

O SETOR DE TRANSPORTE E A COMPETITIVIDADE  
INDUSTRIAL

- Um Mecanismo de Avaliação -

**ipea**  
INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA

Memo. CPSe Nº 17/93

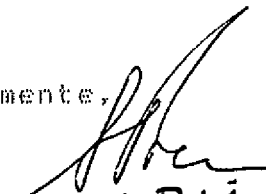
Brasília, 06 de julho de 1993

De : Adelina Teixeira Baena Paiva  
COORDENADORA DA CPSe

Para : Dr. Sebastião Murilo Umbelino Lôbo  
ASSESSOR DA DIRETORIA EXECUTIVA

Encaminho em anexo, para as providências cabíveis, o 1º Relatório Técnico referente à segunda etapa da pesquisa "O Setor de Transporte e a Competitividade Industrial - Um Mecanismo de Avaliação".

Atenciosamente,



Adelina B. B. de Dairã  
COORDENADORA DE POLÍTICA SETORIAL

Memo. CPSe S/Nº/93

Brasília, 06 de julho de 1993

De : Mágela Isabel G. Lins Guimarães  
Para : Dra. Adeline Teixeira Baena Paiva  
COORDENADORA DA CPSe  
Ass. : 1º Relatório Técnico da Segunda Etapa do Projeto "O Setor  
Transporte e a Competitividade Industrial - Um Mecanismo  
de Avaliação

Encaminho, anexo, o primeiro Relatório Técnico relativo à 2ª Etapa do Projeto "O Setor Transporte e a Competitividade Industrial" para efeito de liberação da 1ª parcela dos recursos previstos para 1993, uma vez que o mesmo satisfaz às especificações de conteúdo previstas no contrato.

  
Atenciosamente,

Mágela Isabel G. Lins Guimarães

I P E A - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA.

C P Se - COORDENAÇÃO DE POLÍTICA SETORIAL.

O SETOR DE TRANSPORTE E A COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL

- Um Mecanismo de Avaliação -

\*\*\*\*\*

Projeto do IPEA - 1o. Relatório  
da 2a. ETAPA DO TRABALHO.

\*\*\*\*\*

Equipe do IPEA:

Mágela Guimarães.  
Ruy Silva Pessoa.

Equipe de Consultores:

Carlos Alberto Nunes Cosenza.  
Edwin P. De la Sota Silva.

Colaboração:

Maria Maia Porto Ottoni.  
Adelaida Pallavicini F.

## S U M Á R I O

### I. Introdução

### II. Análise crítica dos questionários. ✓

#### 2.1 Análise dos questionários, por setor.

##### 2.1.1 Dos produtos siderúrgicos.

##### 2.1.2 Dos produtos Eletroeletrônicos.

##### 2.1.3 Da soja e derivados.

#### 2.2 Resultados dos questionários recebidos.

### III. Seleção definitiva dos indicadores. ✓

#### 3.1 Considerações gerais.

#### 3.2 Indicadores selecionados:

##### 3.2.1 Coeficiente de Tempo de Serviço.

##### 3.2.2 índice de Eficiência de carga no no percurso.

##### 3.2.3 índice de Vazão de Carga.

##### 3.2.4 índice Momento de Transporte.

##### 3.2.5 Outros indicadores passíveis de serem considerados.

### IV. Apresentação dos coeficientes Estimados.

#### 4.1 Coeficiente Tempo de Serviço (CTS).

#### 4.2 índice Eficiência de Carga no Percurso (IECP).

#### 4.3 índice Vazão de Carga (IVC).

#### 4.4 índice de Momento de Transporte (IMT).

## V. Custos de Transporte.

### 5.1 Introdução.

### 5.2 Modelo de programação linear.

#### 5.2.1 Descrição do modelo.

#### 5.2.2 Variáveis.

#### 5.2.3 Função objetivo.

#### 5.2.4 Restrições.

#### 5.2.5 Análise de sensibilidade.

#### 5.2.6 Modelo de Simulação.

### 5.3 Momento Total de Custo de Transporte.

### 5.4 Cálculo do fator de escala.

### 5.5 Localização das Usinas.

#### 5.5.1 Custos e fretes de transporte das empresas siderúrgicas.

## VI. Conclusões.

## I. Introdução

O presente relatório diz respeito à primeira etapa da segunda fase da pesquisa que procura criar um mecanismo para a avaliação do Setor Transporte, objetivando medir sua influência na competitividade industrial.

Consiste na análise crítica dos questionários, na seleção definitiva dos indicadores de desempenho e no cálculo dos custos de transporte do setor siderúrgico.

Diante dos resultados dos questionários não foi possível testar todos os indicadores, sendo realizada a seleção definitiva por simulação. No que se refere ao item Custos, optou-se por complementar informações do setor siderúrgico, testando-se os questionários e realizando uma pesquisa adicional, única forma de compensar as deficiências das respostas e permitir o uso de estruturas teóricas conhecidas ou simuladas pela característica do setor.

Reveste-se de importância tal orientação pela possibilidade de montar uma estrutura metodológica para dimensionar a influência dos transportes na formação final dos preços, objetivo da 2da. Etapa da pesquisa.

Com a CSN o trabalho foi satisfatório, obtendo-se todos os dados existentes, o que permitiu montar uma matriz de Momento Total de Transporte, o índice mais significativo para uma análise da influência do espaço no custo final. Foi calculado também o fator de escala de produção da CSN, que permite corrigir as distorções dos custos totais em dólares. O que será feito

posteriormente para as demais usinas.

Considerações sobre custos e fretes são realizadas o que permitiu determinar uma família de curvas de fretes de transporte em lotação. Ainda uma referência metodológica para a 2da. Etapa que resgata os objetivos iniciais do trabalho.

A influência da localização também foi considerada, o que permitirá uma discussão mais ampla com a equipe do IPEA.

## II. Análise Crítica dos Questionários

Os questionários encaminhados pelo IPEA foram analisados separadamente, objetivando a identificação dos elementos que serviriam para a composição das estruturas de custo e cálculos dos indicadores de eficácia e eficiência. Tais indicadores, após discussão com a equipe do IPEA, serão substituídos por estudos que mostrem de forma mais fidedigna a participação dos transportes na estrutura de custos das empresas.

A análise se refere aos setores definidos no projeto sob o critério de relevância na pauta de exportação, a saber:

- produtos siderúrgicos;
- produtos eletroeletrônicos ( Manaus );
- soja e derivados.

O número de questionários recebidos foi trinta e dois, sendo:

a) dos Produtos Siderúrgicos:

1) da Indústria 02 ( dois )

- Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA/SP
- Companhia Siderúrgica Nacional - CSN/RJ



2) das Transportadoras 09 ( nove )

b) dos Produtos Eletroeletrônicos#

1) da Indústria 07 ( sete )

2) das Transportadoras 09 ( nove )

No que tange à soja e derivados, por problemas de comunicação, ficaram retidos no IPEA a maior parte dos questionários, tendo sido recebido apenas 5 (cinco) deles sem significância para análise. Já estando de posse dos demais questionários os estudos estão sendo retomados, cujos resultados serão apresentados na primeira quinzena de março.

Foram diagramadas as informações dos diversos questionários para efeito comparativo, observando-se a exagerada agregação dos dados e respostas genéricas que, de alguma forma, servem para o balizamento dos estudos subsequentes, não dispensando, no entanto, pesquisas complementares.

## 2.1 - Análise dos Questionários, por Setor

### 2.1.1 dos Produtos Siderúrgicos

Por razões ainda não identificadas, os questionários respondidos pelas empresas do Setor Siderúrgico são diferentes, não havendo correspondência, na maioria dos itens. Constata-se diferenças em número de respostas, uma considerando 27 e a outra 34 itens. As informações do item 08 (oito) dos questionários nos dão conta que os dados abrangem 85% do mercado interno e 90% do mercado externo.

Diante do nível de agregação das respostas, fica prejudicada a aplicação imediata dos modelos e a identificação dos indicadores, exigindo-se para tanto, informações mais detalhadas no que diz respeito:

#### Produção:

- 
- tonelada/mês produzida;
  - exportações/produto/ton-mês;
  - exportações/ton-mês/destino;
  - embarque (mercado interno)/produto/ton-mês/destino;
  - embarque (mercado externo)/produto/ton-mês/porto de destino.
- 

#### Tempos de Atendimento:

- 
- tempo de embarque por produto ( ton-hora ), porto de embarque;
  - tempo de percurso da usina ao porto ( pelas diferentes modalidades de transporte utilizadas );
  - tempo de percurso do ponto origem, porto destino;
  - tempo total de carga do embarque no porto de origem.
- 

#### Custos de Transporte ou Frete:

- 
- da usina ao porto Cr\$/ton (carga para exportação);
  - da usina ao porto Cr\$/ton (carga para o mercado interno).
-

Quanto às Transportadoras, as respostas que vão definir os parâmetros de balizamento são as seguintes:

Ítens	-	REFERÊNCIA
04	-	número de filiais
08	-	produtos transportados
11	-	volume transportado e pico do transporte
12	-	tipos de veículos
13	-	meios de embarque
16	-	origem e destino da carga
17	-	distâncias
18	-	frete
23	-	tempo total de percurso
24	-	motivos de carga parada
25	-	tempo de descarregamento
26	-	fila para o descarregamento
28	-	setor responsável pela organização
Anexo	-	pontos de estrangulamento.

### 2.1.2 Produtos Eletroeletrônicos

Apesar de ficar claro a orientação para o preenchimento dos questionários, as respostas, talvez por conveniência, ainda estão num elevado nível de agregação, requerendo-se informações mais detalhadas sobre alguns dos itens, tais como:

#### AO NÍVEL DE SETOR E EMPRESA:

- produção ton/mês;
- exportação/ produto/ ton-mês;
- exportação/ ton- mês / destino;
- embarque mercado interno/ produto/ ton-mês/ destino.

Tempos de atendimento:

- Tempos de embarque por produto (ton-hora), porto de embarque;
- Tempos percurso por modalidade (empresa/porto);
- Tempo de percurso porto origem/porto destino;
- Tempo total de carga do embarque no porto de origem.

Custos de transporte e frete:

- Manaus aos destinos Cr\$/ton (carga para exportação);
- Manaus às filiais no Brasil Cr\$/ton (carga merc. interno);
- Mercado interno: da origem ao destino Cr\$/ton; e datas de referência dos preços.

Quanto às transportadoras destacamos os dados referentes aos seguintes itens:

itens	referência
11 - volume é pico transportado;	
12 - tipos de veículos, idade da frota;	
13 - meio de embarque;	
16 - origem e destino da carga;	
17 - distâncias;	
18 - frete (ton/Km), nas diferentes rotas e nas inter-modalidades;	
23 - tempo total de percurso;	
24 - motivos de carga parada;	
25 - tempos de descarregamento;	
26 - fila de descarregamento;	
28 - responsável pela organização do transporte.	
Anexo - Opinião do transportador sobre a existência de gargalos.	

### 2.1.3 SOJA E DERIVADOS:

Nesta primeira etapa não foi possível considerar como representativas as respostas dos questionários recebidos, não havendo elementos suficientes para a análise. O número de empresas entrevistadas, nos primeiros questionários recebidos representa uma parcela pouco significativa do mercado de soja. Recentemente recebemos os questionários restantes que estão sob análise crítica no momento.

Não obstante, está se desenvolvendo um esforço no sentido da obtenção de dados e informações de órgãos ligados ao setor, numa tentativa de obtenção de dados complementares.

As informações e o detalhamento que se requer são:

#### NO NÍVEL DE PRODUÇÃO:

##### Informação das empresas produtoras de soja contendo:

- 
- 1 - localização da matriz;
  - 2 - localização das filiais;
  - 3 - descrição das instalações de armazenagem;
  - 4 - estatísticas das exportações dos últimos 5 anos;
  - 5 - descrição dos mercados de exportação, volumes em US\$ e toneladas, considerando os últimos 5 anos;
  - 6 - Produção da soja por produtos:  
produção ton/mês;  
exportações / produto / ton-mês;  
exportações / ton-mês / destino;
  - 7 - Estatísticas de comercialização:  
embarque mercado interno-produto/ton-mês/destino;  
embarque mercado externo-produto/ton-mês/destino;
  - 8 - Tempos de atendimento:  
tempos de embarque por produto (ton-hora), porto de embarque; tempos de percurso da planta ao porto (segundo modalidades de transporte que utilize); tempo de percurso porto origem/porto destino; tempo total de carga: embarque no porto-origem.
  - 9 - Custos de transporte e fretes:  
da planta ao porto Cr\$/ton (carga para exportação); da planta ao porto Cr\$/ton (carga merc. interno);
  - 10 - Mercado interno: do porto de origem ao destino Cr\$/ton;
  - 11 - Mercado externo: do porto de origem ao destino Cr\$/ton;
-

Quando às transportadoras são as seguintes as respostas que vão definir os parâmetros de balizamento:

ítem	Referência
04	- No. de filiais
08	- produtos transportados
11	- volume é pico transportado
12	- tipos de veículos
13	- meios de embarque
16	- o/d da carga
17	- distâncias de cada o/d
18	- frete para cada o/d
23	- tempo total de percurso de cada o/d
24	- motivos de carga parada
25	- tempos de descarregamento
26	- fila de descarregamento
28	- responsável pela organização do transporte.

## 2.2 Resultados dos questionários recebidos - comparação:

De forma sintetizada são apresentados os resultados dos questionários. O anexo A refere-se aos questionários do Setor Soja e Derivados e o anexo B ao Setor Eletroeletrônico, incluindo, também, dados das transportadoras.

A N E X O "A"

RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS DO

SETOR SOJA E DERIVADOS

(SÓ DA INDÚSTRIA)

RELATÓRIO DOS SUBSTITUÍDOS DE UNIDADE DE SOLA - 1997  
 PROJETO: O SETOR TRANSPORTES E A COMPETITIVIDADE EMPRESARIAL - 1997

INDICADOR	FEV/97	MAI/97	AGO/97	NOV/97	DEZ/97
INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR
INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR	INDICADOR
11 - FAX	11 - FAX	11 - FAX	11 - FAX	11 - FAX	11 - FAX
12 - PRENSÃO A MÃO	12 - PRENSÃO A MÁQUINA	12 - PRENSÃO A MÃO	12 - PRENSÃO A MÁQUINA	12 - PRENSÃO A MÃO	12 - PRENSÃO A MÁQUINA
		13 - SUBSTACIONARI		13 - SUBSTACIONARI	
		OPERANTE		OPERANTE	
1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA					
	SI	SI	SI	SI	SI
2 ENDEREÇO					
	SI	SI	SI	SI	SI
3 NOME DO FUNCIONÁRIO INFORMANTE					
	SI	SI	SI	SI	SI
4 NÚMERO DE FILIAIS					
	0	0	0	0	0
	NÃO LOCALIZADO		NÃO LOCALIZADO		
5 PRODUTO					
	SOJA (SÓLA)	SOJA	SOJA (SÓLA)	SOJA	SOJA (SÓLA)
			SOJA		SOJA
			SOJA		SOJA
6 MERCADO ALVO					
	INTERNO 9%	INTERNO 2%	INTERNO 1%	INTERNO 2%	INTERNO 1%
	EXTERNO 4%	EXTERNO 8%	EXTERNO 7%	EXTERNO 9%	EXTERNO 9%
7 CAPACIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL					
	11.000.000 TA	11.000.000 TA	11.000.000 TA	N/A	11.000.000 TA
			1700. TA (SÓLA)		1700. TA (SÓLA)
			1700. TA (SÓLA)		1700. TA (SÓLA)
8 FUNDOS DE RESERVA					
	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9 FORTES DE RESERVA					
	N/A	0,5	1	N/A	0,5
10 VOLUME MENSAL EM TONELADAS POR ANO					
	100 MT	1.4 MILHÕES	700 MT	400 MT	600 MT
	1				
11 CARACTERÍSTICAS DO PROD. DOMESTICO					
	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A



10	ORIGEM	10000	10000	10000	10000
11	PAIS	11. - FAX	11. - FAX	11. - FAX	11. - FAX
12	PREÇO DO PRODUTO	12. - PRIMORDIAL A MÃO	12. - PRIMORDIAL A MÃO	12. - PRIMORDIAL A MÃO	12. - PRIMORDIAL A MÃO
13	IRRELEVANTE				
14	FAZ TRANSPORTE PRÓPRIO OU CONTRATA TERCEIROS	TERCEIROS	TERCEIROS	TERCEIROS	TERCEIROS
15	MODALIDADE DE TRANSPORTE USADO	RODOVIÁRIO	RODOVIÁRIO	RODOVIÁRIO	RODOVIÁRIO
16	TEMPO DE VIDA DO TRANSPORTE	NOVA	NOVA	NOVA	NOVA
17	IRRELEVANTE				
18	TECNOLOGIA UTILIZADA PARA O EMBALAGEM	CONTENHEDOR	CONTENHEDOR	CONTENHEDOR	CONTENHEDOR
19	TEMPO MÉDIO PARA CARRAR O VETICULO	20 MINUTOS	20 MINUTOS	20 MINUTOS	20 MINUTOS
20	EMBALAGEM NO EMBALAGEM	EMBALAGEM	EMBALAGEM	EMBALAGEM	EMBALAGEM
21	ACUMULADO A PARTIR DE QUANTO TRANSPORTE	Inclusive	Inclusive	Inclusive	Inclusive
22	EXTRACTO SÓLIDO A PARTIR DE QUANTO	EXTRACTO	EXTRACTO	EXTRACTO	EXTRACTO
23	IRRELEVANTE				

10. FÁBRICA S.A.	11. FÁBRICA S.A.	12. FÁBRICA S.A.	13. FÁBRICA S.A.	14. FÁBRICA S.A.	15. FÁBRICA S.A.
11. FAX	11. FAX	11. FAX	11. FAX	11. FAX	11. FAX
12. TRANSPORTADO A MÁQUINA	12. TRANSPORTADO A MÁQUINA	12. TRANSPORTADO A MÁQUINA	12. TRANSPORTADO A MÁQUINA	12. TRANSPORTADO A MÁQUINA	12. TRANSPORTADO A MÁQUINA
		13. TRANSPORTADO A MÁQUINA		13. TRANSPORTADO A MÁQUINA	
		13. TRANSPORTADO A MÁQUINA		13. TRANSPORTADO A MÁQUINA	
		13. TRANSPORTADO A MÁQUINA		13. TRANSPORTADO A MÁQUINA	

24 FRETE PAGO POR TRANSPORTE DO PRODUTO EM VIA

IVOL 1 milhão ton	IVOL 17 mil	IVOL 700 mil ton	NADA	
por tn	por tn/dia			
US\$ 20	CR\$ 900 MILHOES/0,6 110 3000000			CR\$ 10 mil
ORIGEM:	por dia/tn	por tn		por tn
430 Km MEDIO	ORIGEM:	ORIGEM:		ORIGEM:
	1300 A 7,000 Km	700 Km		100 Km

IVOL 1 milhão ton	IVOL 13,5 mil	IVOL 700 mil ton	NADA	
por tn	por tn/dia			
US\$ 20	CR\$ 300 MILHOES/0,6 104,7 3000000			CR\$ 7 mil
ORIGEM:	por tn	por tn		por tn
400 Km MEDIO	ORIGEM:	ORIGEM:		ORIGEM:
	1300 A 1,700 Km	100 Km		100 Km

25 CONTROLE CONTRA PERDAS OU AVANIAS NO TRANSPORT DO PRODUTO

Tem controle	Tem controle	Tem controle	Tem controle	Tem controle
	Sim	Sim, 0,1%	Sim	Sim, 0,2%
	Não	Não	Não	Não
	Perda durante a viagem	Perda, granel		Perda na via

26 PRINCIPAIS CARGAS

Nada	Nada	Nada	Nada	Nada
------	------	------	------	------

27 INDUSTRIAS

Nada	Nada	Nada	Nada	Nada
------	------	------	------	------

Filial ad-rece

### 2.3. Considerações Adicionais:

As respostas aos questionários foram dadas de acordo com os critérios de cada entrevistado não permitindo cumprir de imediato o objetivo principal da pesquisa.

A complementação das informações dos produtos derivados da soja permitirá compor uma amostra significativa, já que na primeira leva de questionários não havia possibilidade de se adotar qualquer critério estatístico de análise e nem calcular nenhum dos índices propostos no projeto.

No que tange aos questionários respondidos pelo setor eletroeletrônico, já eliminado da 2da. Etapa pela elevada diversificação de produção e não ser significativo na pauta de exportação, alguma complementação seria necessária referente aos seguintes itens: volume de produção mensal; distâncias percorridas ( quilometragem por trechos ou destinos ); tempo de percurso por trechos, fretes por trechos e modalidades; volume de carga transportada ( mensal ); identificação exata da localização das origens e dos destinos ( sejam armazéns finais ou intermediários ); tempo de deslocamento das mercadorias entre os diferentes centros de consumo ou armazéns da empresa.

Quanto ao Setor Siderúrgico e às respectivas Transportadoras de seus produtos, os resultados foram melhores no aspecto qualitativo, pecando, no entanto, quanto aos elementos quantitativos, pelo uso inadequado da estruturação dos questionários. Nos comprometemos, neste caso, a complementar as informações e, desta forma, apresentar resultados que abranjam cerca de 90% do mercado.

Face à necessidade de superar a inconsistência das respostas estamos levantando e analisando estatísticas complementares. Destacamos aqui os fluxos de exportações, capacidade instalada, mercado de exportações, localização das plantas siderúrgicas, distâncias por modalidades ( rodoviária e ferroviária ) aos portos de exportação próximos às siderúrgicas, localização dos principais armazéns, regionalização das siderúrgicas, rede viária interligando os principais "nós", considerando os portos de exportações para uma análise de sensibilidade dos diferentes indicadores propostos na pesquisa.

No item III, apresenta-se a estrutura dos indicadores selecionados, sendo que alguns deles foram testados nesta etapa do trabalho.

No item V apresenta-se a estruturas de custos que no momento estão sendo testadas e que ampliariam o escopo da análise.

### III. Seleção definitiva dos indicadores

#### 3.1 Considerações gerais:

A presente pesquisa objetiva avaliar a influência do fator transporte, na capacidade de competição dos setores siderúrgico e soja e derivados.

A discussão, não só da essência do projeto mas também da formulação dos questionários e suas interrogações pertinentes, enfocava a importância e a prioridade de cada objetivo a ser alcançado.

Uma série de restrições de ordem material e humana reduziram o escopo da pesquisa centrando-a em alguns objetivos na procura de uma solução mais factível.

A avaliação dos esforços é uma apreciação das atividades necessárias à realização dos objetivos, dados os elementos tempo, empenho operacional, recursos financeiros e materiais disponíveis. As medidas consideradas relevantes para o estudo em questão se cingiram aos indicadores de eficácia e eficiência.

Eficácia refere-se à medida em que os objetivos pré-estabelecidos são atingidos, dados os meios disponíveis.

Eficiência, no que se refere à produção, é definida como a relação custos (função do esforço realizado) e resultados (função de eficiência).

A eficiência se mede pelos custos relativos ao alcance dos objetivos do projeto.

A essência de uma avaliação de eficiência pode ser entendida através da seguinte interrogação: o projeto pode atingir os mesmos resultados, quer reduzindo seus esforços quer escolhendo outras alternativas menos custosas?

No caso específico dos transportes os indicadores de eficácia tornam-se mais relevantes na medida do "Tempo de Realização", importando comparar os tempos previstos com os efetivamente gastos em cada etapa de uma rota ou trajeto, e no "Custo da Realização" onde os custos previstos são comparados com os custos realizados.

Trata-se, como se depreende, de componentes da logística de uma empresa nos reservando apenas a observar tais resultados em "cross-sections". Só há possibilidade de ordenar os resultados para efeito comparativo.

A eficiência, por sua vez, se confunde com o rendimento das operações que pode ser sintetizada no custo real incorrido para atingir os objetivos fixados. Optou-se por estudar como tais indicadores podem ser representados por componentes de custos que refletam a maior ou menor capacidade de competição. Na realidade são os elementos que definem a área de influência de uma unidade fabril.

### 3.2 Os Indicadores Seleccionados:

#### 3.2.1 Coeficiente de Tempo de Serviço (CTS):

É considerado um coeficiente clássico que avalia a qualidade do serviço, medindo o tempo dispendido desde a entrega do produto para transporte, até a chegada do produto a seu destino.

Esta relação permite avaliar as condições da rota utilizada, considerando as demais condições normais e identifica as rotas sem carga de retorno pela aplicação de tarifa ida/volta.

$$CTS = (D_{i,j} / km_{e,i}) / (T_{i,j} / TT_{p,p})$$

Onde:

$D_{i,j}$  = distância i,j percorrida com carga pelo veículo.

$km_{e,i}$  = distância euclidiana i,j.

$T_{i,j}$  = tempo de percurso na rota i,j.

$TT_{p,p}$  = tempo total porta-a-porta.

$$CTS = \frac{\text{Velocidade de operação no percurso i,j.}}{\text{Velocidade de serviço (origem i ao destino j)}}$$

Face à realidade de um país continental como o Brasil, com restrições geográficas evidentes e problemas sérios de distribuição de infra-estrutura de transportes, iguala-se a distância euclídea ao tempo de percurso (rota i,j), considerada na formalização acadêmica rigorosa do indicador, tornando sua estrutura mais simples, sem diminuir sua importância, assim

apresentamos o novo Coeficiente de Tempo de Serviço (CTS), ou seja:

$$CTS = ( T_{i,j} / TT_{p,m} ) * D_{i,j}$$

onde,  $T_{i,j}$  = tempo de percurso na rota  $i,j$

$TT_{p,m}$  = tempo total porta-a-porta

$D_{i,j}$  = distância ( $i,j$ ) percorrida com carga pelo veículo.

### 3.2.2 Índice de Eficiência de Carga no Percurso (IECP):

é calculado pela relação: tkm-percurso e tkm-potencial. O indicador visa encontrar a relação da carga transportada no percurso (rota  $i,j$ ), com o potencial da frota padrão da carga ofertada para aquele percurso (rota  $i,j$ ). A relação permite medir se a frota está sendo utilizada com eficiência naquele percurso (rota  $i,j$ ), isto é, Tn-km na rota  $i,j$ ; transportando o produto (p), na modalidade de transporte (m).

Este índice é definido para um período de tempo, onde a carga transportada na rota  $i,j$  é normalizada pela capacidade da frota padrão na rota  $i,j$ , o que permitirá avaliar fatores operacionais, roteamento, capacidade de transporte, dando sinais que refletem na composição do custo operacional daquela frota, naquela rota.

$$IECP = [(Tn_{i,j,p,m} \times D_{i,j}) / CV_{padr\tilde{a}o} \times km_{i,j}]$$

IECP =  $\frac{\text{Carga Transportada pela frota, no percurso (rota } i,j\text{).}}{\text{Potencial de carga da frota padrão ofertada para o percurso (rota } i,j\text{)}}$



Onde:

$T_{i,j,p,m}$  = volume de carga transportada da origem (i) ao destino (j), produto (p), modalidade (m)

$D_{i,j}$  = distância i,j percorrida com carga pelo veículo

$CV_{padrão}$  = capacidade de carga útil do veículo

$km_{e1}$  = distância euclídiana i,j

Este indicador foi simplificado eliminando a distância euclídea tornando o índice uma relação entre a Carga Transportada efetivamente sobre a distância percorrida, não considerando a capacidade de carga dos veículos, pela não padronização da frota de serviço.

Optou-se pelo seguinte índice:

$$IECP = T_{i,j,p,m} / D_{i,j}$$

índice que nos fornece o fluxo por quilômetro, onde:

$T_{i,j,p,m}$  = volume de carga transportada da origem (i) ao destino (j), produto (p), modalidade (m)

$D_{i,j,r}$  = distância (i,j) percorrida com carga pelo veículo (r)

### 3.2.3 índice de Vazão de Carga (IVC):

Este índice mede a relação das toneladas transportadas vezes o tempo de percurso que a frota transporta os carregamentos (das Usinas aos portos de exportação); este é um índice que mede a eficácia do fluxo, o qual é medido através da velocidade dos fluxos de carregamentos que percorrem a rota (i,j) na modalidade de transporte (r).

$$IVC = VS \times T_{i,j,r,m}$$

Onde:

VS = Velocidade de Serviço

$$VS = D_{i,j} / T_{i,j}$$

$D_{i,j}$  = distância i,j percorrida com carga pelo veículo

$T_{i,j}$  = tempo de percurso na rota i,j

$T_{i,j,r,m}$  = toneladas transportadas

$T_{i,j,r,m}$  = volume de carga transportada da origem (i) ao destino (j), produto (p), modalidade (m).

Simplificou-se este indicador para obter uma medida de fluxo de serviço ao longo de cada rota.

$$IVC = [T_{i,j,r,m} / T_{i,j}]$$

Onde:

$T_{i,j,r,m}$  = volume de carga transportada da origem (i) ao destino (j), produto (p), modalidade (m).

$T_{i,j}$  = tempo total de percurso na rota i,j

### 3.2.4 índice Momento de Transporte (IMT)

O índice de momento nos dá a magnitude das tonelagens-quilômetros, considerando o custo de reunião de fatores e a distribuição dos produtos. É um índice que permite comparar os efeitos da localização das unidades produtivas no custo de transportes.

$$IMT = [T_{i,j,p,m} * D_{i,j} / Tkm \text{ de referência}]$$

$T_{i,j,p,m}$  = volume de carga transportada da origem (i) ao destino (j), produto (p), modalidade (m).

$D_{i,j}$  = distância i,j percorrida com carga pelo veículo.

Tkm de referência.

No caso de momento para distribuição do produto adota-se o índice de momento tomando um tkm de referência.

### 3.2.5 Outros indicadores passíveis de serem considerados:

O esforço que estamos desenvolvendo junto à CSN, necessário à complementação de dados, talvez permita a estruturação dos seguintes indicadores:

(a) Coeficiente de Utilização da Capacidade Ofertada de Transporte de Carga (USc):

Reflete a quantidade de transporte utilizada em relação à quantidade do transporte ofertado.

$$US_e = P / CT_e$$

Onde:

$$P = T_{i,j,p,m} \times D_{i,j}$$

$T_{i,j,p,m}$  = volume de carga transportada da origem (i) ao destino (j), produto (p), modalidade (m)

$D_{i,j}$  = distância i,j percorrida com carga pelo veículo

$$CT_e = D_{i,j} \cdot CC_v$$

$$\text{Calcula-se } D_{i,j} = T_{i,j} \cdot v$$

$T_{i,j}$  = tempo de percurso na rota i,j

$v$  = velocidade de serviço

$CC_v$  = capacidade de carga útil do veículo especificada pelo fabricante

Este índice poderá ser utilizado na medida em que se disponha de recursos para medir o tamanho da frota disponível, ou indicações fidedignas (respostas corretas nos questionários).

#### (b) Indicador de Produtividade da Mão-de-Obra (PMO):

PMO-AD = Produtividade de mão-de-obra - é a relação entre o produto de transporte e a quantidade de trabalho efetivo do pessoal operativo e administrativo.

$$PMO-AD = P / H_a$$

Onde: P = Produto de transporte em tkm

$H_a$  = O produto de número de funcionários administrativos vezes as horas efetivamente trabalhadas.

$$H_o = P_o \cdot h$$

$$PMO-OP = P / H_o$$

Onde: P = Produto de Transporte em tkm

H<sub>o</sub> = O produto de número de funcionários ligados diretamente à produção vezes as horas efetivamente trabalhadas.

$$H_o = P_o \cdot h$$

(c) Indicador de Eficiência Energética do Transporte (IE<sub>e</sub>):

$$IE_e = CE / P$$

CE = Consumo de Energia

P = Produto de transporte em toneladas-quilômetro (tkm).

(d) índice de Desempenho Operacional do Transporte (IDoj):

$$IDoj = CO / P$$

CO = Custo Operacional Total

P = Produto de transporte em toneladas.quilômetro (tkm) ou passageiros.quilômetro (Pkm).

(e) Indicador de Segurança do Transporte de Carga (IST<sub>c</sub>):

$$IST_c = Av / Dv$$

Onde: Av = número de veículos acidentados

Dv = distância média percorrida pela frota

#### IV. Apresentação de alguns resultados dos coeficientes estimados:

##### 4.1 Coeficiente Tempo de Serviço (CTS):

é calculado pela relação entre toneladas, quilômetros percorridos e o tempo de deslocamento, o tempo de deslocamento ao longo da rota é normalizado pelo tempo de serviço porta-a-porta. Este índice relaciona as distâncias das rotas com o tempo de transporte, desde a entrega do produto, pela indústria, até a chegada do produto ao navio de embarque para a exportação. O índice avalia a qualidade do serviço, medido através do tempo de movimentação dos carregamentos, o que permite avaliar o tipo de rota e a modalidade mais eficiente de deslocamento dos produtos.

##### Resultados dos primeiros testes:

A COSIPA-SP apresenta o resultado de maior eficácia, referente aos deslocamentos dos carregamentos pelo "Porto de Santos", com coeficiente igual a 0.88 de tempo de demora medido em Km-hora pelo transporte dos carregamentos da siderúrgica ao porto. Este indicador quanto mais próximo de zero, reflete maior eficácia, no deslocamento das cargas e na localização da usina com referência ao porto.

Em comparação a "C.S.TUBARÃO-ES", desloca seus carregamentos pelo "Porto de Vitoria" com tempos de serviço com um coeficiente de 45 Km-hora de tempo de demora (ou retardo) para transportar suas cargas naquele percurso. Uma relação ordinal permite a comparação do tempo de serviço de transporte das usinas concorrentes.

#### 4.2 Índice de Eficiência de Carga no Percurso (IECP):

é calculado pela relação entre as toneladas transportadas por quilômetro percorrido (carga efetivamente transportada ou potencial). Este indicador permite dimensionar a relação da carga transportada no percurso (i,j), com o potencial de transporte da frota padrão para essa (rota i,j). A comparação entre os indicadores avalia a eficiência da frota naquele percurso.

Este índice é obtido para um período de tempo (mês ou semanas), através da relação das toneladas transportadas e os quilômetros percorridos, o que permite avaliar os fatores operacionais, roteamento, capacidade de transporte e identificará todos os elementos que interferem no custo operacional.

#### Resultados da aplicação:

O índice nos mostra a densidade das toneladas deslocadas por quilômetro percorrido na rota e na modalidade de transporte utilizada (rodoviária ou ferroviária), este índice permite medir as densidades das toneladas-quilômetro transportadas, o valor do índice quanto mais próximo de zero, indicará a ineficiência na utilização da rota de transporte, dado que relaciona a densidade da carga com a distância aos portos de exportação.

Desta forma o IECP da "COSIPA-SP" no seu percurso ao "PORTO DE SANTOS" apresenta uma densidade de 599 ton-km de quilômetros percorridos.

No caso da "CSN-RJ" que desloca seus carregamentos pelos portos de "ANGRA e do RIO DE JANEIRO", estes índices apresentam as densidades de 13,6 e 17,2 de ton-km de quilômetros percorridos no escoamento de suas exportações respectivamente.

A localização dos terminais, armazéns, assim como os pontos de consolidação de carregamentos é crucial na diferenciação do desempenho refletido pelos diferentes indicadores.



RESULTADOS DOS INDICADORES:

COEFICIENTE DE TEMPO DE SERVIÇO (CTS)

$$CTS = \{ \text{Dist. em Km} * (\text{Tempo percurso} / \text{Tempo porta-a-porta}) \}$$

	SANTOS	RJ	ANGRA	VITORIA	RECIFE	SALVADO
C.S.TUBARAO-ES	767	425	477	44	0	0
USIMINAS - MG	825	575	631	313	0	0
MENDEZ JR.- MG	406	104	167	592	0	0
BELCO MINE -MG	630	422	481	360	0	0
COSIGUA - RJ	368	45	28	425	0	0
COSIPA - SP	0.88	383	341	752	0	0
HANNESMANN -MG	636	371	442	457	0	0
ACESITA - MG	563	408	525	356		
BARRA MANSA-RJ	221	96	67	459	1.00	1.00
C.S.N. - RJ	296	126	99	438	1.00	1.00

INDICE DE EFICIENCIA DE CARGA NO PERCURSO (IECP)

$$IECP = \{ Tn / Km \}$$

	SANTOS	RJ	ANGRA	VITORIA	RECIFE	SALVADO
C.S.TUBARAO-ES	1.46	2.79	2.34	41.40	0.00	0.00
USIMINAS - MG	1.74	2.49	2.19	4.49	0.00	0.00
MENDEZ JR.- MG	0.92	2.87	2.06	0.70	0.00	0.00
BELCO MINE -MG	0.52	0.80	0.69	0.96	0.00	0.00
COSIGUA - RJ	1.56	11.93	13.02	1.38	0.00	0.00
COSIPA - SP	559.00	3.65	4.30	1.73	0.00	0.00
HANNESMANN -MG	0.82	0.87	0.76	0.73	0.00	0.00
ACESITA - MG	0.49	0.67	0.59	0.81	0.00	0.00
BARRA MANSA-RJ	0.58	1.39	1.81	0.31	0.07	0.13
C.S.N. - RJ	4.82	13.64	17.20	3.53	1.06	1.19

FILE: I\_IPEA\_1.NR1

#### 4.3 índice de Vazão de Carga (IVC):

Mede a relação das toneladas transportadas pelo tempo de percurso das usinas aos portos de exportação. É um índice que mede a eficácia do fluxo transportado, isto é, pela velocidade de atendimento dos fluxos de carregamentos, ao longo da rota (i,j), na modalidade de transporte (r).

#### Resultados dos índices:

A "COSIPA-SP", apresenta um índice de velocidade de atendimento de 55.9 toneladas-hora, isto significa que a rota utilizada tem um fluxo de serviço com uma densidade de deslocamento de 55,9 tn-hora ao longo de toda a rota.

Já a Usina de "TUBARÃO-ES", desloca seus carregamentos pelo porto de Vitória, com uma densidade de deslocamento de 16,1 ton-hora ao longo de toda a rota (da usina ao porto), isto demonstra uma demora, de atendimento no serviço, três vezes maior que a da COSIPA.

Este resultado que destaca a COSIPA\_SP como o mais eficiente na localização do seu sistema de transporte é devido à proximidade de sua planta ao porto de exportação. A magnitude do segmento entre os pontos considerados tem que ser sempre analisada, para medir sua parcela no resultado alcançado.

RESULTADOS DOS INDICADORES:

INDICE DE VAZAO DE CARGA (IVC)

MODALIDADE: RODOVIARIA

IVC =  $\{ ( Tn / \text{Tempo percurso} ) \}$

(Tn/h)

	SANTOS	RJ	ANGRA	VITORIA	RECIFE	SALVADOR
C.S.TUBARAO-ES	1.6	2.7	2.4	16.1	0.0	0.0
USIMINAS - MG	1.8	2.5	2.3	4.3	0.0	0.0
MENDEZ JR.- MG	1.0	3.0	2.2	0.7	0.0	0.0
BELCO MINE -MG	0.6	0.8	0.7	0.9	0.0	0.0
COSIGUA - RJ	1.5	8.0	11.9	1.3	0.0	0.0
COSIPA - SP	55.9	3.7	4.0	1.8	0.0	0.0
MANNESMANN -MG	0.5	0.9	0.8	0.7	0.0	0.0
ACESITA - MG	0.5	0.7	0.6	0.8	0.0	0.0
BARRA MANSA-RJ	0.6	1.2	1.5	0.5	0.0	0.0
C.S.N. - RJ	5.1	12.7	13.2	3.7	0.0	0.0

INDICE MOMENTO DE TRANSPORTE (IMT)

IMT =  $\{ ( Tn * Km ) / Tkm \text{ de referencia} \}$

	SANTOS	RJ	ANGRA	VITORIA	RECIFE	SALVADOR
C.S.TUBARAO-ES	285	150	179	10	0	0
USIMINAS - MG	373	260	296	144	0	0
MENDEZ JR.- MG	57	18	26	76	0	0
BELCO MINE -MG	71	46	53	38	0	0
COSIGUA - RJ	65	9	8	74	0	0
COSIPA - SP	1	153	130	323	0	0
MANNESMANN -MG	41	38	44	46	0	0
ACESITA - MG	55	40	45	33	0	0
BARRA MANSA-RJ	11	5	4	21	90	50
C.S.N. - RJ	161	57	45	220	736	651

FILE: I\_IFEA\_1.WR1

#### 4.4 Índice de Momento de Transporte (IMT):

O índice de momento de transporte dos produtos acabados mostra o deslocamento dos carregamentos medidos em Tn-km por uma tonelagem de referência. Para o presente caso a COSIPA-SP, fornece a tonelagem de referência por ter apresentado os melhores índices de eficácia e eficiência.

O aumento da quilometragem ou da tonelagem influenciaram esses índices, permitindo-se somente a comparação ou cruzamento, balizado por um dado de referência. Os resultados deste índice levam à pesquisas de melhores rotas ou localizações.

O índice de momento de transporte (IMT), em termos de magnitude considera mais eficiente aqueles valores próximos ou iguais a um. Como, neste caso, é um indicador restrito, pois considera somente o momento da distribuição, premia as localizações mais próximas dos pontos consumidores e dos portos de exportação.

O Momento Total de Transporte, rigorosamente dentro de sua definição, é aplicado no capítulo dos custos somente para a CSN, com dados obtidos na pesquisa complementar. O MTT considera a agregação dos custos de reunião de insumos e da distribuição dos produtos.

## V. CUSTOS DE TRANSPORTES

### 5.1 Introdução:

Objetiva-se extrair dos questionários os custos característicos de cada empresa analisada, considerando-se estimativas de fretes que levam em conta os lucros esperados, cuja aproximação tentar-se-á através de simulações. Correspondem a este item as ênfases que serão dadas à 2a. Etapa dos estudos.

Antes de se estabelecer o critério de cálculo é necessário que se identifique a base teórica para permitir que sejam rigorosos os conceitos e a formulação. O que será inserido no próximo relatório. A teoria econômica pressupõe que a combinação ótima de fatores tem sido resolvida, pelas empresas, em termos de receita e custos expressos como função do nível de produto. A função de custos, acredita-se, pode ser derivada de um sistema de equações que consiste da função de produção, da equação de custo e da trajetória de expansão da empresa.

Este sistema de três equações se reduz a uma simples expressão na qual o custo é uma função explícita do nível de produto e do custo de insumos fixos:

$$C = B(X) + b$$

onde: X é volume de produção.

Os custos variáveis variam com o volume de produção no curto prazo e os custos fixos, diferentemente, envolvem itens como depreciação, aluguel, salários administrativos, etc. A estrutura de custos, então, deve relacionar custos com produtos específicos e seus variáveis volumes produzidos, respeitando o limite da capacidade instalada.

Na versão microeconômica, o custo variável não é proporcional ao volume de produção (X) pela existência de economias apenas num segmento da curva. Por outro lado, a hipótese gerencial considera o custo variável proporcional ao volume de produção com diminuição do custo médio até o limite da capacidade real de produção.

Na realidade como os mercados são imperfeitos, com predominância de estruturas oligopolizadas, os preços derivam dos custos mais uma margem para cobrir impostos e outras despesas administrativas e de vendas com um percentual de lucro estabelecido.

## 5.2 O Modelo de programação Linear:

Acredita-se que o modelo de programação linear determinará a maneira mais eficiente de distribuir os produtos. O modelo considera a possibilidade de transbordo, seja num mesmo meio de transporte, ou de um meio de transporte para outro.

### 5.2.1 Descrição do Modelo

São considerados no modelo: i origem, j destino, k produtos e l os meios de transporte.

### 5.2.2 Variáveis

$X_{ijk1}$  - quantidade transportada do ponto i ao ponto j do produto k através do meio de transporte l.

### 5.2.3 Função Objetivo

$$Z = \sum_{ijk1} C_{ijk1} * X_{ijk1}$$

onde:  $C_{ijk1}$  é o custo de transporte (frete) por unidade de peso do produto  $k$  levado do ponto  $i$  para o ponto  $j$  pelo meio de transporte  $1$ .

#### 5.2.4 Restrições

Restrições de não negatividade

$$X_{ijk1} \geq 0 \text{ para todos os } i, j, k, 1.$$

Restrições de oferta e demanda

Nesta restrição a oferta ou demanda ( $B_{ik}$ ) do produto  $k$  pela região  $i$  pode assumir valor negativo, nulo ou positivo.

Se  $B_{ik} < 0$  existe demanda do produto  $k$  no ponto  $i$ .

se  $B_{ik} > 0$  existe oferta do produto  $k$  no ponto  $i$ .

As restrições serão da forma:

$$\sum_{j1} X_{ijk1} - \sum_{j1} X_{ijk1} \leq B_{ik} \text{ se } B_{ik} > 0 \text{ (oferta)}$$

$$\sum_{j1} X_{ijk1} - \sum_{j1} X_{ijk1} = B_{ik} \text{ se } B_{ik} < 0 \text{ (demanda)}$$

Assume-se que a demanda é totalmente satisfeita, isto é, que

$$\sum_{ik} B_{ik} \text{ (para } B_{ik} > 0) \leq \sum_{ij} B_{ij} \text{ (para } B_{ij} < 0)$$

#### 5.2.5 Análise de Sensibilidade dos Parâmetros da Função Objetivo

Pode-se supor que para uma certa via, houve uma melhoria e o custo unitário  $C_{ijk1}$  de transporte diminui. Nessas

novas condições o modelo deverá alocar mais movimento nessa via, alterando-se a solução ótima. Ou também poder-se-ia testar o comportamento da solução ótima modificando os custos de transporte devido a uma alta nos preços dos combustíveis.

#### 5.2.6 Um modelo de Simulação:

Simulação de um exemplo hipotético com dados de custos extraídos da revista Carga-Transporte, Março de 1991. Tomou-se como referência o valor do dólar nessa mesma data, utilizando os índices da Revista Suma-Econômica de Maio de 1992.

Duas simulações foram realizadas, sendo que, na primeira se considera o fator  $f=1$ , o que significa que a via de circulação apresenta boas condições de tráfego. Na segunda, faz-se variar o fator  $f$ , para medir a sensibilidade dos custos, considerando restrições na rede viária que limitam a movimentação dos veículos.

##### (a) Primeira simulação:

Considerando um volvo NL 10340 4x2 IC, temos :

$$\begin{aligned} DV &= 267.935.02 & \text{Cr\$/mês} \\ DF &= 947.809.95 & \text{Cr\$/mês} \end{aligned}$$

Tomando em conta os seguintes parâmetros :

Jornada de trabalho = 8h / dia  
Período de trabalho = 25 dias/mês

$$\begin{aligned} Vc &= 65 \text{ km/h} \\ Vd &= 70 \text{ km/h} \end{aligned}$$

$$f_c = f_d = 1 (*)$$

(\*) significa uma boa estrada, sem engarrafamento, boas condições.

$$\begin{aligned} T_{ca} &= 4 \text{ horas} \\ D &= 3000 \text{ km} \\ Q &= 1700 \text{ ton/mês} \\ W &= 45 \text{ ton/viagem} \end{aligned}$$



$$K = n \times 2D = \frac{t}{t_r} \times 2D = \frac{t \times H \times 2D}{\left[ \left( \frac{1}{V_e f_e} + \frac{1}{V_a f_a} \right) D + t_{ca} \right]}$$

$$K = \frac{25 \times 8 \times 6000}{\left[ \left( \frac{1}{65} + \frac{1}{70} \right) 3000 + 4 \right]} = 12901,70 \text{ km/mês}$$

$$P = W \times n = W \times \frac{K}{2D} = 45 \times \frac{12.901,70}{6.000}$$

$$P = 96,76 \text{ ton/veíc/mês}$$

$$\text{frete (cr\$/ton)} = \frac{947.809,95 + 267.935,02 \times 12901,70}{96,76}$$

$$\text{frete (cr\$/ton)} = 35.735.480,13$$

$$\text{frete (cr\$/ton-km)} = \frac{35.735.480,13}{12901,70} = 2769,83$$

$$\text{frete (USA \$/ton-km)} = 11,59$$

Número de veículos necessários por mês:

$$NV = Q / P$$

$$NV = 1700 / 96,76 = 17,56 \text{ " = 18 veículos}$$

(b) segunda simulação:

Considerando os mesmos parâmetros da simulação 1 e, fazendo variar o fator  $f$ .

$$f = 0,75$$

$$K = 9781,44 \text{ km/mês}$$

$$P = 45 \times \frac{9781,44}{6000} = 73,36 \text{ ton/veic/mês}$$

$$\text{frete (cr\$/ton)} = 35.737.978,89$$

$$\text{frete (cr\$/ton-km)} = 3653,65 / \text{ton-km}$$

$$\text{frete (USA \$ / ton-km)} = 15,29$$

Incremento : 32%

Número de veículos necessários por mês :

$$NV = 1700 / 73,36 = 23,17 \approx 23 \text{ veículos}$$

Incremento : 27%

### 5.3 Momento Total de Custo de Transporte

Para evitar distorções no que tange à política de fretes é identificado o Momento Total de Transporte que dá dimensão da tonelagem-quilômetro ao longo de uma rede.

Considerando uma política homogênea de transportes, onde não há diferenciação de incentivos e um espaço homogêneo e isotrópico, o que define as localizações das unidades produtivas, ou um fluxo de reunião de fatores e distribuição do produto, é o Momento Total de Transporte.

Calculado um frete médio, pela técnica de Momentos podemos observar uma grande distorção entre o frete total do Porto de Vitória e os consignados para os Portos do Rio de Janeiro e Angra dos Reis. Se não houver problemas sérios de infraestrutura o porto de Angra dos Reis é o que apresenta melhores condições de competitividade.

MOMENTO TOTAL DE CUSTO DE DISTRUBUIÇÃO

O R I G E M		Distância (Km)	frete Distri- buição US\$/Km	Toneladas (Miles)	Frete Total US\$
VOLTA REDONDA					
A VITORIA	0,035	560	19,60	1.470	28.912
VOLTA REDONDA					
A RIO DE J.	0,035	145	5,08	1.470	7.460
VOLTA REDONDA					
A ANGRA R.	0,035	115	4,03	1.470	5.917

a = custe de uma unidade transportada por unidade de espaço  
US\$ 0,0350 por quilômetro.

MOMENTO DE TRANSPORTE DOS INSUMOS  
TKM DOS INSUMOS

Insumos	tn/ano	km	Total de Tkm
Materia Prima	6.000	330	1.980.000
Fund.	1.440	470	676.800
Carvão	2.400	110	264.000
Coque	360	110	39.600
Zinco	19	510	9.762
T o t a l			2.970.192

MOMENTO DE TRANSPORTE DO PRODUTO  
Toneladas Quilômetro Transportada - TKM

Origem/Destino	Tn	Km	Total de Tkm
VOLTA REDONDA			
A VITORIA	1.470	560	823.200
VOLTA REDONDA			
A RIO DE J.	1.470	145	213.150
VOLTA REDONDA			
A ANGRA R.	1.470	115	169.050

MOMENTO TOTAL DE TRANSPORTE

Origem:	Tn-Km (d)	Tn-Km (r)	Tn-Km (Total)
VOLTA REDONDA			
A VITORIA	823.000	2.970.192	3.793.192
A RIO DE J.	213.150	2.970.192	3.183.342
A ANGRA R.	169.050	2.970.192	3.139.242

CUSTOS DE DISTRIBUIÇÃO PARA O MERCADO EXTERNO  
CUSTO POR QUILOMETRO

Origem:	Tn	Frete+Tarifa	Total
VOLTA REDONDA			
A VITORIA	1.470	20.32	29.870,40
A RIO DE J.	1.470	27.69	40.704,30
A ANGRA R.	1.470	24.82	36.485,40

MOMENTO DE TRANSPORTE DO PRODUTO  
Custo do Serviço de Transporte US\$/Tn

Origem:	US\$/Tn	Tn	Total
VOLTA REDONDA			
A VITORIA	20	1.470	29.400,00
A RIO DE J.	5	1.470	7.350,00
A ANGRA R.	4	1.470	5.880,00

MOMENTO DE TRANSPORTE DO PRODUTO  
Frete médio de serviço US\$/Km

Origem:	US\$/Tn	Distância (km)	Frete (US\$/Km)
VOLTA REDONDA			
A VITORIA	20	560	0,0357
A RIO DE J.	5	145	0,0345
A ANGRA R.	4	115	0,0348
FRETE MÉDIO US\$ POR KM			0,0350

Pela técnica do Momento de Transporte observa-se que há uma distorção muito grande no que diz respeito ao custo de distribuição dos produtos da CSN. O custo do deslocamento para Vitória é quase quatro vezes maior do que para o porto do Rio de Janeiro e quase cinco vezes em relação ao porto de Angra dos Reis. As compensações finais se dão pela grande diferenciação nas taxas portuárias, não evitando, no entanto, os custos de imobilização das cargas.

Esta é uma informação importante para o Planejador pela dimensão que dá para sua interferência. No Momento Total, incluindo os custos de reunião, as diferenças continuam, embora não tão significativas.

No custo de distribuição para o mercado externo a política de fretes para o porto do Rio de Janeiro o coloca numa posição bastante desfavorável com relação ao porto de Vitória. O custo final para Angra dos Reis também é elevado, embora inferior ao registrado para o porto do Rio.

#### 5.4 Calculando o Fator de Escala.

Foi necessário realizar o cálculo do Fator de Escala dos produtos da CSN para evitar as distorções dos custos pelo dolar do período.

Uma estrutura de custos não pode obedecer ao comportamento observado na evolução temporal dos custos apresentados pela CSN. Há uma distribuição clara imposta pela variações da taxa cambial.

O Fator de Escala harmoniza a estrutura e corrige os valores, permitindo observar uma variação mais compatível com a

realidade e a própria teoria.

TABELAS DO FATOR DE ESCALA: LAMINADOS

QUANTIDADE (milhões-Tn)	CUSTO TOTAL (milhões-US\$)	alfa (K)
446	254,00	≈ 0,7
456	258,27	
491	272,27	
525	285,58	
533	288,68	
606	316,35	
667	338,75	
739	364,44	
760	371,80	
824	394,80	

Este recurso será utilizado para montagem das curvas de custo total de todos os produtos da CSN. Se forem obtidos dados das demais usinas poder-se-á calcular a influência da tecnologia e dos tamanhos das plantas no custo total de produção.

### 5.5 Localização das usinas.

#### 5.5.1 Custos e Fretes de transportes das empresas Siderúrgicas.

Um estudo preliminar pode pressupor que os custos de transportes permanecem constantes quaisquer que sejam as distâncias, isto é, que o espaço seja isotrópico e homogêneo.

Na realidade, porém, as tarifas fixadas para o transporte não refletem, via de regra, tal condição, dado que são compostas de duas parcelas uma fixa e outra variável.

$$\text{tarifa}_m = K (cf_m + cv_m)$$

$$\text{tarifa}_m = cf_m + cv_m / Km$$

A parcela constante é definida para qualquer volume transportado, e a parcela variável por quilômetro percorrido é uma função inversa da distância do percurso. Gráficamente as curvas de tarifas correspondem a um segmento de hipérbolas equiláteras.

A partir daí podemos analisar os resultados das localizações das usinas com relação aos portos de exportação.

Assim estruturado o problema, o estudo se restringe à ponderação das distâncias e dos volumes de exportação, sendo que na primeira fase devem ser consideradas as tarifas atualmente cobradas, ainda que não reflitam os custos reais de transporte.

O quadro de fretes, cujos dados dão origem às curvas de fretes de transporte em lotação é em seguida comentado:

A tabela 1 examina o transporte de aço laminado, a tabela 2 o transporte dos insumos, e a tabela 3 representa um frete especial para grandes volumes, implementado mediante convênios específicos. É interessante observar a relação constante entre os fretes das tabelas 1 e 2 ( $r_1 / r_2 = 1.22$ ), sendo que a relação dos dados das tabelas 1 e 3 apresentam valores variáveis.

Estas tarifas são aplicadas pela rede Ferroviária Federal, tornando-se relevantes para o estudo, dado que a maior parte dos insumos e dos produtos acabados é transportada por ferrovia. Não está sendo descurada a participação do transporte rodoviário de produtos siderúrgicos.

FRETES DE CARREGAMENTOS DE MERCADORIAS EM LOTACÃO  
(US\$ / Tn)

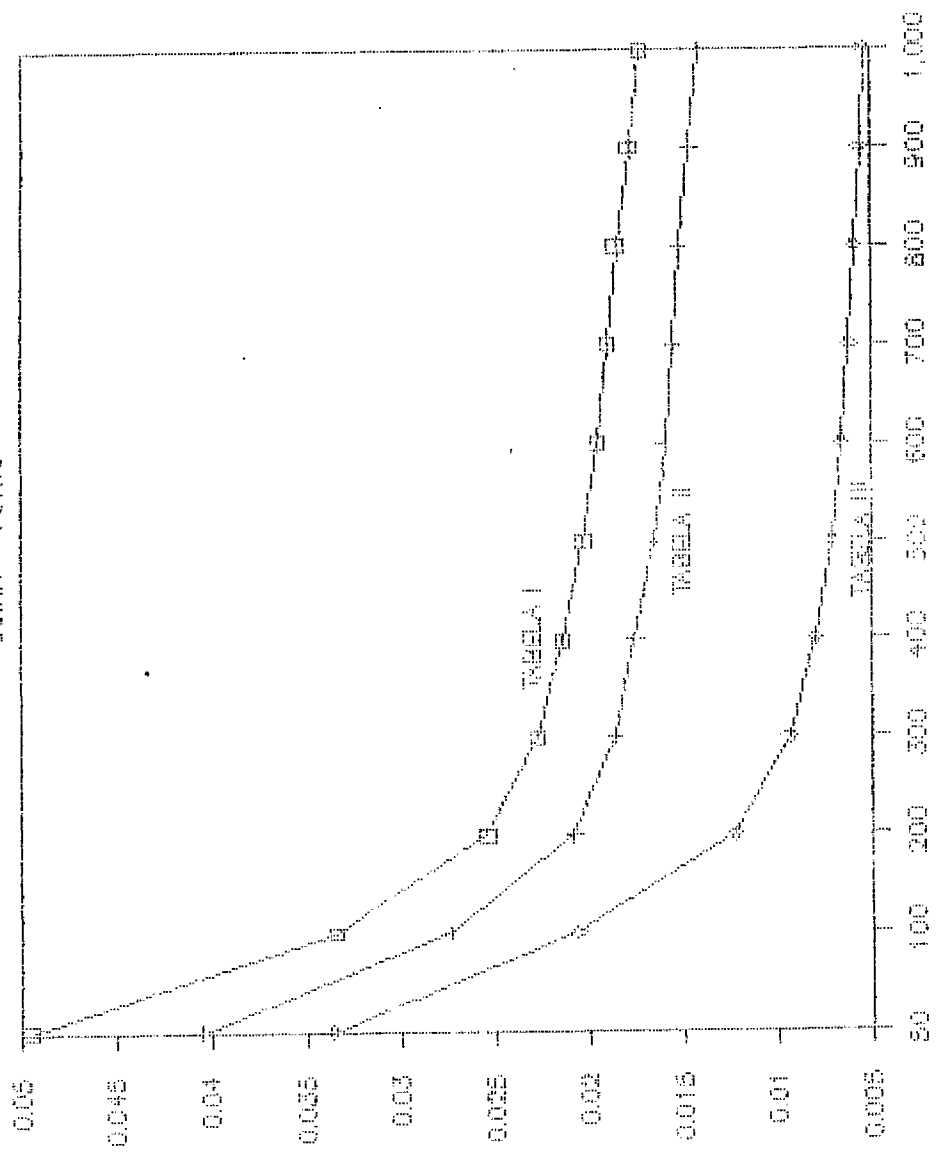
UNIDADES EM KILÔMETROS	50	100	200	400	600	800	900	1000
=====								
TABELA I								
FRETE	2,48	3,35	5,10	8,59	11,74	14,89	16,11	17,34
US\$/Tn/Km	0,05	0,03	0,025	0,021	0,020	0,019	0,018	0,017
-----								
TABELA II								
FRETE	2,03	2,75	4,18	7,04	9,62	12,19	13,19	14,19
US\$/Tn/Km	0,04	0,03	0,021	0,019	0,016	0,015	0,015	0,014
=====								
TAB. I/TAB. II	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
=====								
TABELA III								
FRETE	1,68	2,07	2,47	3,22	3,97	4,73	5,11	5,49
US\$/Tn/Km	0,03	0,02	0,012	0,008	0,007	0,006	0,006	0,005
=====								
TAB. I/TAB. II	0,68	0,62	0,484	0,374	0,338	0,317	0,317	0,316
=====								

Fonte: Secretaria Nacional de Transportes-MINFRA-GEIPOT/1991



# FRETES DE TRANSPORTE EM LOTAÇÃO

USINA - PORTO

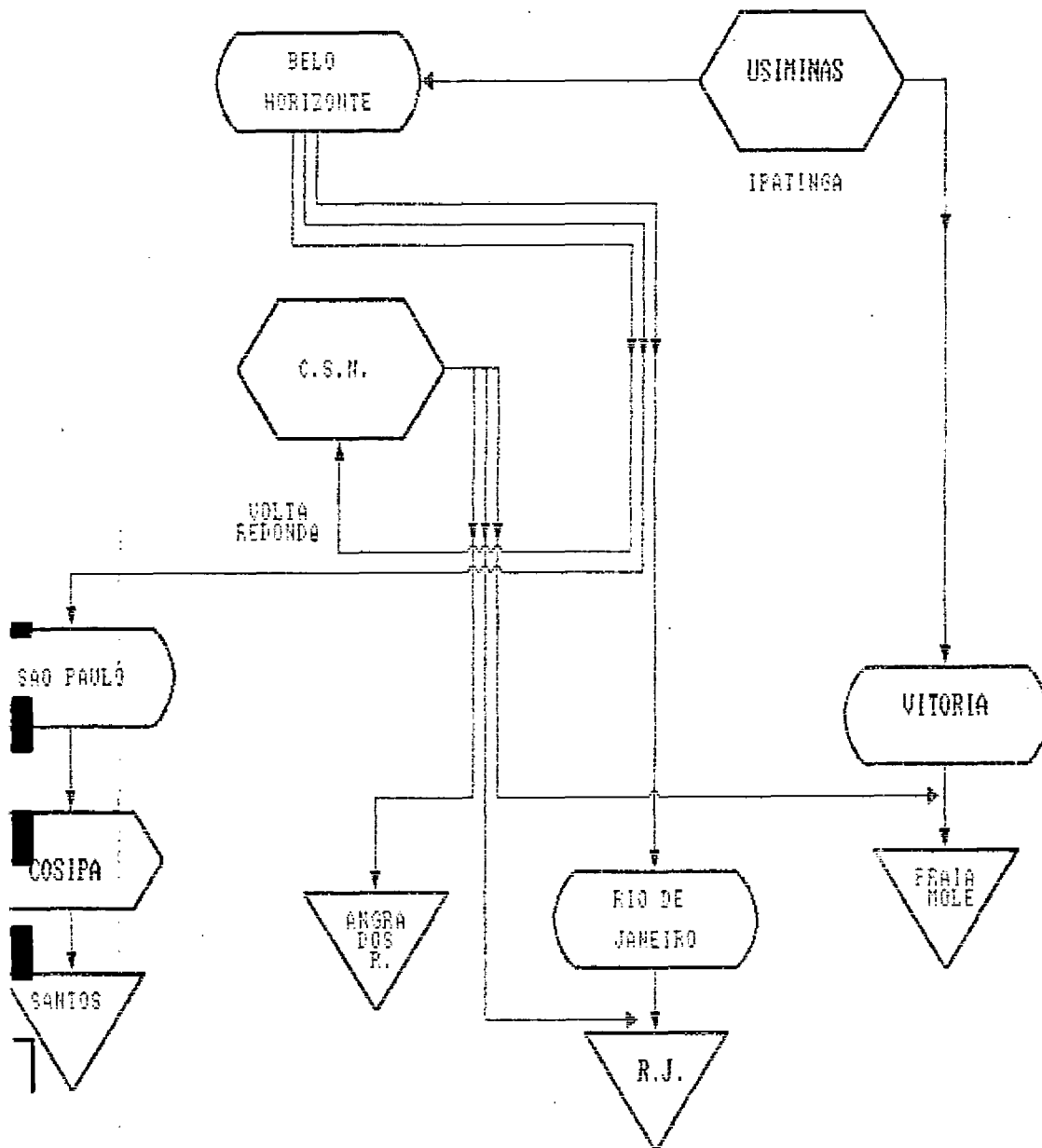


FRETOS EM US\$/TN

QUILÓMETROS

# GRÁFICO No 1

LOCALIZAÇÃO DOS PORTOS, DAS USINAS  
E OS PRINCIPAIS MERCADOS NACIONAIS



A COSIPA tem sua usina localizada nas proximidades do Porto de Santos. O mercado principal ao qual abastece é São Paulo, representando as exportações, cerca de 30% de suas vendas. A maior parte dos insumos, provem da parte sul do quadrilátero ferrífero e vem pelo porto de Santos, como o carvão, sendo que o calcáreo provem das proximidades de São Paulo.

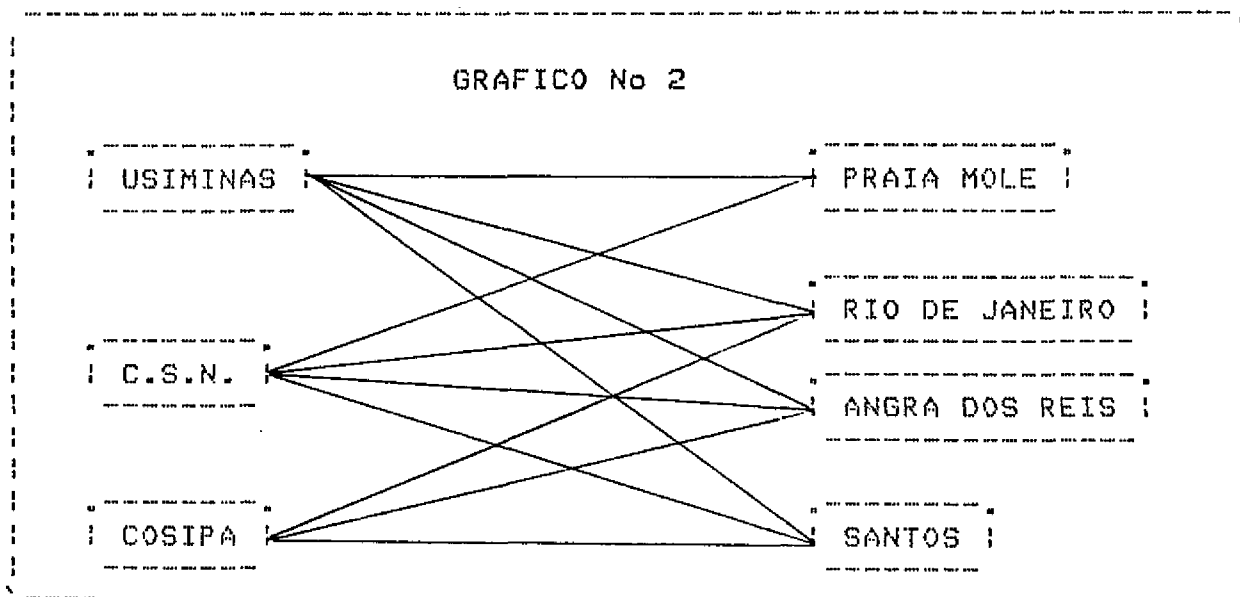
A Usiminas está localizada em IPATINGA-MG, próximo as fontes de insumos (Itabira), e o carvão chega pelo porto de Vitória. Seu mercado potencial é São Paulo que absorve 50% de sua produção; o restante é canalizado para os mercados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e parte para exportação. Como se observa no gráfico No. 1, a rede ferroviária existente atende à demanda por transporte, podendo-se considerar que de alguma forma a demanda tenha se adequado a rede existente. A Usiminas recebe parte do minério de ferro transportado pela Cia. Vale do Rio Doce e tira partido do retorno dos vagões, no transporte do produto para o mercado interno e externo, utilizando o porto de Praia Mole em Vitória para exportação de seus produtos.

A Cia. Siderúrgica Nacional, que está localizada em Volta Redonda utiliza minério de ferro proveniente do quadrilátero ferrífero, sendo que o carvão é transportado dos portos do Rio de Janeiro e Sepetiba. Os centros potenciais de consumo são os mercados de São Paulo e Rio de Janeiro e o mercado externo. Na presente análise, a localização das três usinas não está em avaliação pois as consideramos como funções da malha de transporte existente, levando-se em conta os potenciais de mercados, a localização dos portos de embarque para o escoamento dos produtos exportáveis e os portos pré-fixados para

a importação de carvão mineral.

A localização atual das três usinas, sobre a malha de transporte ferroviária mostra que o transporte foi o fator crítico considerado. É tida como vantajosa a utilização da infraestrutura existente pela magnitude das cargas transportadas, que permitem negociações sobre tarifas. A rigidez da demanda e da oferta por transporte, no caso em questão, permite atribuir um ponto de equilíbrio consistente para ambas as partes.

A utilização da Tabela especial (Tabela III) beneficia a localização da USIMINAS e da CSN, com a redução dos custos de transporte dos insumos, como parte intermediária das soluções ideais de tarifas, considerando uma livre negociação com as transportadoras.



Ao considerar-se as distâncias das usinas aos centros de suprimento de insumos e dos pontos de escoamento das exportações, a distribuição espacial das empresas não parece obedecer a modelos convencionais de localização. São elevados os

custos de reunião dos insumos e da distribuição dos produtos, tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo, o quadro de distâncias é a seguir apresentado.

COSIPA			CSN			USIMINAS		
Suprimento de Matérias-primas								
	Km			Km			Km	
- Quadrilátero Ferrífero	900		- Quadrilátero Ferrífero	450		- Itabira	100	
- Porto Santos	2		- Porto Sepetiba	114		- Porto Praia Mole	441	
Portos de Exportação ou Mercados Potenciais								
	Km			Km			Km	
- R. de Janeiro	594		- R. de Janeiro	144		- Vitória	441	
- São Paulo	100		- São Paulo	350		- R.J.	825	
- Santos	2		- Santos	450		- São Paulo	1,208	
			- Vitória	560				

Quando se adotam as tabelas especiais a CSN coloca-se em melhor situação no que atinge ao abastecimento dos mercados, tanto do Rio de Janeiro como de São Paulo. A COSIPA leva vantagem sobre a USIMINAS quanto ao atendimento ao mercado de São Paulo.

Na distribuição da produção de Laminados Planos por empresa, a nível nacional, observa-se que a CSN historicamente vem participando com uma média de 30%, a COSIPA com aproximadamente 27% e a USIMINAS com cerca de 32%.

A distribuição regional da produção de aço bruto está assim discriminada: Minas Gerais 41.1%, Rio de Janeiro 21.4%, São Paulo 16.5%, Espírito Santo 16.5% e Rio Grande do Sul 15.4%. A produção brasileira foi de 22.6 milhões de toneladas no ano 1991, o que representa 3,5% da produção mundial, sendo o Brasil o oitavo produtor mundial.

Os mercados potenciais de exportação brasileira de produtos siderúrgicos são:

=====			
A) Produtos Semi-Acabados			
(4.4 milhões de tn em 1991)			
	%		%
-----			
Estados Unidos	20.9	Austrália	3.4
Coreia do Sul	14.1	Cingapura	2.9
Taiwan	13.8	Itália	2.0
Turquia	7.2	Marrocos	1.6
Filipinas	6.0	México	1.5
Japão	5.1	Alemanha	1.4
Grécia	4.8	Espanha	1.3
Malásia	3.9	Indonésia	1.2
Venezuela	3.4		
-----			
B) Produtos Planos			
(4.3 milhões de tn em 1991)			
	%		%
-----			
Japão	22.2	Tailândia	3.4
Taiwan	12.7	Arábia Saudita	3.1
Cingapura	9.9	China	3.1
Irã	6.9	Argentina	2.2
Venezuela	6.6	Chile	2.2
Coreia do Sul	4.9	Canadá	2.2
E.U.A.	6.3	Alamania	1.5
=====			

A estrutura de custos dos transportes dos produtos finais das siderúrgicas para o mercado externo é observada no quadro abaixo:

		(US\$/ton)						
		1980	1982	1983	1986	1988	1990	1991
=====								
Custos								
-----								
Custo de Distribuição		8.8	12.8	9.2	12.9	9.95	11.9	12.4
Frete		2.9	2.5	2.6	3.8	3.45	3.5	3.6
Despesas Portuárias		5.9	4.4	6.6	11.5	8.3	8.4	8.8
-----								
Despesas de Embarque		17.6	19.7	18.4	28.2	21.7	23.8	24.8
=====								

FONTE: Gerência de Padrões Industriais - GPI/CSN

Esta distribuição nos mostra que o frete representa em média 14.7%, os custos de distribuição 50% e as despesas portuárias 35.3% das despesas de embarque. Esta distribuição revela que as decisões sobre a utilização dos portos dependerá fundamentalmente das despesas portuárias e dos custos de distribuição.

Para efeito de comparação são apresentados os custos de embarques das três principais siderúrgicas brasileiras.

CUSTOS COMPARATIVOS DE EMBARQUE (Tn/US\$)		
=====		
	Julho/89	Dezembro/89
-----		
A) CSN		
Porto do RJ	25.74	27.8
Porto de Angra	26.99	23.6
B) COSIPA		
Porto Privativo	18.0	19.8
C) USIMINAS		
Porto Praia Mole	18.4	20.2
=====		

FONTE: Gerência de Padrões Industriais - GPI/CSN

O estudo toma consistência quando se analisa, além dos fretes, os custos de distribuição e despesas portuárias. O que se pode considerar como um problema de transporte integral no movimento das exportações.

No caso específico da C.S.N. uma análise da movimentação das exportações engloba também problemas relativos à armazenagem/distribuição dos produtos finais aos vários terminais, enfatizando-se a relação existente entre a capacidade produtiva e a necessidade de maiores áreas de estocagem, além das condições de operacionalidade, não só no que diz respeito ao manuseio como também aos tempos de atendimento na entrega das mercadorias aos clientes, considerando os custos financeiros da imobilização do capital (valor da carga transportada) ao longo do tempo e do espaço percorrido até o embarque nos navios para o mercado interno e externo.

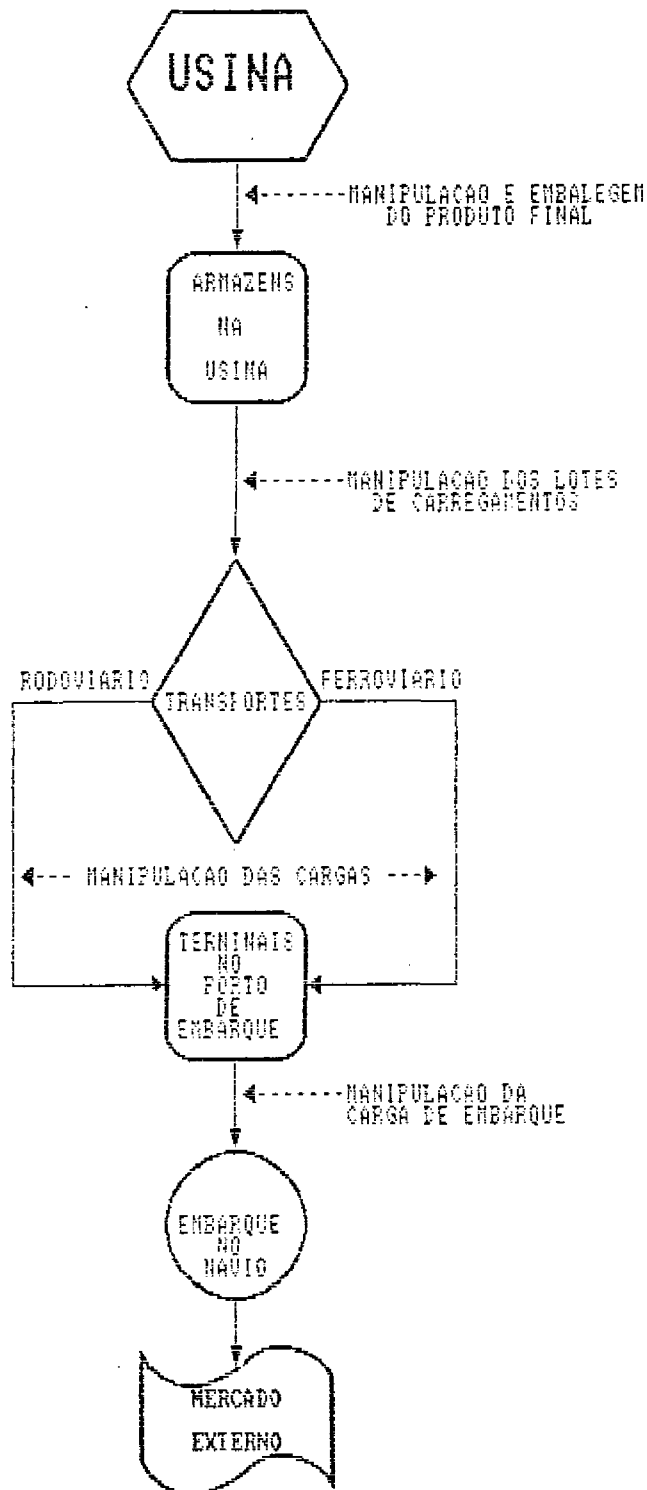
A seguir é mostrada esquematicamente a movimentação dos produtos finais da CSN.



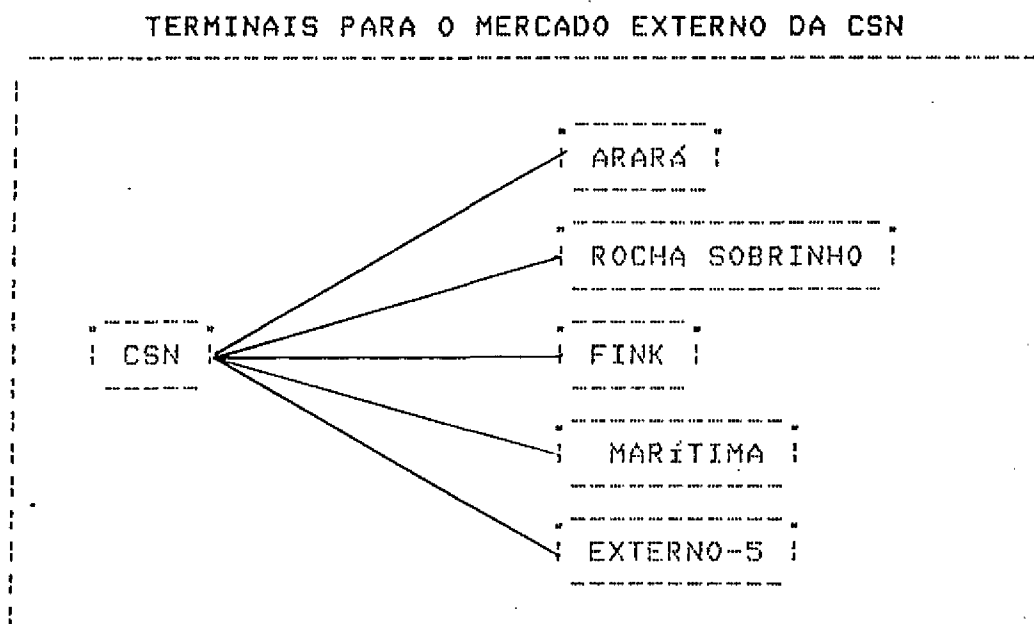
# GRAFICO No 3

ESQUEMA DA MOVIMENTACAO DO

PRODUTO FINAL DA C.S.N.



Na análise da movimentação das exportações da C.S.N., apresentamos esquematicamente o detalhamento das operações nos terminais que recebem e estocam os produtos destinados ao mercado externo, que têm as seguintes características:



a) No Rio de Janeiro o terminal de Arará, recebe os lotes de carga transportados por ferrovia, os carregamentos para o navio são efetuados também por ferrovia e eventualmente por rodovia.

Tem-se um armazém cuja área total é de 4,900 m<sup>2</sup>, sendo a área útil de armazenagem de 2,400 m<sup>2</sup>. A capacidade de estocagem média é de 23,000 tn sendo 15,000 tn em área coberta.

São as seguintes as principais deficiências constatadas:

- a.1) falta de equipamento adequado para o manuseio (CE);
- a.2) elevada quantidade de mão-de-obra contratada;
- a.3) piso irregular do armazém.

b) No terminal da Marítima o recebimento das cargas é efetuado por ferrovia, sendo que os carregamentos para o navio de é efetuado por ferrovia/rodovia. Este terminal contém três armazéns, com área útil de 3.000 m<sup>2</sup>, com uma área coberta com capacidade de estocagem de cerca de 24.000 toneladas.

As deficiências que podem ser destacadas são de colunas em excesso em dois dos armazens, dificuldade de armazenamento de produtos de grande porte. De forma geral há necessidade de reparos no piso dos armazens.

c) O terminal Externo 5, é administrado pela CSN, sendo que o movimento das cargas neste terminal é efetuado por rodovia, assim como os carregamentos ao próprio navio.

Este armazem têm uma área de 5.000 m<sup>2</sup> com uma capacidade de estocagem de 18.000 toneladas.

d) No terminal da FINK (no Caju), o recebimento dos carregamentos é efetuado por rodovia, assim como os carregamentos aos navios. A capacidade de estocagem é de 30.000 toneladas.

## VI. Conclusões:

A análise crítica dos questionários mostrou a necessidade de complementação de informações para que se possa atingir os objetivos da pesquisa. Os testes recomendados para os questionários não foram realizados por questões de custo e tempo, um risco calculado cujas implicações conseguiu-se contornar no caso particular da CSN e, de uma forma mais geral, para o Setor Siderúrgico.

Com as informações obtidas em pesquisa complementar e a revisão dos objetivos, pode-se estruturar uma metodologia de análise a ser aplicada aos setores considerados no projeto, podendo-se identificar outras informações necessárias.

Foram selecionados os indicadores de desempenho e testados alguns deles, sendo feitas as modificações solicitadas pela equipe do IPEA.

Os modelos teóricos de custos foram aqui incluídos para em etapa posterior calcular-se a área de influência das unidades produtivas e o frete. Um modelo de simulação foi aplicado para se medir os efeitos das condições das vias para um determinado veículo padrão.

Apesar das dificuldades de pesquisa de tal magnitude, cálculos como os de Momento Total de Transportes puderam ser efetuados bem como de alguns indicadores de desempenho, o que permite uma avaliação preliminar dos problemas que envolvem os transportes no Setor Siderúrgico.

O Fator de Escala calculado para a CSN permitirá determinar com razoável aproximação a área de influência da fábrica, considerando o preço a partir do ponto de produção e seu crescimento no espaço pelo coeficiente custo de transporte, objetivo da 2a. Etapa.

O cálculo dos fretes de carregamento de mercadorias em lotação mostram as economias no espaço, por tonelada.

A localização das usinas não parece fruto de um estudo efetivo de localização, considerando uma atividade tipicamente voltada para a matéria-prima principal. A CSN dentro deste critério está longe de estar bem localizada.

A rede ferroviária parece que foi o fator crítico considerado, sendo elevado o custo de reunião.

Os custos de distribuição representam cerca de 50% das despesas de embarque para o mercado externo. Talvez elevados para padrões internacionais. Acrescenta-se despesas portuárias superiores a 35%. Estes elementos dão indicação para uma ação política mais precisa. A confirmação de tais resultados está reservada para a 2a. Etapa, sendo o objeto principal.

No que se refere a CSN destacamos alguns problemas ligados às operações nos terminais, identificando algumas das deficiências dos armazéns que compõem o esquema de movimentação das exportações.

Constatou-se que, desde setembro de 1991, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) passou a utilizar o porto de Vitória, reduzindo seu escoamento pelos portos do Rio e de Angra, em consequência dos novos contratos operacionais propostos pela Cia

Docas do Rio de Janeiro, que elevou o preço de US\$ 11 por tonelada para US\$ 22 para a movimentação portuária das cargas.

Essa movimentação pelo terminal de Praia Mole, custa para CSN US\$ 7, por tonelada armazenada e embarcada. O custo de transporte da CSN ao interior do navio em Praia Mole sai a US\$ 35 a tonelada. Este valor é muito inferior ao contido na proposta da CDRJ, que implicaria numa operação a um custo de US\$ 46 a tonelada, para transportar o produto de Volta Redonda ao porão de um navio ancorado em Angra dos Reis, cuja distância é cerca de 100 quilômetros da Siderúrgica.

A CSN também está utilizando o Porto de Santos, onde o preço por tonelada armazenada e embarcada é de US\$ 12. É importante registrar que as tarifas portuárias no Estado do Rio de Janeiro estão desviando para Vitória as importações de carvão que são efetuadas pela CSN. Tradicionalmente desembarca em Sepetiba onde a tarifa é de US\$ 16 a tonelada, contrastando com as tarifas de desembarque em Praia Mole, que são de US\$ 5 a tonelada.

Tais distorções acabam implicando num maior custo de imobilização de carga (tempo e espaço).

Cabe enfatizar que os índices apresentados refletem o comportamento dos escoamentos dos produtos siderúrgicos planos, sofrendo as influências dos seguintes problemas constatados:

- deficiências operacionais dos portos;
- elevados tempos de entrega dos produtos aos clientes;
- altos custos portuários de embarque e desembarque;
- elevado índice de avarias;
- elevado número de transbordos (até os terminais).

O excesso de terminais utilizados pela CSN minimiza os ganhos da operação de transporte. é o caso dos terminais de distribuição no Rio de Janeiro, onde a consolidação dos carregamentos em um só terminal aumentam os custos, assim como os fluxos de cargas na ligação.

é necessário ponderar as atividades de movimentação dos veículos nas bocas de saída dos terminais que alimentarão o suprimento de cargas ao costado do navio. Estes custos são elevados, como o são os custos portuários, os de estivagem e desestivagem, bem como o número dos transbordos.

A negociação do frete com as transportadoras é outro problema que deve ser considerado para efeito de avaliação. Outro fator importante, que é sensível ao custo médio, é o tipo de produto a ser escoado. Há necessidade de negociação da função frete por diferenciação de produto. Recomenda-se, também, a inclusão do custo de estoque na composição do custo médio, uma vez que a taxa de retorno interno do investimento influi diretamente nas decisões estratégicas de cada empresa.

A análise do valor e do tempo de permanência dos produtos estocados nos terminais revelaram a importância das relações de troca (trade-off) entre o custo de estoque e o custo de transporte.

Nosso estudo registra sérios problemas operacionais nos portos por deficiência na equipagem apropriada à movimentação de produtos siderúrgicos, em especial no que se refere à capacidade, o que exige dos usuários o afretamento de navios com equipamentos de bordo. Um outro aspecto negativo diz respeito às leis que regem o trabalho portuário, as quais permitem o

superdimensionamento de trabalhadores da estiva com relação às reais necessidades.

Um dos pontos de estrangulamento é a quantidade mínima de 10.000 toneladas para viabilizar a utilização de navios de cabotagem, o que implica numa ampliação do tempo de entrega dos produtos aos clientes. Esta tem sido uma das restrições mais destacadas.

Acreditamos que este primeiro relatório dê indicações para uma metodologia objetiva e simples, além de fornecer um primeiro e superficial diagnóstico do Setor Siderúrgico.



