4,487 \cdot 10^{-3}$	$5,057 \cdot 10^{-3}$	+ 12,7%	8,0%	
Vagão-km/TKU	0,039	0,050	+ 28,2%	6,5%	
Vagão-dia/TKU	$1,248 \cdot 10^{-3}$	$0,249 \cdot 10^{-3}$	- 80,0%	2,7%	
TKBIL/TKU	1,928	2,531	+ 31,3%	53,3%	
Vg. Movimentado/TKU	$4,343 \cdot 10^{-4}$	$6,697 \cdot 10^{-4}$	+ 54,2%	7,0%	
Vg. Carregado/TKU	$5,954 \cdot 10^{-5}$	$0,249 \cdot 10^{-5}$	- 95,8%	11,7%	

Tese apresentada por:

Fernando Jordão de Vasconcelos  
FERNANDO JORDÃO DE VASCONCELOS

E aprovada pelos Srs:

Anselmo Osvaldo Braun  
ANSELMO OSVALDO BRAUN - M.Sc.

José de Carvalho Bustamante  
JOSÉ DE CARVALHO BUSTAMANTE - Eng°

Fernando Luiz Cumplido Macdowell da Costa- Ph.D.

Miguel Mário Bianco MASELLA - M.Sc.