



# **AULA 4-5 – MODAIS DE TRANSPORTES**

**PRO 5807– Logística e Cadeias de  
Suprimento**

**Prof. Hugo Yoshizaki**

**2019**



# Fatores que Influenciam os Custos de Transporte

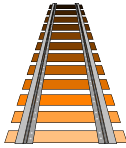
- Relativos à operação:
  - Densidade (peso / volume)
  - Avarias
  - Valor do produto - Risco de Roubo
  - Contaminação por contato com outros produtos
  - Tipo de embalagem
  - Facilidade de Manuseio
  - Tempo de Operação (Espera, Carga e Descarga)
- Relativos ao mercado:
  - ✓ Regulamentação
  - ✓ Competição Intra e Intermodal
  - ✓ Desbalanceamento entre Oferta e Demanda
  - ✓ Sazonalidade
  - ✓ Exigência dos Clientes:
    - ✓ Nível de Serviço;
    - ✓ Atendimentos emergenciais
    - ✓ JIT
  - ✓ Congestionamentos
  - ✓ Globalização



# Modais de transporte



Rodoviário



Ferrovário



Aquaviário

Hidroviário  
Marítimo



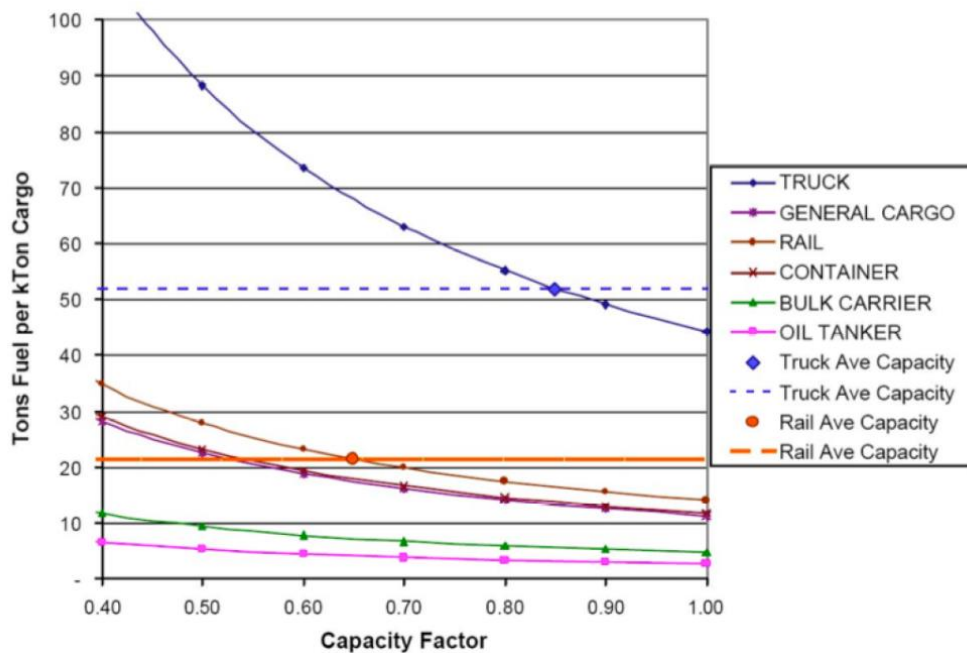
Aéreo



Dutoviário



# Eficiências



**Table 6-1**  
Average Freight  
Ton-Mile  
Transportation  
Price by Mode

MODE	PRICE, ¢/TON-MILE <sup>a</sup>
Rail	2.28 <sup>b</sup>
Truck	26.19 <sup>c</sup>
Water	0.74 <sup>d</sup>
Pipe	1.46 <sup>e</sup>
Air	61.20 <sup>f</sup>

<sup>a</sup>Based on average per ton-mile

<sup>b</sup>Class 1

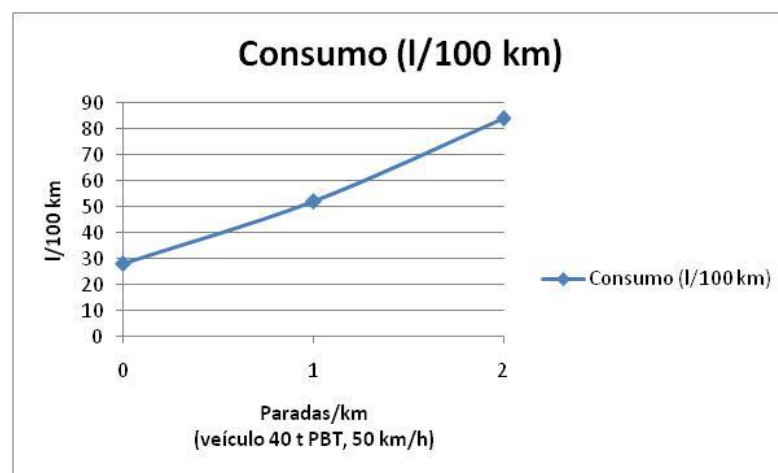
<sup>c</sup>Less than truckload

<sup>d</sup>Barge

<sup>e</sup>Oil pipeline

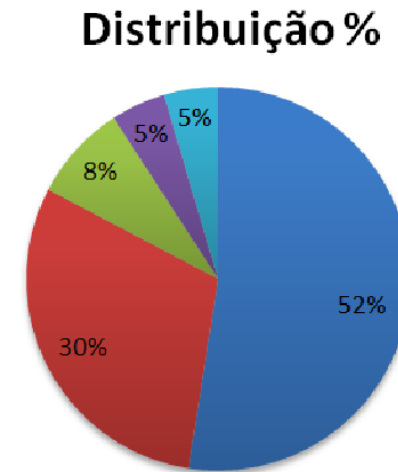
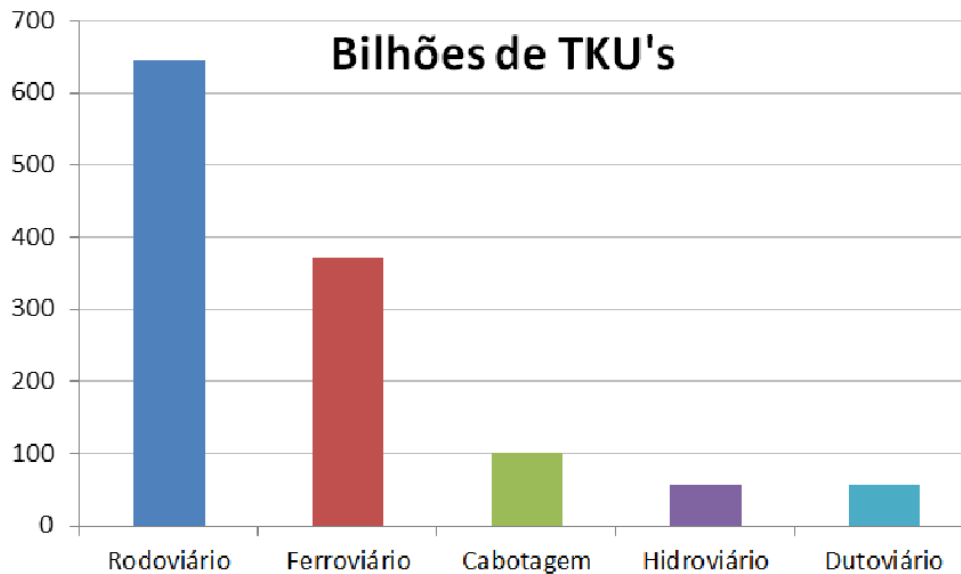
<sup>f</sup>Domestic

Source: Rosalyn A. Wilson, *Transportation in America 2000*, 18th ed. (Washington, DC: ENO Transportation Foundation, 2000), p. 19.





# Current transportation matrix in Brazil (2011)

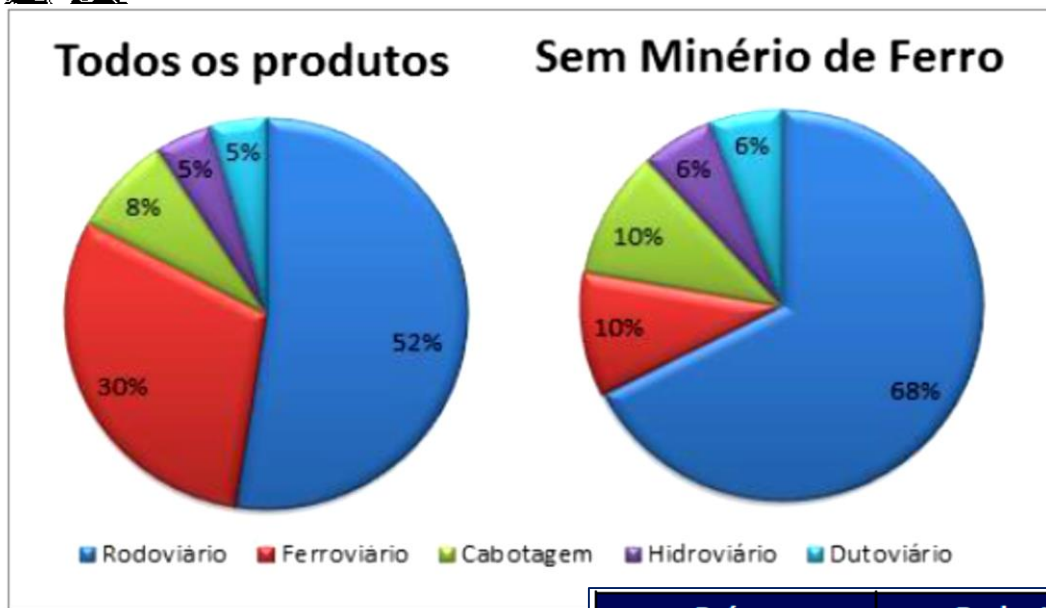


**Figura 1:** Distribuição modal da matriz brasileira de transportes regionais de cargas em 2011

Source: PNL T 2012



# Brazilian Matrix compared to other countries

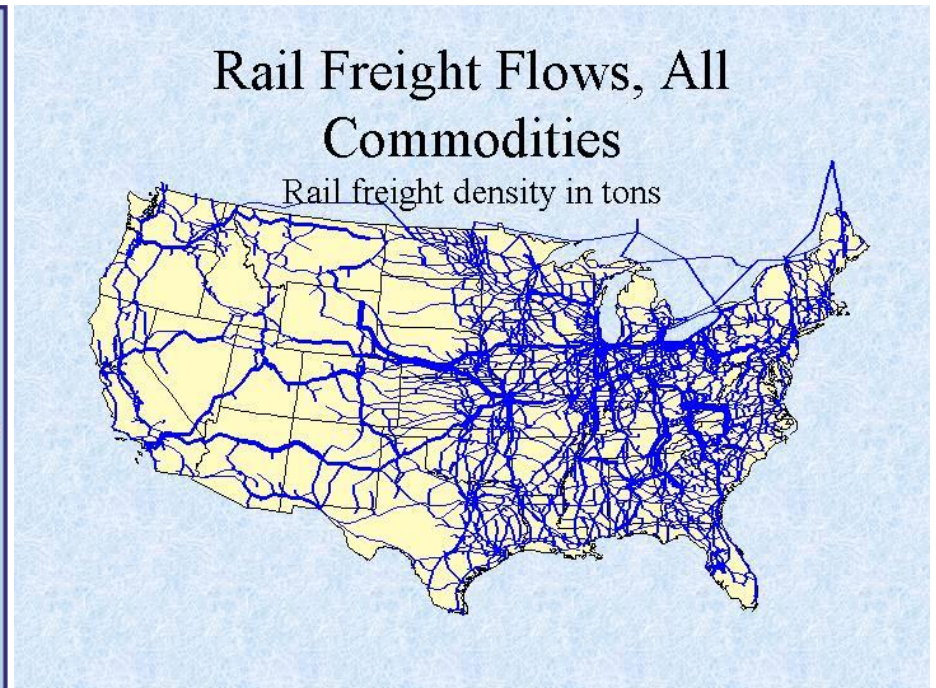
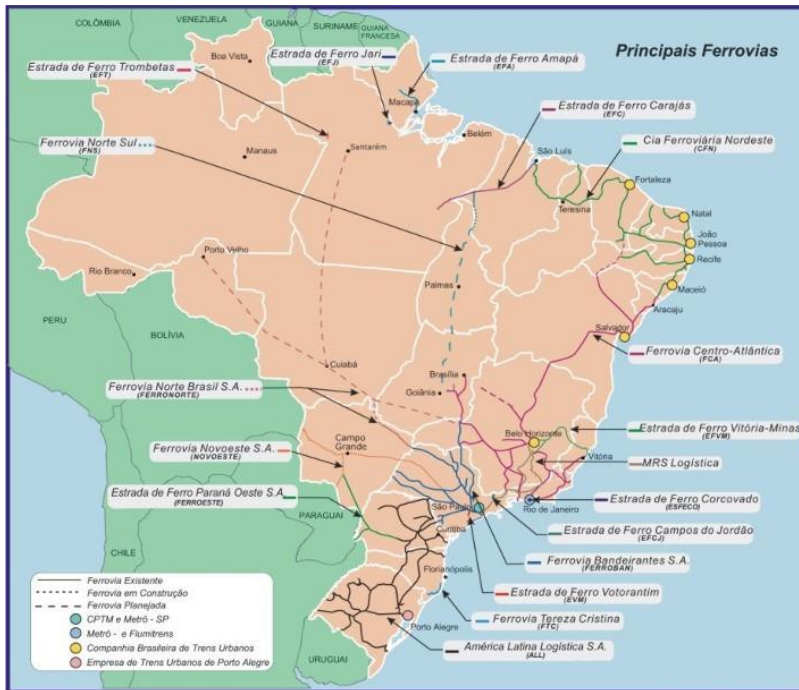


Países	Rodovia	Ferrovias	Hidrovia
Rússia	8	81	11
Estados Unidos	32	43	25
Canadá	43	46	11
Áustria	49	45	6
Austrália	53	43	4
México	55	11	34
<b>Brasil</b>	<b>58</b>	<b>25</b>	<b>17</b>
Alemanha	71	15	14
França	81	17	2

Source: PNL T 2012



# Rail network: Brazil and the USA

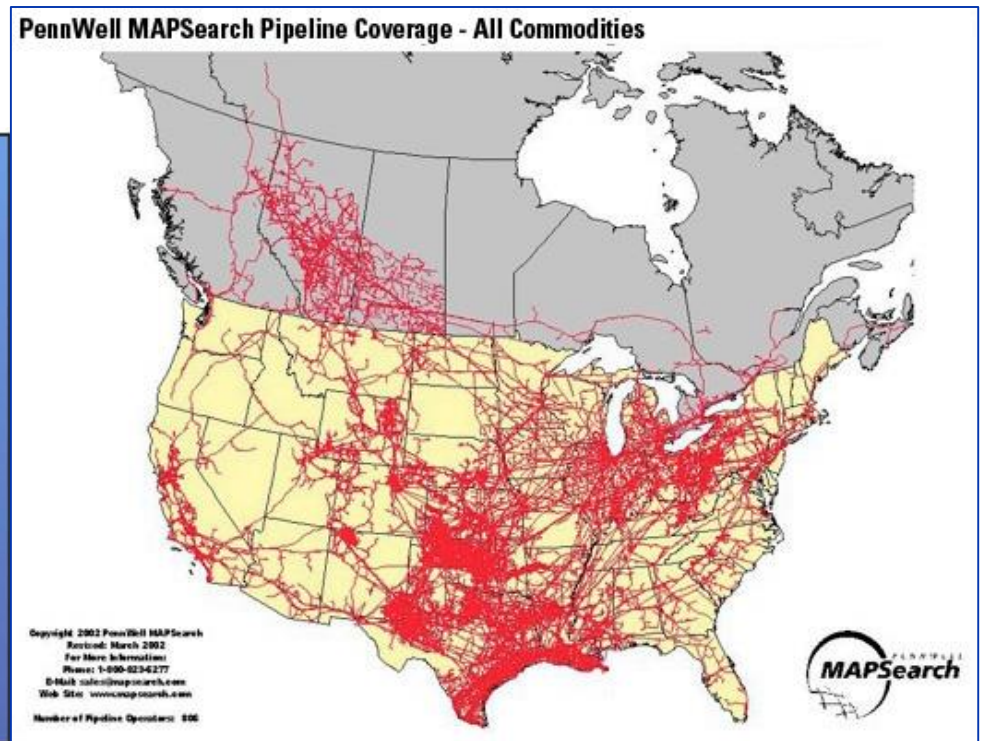


Source: ANTT; Iowa DOT





# Pipeline networks: Brazil and the USA

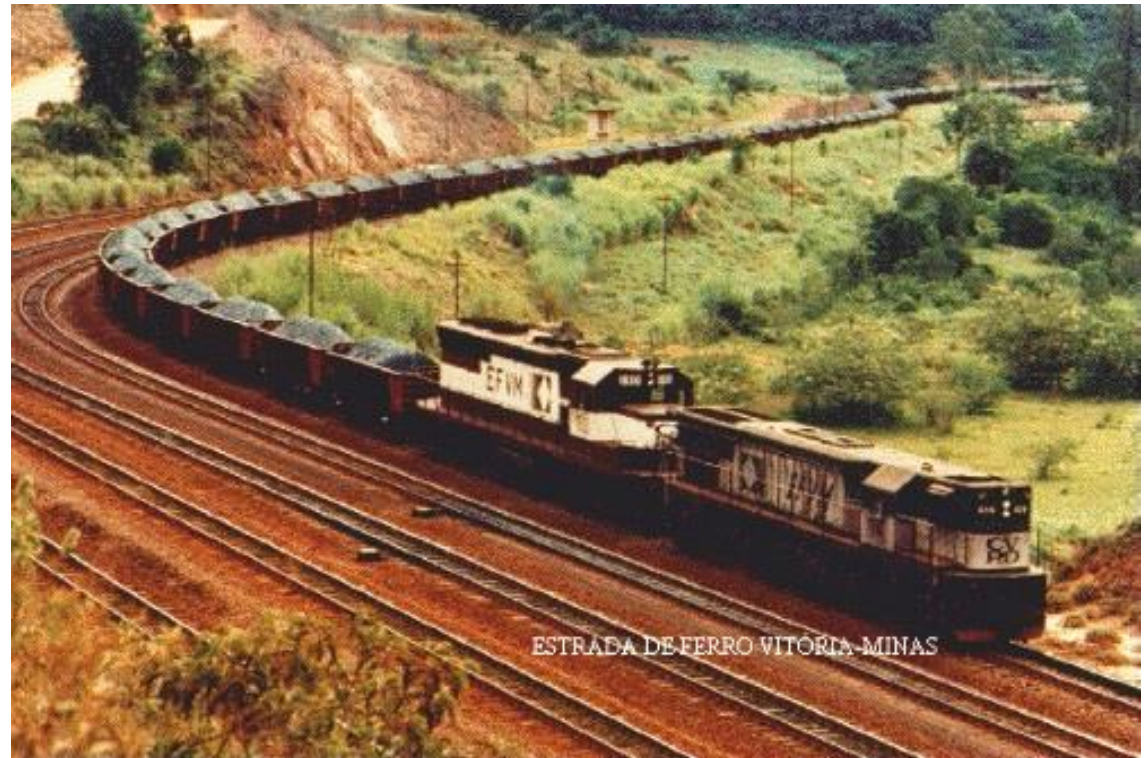


Source: ANTT; Mapsearch





# Modal Ferroviário



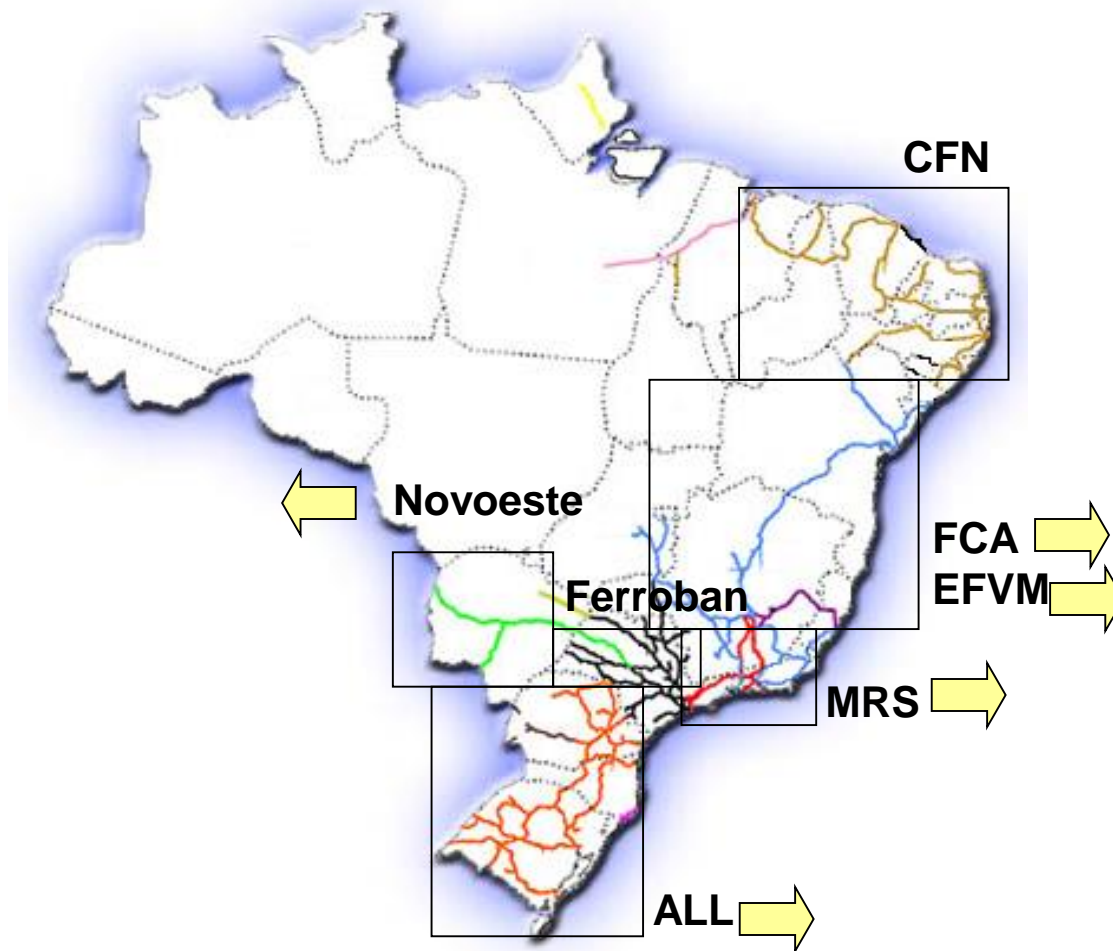


# Características do Modal Ferroviário

- Transporte de matéria-prima e produtos de baixo valor agregado
- Grande volumes e grandes distâncias
- *Market-share* tende a ser crescente com distância
- Baixa Velocidade
- Material rodante
  - circulação (vazios), carga e descarga
  - manutenção
- Via
  - restrições de peso e comprimento (bitolas)
- Apresenta altos custos fixos e baixos custos variáveis
- Programação de trens
  - grade - conflitos



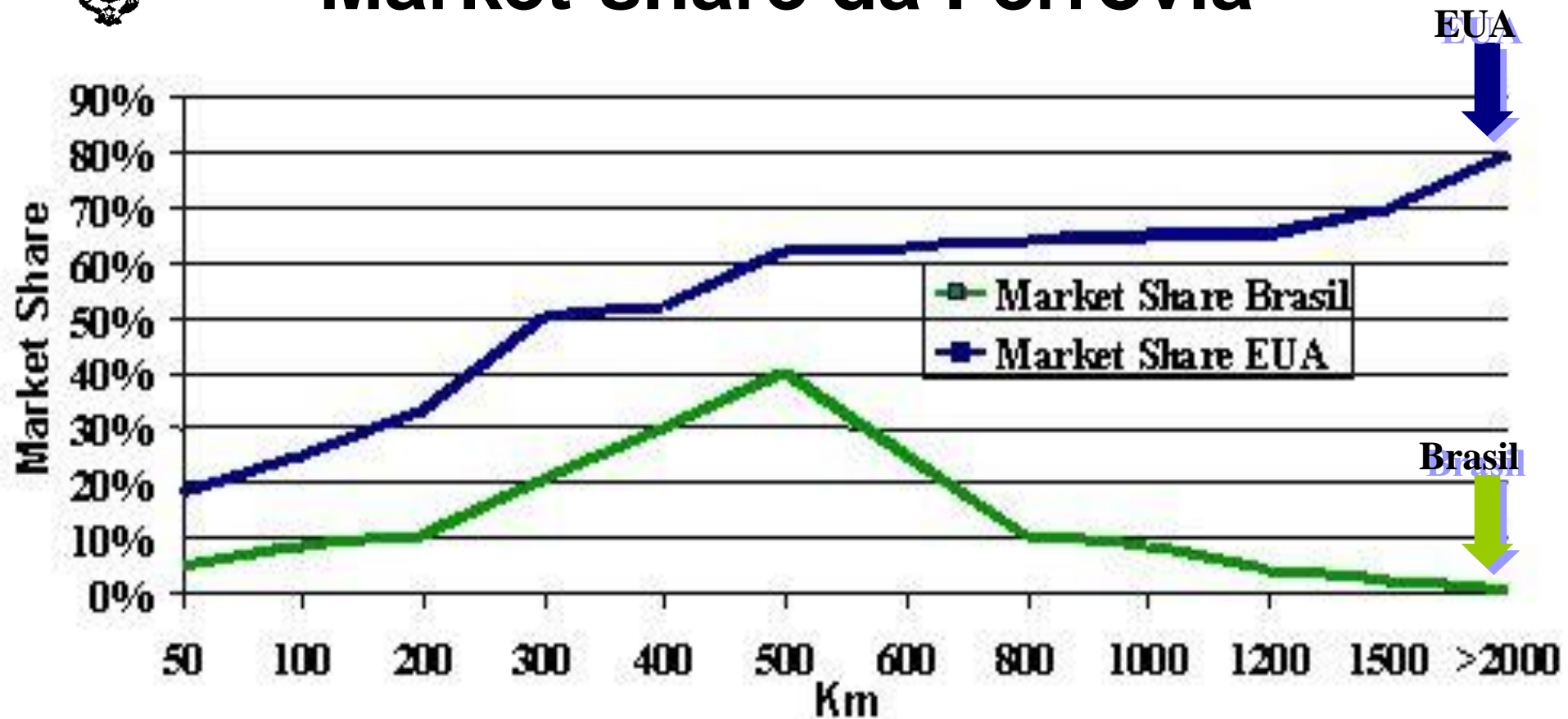
# Malha Ferroviária



Fontes : Ministério dos Transportes



# Market-share da Ferrovia





# Modal Aquaviário



Fonte: Gustavo Costa – Hamburg Sud

**Marítimo**

**Longo Curso e Cabotagem**

**Hidroviário**



HTYY

Fonte: MT (2003)





# Portos Marítimos e Fluviais







# Marítimo

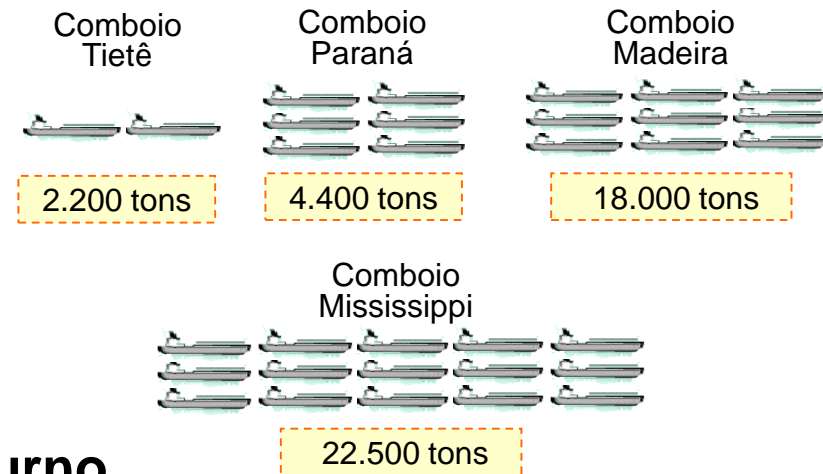
- **Produtos típicos**
  - Granéis
  - Cargas containerizadas
  - Carga geral
- **Baixo custo**
- **Produtividade nos terminais**
- **Problemas portuários**
- **Crescimento da cabotagem**
  - Carga containerizada





# Características do Transporte Hidroviário

- **Produtos típicos**
  - Granéis - baixo valor agregado
  - Não perecíveis
- **Baixo custo**
- **Eficiência na carga e descarga**
- **Tamanho do comboio**
  - Transposição de Canais e Eclusas
  - Desmembramento
  - Gabarito
- **Serviço próprio vs terceiros**
- **Sinalização, calado e percurso noturno**
- **Privatização das UHE**
- **Poluição meio ambiente**







# Modal Aéreo



HTYY





# A Carga Aérea

## •Principais Tipos de Serviço:

– ATA > Airport to Airport:

Ponto de Coleta: Aeroporto

Ponto de entrega: Aeroporto

Prazo contratual: Conforme disponibilidade

– Expresso > Porta - a - Porta

Ponto de Coleta: Cliente ou Aeroporto

Ponto de entrega: Aeroporto ou cliente

Prazo contratual: Definido com garantia





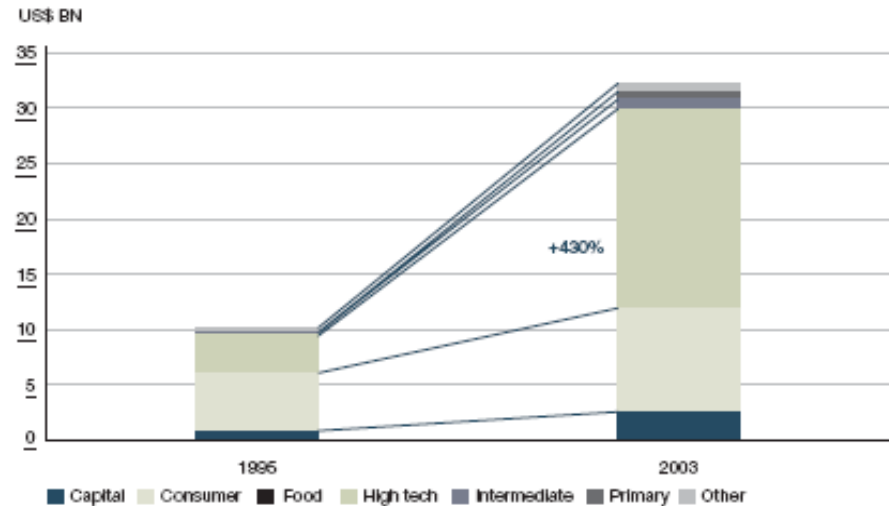


# A Carga Aérea

## •Características principais •

- Alta Tecnologia e Valor Agregado
- Bens de consumo
- Mercadorias sensíveis ao tempo
  - Alimentos e Perecíveis
  - Urgentes
- Amostras

China to North America exports: threefold increase in value, high-tech goods number one



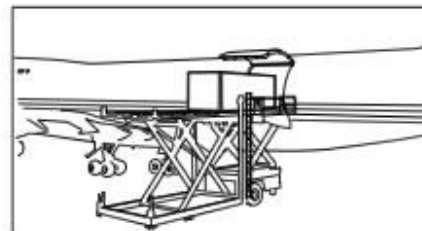
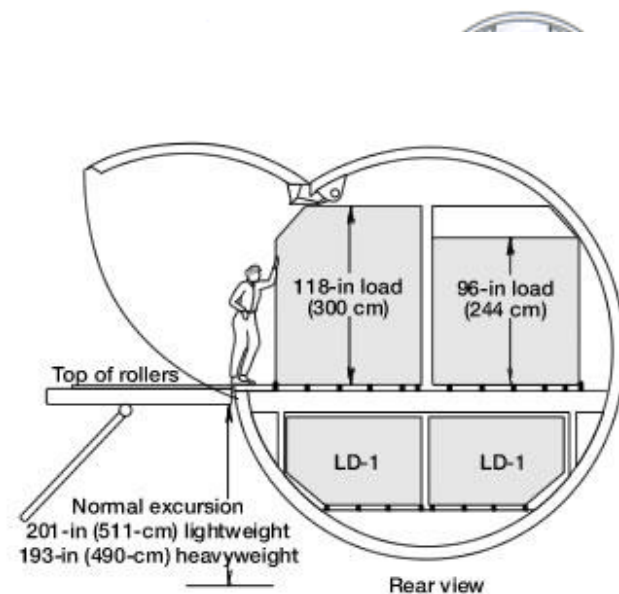
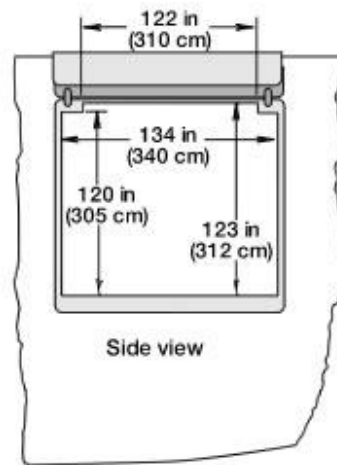
Source: MGI.



# Aeronaves Cargueiras

## • Principais Tipos

- Aeronaves de
- Aeronaves Co
- Aeronaves Co  
(Quick Change)
- Aeronaves Ca



The 747-400F side cargo door offers the same ease of loading that airlines are accustomed to with other main deck cargo 747s: the Combi, the -200F, and the special freighter. This ensures efficient online and interline transfer capability for higher efficiency and profitability.



# Modal Dutoviário





# Características do Dutoviário

- **Produtos típicos**
  - Granéis líquidos e gases
  - Sólidos suspensos
- **Instalações**
  - Preparação do produto
  - Bombeamento
  - Separação
  - Armazenagem
- **Regulamentação**
  - Propriedade e uso
- **Poluição meio ambiente**
  - Acidentes



# Características do Dutoviário

- Pouca flexibilidade quanto aos produtos
- Principais produtos: petróleo e seus derivados, gás e minérios
- Opera 24 hs por dia, 7 dias/semana, com alta eficiência
- Não tem problemas de retorno (containers)
- Alto custo fixo e baixo custo variável
- Rede brasileira é muito pequena, em comparação com americana (40 x menor)
- Preço do dutoviário ainda é muito caro no Brasil; US\$ 28,00 x US\$ 9,37 nos EUA
- Pequenos volumes e alto custo do capital podem ser a causa dos altos preços



# Modal Rodoviário

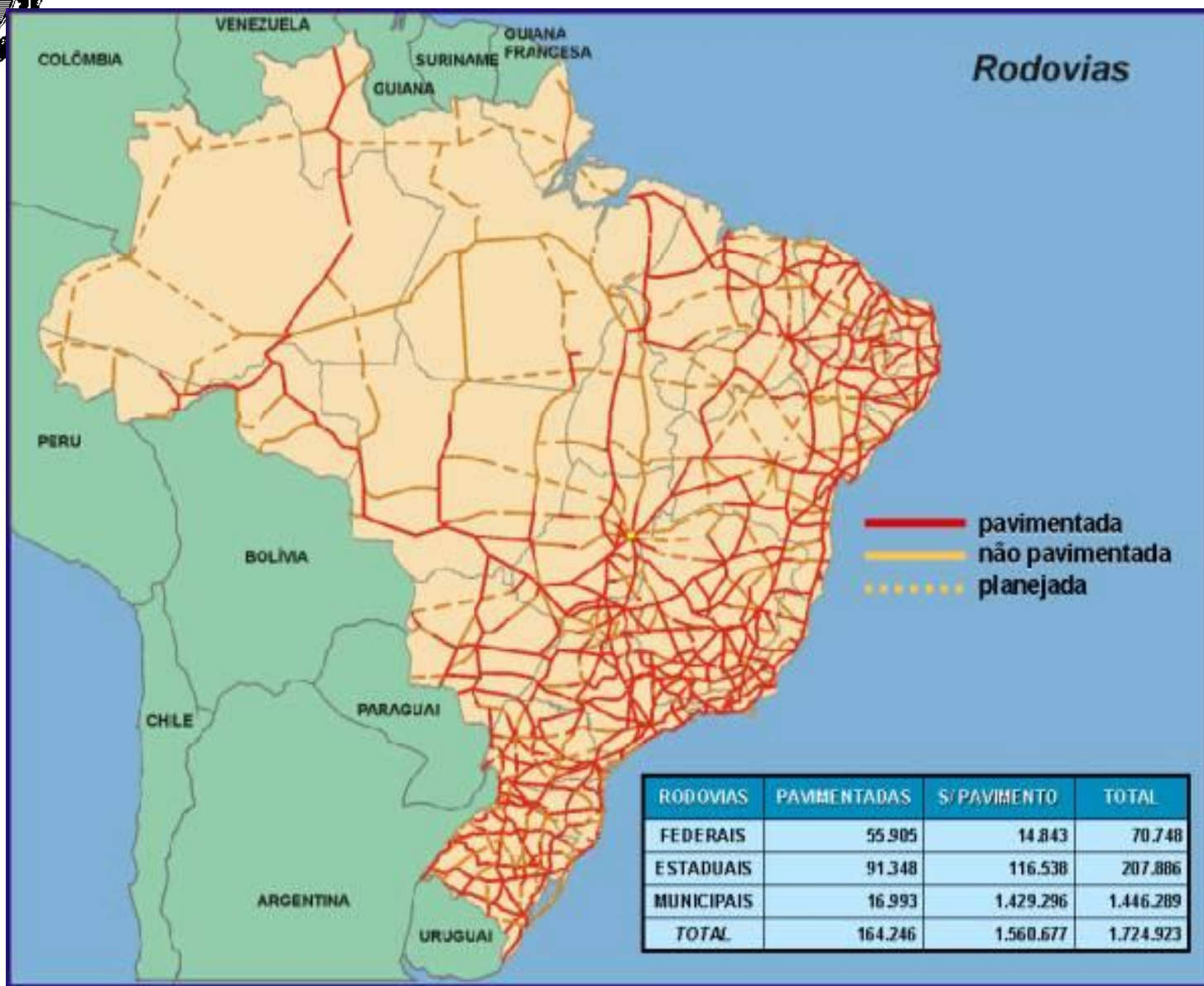
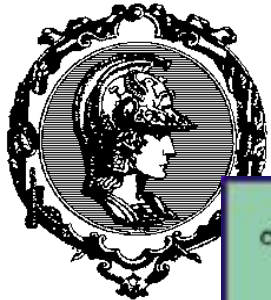






# **Transporte Rodoviário de Carga (TRC)**

- **Panorama do Setor**
- **Malha Rodoviária**
  - Extensão da Pavimentação
  - Qualidade
- **Concessões das Rodovias**
  - Pedágios
  - Balanças
- **Roubo de Carga**
- **Congestionamento e restrições à circulação**
- **Tipos de Veículos**
- **Custo versus Frete**



Fonte: MT (2000)

HTYY



# Legislação para transporte rodoviário

- **Legislação trabalhista**
  - Nova Lei do Motorista (13.103/2015)
- **Dimensões (res. 12 –Contran, 06/Fev/98)**
  - *largura máxima: 2,60 m;*
  - *altura máxima: 4,40 m;*
  - *comprimento total:*
    - *veículos simples: 14,00 m;*
    - *veículos articulados: 18,15 m;*
    - *veículos com reboque: 19,80 m.*
- **Lei da balança**
- **Leis locais**



## Resumo da Lei da Balança Vigente no Brasil e Estimativas de Peso líquido (todos expressos em tonelada)

**Decreto 2.056/96 e  
resolução 12/98  
CONTRAN**

	Configuração	Peso p/ eixo	PBTC permitido	Peso líquido
1		6+10	16	10
2		6+17	23	15
3		6+10+17	33	21
4		6+10+10+10	36	22,5
5		6+17+17	40	23,5
6		6+17+10+10	43	26
7		6+10+25,5	41,5	25
8		6+10+10+10+10	45	29
9		6+17+25,5	45	29
10		6+17+10+10+10	45	27
11		6+10+10+10	36	22
12		6+17+10+10	43	25
13		6+17+10+10+10+10	73	48

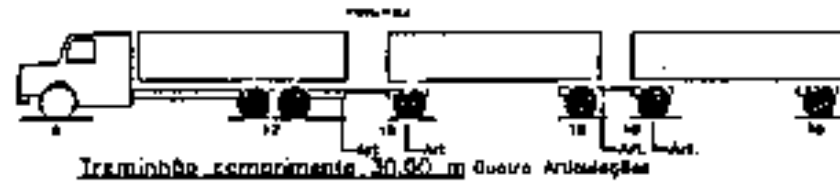
**limites de 45 ton para as configurações 8,9,10 e 73 ton para a 13**

# CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO

RESOLUÇÃO Nº 68, DE 23 DE SETEMBRO DE 1998 (\*)  
(Publicada no D.O. de 25-9-98)

ANEXOS (\*)

ANEXO I





# Tecnologia

- Veículos e equipamentos
- Tecnologia de comunicação e informação
  - » Sistemas integrados (*Enterprise Resource Planning – ERP*)
  - » Internet, *smartphones*, *GPS*, *Big Data*
- Tecnologia de decisão (Shapiro, Simchi-Levi)
  - » Indicadores quantitativos claros e inequívocos (\$\$, prazo, disponibilidade)
  - » Modelos matemáticos e métodos de solução: Pesquisa Operacional
  - » Modelos e sistemas cada vez mais sofisticados e complicados







# Efeitos Econômicos Básicos

- **Economias de escala com tecnologia**
  - **Tamanho dos veículos**
- **Efeitos de tempo de fila**
  - **Eficiência de carga e descarga**
    - » **Número de postos de serviço (bacias etc)**
    - » **Unitização (granel, paletização etc)**
    - » **Automação**
- **Efeito de número de dias úteis (tempo disponível)**
  - **Funcionamento de fábricas, terminais, clientes**



# Fórmulas

- Tempo de viagem redonda

$$\text{TVR} = T_{\text{carga}} + T_{\text{descarga}} + 2 * \text{distancia} / \text{vel.média}$$

- Número de viagens no mês

$$\text{NV} = \text{dias úteis} * \text{horas normais} / \text{TVR}$$

- Carga transportada na rota no mês

$$W_{\text{rota}} = \text{Carga líquida} * \text{NV}$$

- Custo da rota mensal

$$C_{\text{rota}} = \text{CF}_{\text{mensal}} + \text{NV} * 2 * \text{Dist} * \text{CV}$$

- Custo/t

$$C/t = C_{\text{rota}} / W_{\text{rota}}$$



# Planilha usada

## Valores Gerais

Categoria	Item	Unidade	Valor
Itens Gerais	Taxa anual de remuneração de capital	% ao ano	20
	Nº. de ajudantes por caminhão	unid	-
	Encargos sociais	% salários	75.51
	Salário mensal do motorista	R\$	800
	Salário mensal dos ajudantes	R\$	250

## Valores por Veículo

Categoria	Item	Unidade	Veículo				
			CM+GR 2x	CM+GR 3x	CM+BS 3x	BITREM	RODOTREM
Dados econômicos	Vida útil	km	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
	Valor residual CM	% veic. novo	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
	Valor residual SR ou ou trem	% veic. novo	34.00	33.00	34.00	38.00	38.00
	Custo manutenção CM na vida útil	% veic. novo					
	Custo manutenção SR ou trem na vida útil	% veic. novo					
Preços e Taxas	Valor anual licenciamento e demais taxas	R\$	1,478.77	1,478.77	1,478.77	1,490.77	1,490.77
	Valor seguro obrigatório	R\$	52.84	52.84	52.84	52.84	52.84
	Valor seguro casco CM (anual)	% veic. novo	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
	Valor seguro casco SR ou trem (anual)	% veic. novo	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
	Preço Veículo novo CM	R\$	117,000.00	117,000.00	117,000.00	118,000.00	118,000.00
	Preço Veículo novo SR ou trem	R\$	19,000.00	22,400.00	29,800.00	42,000.00	56,000.00
	Preço pneu	R\$	660.00	660.00	660.00	660.00	660.00
	Preço Combustível	R\$	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
Dados Veículo	Nº. de pneus	unid.	14.00	18.00	18.00	26.00	34.00
	Peso líquido	t	25.00	28.00	28.00	38.00	50.00
	Consumo combustível	Km/l	2.50	2.32	2.32	1.80	1.50

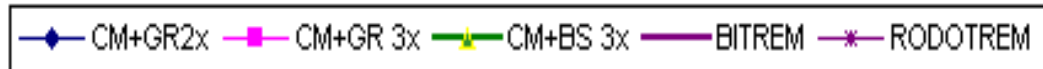
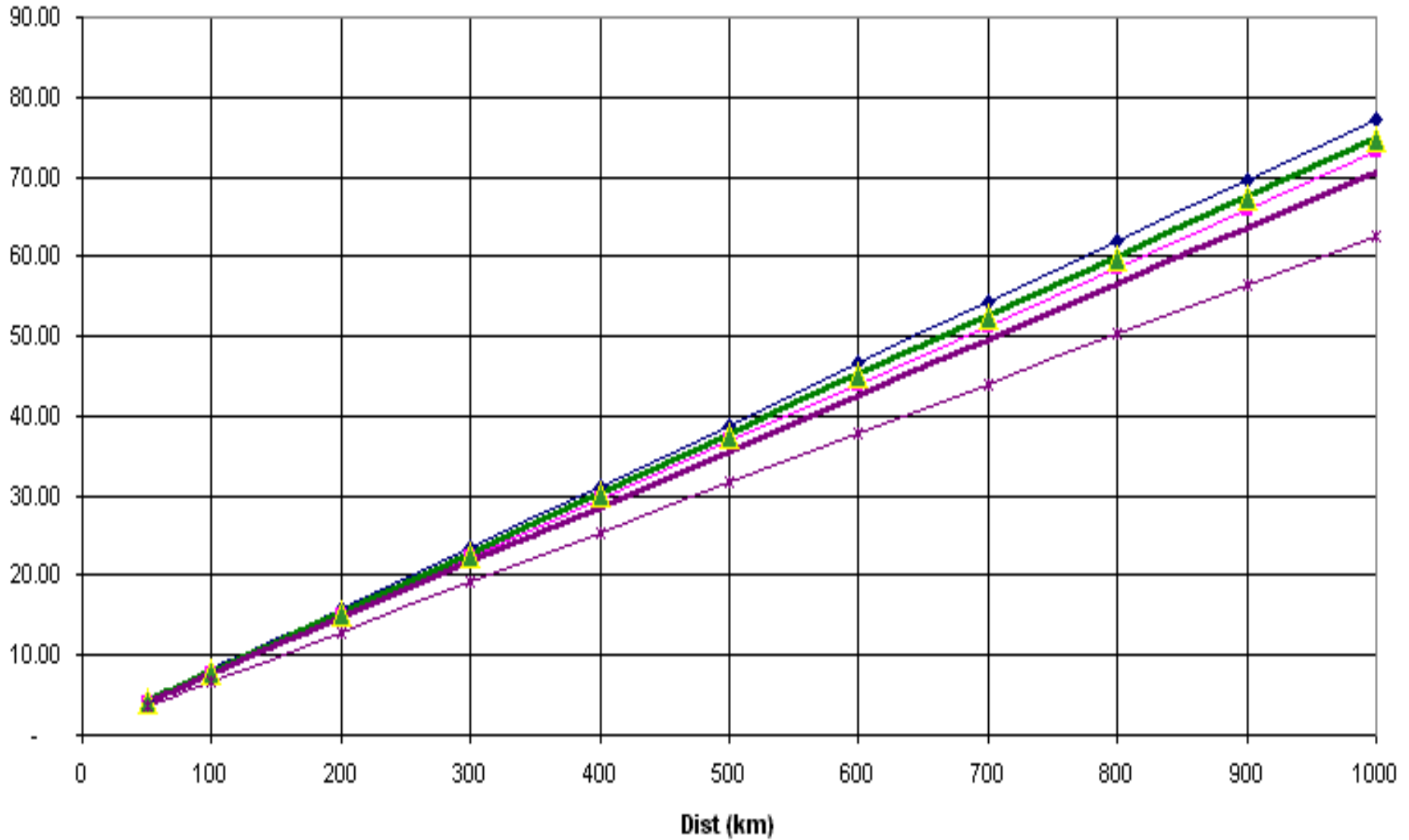
Obs: Dado TM Julho/2000



# Comparação de veículos

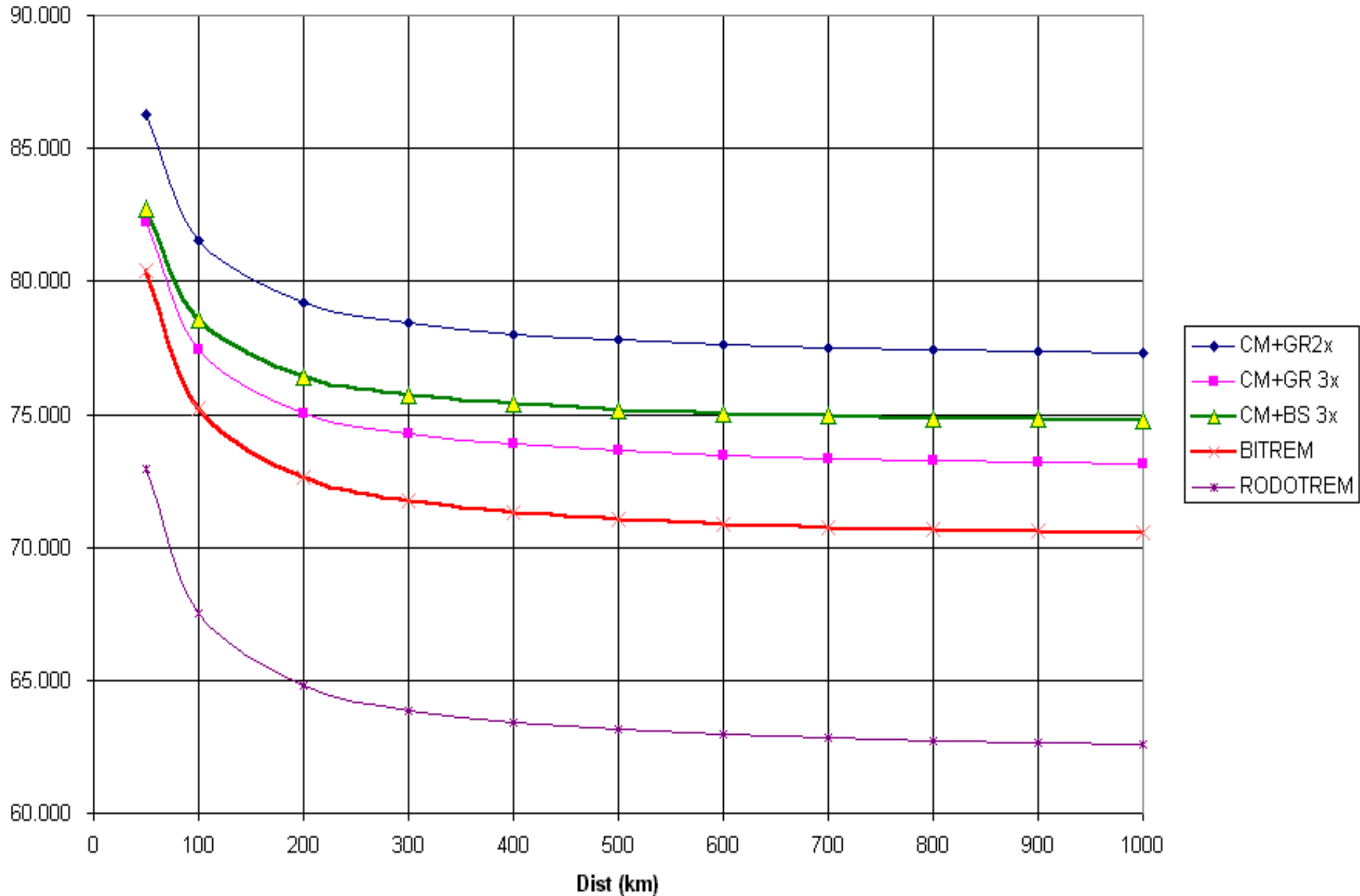
<b>Categoria</b>	<b>Item</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>				
<b>Itens Gerais</b>	Dias úteis	dia	22				
	Nº. de motoristas por caminhão	unid	1				
	Custo manutenção CM	%	100				
	Custo manutenção conjunto SR ou trem	%	110				
	Horas úteis normais trabalhadas/dia	h	8				
	Pedágios	R\$/eixo	5.4				
<b>Custos por Veículo</b>							
<b>Categoria</b>	<b>Item</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Veículo</b>				
			<b>CM+GR 2x</b>	<b>CM+GR 3x</b>	<b>CM+BS 3x</b>	<b>BITREM</b>	<b>RODOTREM</b>
<b>Custo fixo mensal</b>	Depreciação CM	vida útil (ano)	-	-	-	-	-
<b>R\$/mês</b>	Depreciação conjunto SR ou trem	vida útil (ano)	-	-	-	-	-
	Remuneração de capital CM (v.u. anos)	5	2,392.96	2,392.96	2,392.96	2,413.42	2,413.42
	Remuneração de capital SR ou trem	10	327.86	387.19	514.22	719.78	959.71
	Salários+Encargos	1.7551	1,404.08	1,404.08	1,404.08	1,404.08	1,404.08
	Licenciamento e taxas	IPVA+ SO	127.63	127.63	127.63	128.63	128.63
	Seguro do casco CM	% veic. novo	321.75	321.75	321.75	324.50	324.50
	Seguro do casco SR ou trem	% veic. novo	34.83	41.07	54.63	77.00	102.67
<b>Custo variável</b>	Manutenção e depreciação CM	100%	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
<b>R\$/km</b>	Manutenção e depreciação conjunto	110%	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07
	Pneus (km)	100000	0.09	0.12	0.12	0.17	0.22
	Combustível	km/l	0.25	0.27	0.27	0.35	0.42
<b>Custo fixo mensal</b>		R\$/mês	4,609.12	4,674.68	4,815.28	5,067.41	5,333.01
<b>Custo variável</b>		R\$/km	0.48	0.53	0.54	0.69	0.83

## GANHOS DE ESCALA



Custo R\$/ 1000 tkm

# GANHOS DE ESCALA

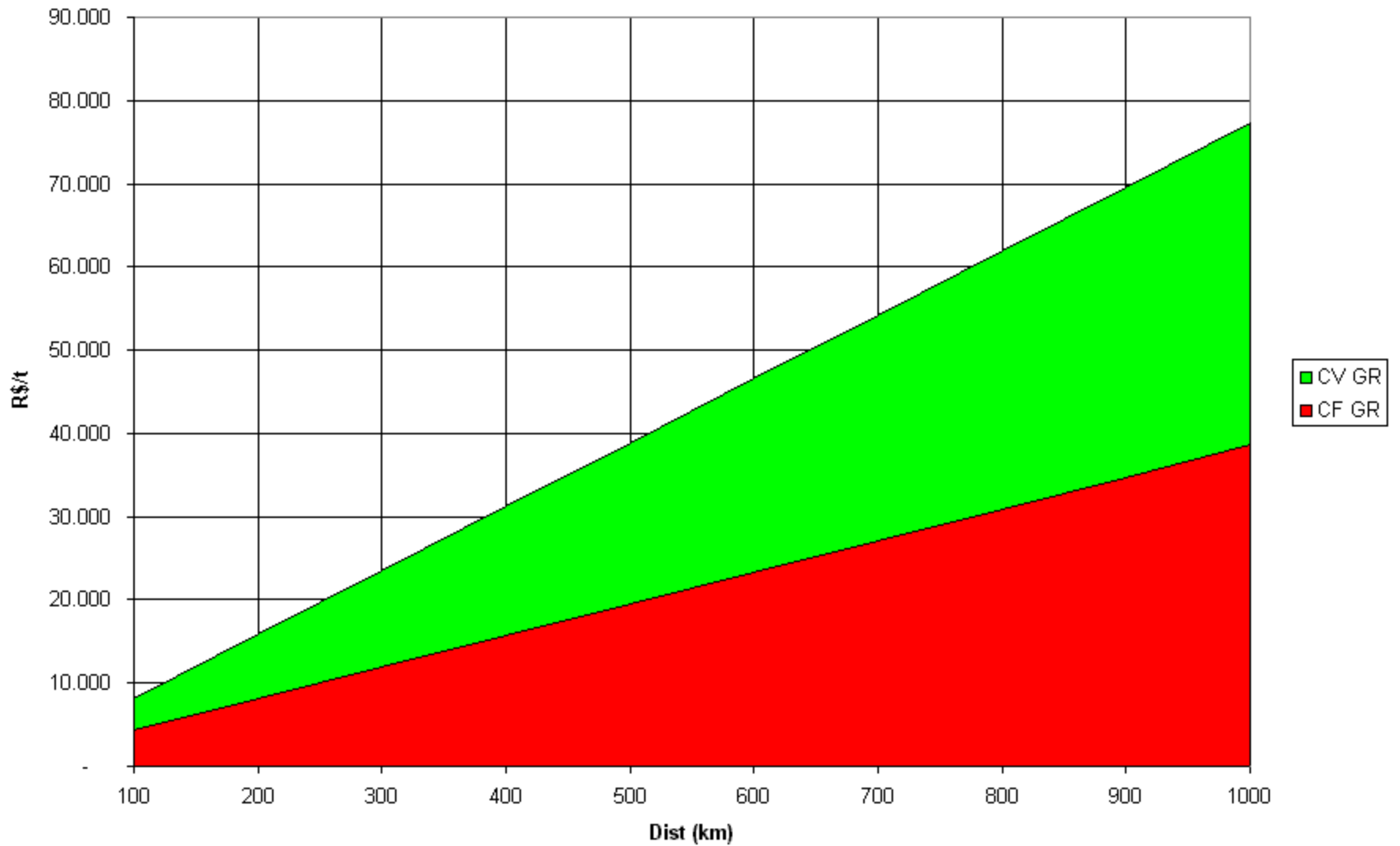






# CUSTO FIXO E VARIÁVEL

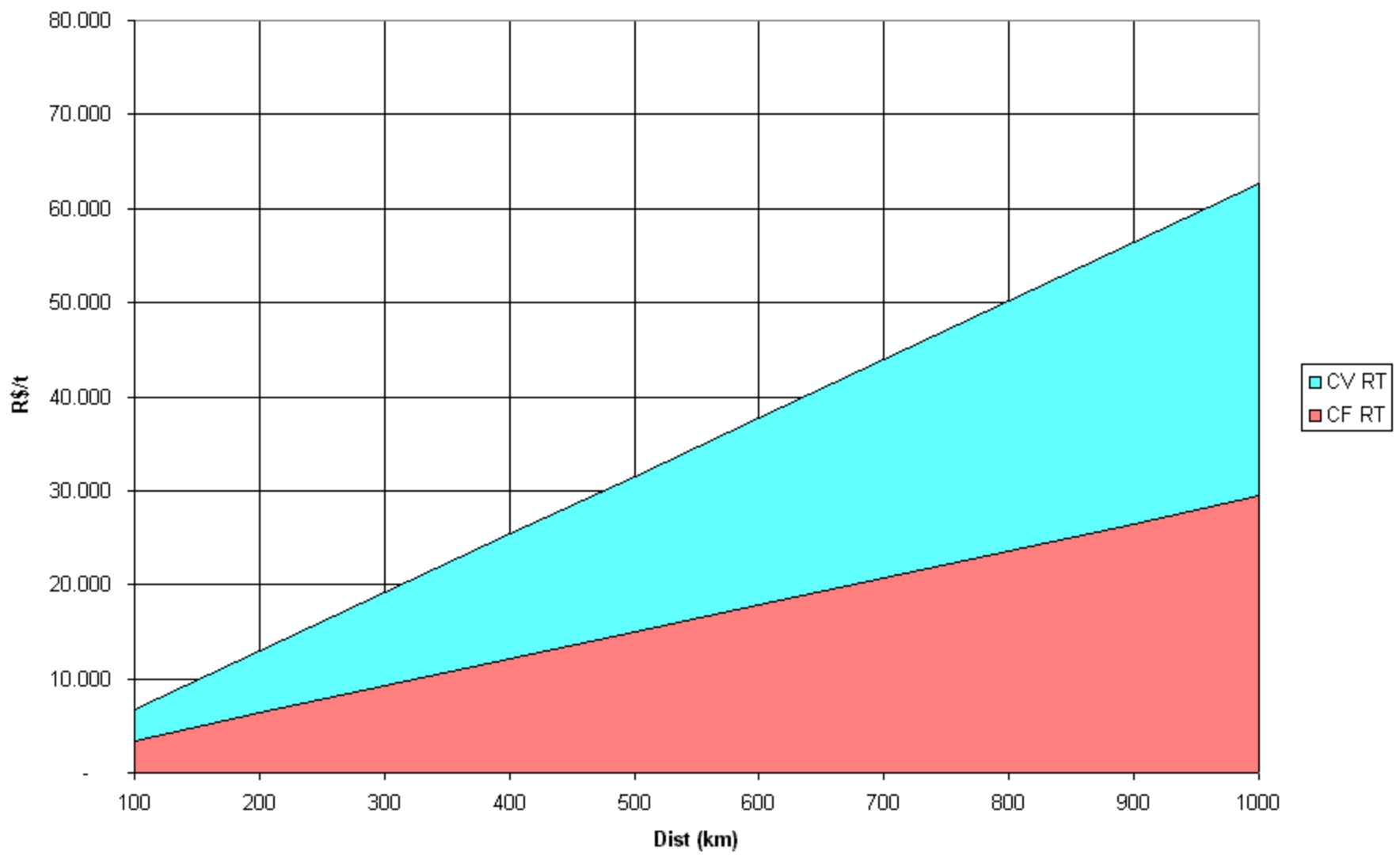
Participação dos custo GR 2x





# CUSTO FIXO E VARIÁVEL

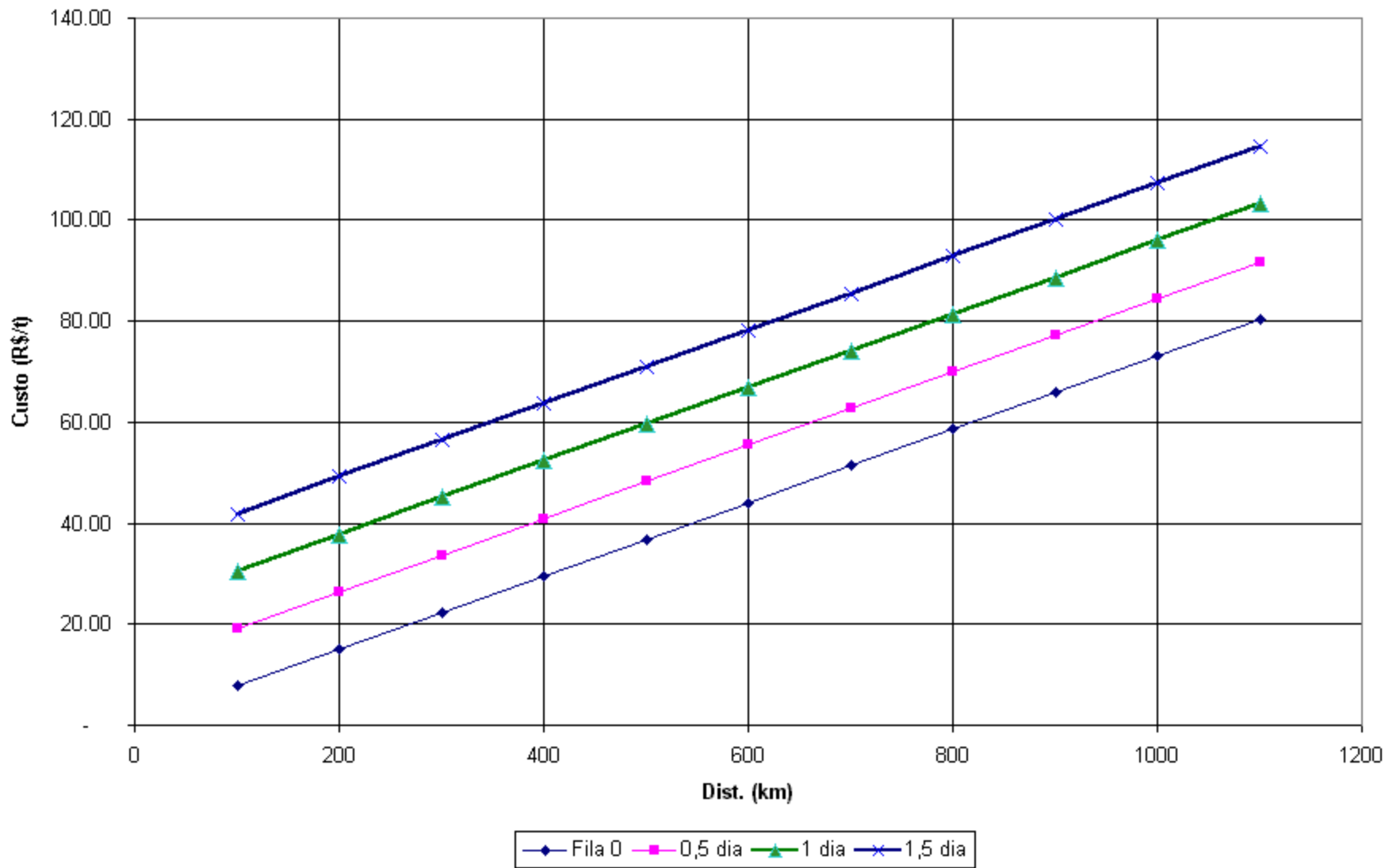
Participação custo RT

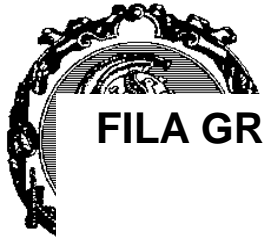




# FILA GR 3X

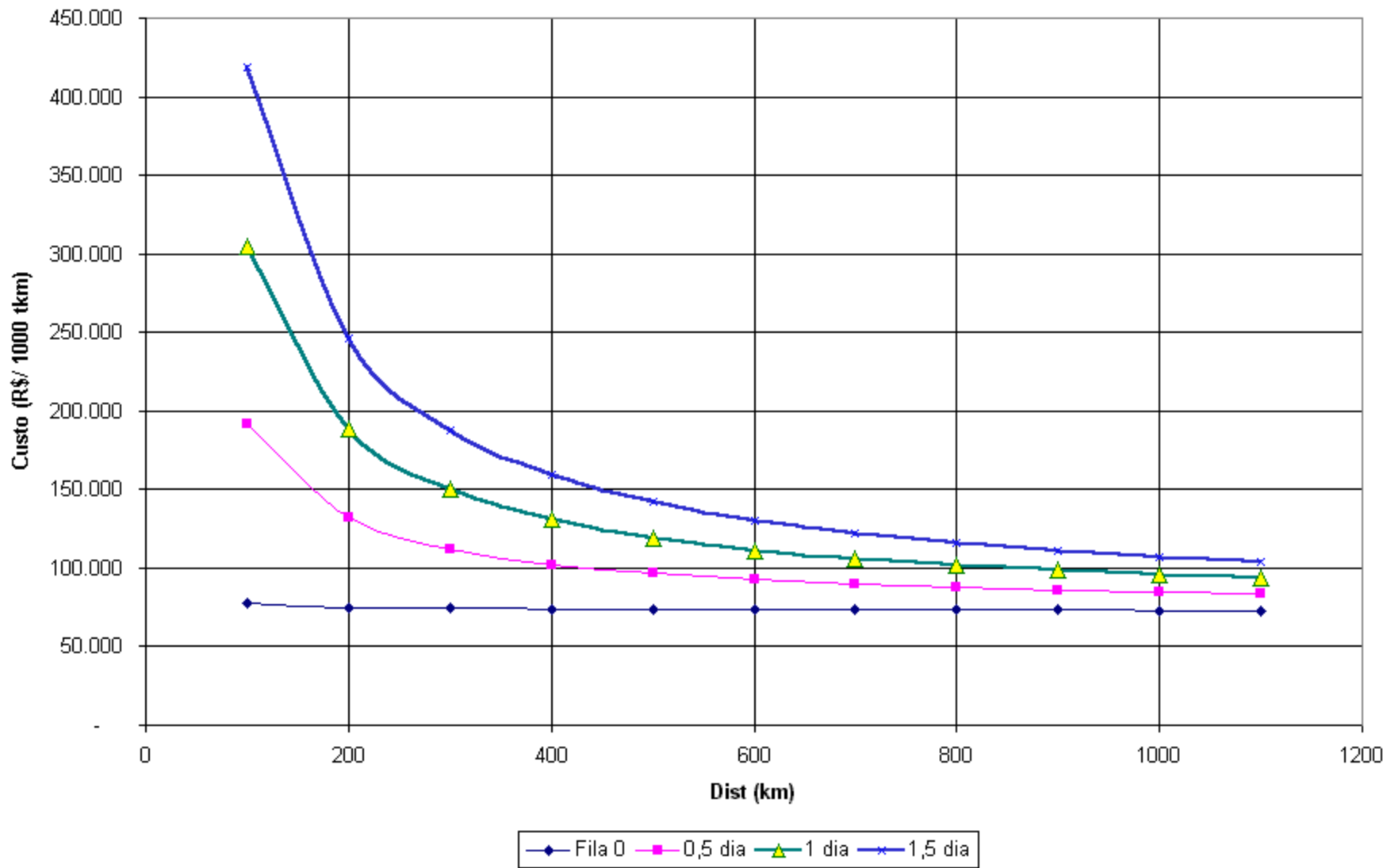
## Efeito da Fila no Custo





FILA GR 3X

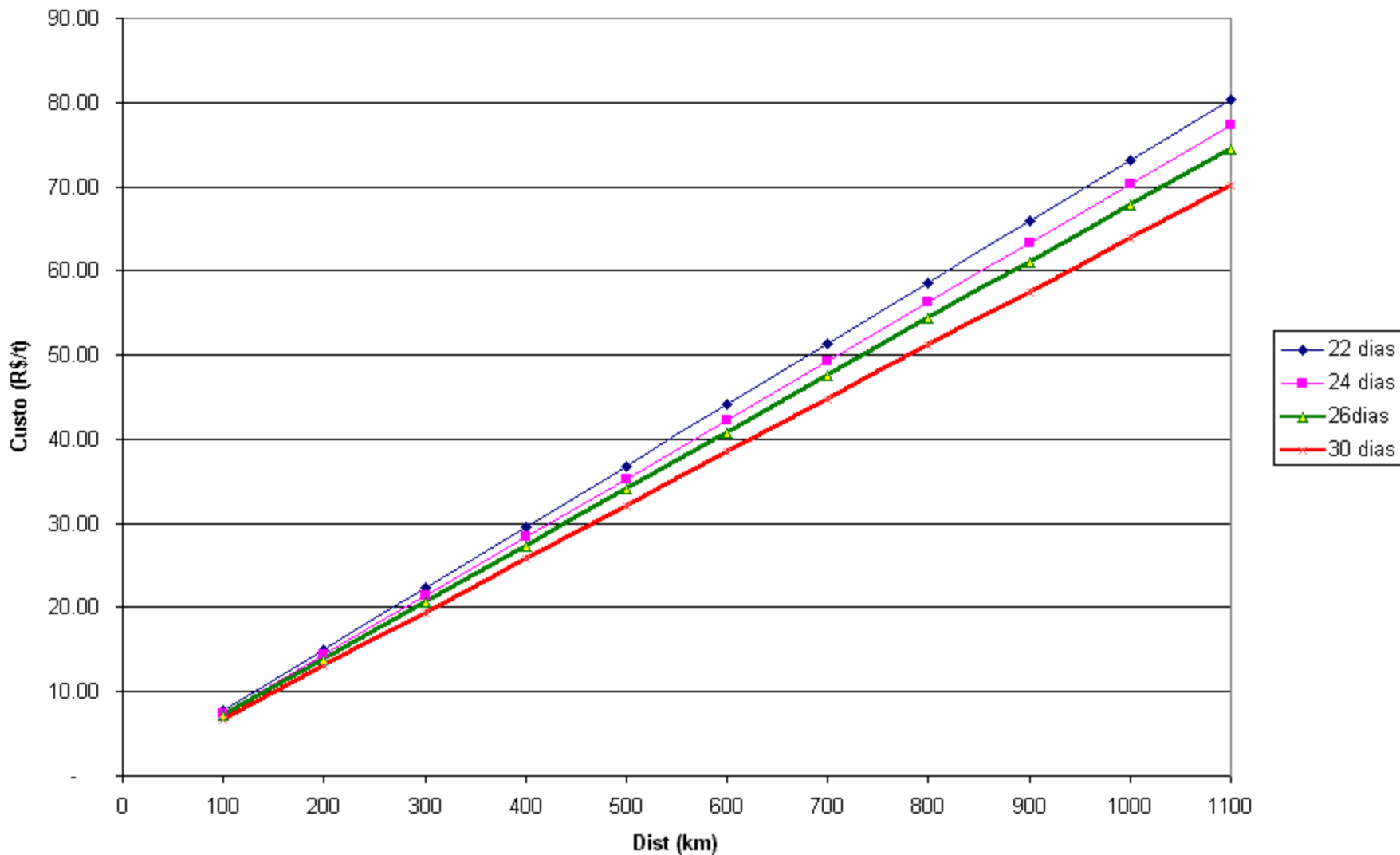
Efeito da fila no custo/tku





GR 3X

### Efeito de Dias Úteis

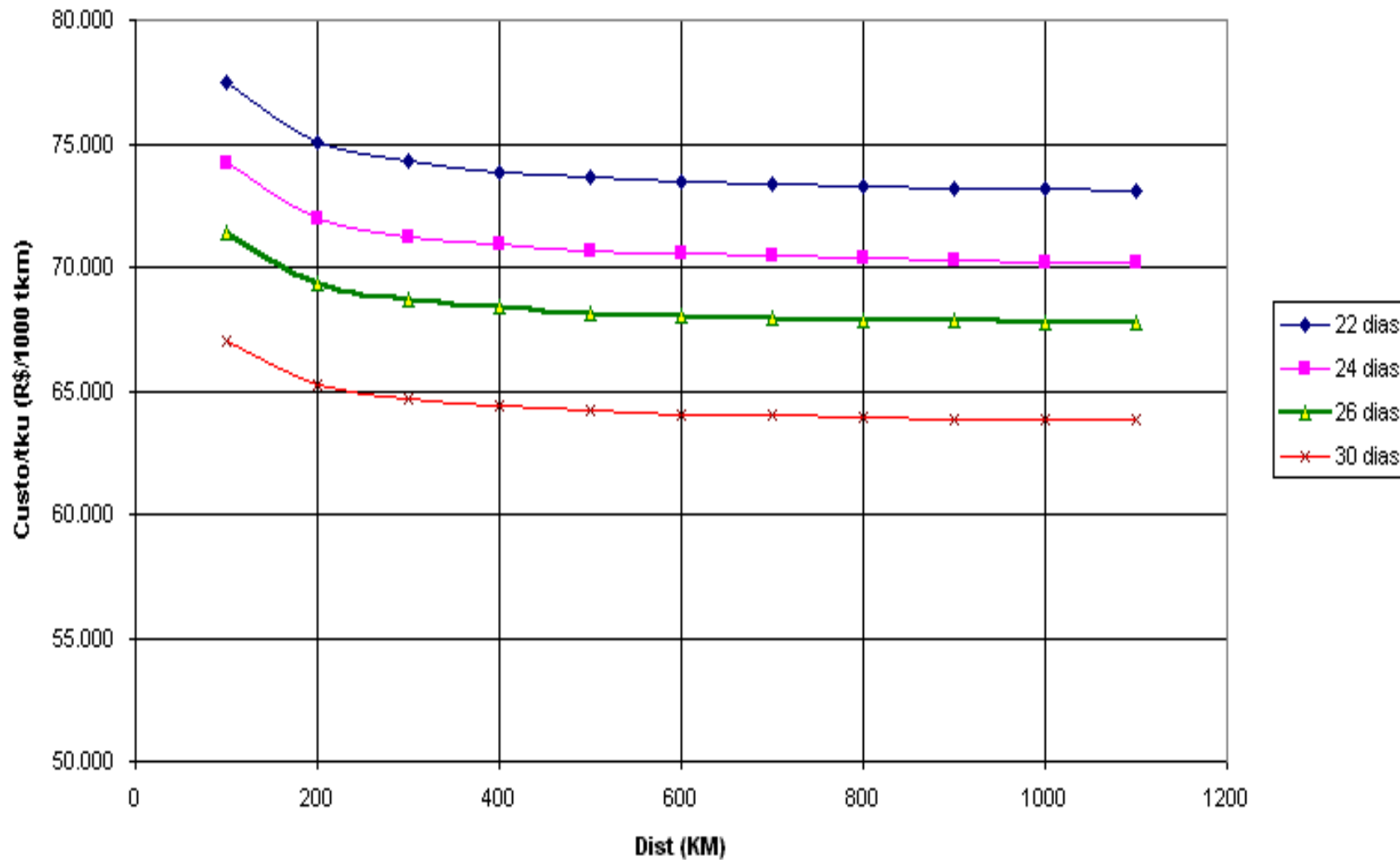


HTYY



GR 3X

### Efeito de dias úteis



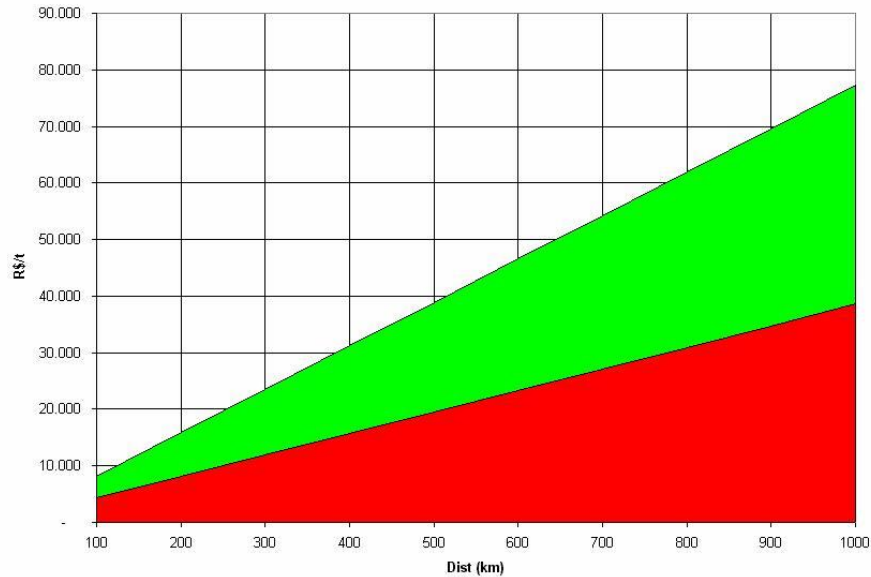
HTYY





# Carreteiro: custos fixos?

Participação dos custo GR 2x



Participação dos custo GR 2x - sem remuneração de capital

