


Análise da viabilidade de integração entre rotas de longo curso e de cabotagem utilizando um modelo matemático



MSc Daniel Chebat – EPUSP – Produção
Prof. Dr. Hugo Yoshizaki – EPUSP – Produção
MSc Gustavo Costa – HamburgSud Brasil
MSc Celso Hino – EPUSP – Naval

23 Outubro 2007

Agenda



Introdução

Metodologia

Análise de Cenários

Conclusões

Diagnóstico da Situação Atual

Descrição do Problema

- Mercado de transporte marítimo regular de contêineres
- Rotas de longo curso e de cabotagem
- Rotas fixas – pré-seleção dos portos de escalas
- Capacidade transporte fixa - TEUs e *Deadweight*
- Custos fixos elevados
- Problema de *Imbalance*

Navios de *regular* *Schedule*
independentemente do nível de
demanda

Para um dado porto:
Fluxo de importação de containeres
 \neq
Custos fixos: Combustível (Bunker),
Fluxo de exportação de containeres

Analisar a viabilidade, para a empresa, de transportar cargas de cabotagem no Brasil utilizando parte da capacidade de transporte de navios que hoje operam em uma rota internacional

Objetivo do estudo

Principais Objetivos

- **Avaliar os impactos do transporte integrado de cargas nacionais e internacionais**

Ex: Quais são os ganhos potenciais gerado através do transporte de cargas de cabotagem e internacionais utilizando a mesma frota de navios?

- **Avaliar o impacto gerado na logística do contêiner vazio**

Ex: Os custos relativos ao reposicionamento de containeres diminuem?

- **Avaliar a competitividade do transporte de cabotagem em relação ao seu principal concorrente, o transporte rodoviário, principalmente no critério preços**

Ex: A empresa seria capaz de oferecer serviços de transporte com fretes menores àqueles praticados no mercado de transporte rodoviário?

Agenda



Introdução

Metodologia

Análise de Cenários

Conclusões

Metodologia



3 Fases



Referência Bibliográfica

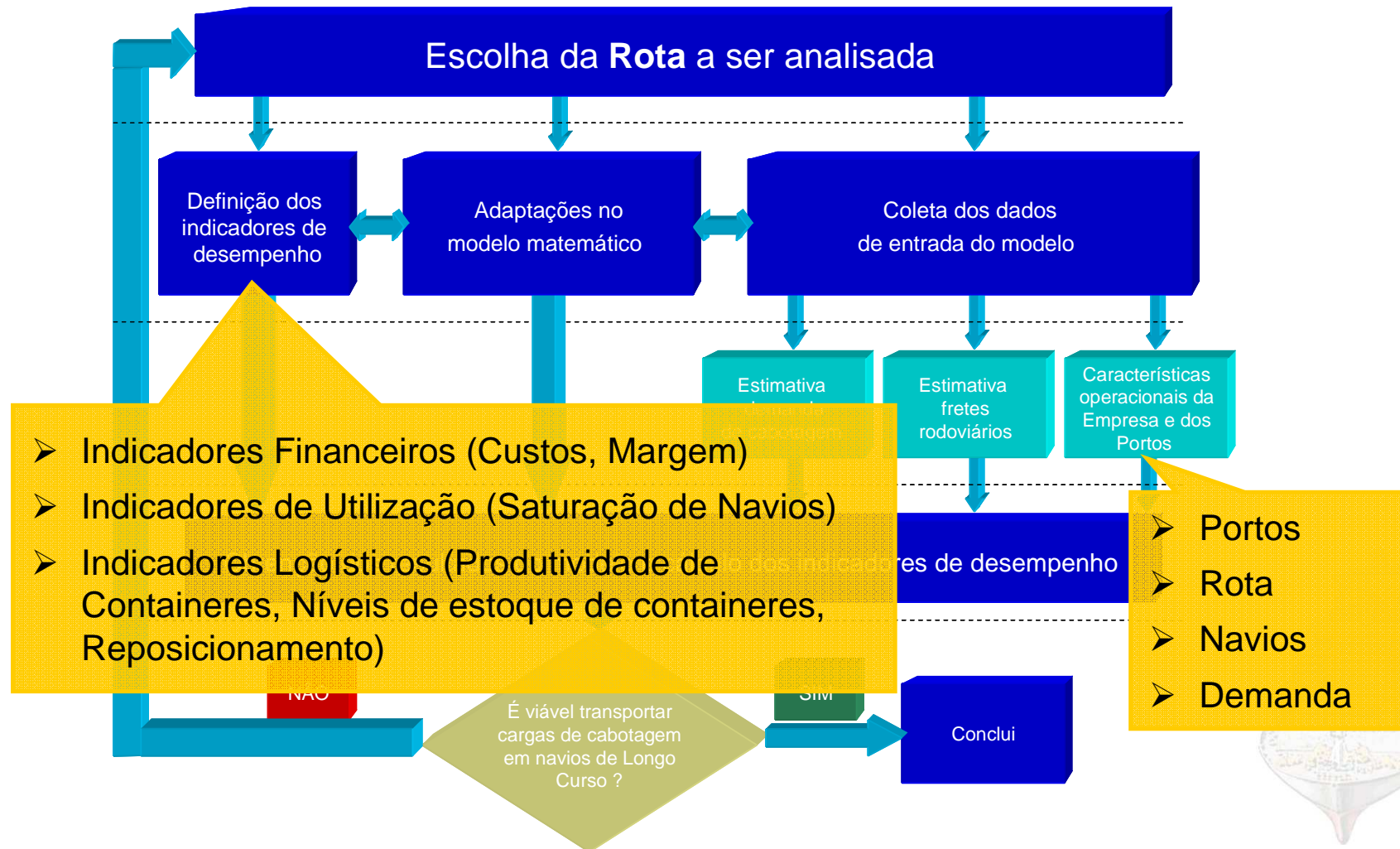
Principais Estudos Analisados

- Transporte marítimo regular de contêineres
- Panorama da cabotagem no Brasil
- Análise das metodologia utilizadas

Author	Quantitative Model based on Costs	Quantitative Model based on Contribution Margin	Qualitative Model + Quantitative Model	Road Transport	Maritime Transport	International Routes	Cabotage Routes
ONO	✓				✓		✓
COSTA		✓			✓	✓	
TING e TZENG		✓			✓	✓	
RORATO	✓			✓	✓		✓
STANTON			✓	✓	✓		✓
Present Study		✓		✓	✓	✓	✓

Modelo

Ilustração do Modelo



Modelo Matemático

Modelo Matemático: Função Objetivo

Variáveis

- Quantidade Containeres Cheios
- Quantidade Containeres Vazios

Restrições

- Capacidade de Transporte

$$C^T = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} (R^F_{i,j,k,c,t} * F^F_{i,j,k,c,t}) - \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} (C^F_{i,j,k} * F^F_{i,j,k,c,t}) - \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} (C^M_c * F^F_{i,j,k,c,t}) - \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} (C^E_{i,j,k} * F^E_{i,j,k,t}) - \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} (C^S_k * E_{j,k,t})$$

Receita

Custo Movimentar Container Cheio

Custo VAS

Custo Movimentar Container Vazio

Custo Estoque Container

Agenda



Introdução

Metodologia

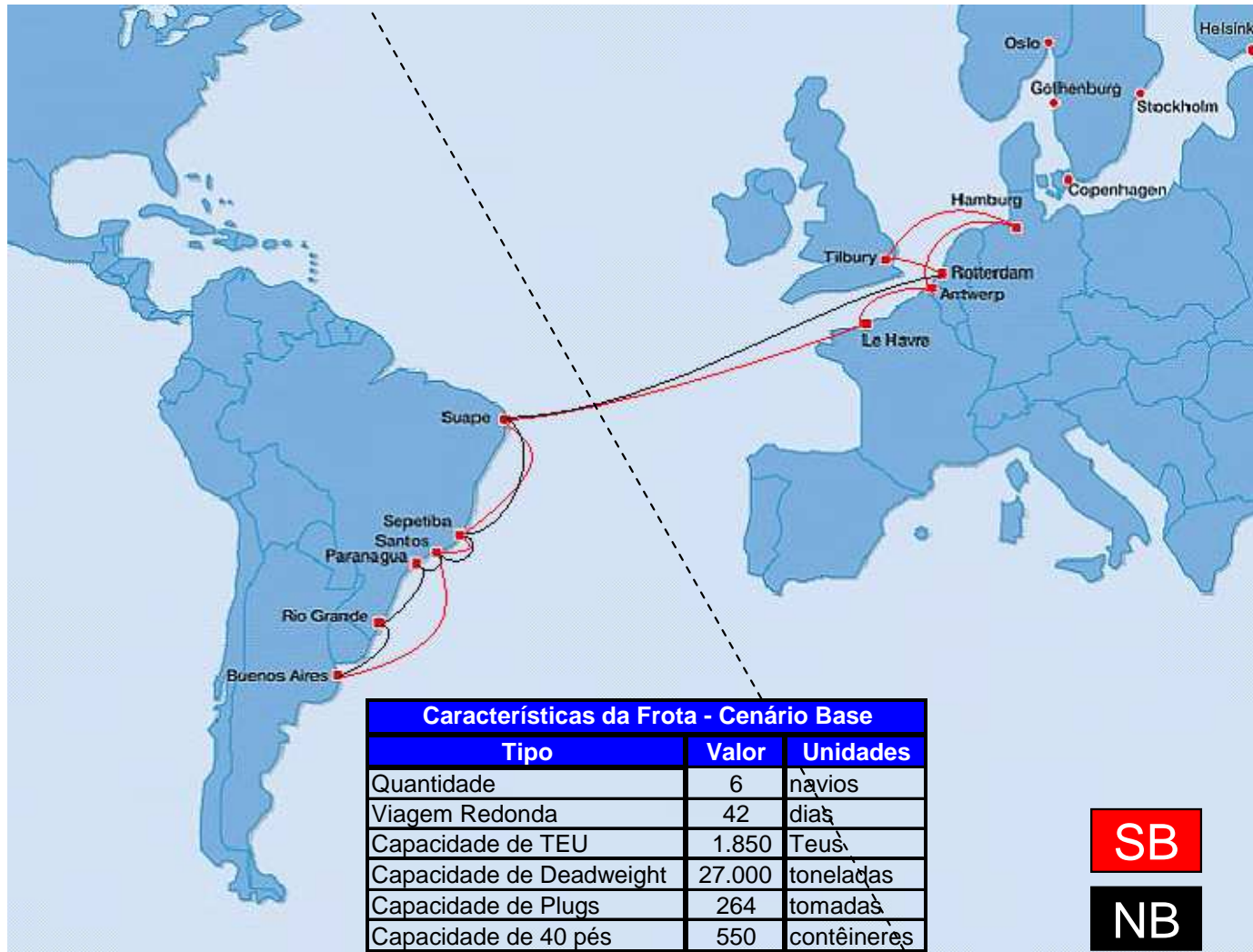
Análise de Cenários

Conclusões

Análise de Cenários



Cenário-Base



Análise de Cenários

Séries de Cenários

Cenário Base

Melhor Dimensão de Navios

Série FF: análise da variação dos fretes de cabotagem

Série NN: análise da variação das características dos navios



Cenários: Série FF	
Código	Redução Frete Cabotagem
FF-00	-
FF-10	-10%
FF-20	-20%
FF-30	-30%
FF-40	-40%
FF-50	-50%
FF-60	-60%
FF-70	-70%
FF-80	-80%

Características da Frota - Série NN-2220		
Tipo	Valor	Unidades
Quantidade	6	navios
Viagem Redonda	42	dias
Capacidade de TEU	2.220	Teus
Capacidade de Deadweight	31.000	toneladas
Capacidade de Plugs	500	tomadas
Capacidade de 40 pés	600	contêineres
Características da Frota - Série NN-3000		
Tipo	Valor	Unidades
Quantidade	6	navios
Viagem Redonda	42	dias
Capacidade de TEU	3.000	Teus
Capacidade de Deadweight	42.000	toneladas
Capacidade de Plugs	500	tomadas
Capacidade de 40 pés	800	contêineres

- Ganhos Potenciais
- Competitividade do Modal de Cabotagem

Resultados

Série FF - Melhor Utilização dos Navios

Índice de Utilização: TEU - Cenário-Base

Porto Entrada	T_01	T_02	T_03	T_04	T_05	T_06	T_07	T_08	T_09	T_10	T_11	T_12
SB_RTM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_TIL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_HAM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_ANR	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_LEH	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_SUA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_SPB	100%	100%	97%	99%	98%	100%	98%	100%	98%	98%	98%	98%
SB_SSZ	98%	96%	96%	96%	96%	98%	94%	97%	98%	98%	98%	98%
NB_BUE	58%	53%	58%	59%	57%	64%	58%	55%	60%	58%	58%	58%
NB_RIG	56%	56%	54%	56%	63%	59%	63%	57%	60%	58%	58%	58%
NB_PNG	54%	58%	53%	56%	62%	60%	58%	60%	59%	59%	59%	59%
NB_SSZ	52%	58%	53%	58%	62%	59%	59%	60%	59%	59%	59%	59%
NB_SPB	97%	97%	98%	95%	97%	95%	97%	96%	97%	97%	97%	97%
NB_SUA	99%	99%	99%	96%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

Menor 50%

Entre 50% e 90%

Maior 90%

Baixa Utilização em Trechos da AL no cenário-base

Não Considera Demandas de Cabotagem

Fluxos de Cargas não-balanceados

Índice de Utilização: TEU - Cenário FF-00

Porto Entrada	T_01	T_02	T_03	T_04	T_05	T_06	T_07	T_08	T_09	T_10	T_11	T_12
SB_RTM	99%	99%	100%	100%	98%	100%	98%	99%	99%	99%	100%	100%
SB_TIL	99%	98%	99%	100%	99%	99%	100%	99%	99%	99%	99%	100%
SB_HAM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_ANR	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_LEH	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_SUA	98%	100%	99%	100%	99%	99%	99%	100%	99%	99%	99%	99%
SB_SPB	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB_SSZ	99%	97%	98%	95%	100%	99%	95%	99%	99%	99%	99%	99%
NB_BUE	97%	96%	97%	97%	97%	99%	95%	99%	99%	99%	99%	99%
NB_RIG	97%	96%	98%	96%	97%	100%	93%	99%	99%	99%	99%	99%
NB_PNG	98%	96%	96%	98%	95%	100%	94%	97%	97%	97%	97%	97%
NB_SSZ	96%	98%	95%	99%	94%	98%	97%	97%	97%	97%	97%	97%
NB_SPB	97%	100%	100%	98%	95%	100%	95%	94%	97%	97%	97%	97%
NB_SUA	98%	98%	99%	97%	95%	98%	96%	96%	97%	97%	97%	97%

Menor 50%

Entre 50% e 90%

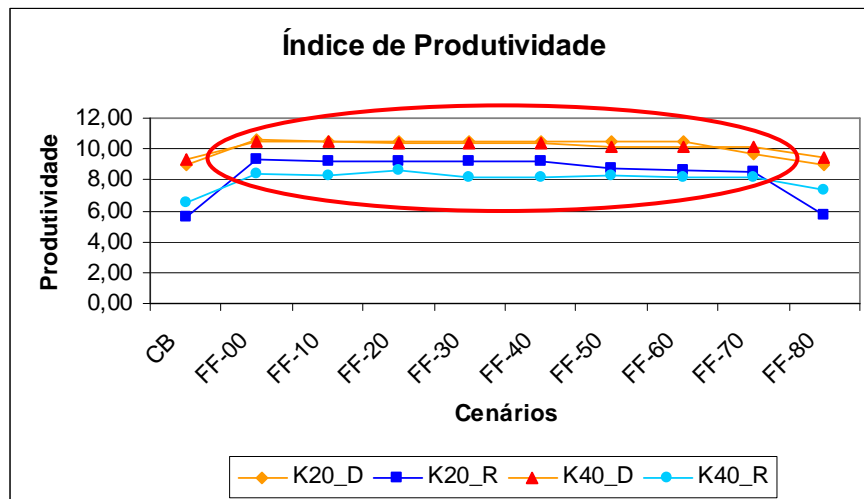
Maior 90%

Atuação no mercado de Cabotagem

Considera Demandas de Cabotagem

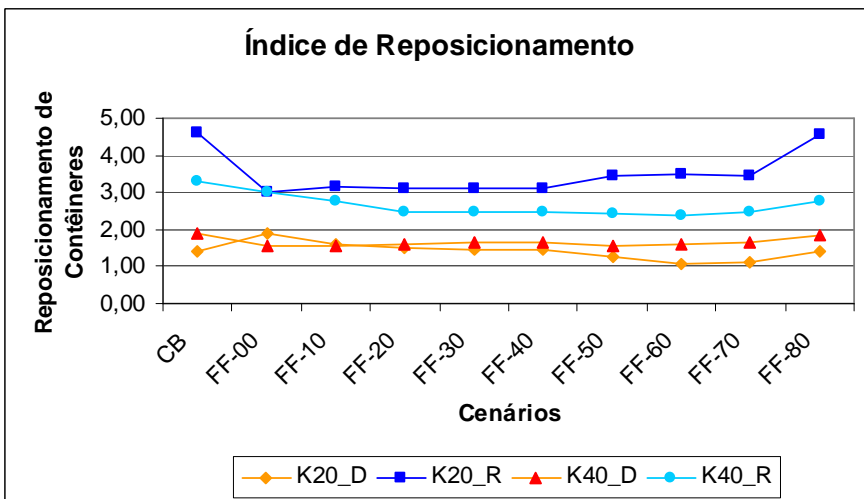
Resultados

Série FF - Melhor Utilização dos Contêineres



Considerando o mesmo período de tempo, os contêineres são utilizados em mais viagens

Melhor Utilização dos Contêineres



Custos de Reposicionamento Diminuem

Menores Gastos com Movimentação Contêineres Vazios

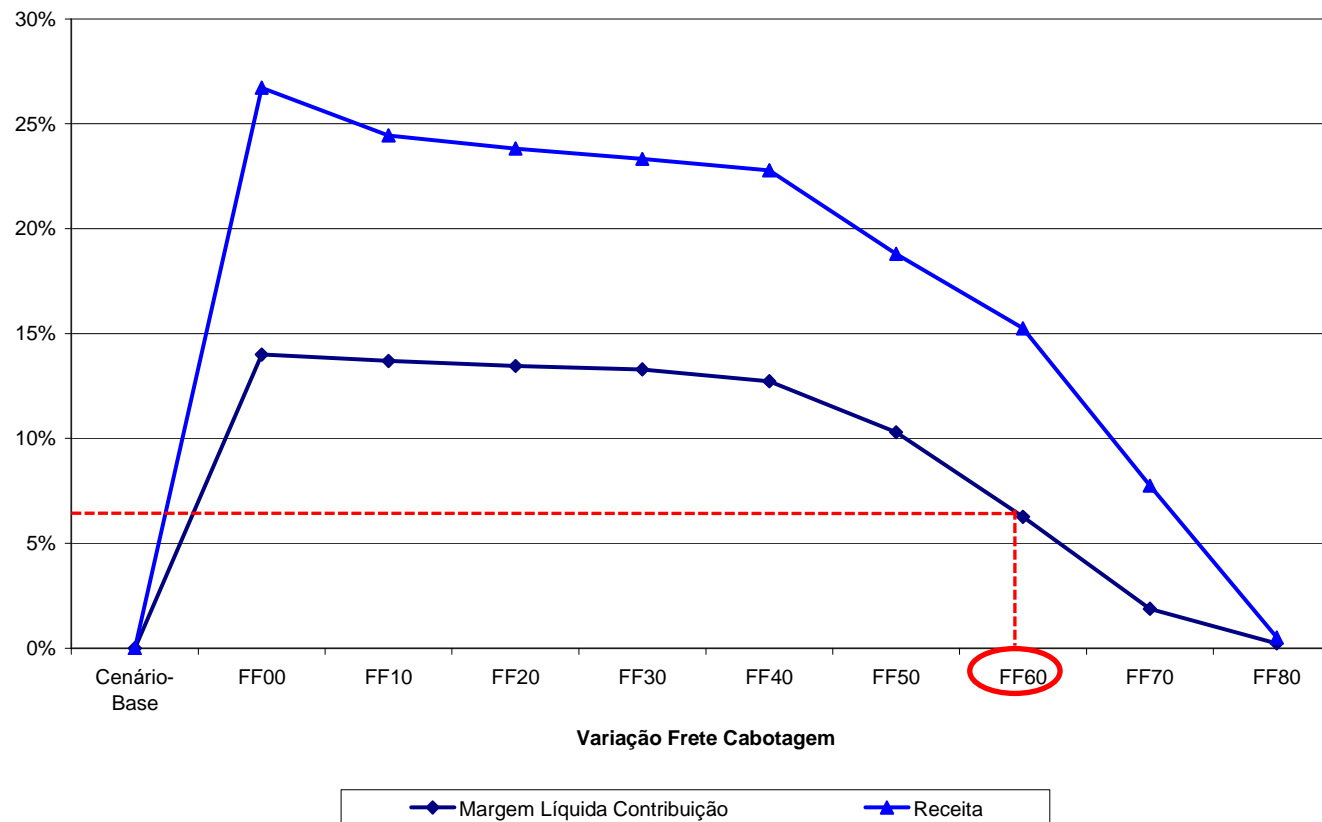
Melhoria na Estrutura de Custos

Resultados



Série FF - Ganhos Potenciais

Análise de Cenários



Custos de aumento da frota de contêineres, foram considerados para o cálculo da Margem Líquida

Grande Potencial de Ganhos

Fretes Competitivos

Resultados

Série NN

Indicadores Financeiros	FF-60	NN-2220	NN-3000	Variação NN-2220	Variação NN-3000
Margem bruta de contribuição	USD 235.161.543	USD 270.258.445	USD 330.406.047	14,9%	40,5%
Receita	USD 326.341.484	USD 372.046.067	USD 459.717.318	14,0%	40,9%
Custo variável	USD 91.179.941	USD 101.787.620	USD 129.311.270	11,6%	41,8%
Descrição dos custos variáveis	FF-60	NN-2220	NN-3000	Variação NN-2220	Variação NN-3000
Custo de movimentação dos contêineres cheios	USD 81.047.186	USD 90.606.131	USD 112.622.769	11,8%	39,0%
Custo para atendimento aos tipos de carga	USD 1.531.236	USD 2.201.837	USD 3.193.546	43,8%	108,6%
Custo de movimentação dos contêineres vazios	USD 8.438.047	USD 8.782.460	USD 13.036.292	4,1%	54,5%
Custo de estoque de contêineres vazios	USD 163.472	USD 197.192	USD 458.663	20,6%	180,6%
Participação dos custos variáveis no custo variável total	FF-60	NN-2220	NN-3000	Variação NN-2220	Variação NN-3000
Custo de movimentação dos contêineres cheios	88,9%	89,0%	87,1%	0,1%	-2,0%
Custo para atendimento dos tipos de cargas	1,7%	2,2%	2,5%	28,8%	47,1%
Custo de movimentação dos contêineres vazios	9,3%	8,6%	10,1%	-6,8%	8,9%
Custo de estoque de contêineres vazios	0,2%	0,2%	0,4%	8,1%	97,8%

Grande
Potencial de
Ganhos

Atendimento
Demandas
Internacionais
Reprimidas

Maior
Capacidade
para
Demandas de
Cabotagem

Índice de Utilização: TEU - Cenário NN-2220

Porto Entrada	T_01	T_02	T_03	T_04	T_05	T_06	T_07	T_08	T_09	T_10	T_11	T_12
SB RTM	97%	96%	97%	97%	96%	97%	96%	96%	96%	96%	96%	97%
SB TIL	96%	98%	96%	97%	96%	97%	98%	96%	97%	96%	97%	96%
SB HAM	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB ANR	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB LEH	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB SUA	95%	99%	96%	98%	96%	96%	98%	96%	96%	96%	96%	96%
SB SPB	96%	99%	95%	97%	98%	94%	98%	98%	95%	97%	97%	96%
SB SSZ	96%	97%	94%	95%	96%	92%	94%	96%	92%	93%	94%	94%
NB BUE	79%	77%	80%	80%	81%	79%	78%	79%	77%	78%	78%	75%
NB RIG	77%	77%	78%	79%	81%	80%	77%	79%	79%	76%	78%	78%
NB PNG	78%	78%	76%	81%	80%	79%	78%	79%	81%	74%	78%	80%
NB SSZ	77%	78%	75%	80%	81%	77%	82%	79%	80%	74%	79%	80%
NB SPB	98%	96%	98%	95%	92%	95%	94%	93%	94%	93%	93%	96%
NB SUA	97%	96%	97%	96%	95%	97%	95%	96%	96%	96%	96%	97%

Menor 50%

Entre 50% e 90%

Maior 90%

Agenda



Introdução

Metodologia

Análise de Cenários

Conclusões

Conclusão



Conclusões Gerais

Geração de maior margem de contribuição para a empresa

Cabotagem é um meio de transporte competitivo



Obrigado!



Mathematical Model



Mathematical Model: Objective Function

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} (R^F_{i,j,k,c,t} * F^F_{i,j,k,c,t}) -$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} (C^F_{i,j,k} * F^F_{i,j,k,c,t}) -$$

$$= \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} (C^M_c * F^F_{i,j,k,c,t}) -$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} (C^E_{i,j,k} * F^E_{i,j,k,t}) -$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} (C^S_k * E_{j,k,t})$$

Revenue

Cost for Moving Full Container

Cost VAS

Cost for Moving Empty Container

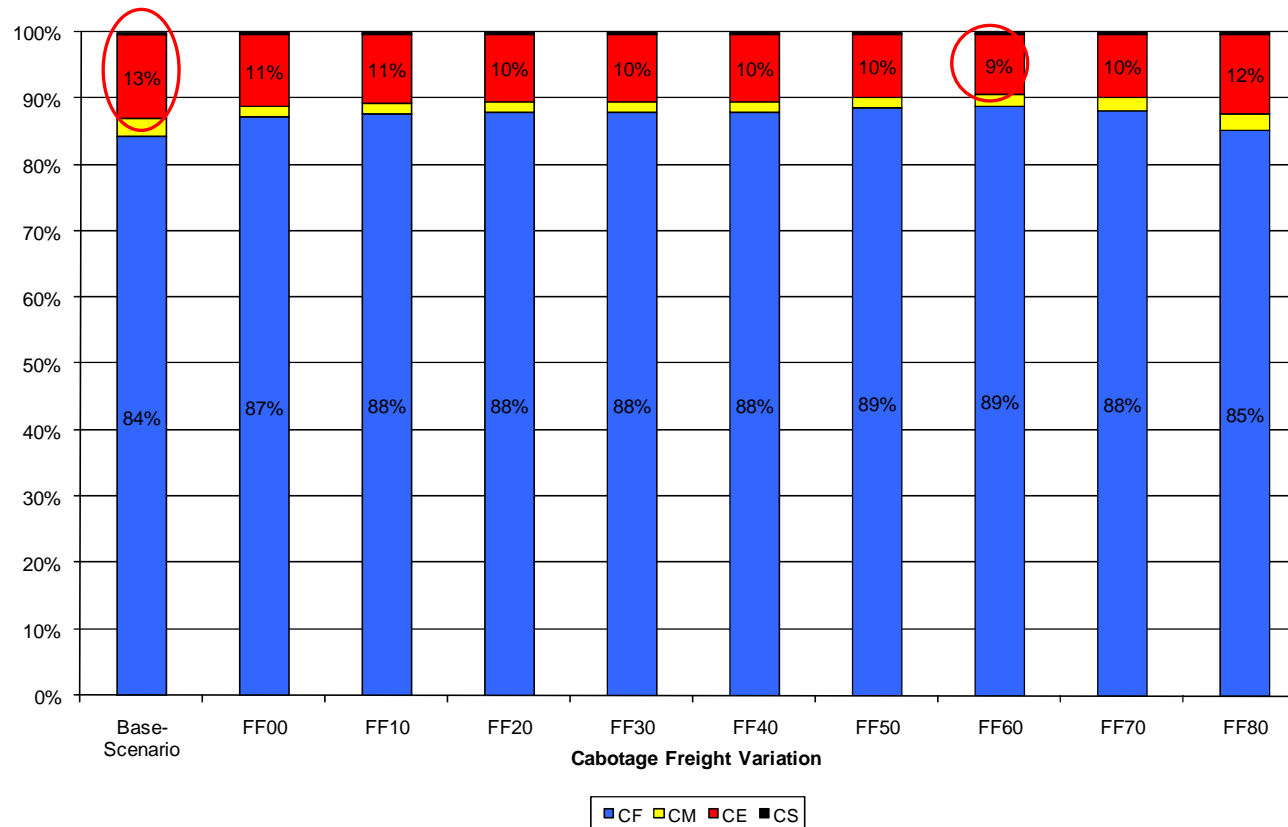
Cost of Container Storage

Results



FF Series - Cost Structure Improvement

Composition of the Total Variable Cost



Lower participation of the repositioning cost

Lower participation of cargo attendance cost

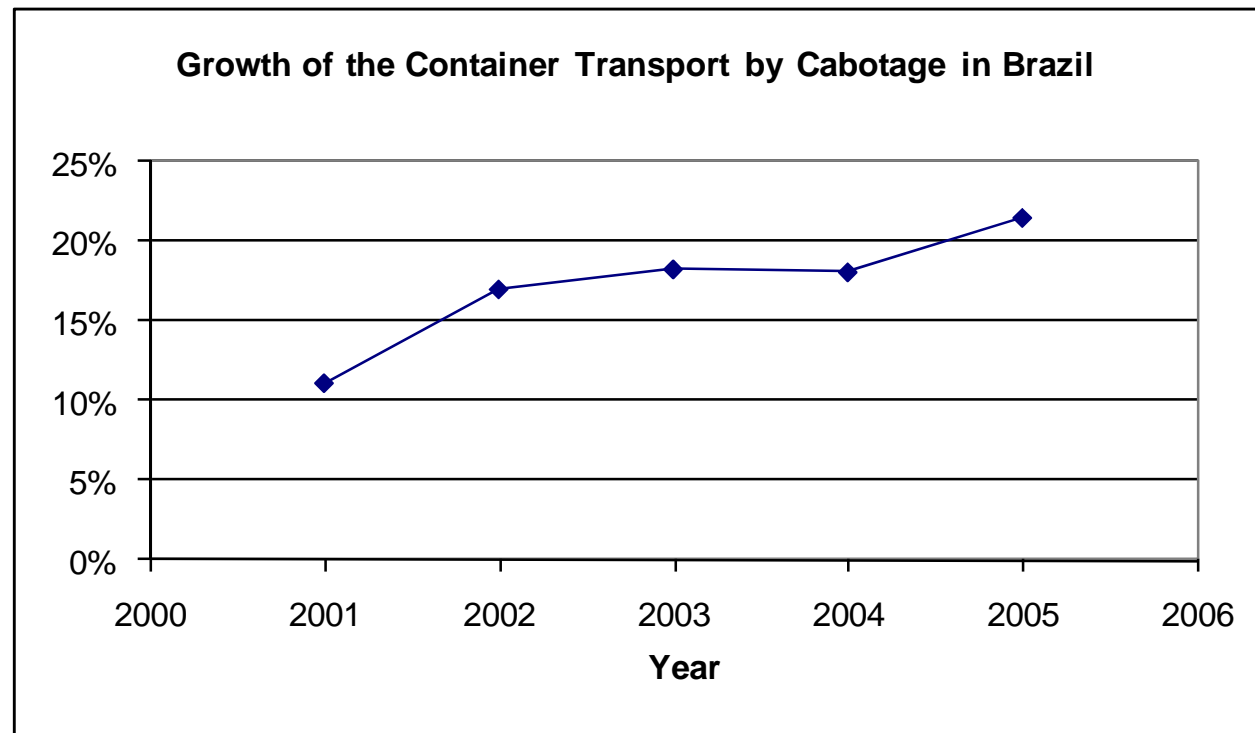
Steady storage cost

Characteristics of the Fleet -Série NN-2220		
Type	Value	Unit
Quantity	6	vessels
Entire voyage duration	42	days
Capacity of TEU	2.220	teu
Capacity of Deadweight	31.000	ton
Capacity of Plugs	500	plugs
Capacity of 40 feet	600	containers

Results



Cabotage Market



Fonte: ANTAQ

**Privatization of
Ports**

**Door-to-Door
Service**

**Improvement
of Cabotage
Service**