Portos, Navegação , Obras Hidráulicas Fluviais e Marítimas – PHA 3402

Panorama Hidroviário Brasileiro

Prof. Luís César de Souza Pinto
(lcesar@usp.br)

www.pha.poli.usp.br

Conteúdo da Aula 1

- **Panorama hidroviário nacional;**
- **Portos, vias navegáveis e comboios fluviais;**
- **Obras fluviais para ampliação da rede hidroviária nacional;**
- **Obras Fluviais constituintes da rede hidroviária nacional – Eclusas;**
- **Sistema Hidroviário Paulista**
- **Sistema Hidroviário na RMSP**

Principais portos nacionais - 8500 km de costa

Importância da navegação interior em nível global

A intermodalidade e a conteinerização crescentes tem favorecido nos Estados Unidos e na União Europeia a competividade também em distâncias menores.

Assim o transporte aquaviário de cabotagem e interior vem se recuperando em relação às perdas ocorridas para a expansão rodoviária da segunda metade do século XX, com a implantação de obras de porte, com novas hidrovias e interligação de bacias.

Rede Hidroviária Mundial

- 450 mil Km.
- Tonelagem : 2,5 bilhões de toneladas na primeira década deste século.
- Rede Hidroviária Européia:
- Plano de ação na década passada – estímulo a cabotagem e transporte interior com grande incentivo econômico para financiamentos de infraestruturas, modernização dos equipamentos, instalações multimodais e sistemas de comunicação e controle.

Peso Bruto ou Capacidade de Carga

- Deslocamento Total, correspondente ao peso do volume de água deslocado pela embarcação.
- Correspondente à diferença entre o deslocamento total e o peso do casco, motor, tripulação e equipamentos. Citado em tpb (tonelagem de porte bruto)

Movimentação dos Portos Públicos e Privados

- 1,12 Bilhões de toneladas – crescimento de 2,7 % em relação a 2017 e de 33% em relação a 2010;
- Granéis Sólidos – 64% do total – 712 milhões;
- Contêineres – 113 milhões de Toneladas – crescimento de 4,8 % em relação a 2017 e de 52% em relação a 2010

Movimentação por tipo de Navegação em 2018

- Longo Curso – 823 MTPA – crescimento de 32 % em relação a 2010;
- Cabotagem – 229 MTPA – crescimento de 26 % em relação a 2010;
- Navegação interior – 61 MTPA – crescimento de 105 % em relaão a 2010;

Navegação Interior

- Mudança do perfil do tipo de Instalação portuária – Região Arco Norte :

- 2010 – Movimentação de Grãos : 71 % por Portos Públicos e 29 % por Portos Privados;

- 2018 – Portos Públicos : 13 %
  Portos Privados : 87 %

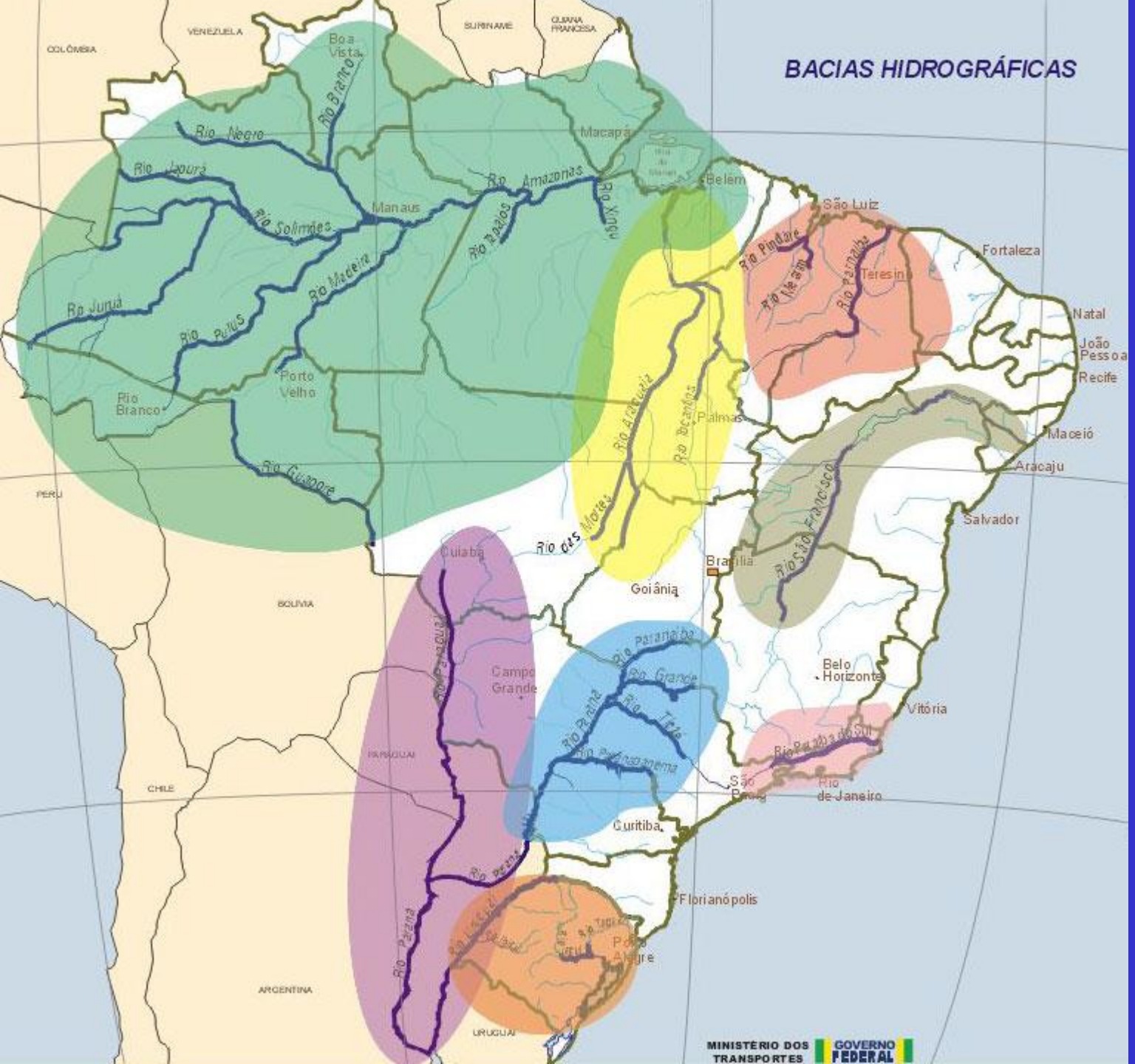
Panorama Hidroviário Nacional

- **5 maiores Portos Públicos Nacionais : Movimentação de Carga em 2018**
- **Santos – SP – 108 MTPA**
- **Itaguaí - Sepetiba – RJ – 57 MTPA ;**
- **Paranaguá – PR - 49 MTPA**
- **Rio Grande – RS – 28 MTPA**
- **Suape – PE – 24 MTPA**

Terminais de Uso Privado (TUP) – Movimentação em 2018

- **Ponta da Madeira –MA - 198 MTPA – Min. de Ferro – 1/5 do total**
- **Porto de Itajaí – SC – Cabotagem – 158 mil TEUs – 123% em relação a 2017**
- **Porto de Itaquí - MA – 23 MTPA – 17 % em relação a 2017 – 44% granel agrícola – Soja**

- **TEU** – Twenty foot equivalent unit – Unidade equivalente a contêiner de 20 pés;



Bacias Hidrográficas do Brasil

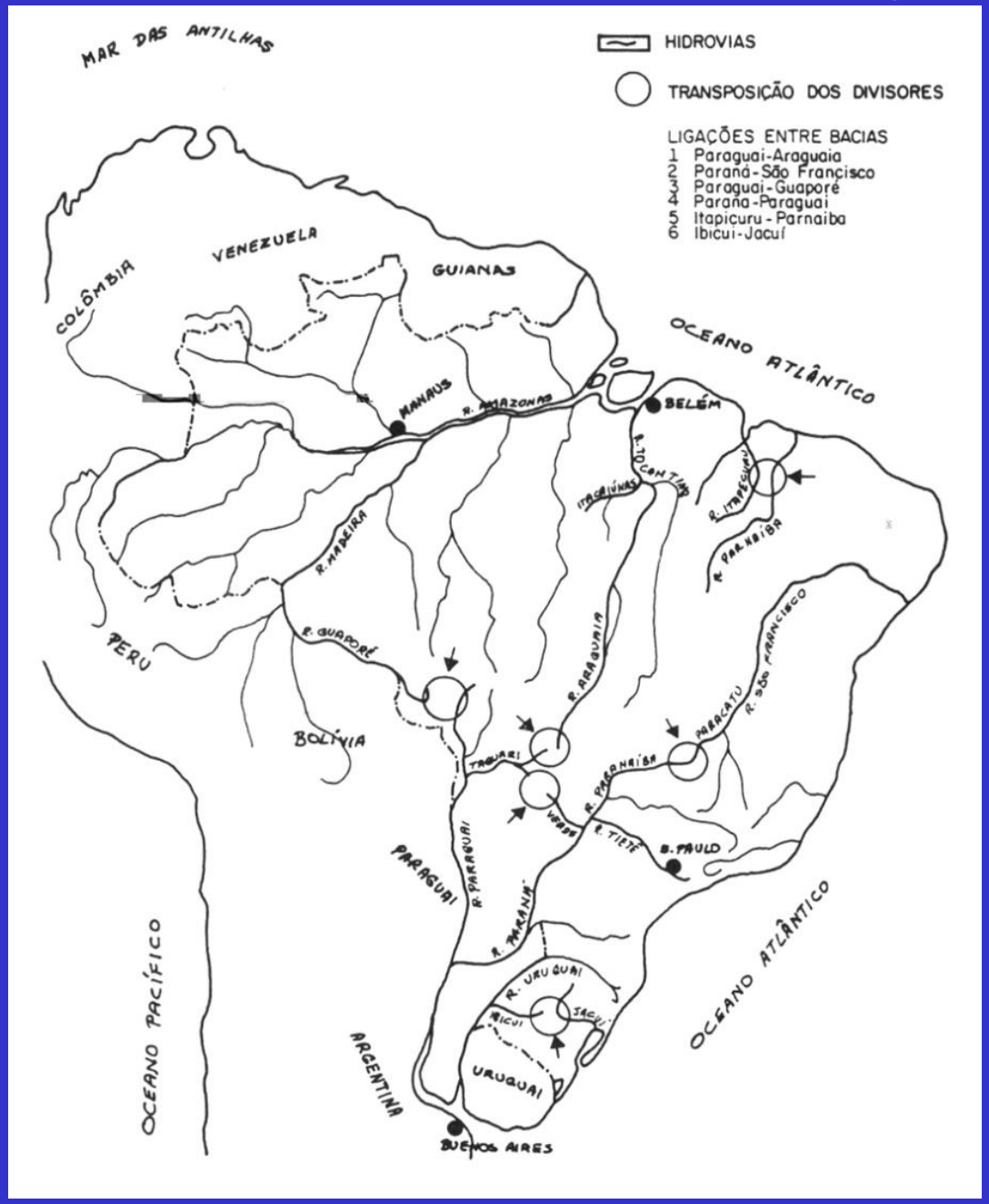
Administração Hidroviária

AHRANA

ahrana
A Hidrovia do Rio Paraná
Planta Geral
Itaipú - São Simão
GOIÁS
MATO GROSSO DO SUL
MINAS GERAIS
SÃO PAULO
PARANÁ
RIO DE JANEIRO
SANTA CATARINA
PARAGUAI
ARGENTINA
OCEANO ATLÂNTICO
UHE Cachoeira Dourada
UHE Itumbiara
UHE São Simão
UHE Água Vermelha
UHE Marimbondo
UHE Volta Grande
UHE Colômbia
UHE Ilha Solteira
UHE de Jupiá
UHE de Três Irmãos
UHE Nova Avanhandava
UHE Promissão
UHE Ibitinga
UHE Bariri
UHE Barra Bonita
UHE do Funil
UHE Porto Primavera
UHE Capivara
UHE Taquaruçu
UHE Rosana
UHE Salto Guande
UHE de Itaipu
Rio Paranaíba
Rio Araguari
Rio Grande
Rio Tietê
Rio Paraíba do Sul
Rio Paranapanema
Rio Paraná
Rio Aporé
Rio Sucuriu
Rio Verde
Rio Pardo
Rio Ivaí
Rio Piquiri
Rio Tibagi
Rio Iguaçu
TRECHO-I 170 Km
TRECHO-II 245 Km
TRECHO-III 270 Km
TRECHO-IIIA 33Km
TRECHO-IV 225 Km
TRECHO-IVA 80Km
Canal Pereira Barreto
São Simão
Campo Grande
Panorama
Pres. Epitácio
Guaíra
Foz do Iguaçu
Curitiba
Paranaguá
São Francisco do Sul
São Paulo
Santos
São Sebastião
Rio de Janeiro
Belo Horizonte
LEGENDA
Portos
Barragens sem Eclusas
Barragens com Eclusas
Trechos Navegáveis Principais
Trechos de Navegação Inexpressíveis

Rede fluvial do Brasil ; 63.000 km; 40.000 km Potencialmente navegáveis; Malha utilizável ~ 14.000 km;maior concentração na Amazônia. Necessária obras de Infra-estrutura- Transposição de divisores de água– canais de partilha.

Obras para transposição de divisores de água nas hidrovias existentes



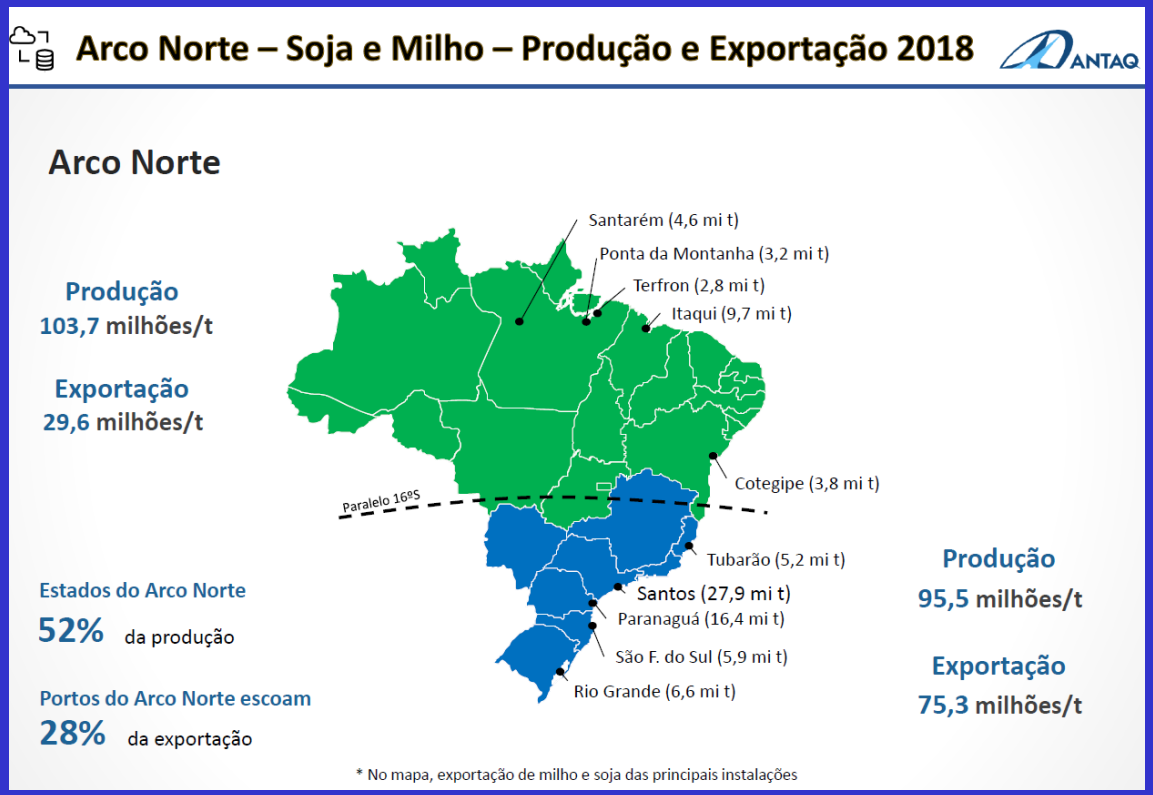
Hidrovia de Contorno – ligação da bacia Amazônica à do Prata

1 . Paraguai – Araguaia ; 2. Paraná – São Francisco ; 3. Paraguai – Guaporé ; 4. Paraná – Paraguai

5. Itapicurú – Parnaíba ; 6. Ibicuí - Jacuí

"Arco Norte – região que compreende os estados de Rondônia, Amazonas, Amapá, Pará e segue até o Maranhão...

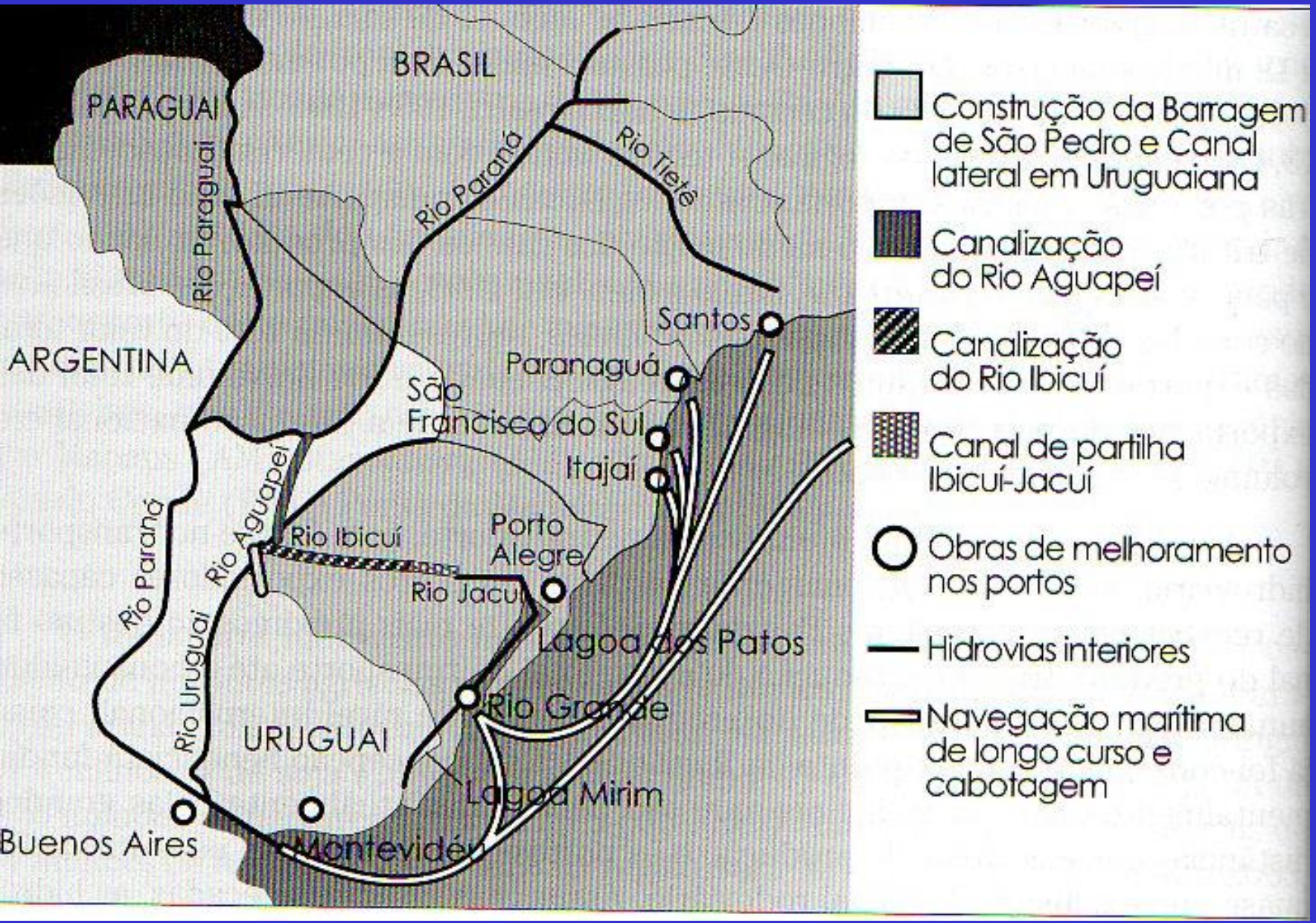
Arco Norte


Arco Norte – Soja e Milho – Produção e Exportação 2018
ANTAQ
Arco Norte
Produção
103,7 milhões/t
Exportação
29,6 milhões/t
Santarém (4,6 mi t)
Ponta da Montanha (3,2 mi t)
Terfron (2,8 mi t)
Itaqui (9,7 mi t)
Cotegipe (3,8 mi t)
Paralelo 16ºS
Tubarão (5,2 mi t)
Santos (27,9 mi t)
Paranaguá (16,4 mi t)
São F. do Sul (5,9 mi t)
Rio Grande (6,6 mi t)
Produção
95,5 milhões/t
Exportação
75,3 milhões/t
Estados do Arco Norte
52% da produção
Portos do Arco Norte escoam
28% da exportação
* No mapa, exportação de milho e soja das principais instalações

"Porto em Itacoatiara movimenta mais de 2 milhões de t/ano

Exportações por via Fluvial – Portos Marítimos

Sistema Hidroviário do MercoSul – Integração da hidrovia do Rio Grande do Sul com a do Paraná



Sistema Hidroviário do Mercosul

- **Distâncias internas reduzidas;**
- **Uso de integração intermodal de difícil aplicação;**
- **Custos de transbordo absorvem vantagens do menor frete oferecido pelo transporte hidroviário interior;**
- **Necessário o incentivo para implantação dos empreendimentos junto às hidrovias;**
- **Vantagens: escoamento de mercadorias e suprimento de matéria prima, com redução de custos de compras e distribuição;**

Sistema Hidroviário do Mercosul

- **Hidrovias, portos organizados e terminais de uso privativo formam hoje o mais importante sistema de transporte aquaviário do Brasil;**
- **Sistema hidroviário do Rio Grande do Sul : Jacuí – Taquari – Lagoa dos Patos – Ibicuí – Uruguai – Hidrovia Tietê – Paraná e Hidrovia Paraguai – Paraná;**
- **Garantia de continuidade de 10.000 Km. de hidrovias interiores com acesso aos portos de Rio Grande (calado de 14 m), Buenos Aires (calado 10m) , Montevidéu (calado 10 m).**

Barragem/Eclusa de Amarópolis

margem esquerda do Rio Jacuí

Barragens eclusadas do Anel de Dom Marco

300 km navegáveis ao longo do rio Jacuí

880 km de vias navegáveis interiores no Rio Grande do Sul.

- Desnível máximo – 5,00 m
- Comprimento da câmara - 120,00 m
- Largura da câmara - 17,00 m
- Calado permissível da câmara – 2,5 m

Barragem/Eclusa de Dom Marco

margem esquerda da Hidrovia do Jacuí
transporte de areia - balsas autopropulsadas.
300 km ao longo do rio Jacuí.

- Desnível máximo – 7,10 m
- Comprimento da câmara - 120,00 m
- Largura da câmara - 17,00 m
- Calado permissível da câmara – 2,5 m

Barragem/ Eclusa de Bom Retiro do Sul

- Desnível máximo – 11,80 m
- Comprimento da câmara - 120,00 m
- Largura da câmara - 17,00 m
- Calado permissível da câmara – 2,5 m
- Rio Taquari

Port de Lille – Canal de la Deûle

Aproveitamento Multimodal : Rodo – Ferro e Hidroviário – Planejamento estratégico – Desenvolvimento urbano em linha - Programas amplos – Exploração de recursos minerais – Desenvolvimento agrícola e industrial .

Inicio:1947 – abrange Lille e Loos – Bélgica e Canal da Mancha

Canal de la Deûle

Port de Lille

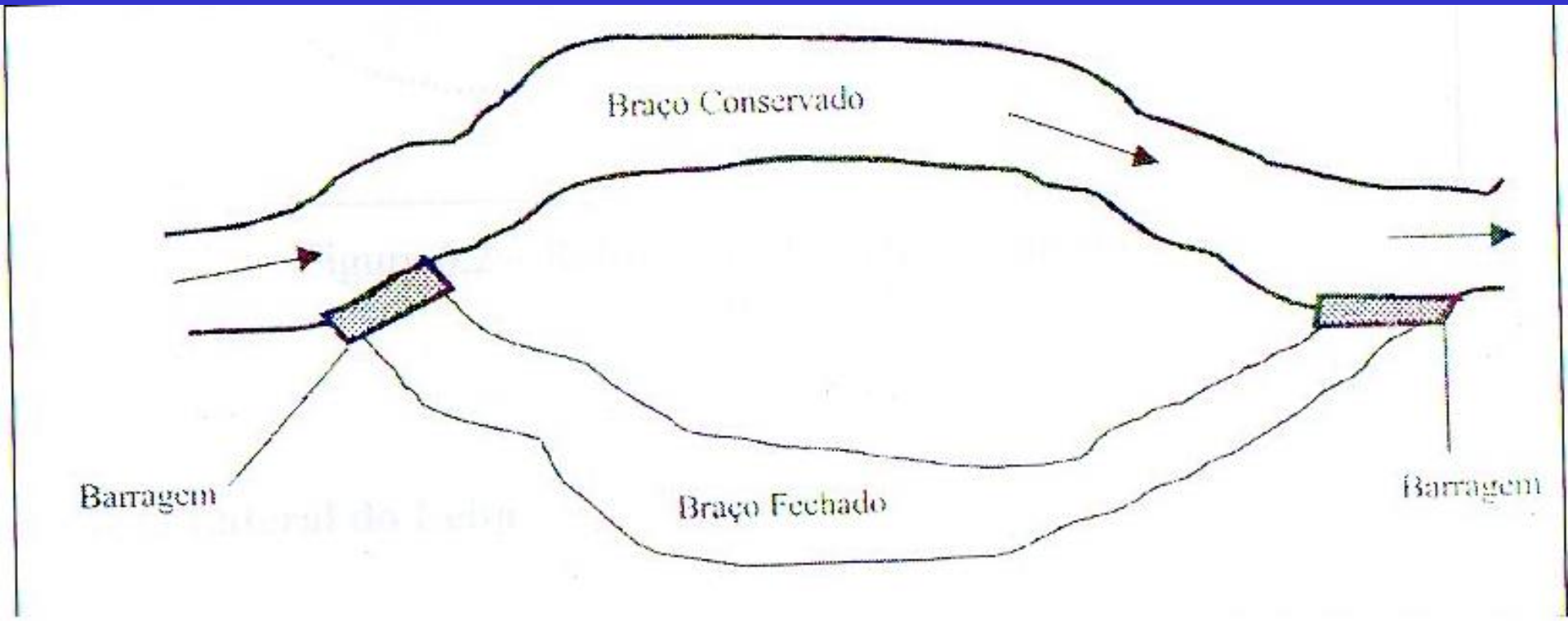
Comboio de Conteineres

Portos Multimodais – Hidro – Ferro - Rodo

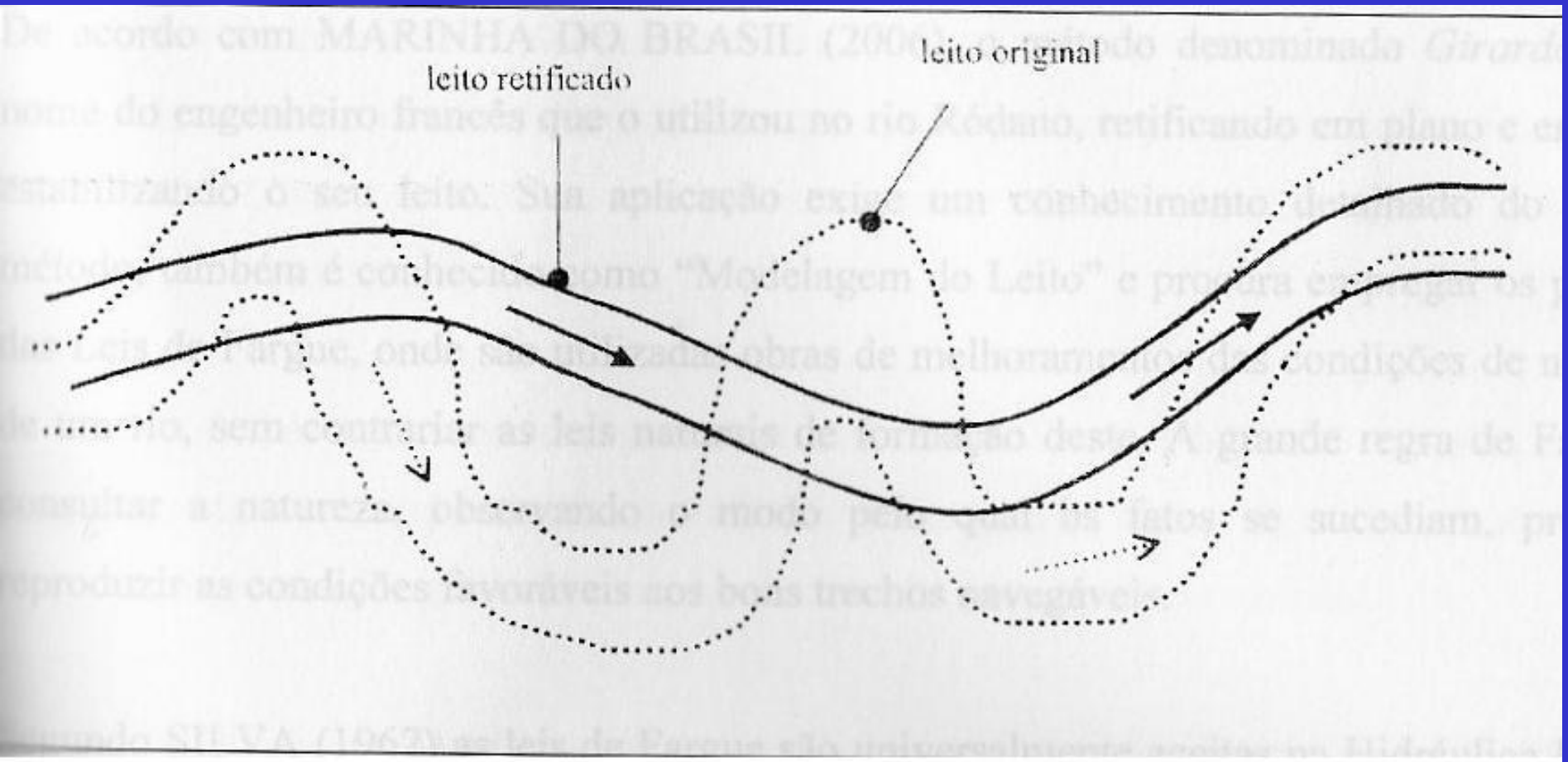
Transporte hidroviário de mercadorias

- **Granéis sólidos :**
- **Minérios : Ferro , Bauxita , Manganês**
- **Grãos : soja, milho , trigo, farelo;**
- **Granéis líquidos :**
- **Álcool, gasolina, diesel;**
- **Carga geral:**
- **Material de construção , madeiras, cana de açúcar e outras...contêineres**

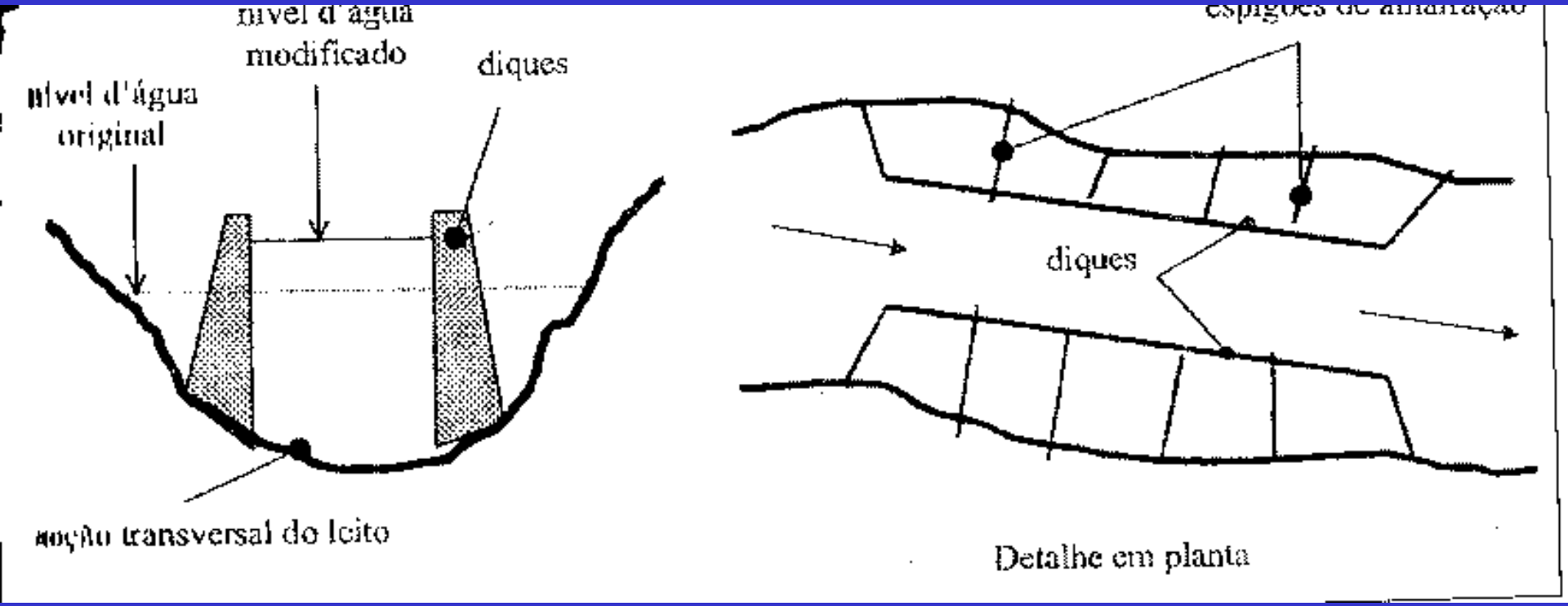
Fechamento de Braço Secundário



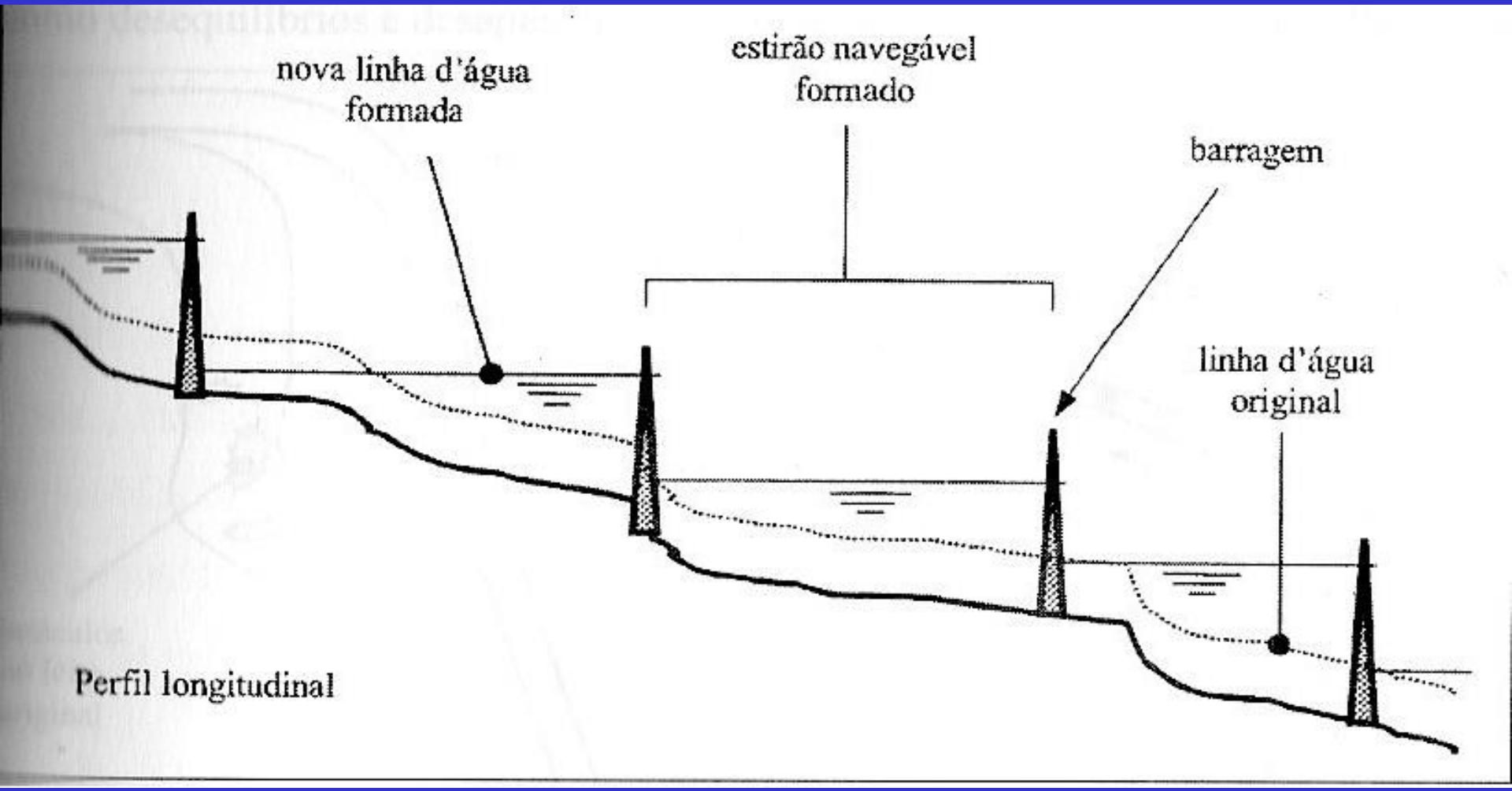
Retificação de Leito de rio



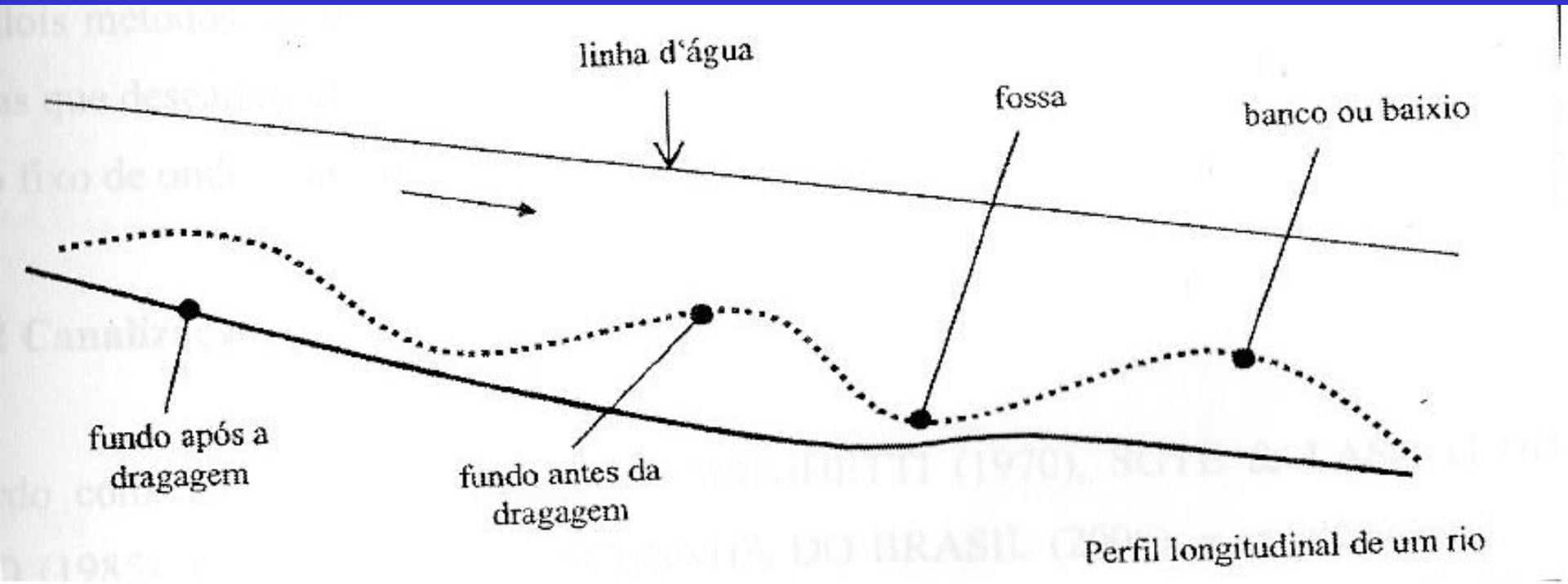
Contração Lateral de Leito de Rio



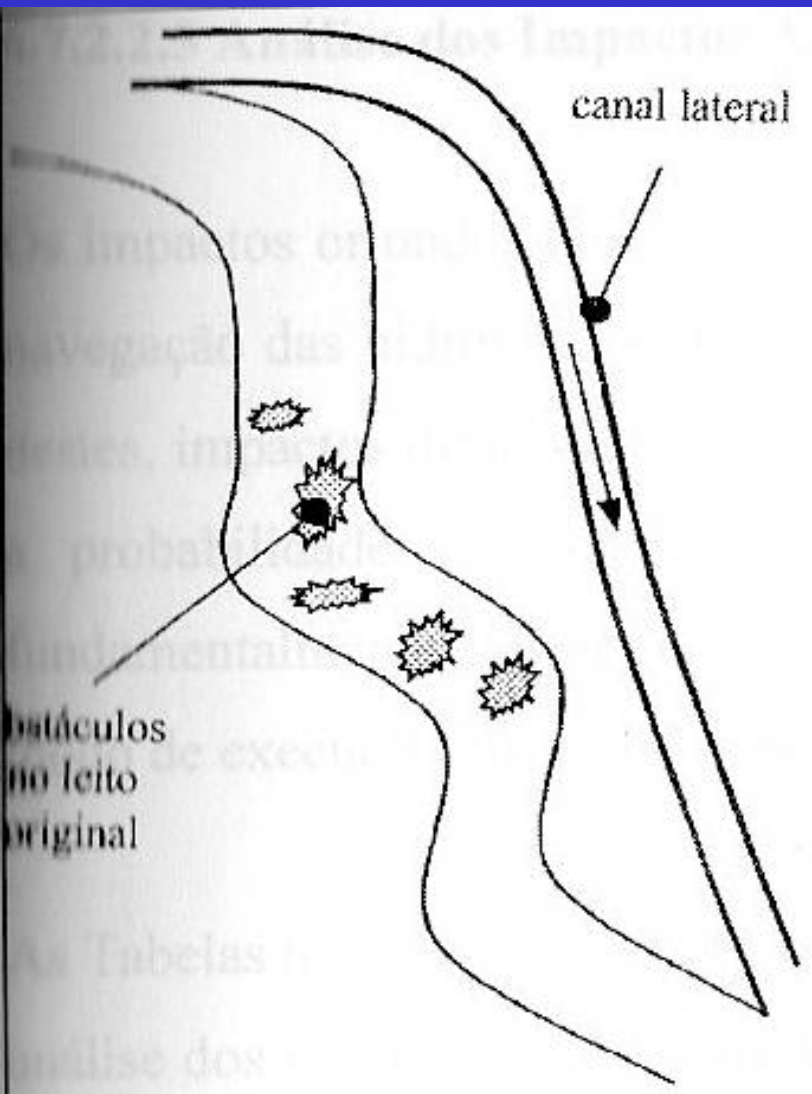
Canalização de rio

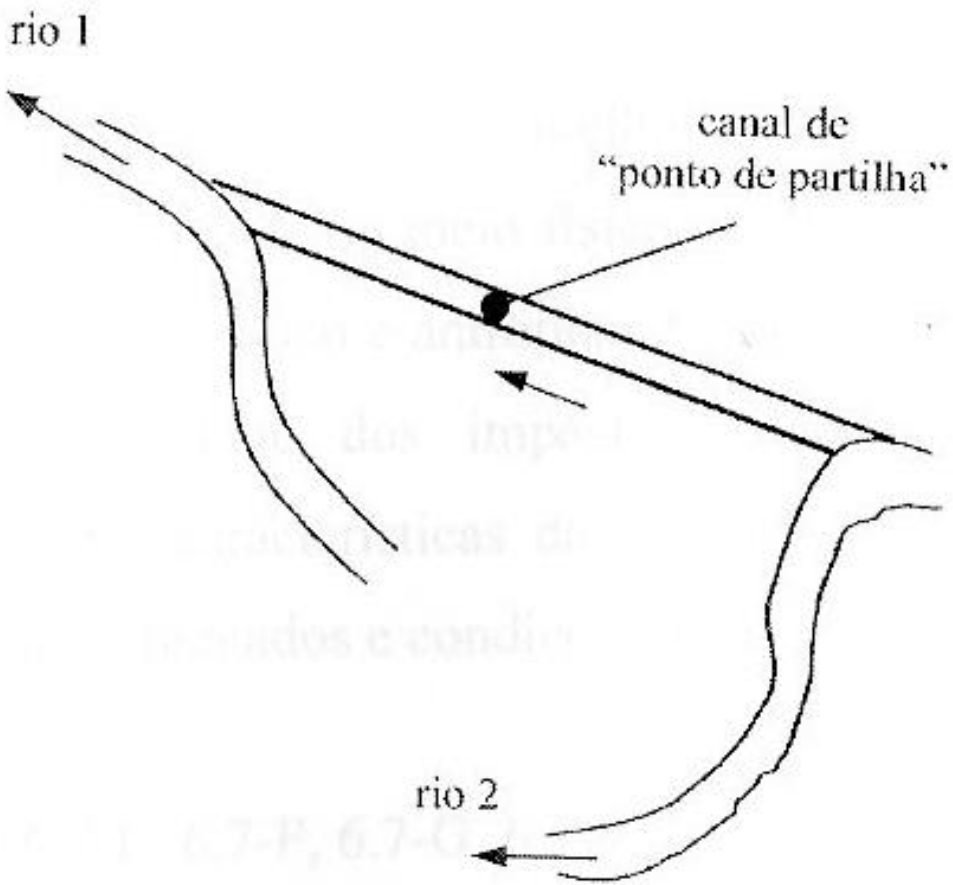


Dragagem – Perfil Longitudinal



Canal Lateral e Canal de Partilha





Infra – Estrutura Aquaviária

- **Infraestrutura aquaviária apresenta aspecto polivalente:**
- **Instrumento de transporte;**
- **Vetor de água – usos múltiplos**
- **Minimização de inundações – desenvolvimento agrícola**
- **Desenvolvimento regional – núcleos urbanos em linha**

Usina e Eclusa de Promissão - Rio Tietê

ECLUSA DE SOBRADINHO

Curvas em vias navegáveis

Vãos estreitos de pontes – Hidrovia Tietê - Paraná

Pontes – Futuras instalações – Hidrovia Tietê - Paraná

Largura do comboio – 7,50 m
Largura do canal - ~ 37,50 m

Comboio pra Contêineres

Comboio com chatas fechadas

Porto Fluvial - Retroporto

Eclusas do Brasil

HIDROVIA DO SÃO FRANCISCO

Extensão: 1.371 km (Pirapora/MG – Juazeiro/BA/Petrolina/PE)

Evolução da Movimentação de Cargas

ANO	QUANTIDADE (T)
1998	47.250
2006	56.300

COMBOIO-TIPO - Rio São Francisco

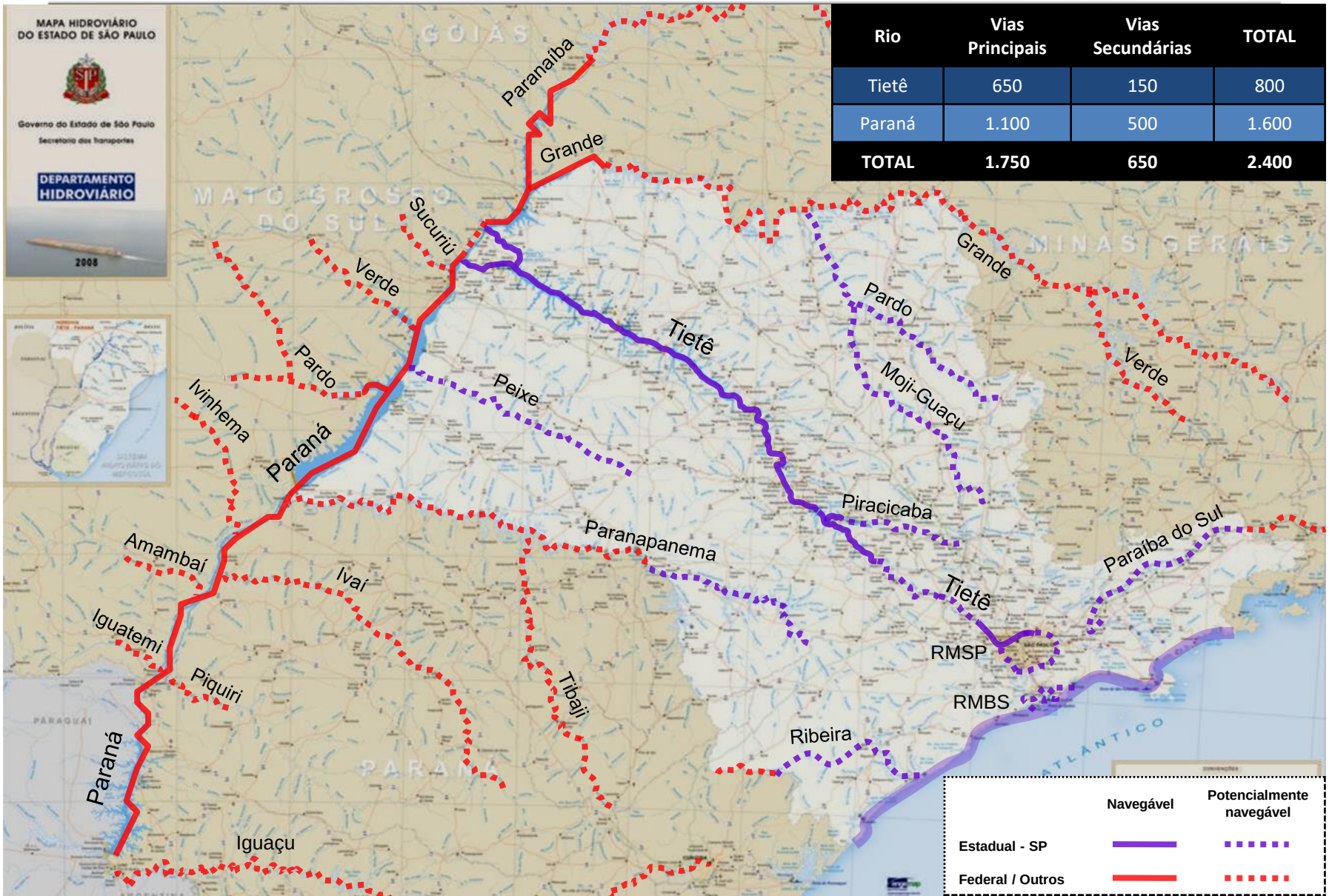
ECLUSA I DE TUCURUÍ - Montante

PORTO DE CÁCERES

Extensão: 3.442 km (Cáceres/MT – Buenos Aires/AR).
A parte brasileira da hidrovia conta com 1.278 km.

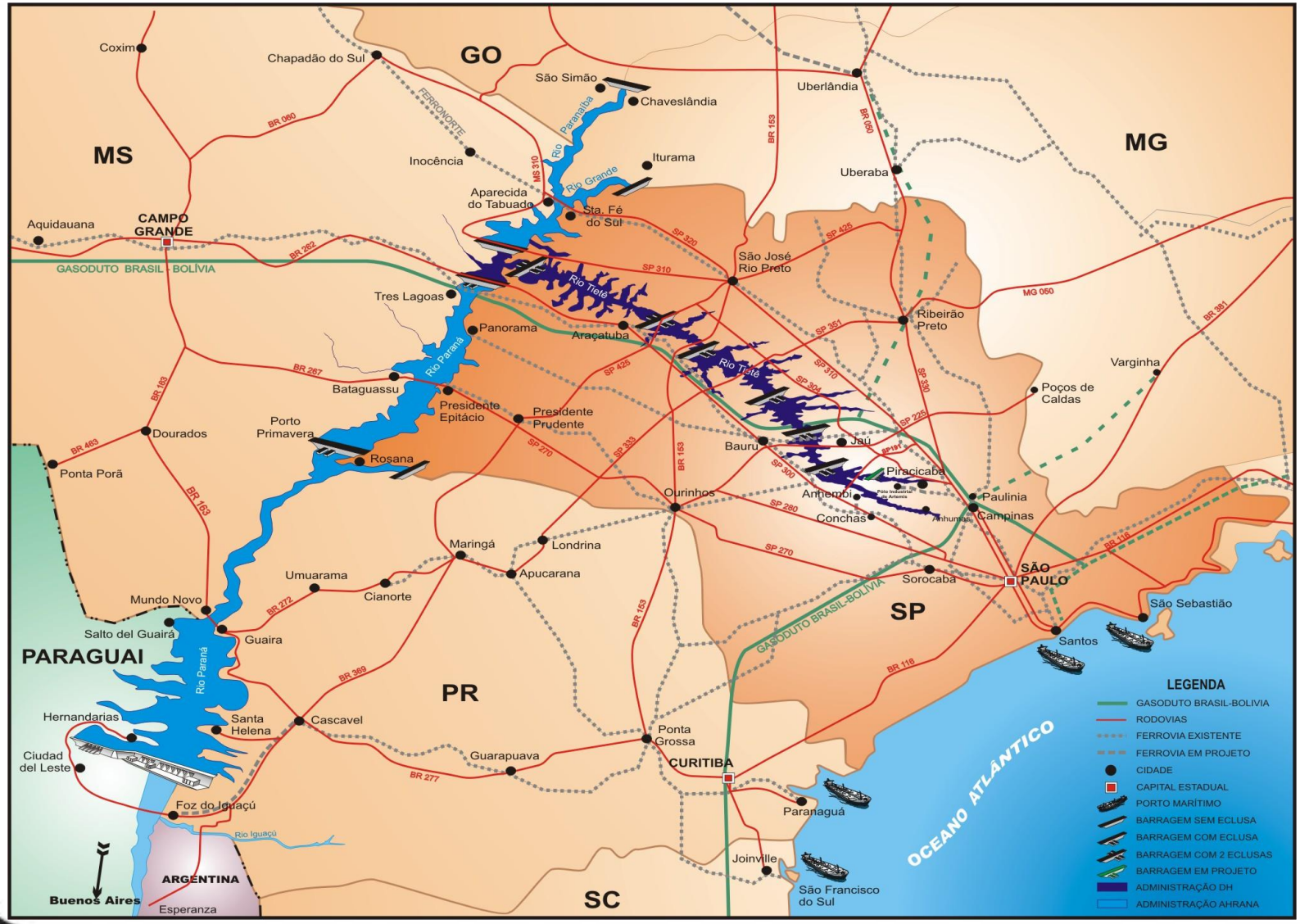
Barragens em São Paulo

Rede Hidroviária de Interesse de São Paulo
Águas Navegáveis e Potencialmente Navegáveis



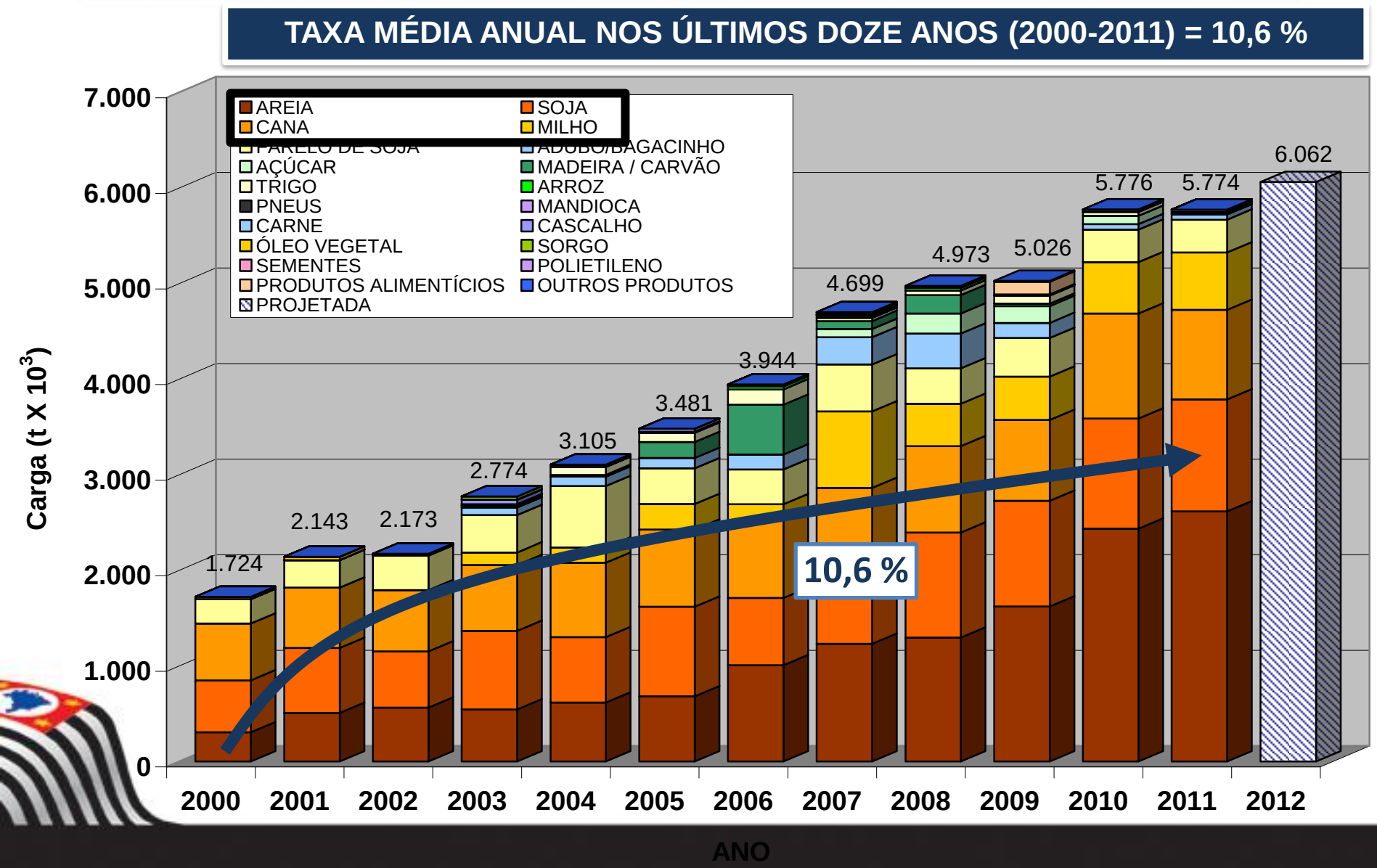
Rio	Vias Principais	Vias Secundárias	TOTAL
Tietê	650	150	800
Paraná	1.100	500	1.600
TOTAL	**1.750**	**650**	**2.400**

Hidrovia Tietê-Paraná

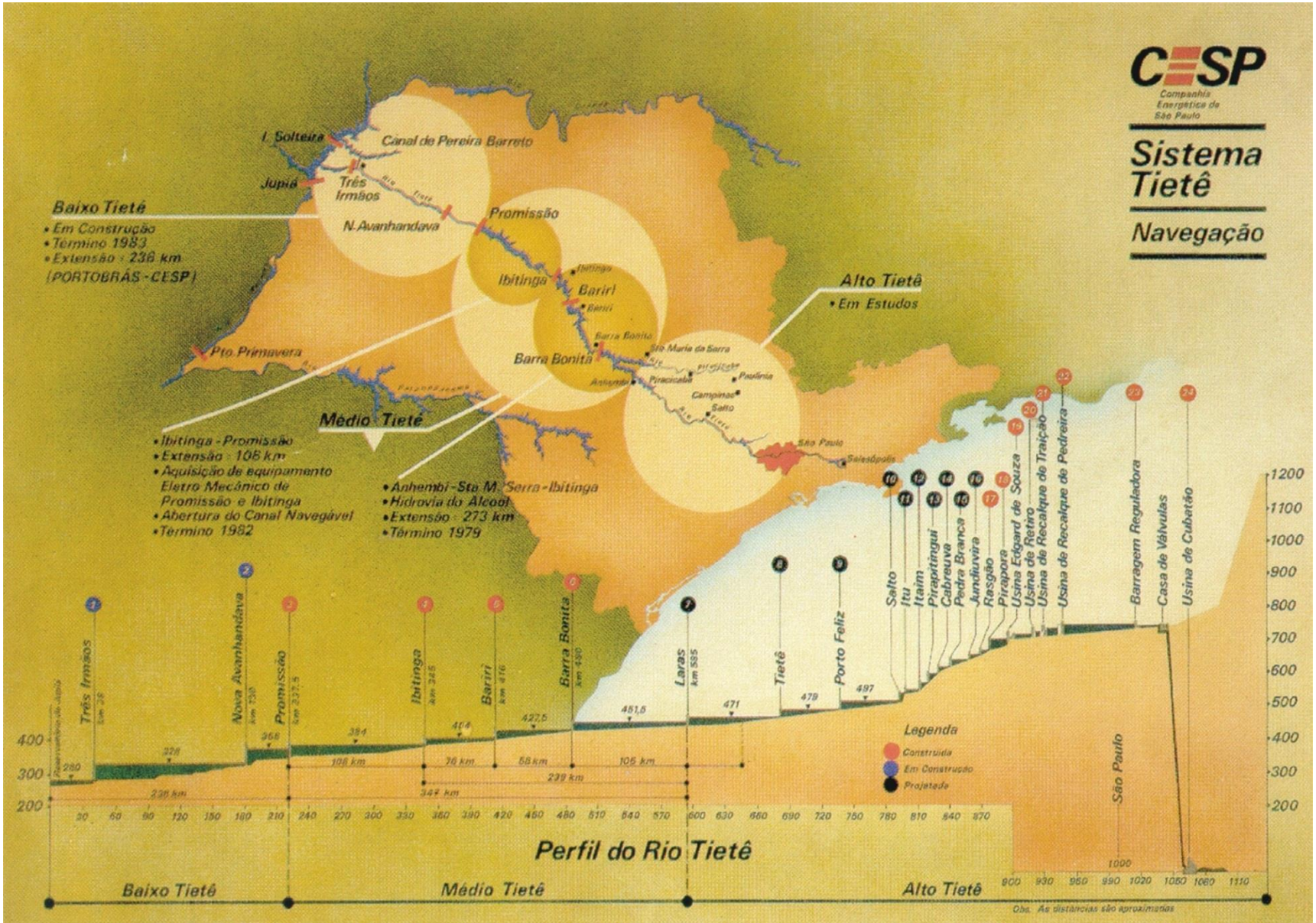


Terminais na Hidrovia Tietê-Paraná

Evolução das Cargas Transportadas na Hidrovia Tietê-Paraná (mil toneladas)

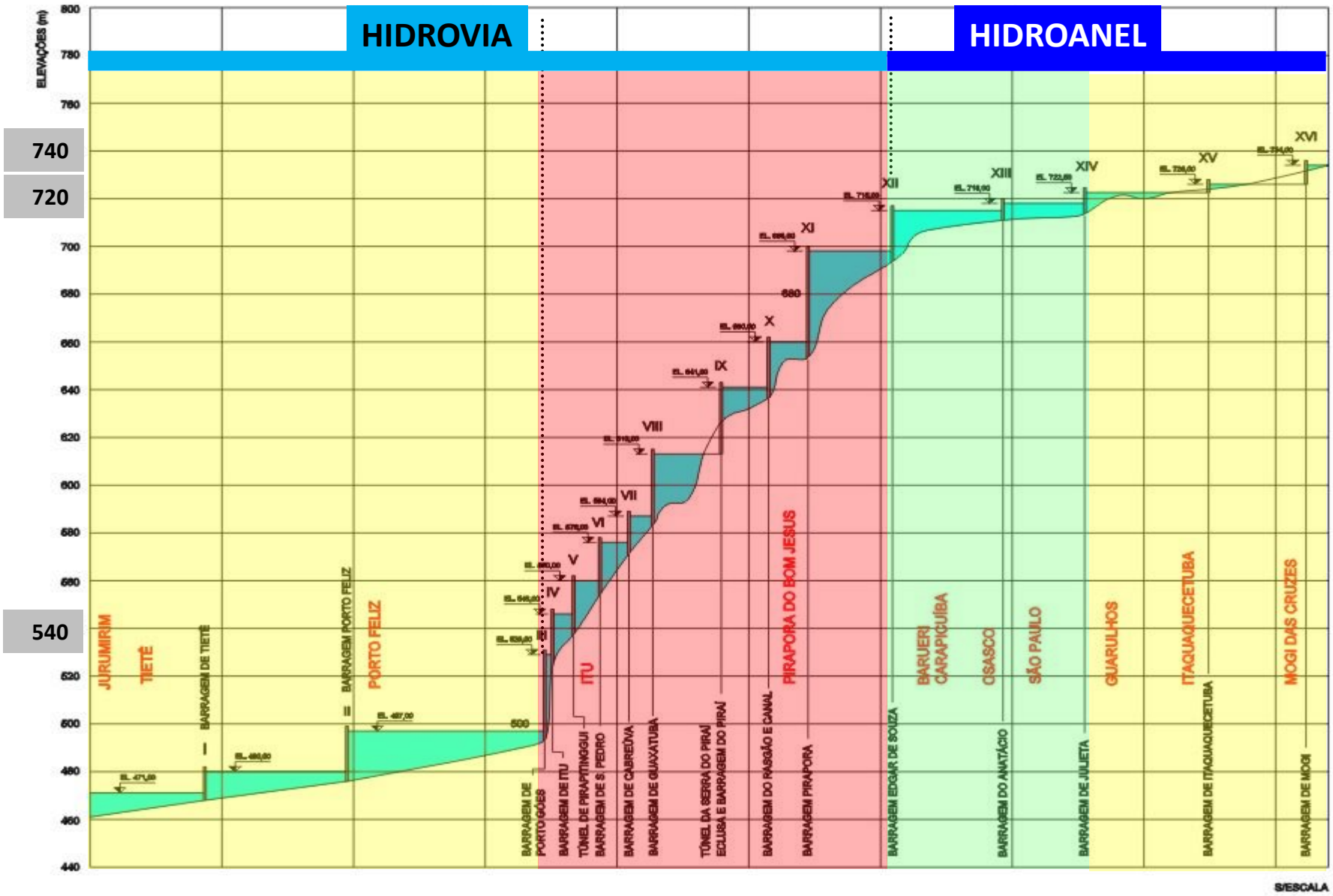


Hidrovia Tietê-Paraná
Perfil do Tietê



Hidrovia Tietê-Paraná

Estudo de Pré-viabilidade 1975



COMBOIO – TIPO – Tietê - Paraná

Eclusa de Jupiá -rio Paraná, Três Lagoas (MS)

Inaugurada em 15 de janeiro de 1998

- Desnível máximo - 26,00 m
- Comprimento da câmara - 210,00 m
- Largura da câmara - 17,00 m
- Calado permissível da câmara - 5 m (máximo)
- A eclusa está ligada à barragem da UHE.

Sistema Hidroviário Tietê-Paraná

Extensão: 2.400 km (São Simão/GO - Conchas/SP e Sta Maria da Serra/SP – UHE de Itaipu).

- **2.400 quilômetros de vias navegáveis de Piracicaba e Conchas (ambos em São Paulo) até Goiás e Minas Gerais (ao norte) e Mato Grosso do Sul, Paraná e Paraguai (ao sul).**
- **Em seu trecho paulista, a Hidrovia Tietê-Paraná possui 800 quilômetros de vias navegáveis, dez reservatórios, dez barragens, 23 pontes, 19 estaleiros e 30 terminais intermodais de cargas.– DH**
- **O Governo do Estado de São Paulo opera em parceria com a União e a iniciativa privada desde 1995.**

Sistema Hidroviário Tietê-Paraná

- Por suas vias são transportadas, anualmente, cerca de 3 milhões de toneladas de cargas produzidas e distribuídas pelos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná, além dos paises do Mercosul.

- Cargas: soja , farelo, milho, trigo, mandioca, carvão, cana-de-açúcar, adubo, areia e cascalho
- Os principais produtos escoados foram cana e farelo, com um crescimento de 13% e 64% no volume de cargas, respectivamente.

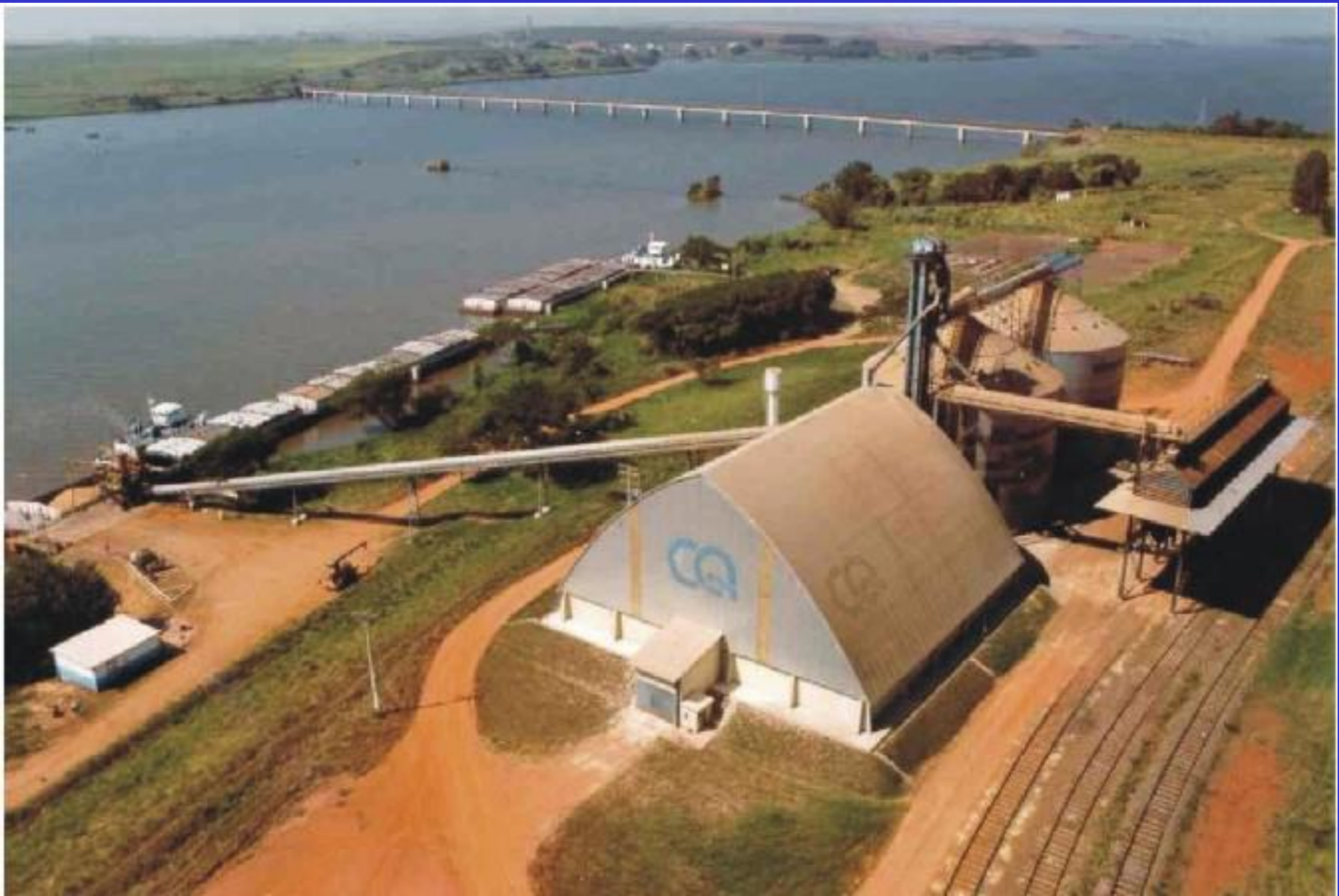
Eclusas de Três Irmãos

Duas eclusas e um canal intermediário de 926 por 70 metros - desnível total de 50 m.

- Desnível máximo – cerca de 50 m, 24,3 m (Eclusa 1) e 25,5 m (Eclusa 2)
- Comprimento da câmara - 142,00 m
- Largura da câmara - 12,10 m
- Calado permissível da câmara – 3,5 m
- A eclusa está ligada à barragem da UHE.

Comercial Quintela - Entroncamento: Hidrovia, Ferrovia e Rodovia

TERMINAL QUINTELA – PEDERNEIRAS



Terminal Intermodal

- Um exemplo de parceria: Pederneiras - Terminal Intermodal.
- Acesso ferroviário – Fepasa
- Cais desenvolvido pela CESP
- Mecanismos de transbordo da Comercial Quintella
- Capacidade do Terminal
- 5,5 alqueires de área instalada
- Transbordo anual de 1,2 milhão de ton.de soja, farelo e milho.
- 2 silos com capacidade de 4,6 mil toneladas cada
- Armazém que comporta até 5.000 toneladas de grãos.

PORTO DE ESTRELA

PORTO DE PORTO VELHO

Usina Diamante/COSAN – Jau

Usina Diamante/COSAN – Jau

Image © 2008 TerraMetrics
Image © 2008 GeoEye
©2007 Google™

Canal de Pereira Barreto interliga os reservatórios das UHE de Três Irmãos e de Ilha Solteira,

- Extensão de 9,6 km
- Largura de 50 m
- Profundidades de 12 m (na cota máxima de montante) e 8 metros na cota mínima.
- Capacidade para armazenar 210 mil m^3 de água, suficientes para quatro eclusagens sucessivas.

CANAL DE PEREIRA BARRETO

Canal Pereira Barreto

Canal Pereira Barreto

Canal Pereira Barreto

Canal Pereira Barreto

Região Metropolitana de São Paulo

Obras Hidroviárias

Bacias e Dársenas

Bélgica: Port Autonome de Liège – Terminal Trimodal de Semeries

Europa

Terminais Intermodais

Região Metropolitana de Paris

Turismo

Região Metropolitana de Paris

Carga e Turismo

Região Metropolitana de Paris

Carga – Terminais

Região Metropolitana de Paris

Carga – Entulho e Insumos

Região Metropolitana de Paris

Carga – Entulho de Construção

Região Metropolitana de Paris

Carga – Insumos para Construção

Região Metropolitana de Paris

Concreteiras

Europa

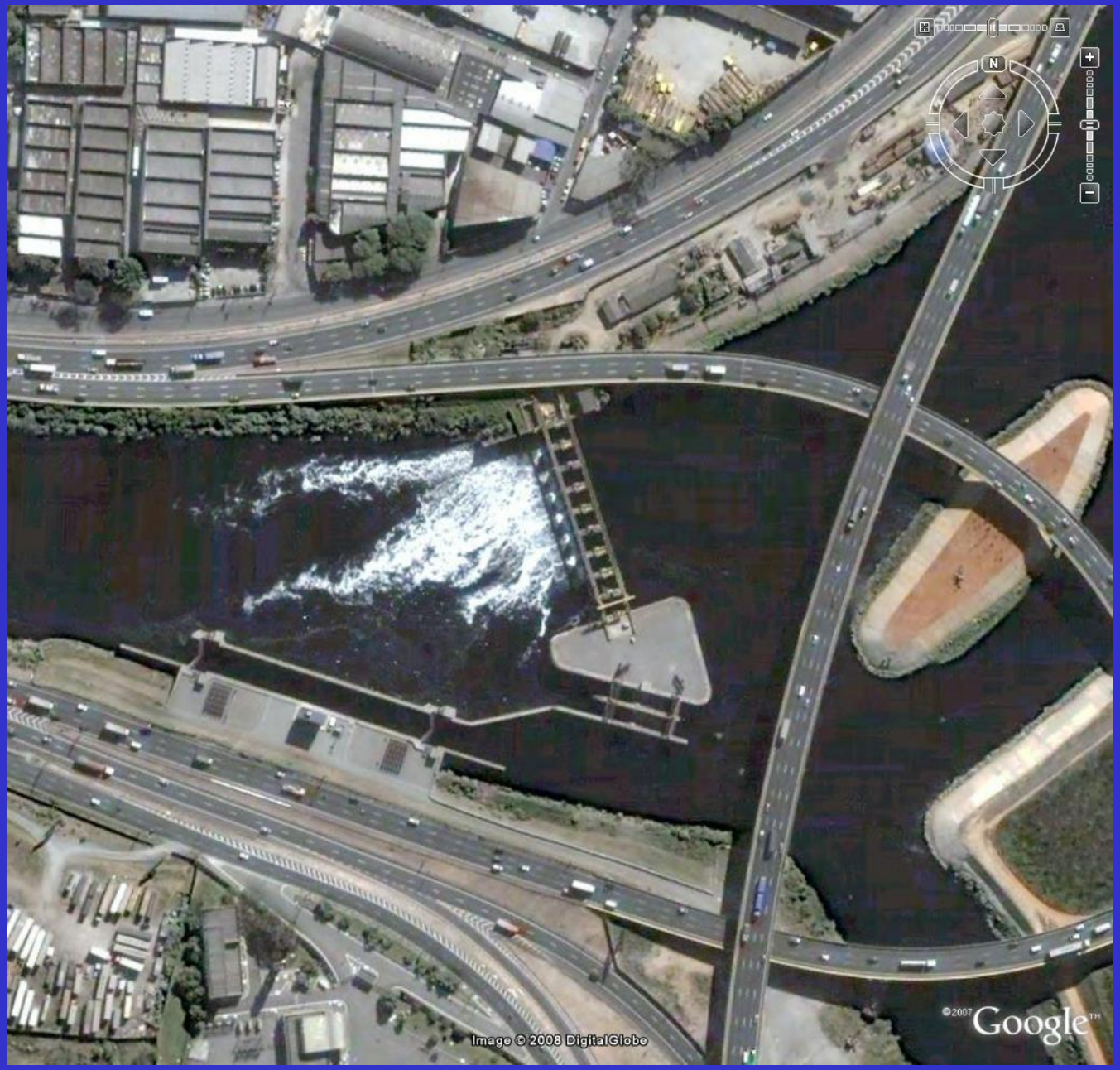
INBAT – Navegação em Canais Estreitos

Região Metropolitana de São Paulo

Calha do Tietê - Comboio
Desassoreamento do leito - Transporte

Calha do Tietê - Comboio
Desassoreamento do leito - Transporte

Barragem Móvel – Eclusa - Cebolão



Barragem da Penha – DAEE – Controle de Cheias

Usina Elevatória de Traição – Rio Pinheiros – SP –

4 unidades Kaplan reversíveis - 280 m3/s – 5 m de desnível - 1940

Usina Elevatória de Pedreira – Rio Pinheiros – SP

– 8 unidades Francis – reversíveis – 385 m3/s- 25 m desnível -1939

Calha do Tietê - Comboio
Desassoreamento do leito - Transporte

Calha do Tietê - Comboio
Desassoreamento do leito - Transporte

Calha do Tietê - Comboio
Desassoreamento do leito - Transporte

Calha do Tietê - Comboio
Desassoreamento do leito - Transporte

Barragem Móvel – Eclusa

enger CKC

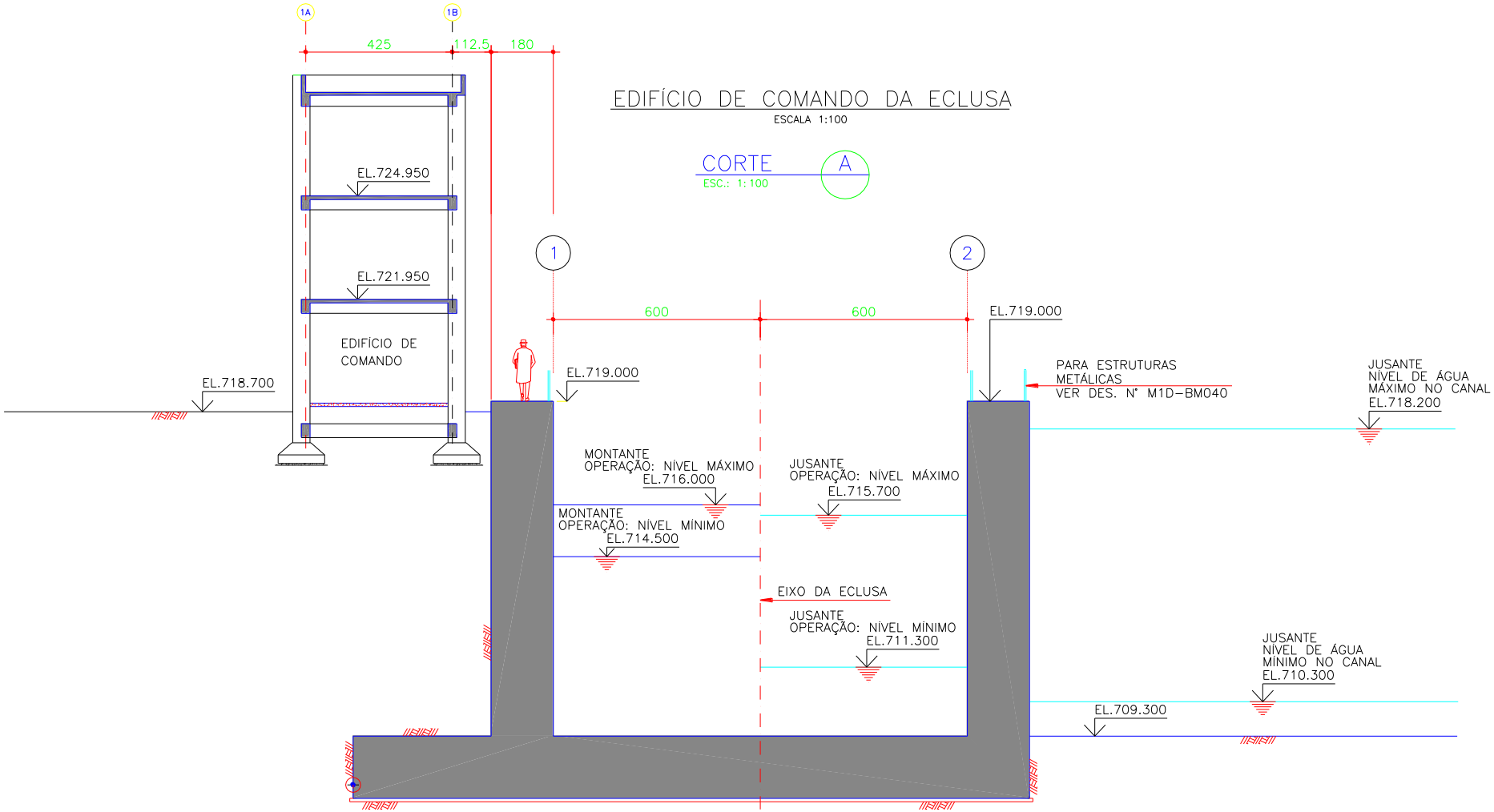
Barragem Móvel e Eclusa de Navegação

Câmara da Eclusa – Comporta tipo Busco ou Vinciana

Câmara da Eclusa – Comporta tipo Busco ou Vinciana

Câmara da Eclusa – Fechamento da Comporta – Eclusagem

Câmara da Eclusa

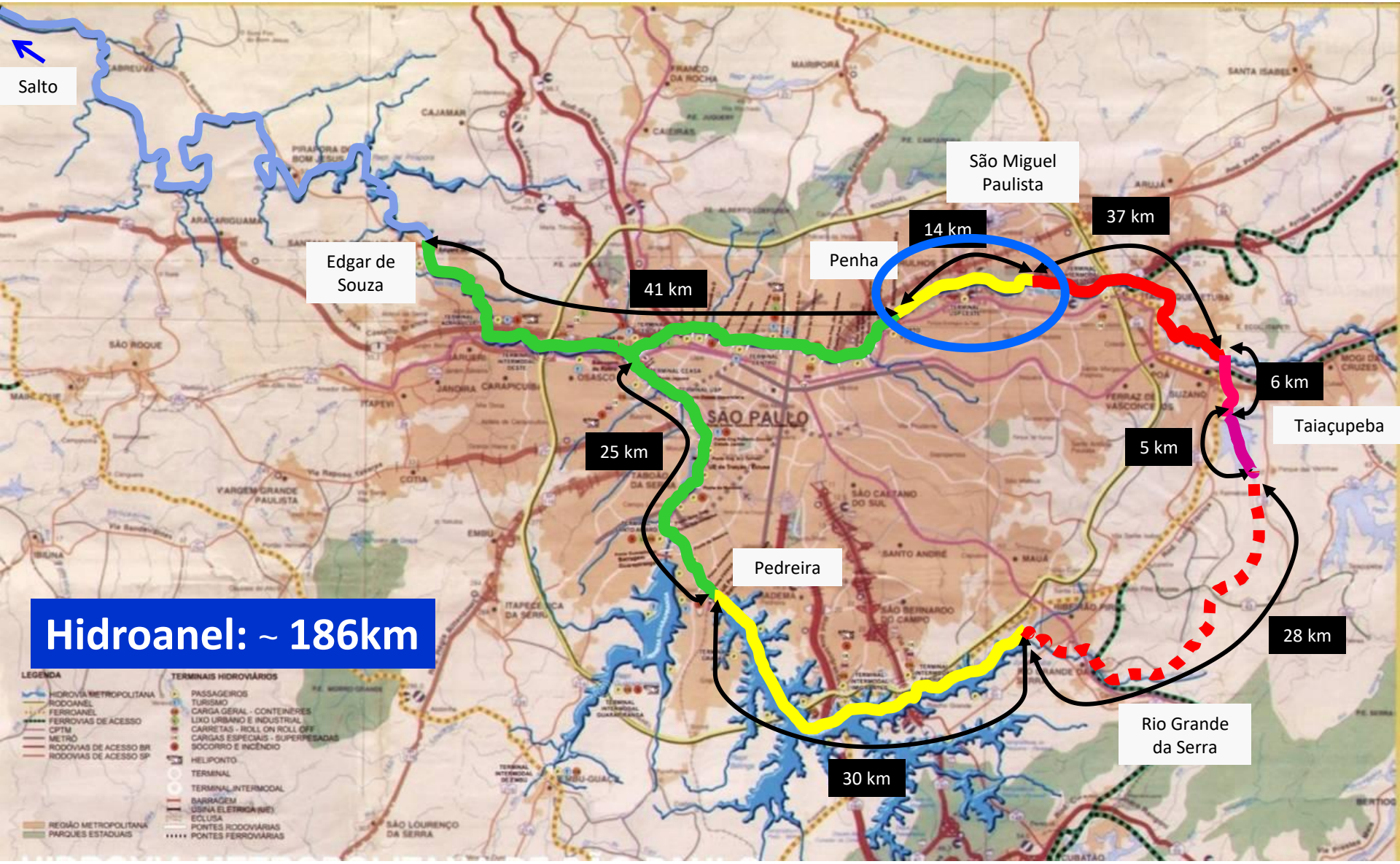


ECLUSA

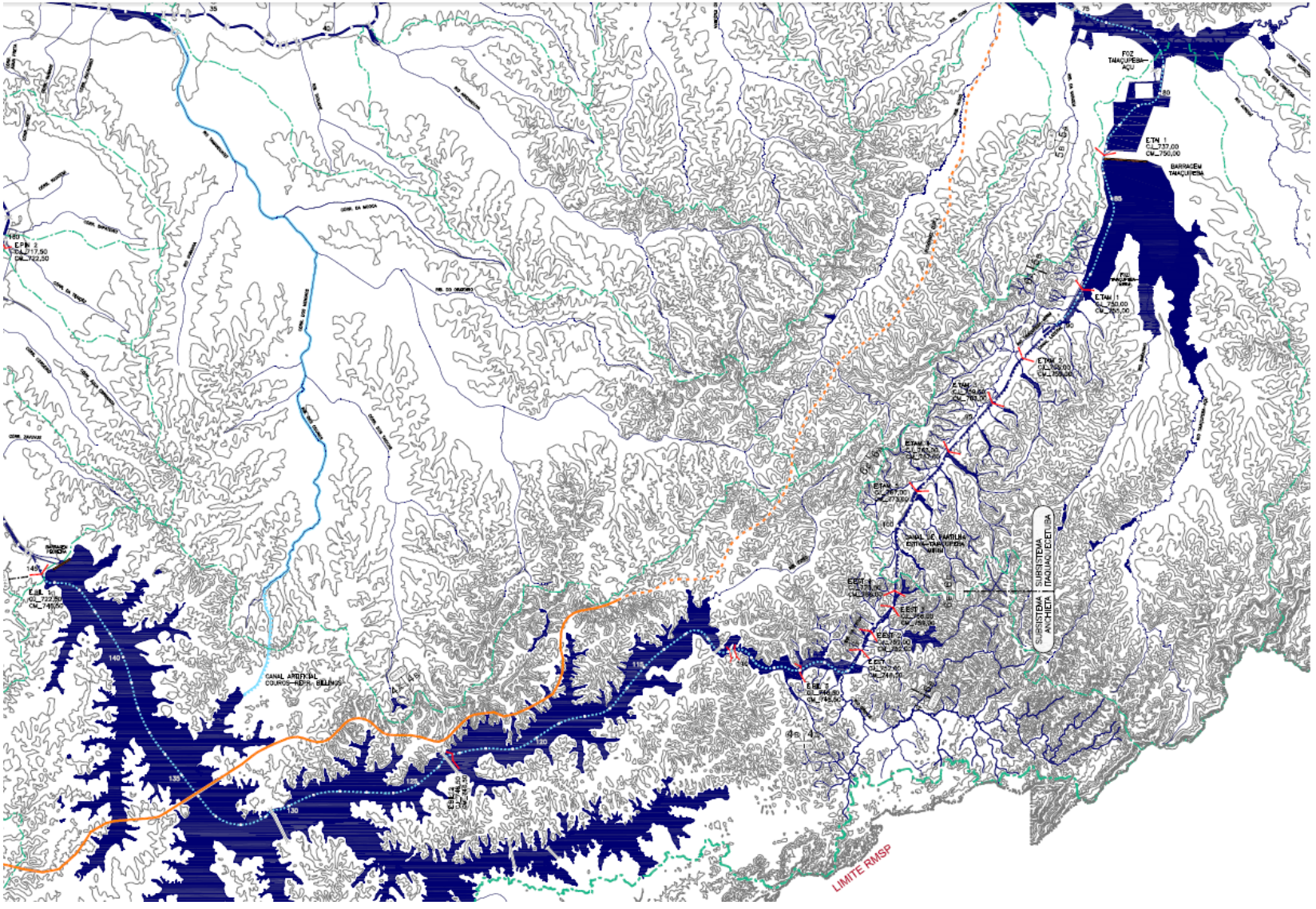
PLANTA:

- **Comprimento: 122m**
  - 90m de câmara
  - 16m cabeça de montante
  - 16m cabeça de jusante
- **Largura: 12m**
- **Altura da Câmara: 10m**
- **Desnível máximo a ser vencido ≅ 3,2m**

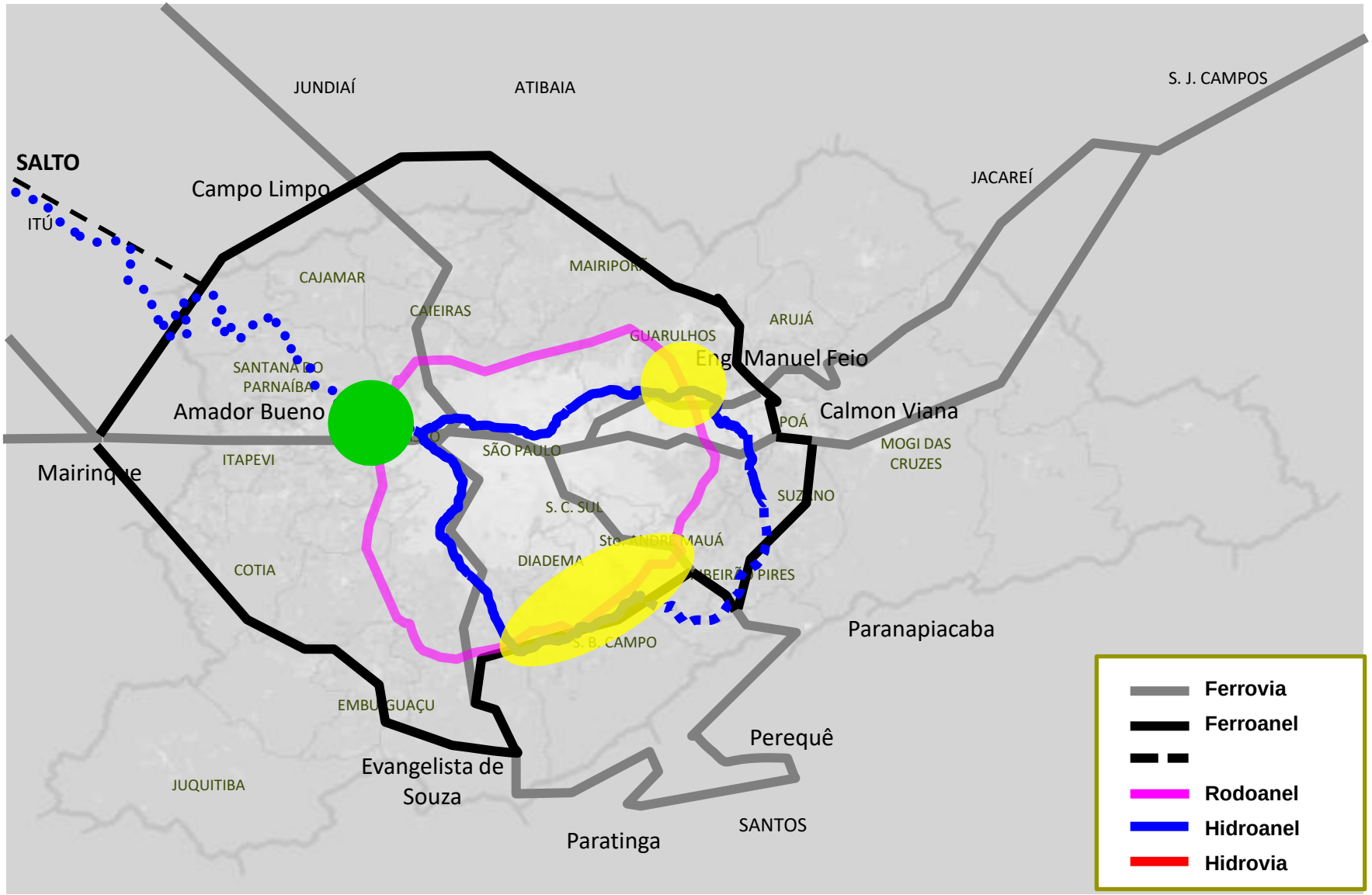
Hidroanel Metropolitano de São Paulo



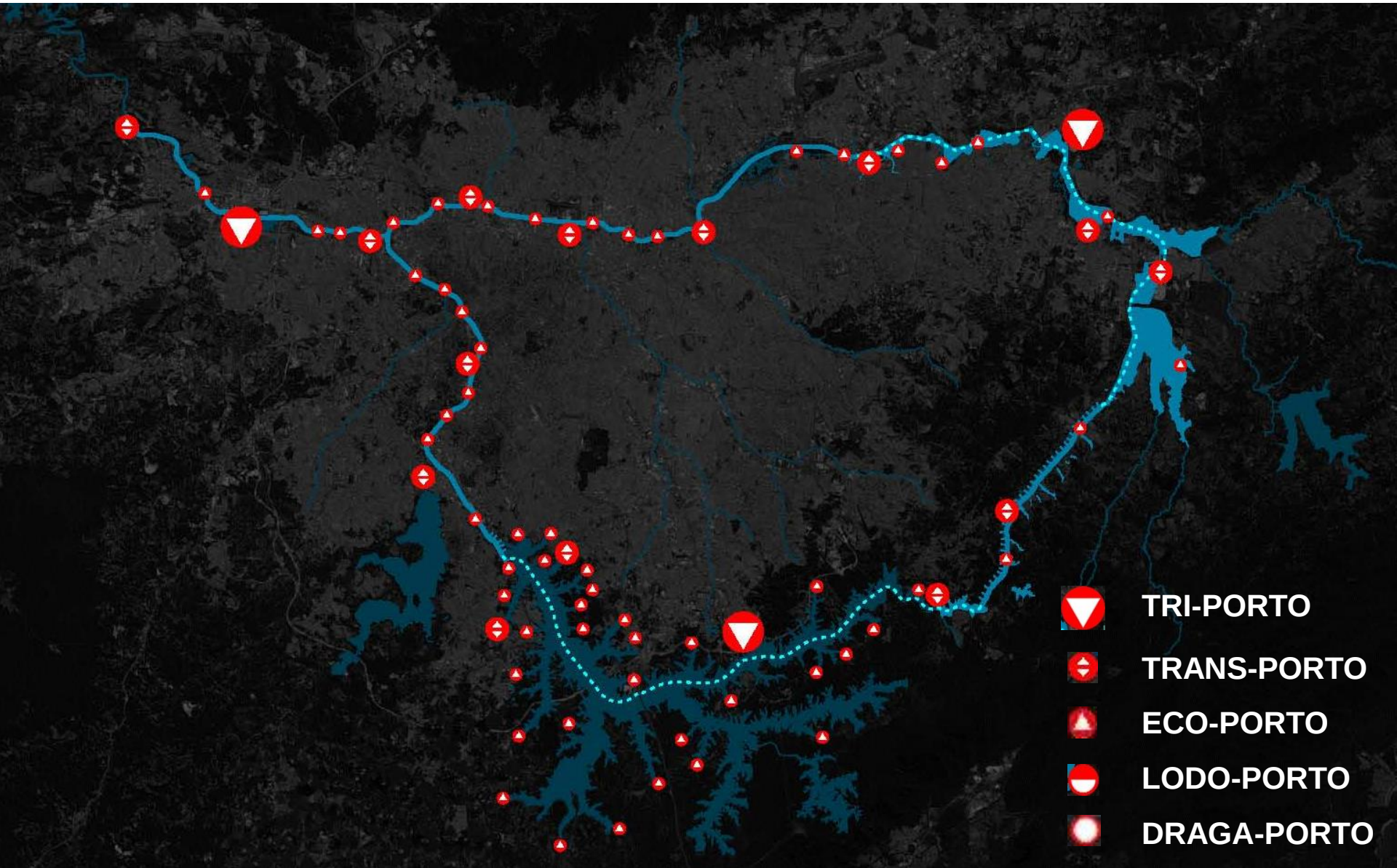
Hidroanel Metropolitano de São Paulo
Estudo de Pré-viabilidade
Ligação Billings-Taiaçupeba



Hidroanel Metropolitano de São Paulo
Conexão Intermodal



Hidroanel Metropolitano de São Paulo
Estudo de Pré-viabilidade



Hidroanel Metropolitano de São Paulo
Estudo de Pré-viabilidade
Conceitos

CARGAS PÚBLICAS

CARGAS QUE DEVEM SER GERENCIADAS PELO PODER PÚBLICO

- SEDIMENTOS DE DRAGAGEM
- LODO DAS ETEs E ETAs
- LIXO URBANO
- ENTULHO
- TERRA [MATERIAL DE ESCAVAÇÃO]

Parâmetros de Comparação entre Modais de Transporte

Vantagens do Transporte Hidroviário:

MAIOR: ⇧ eficiência energética

⇧ capacidade de concentração de cargas

⇧ vida útil da infraestrutura

⇧ vida útil dos equipamentos e veículos

MENOR: ⇩ consumo de combustível

⇩ emissão de poluentes (alterações climáticas e efeito estufa)

⇩ congestionamento de tráfego

⇩ custo da infraestrutura

⇩ número de acidentes

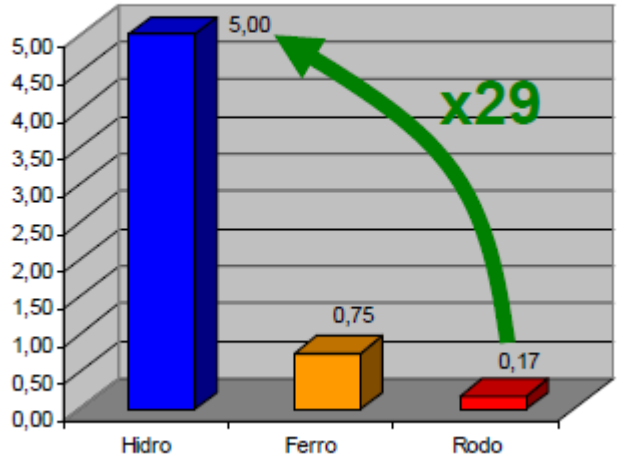
⇩ custo operacional

⇩ impacto ambiental

⇩ emissão de ruído

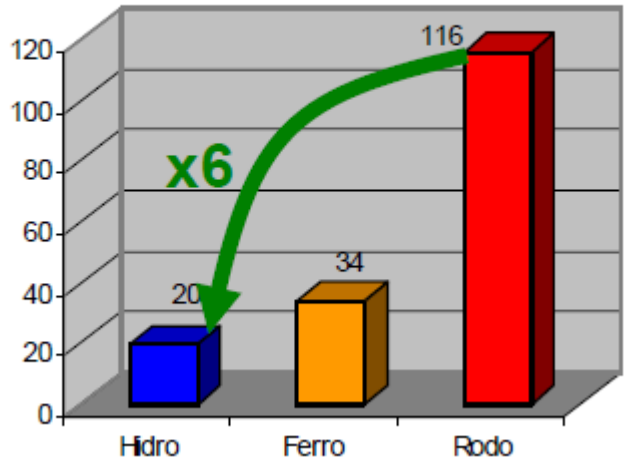
Parâmetros de Comparação entre Modais de Transporte

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: CARGA / POTÊNCIA (t / HP)

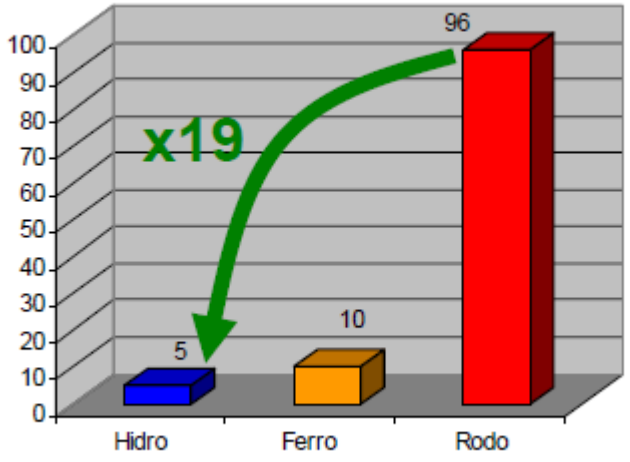


EMISSÃO DE POLUENTES:

CO_2 (kg/1.000 tku)

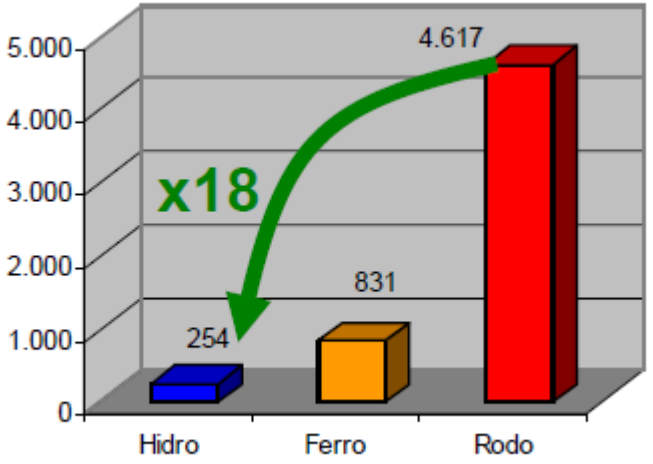


CONSUMO DE COMBUSTÍVEL: (LITROS / 1.000 TKU)



Fonte: Ministério dos Transportes - 1997

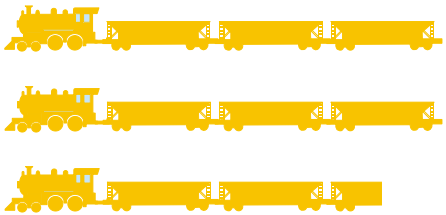
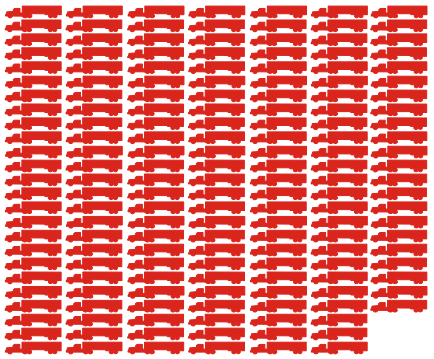
Nox (g/1.000 tku)



Fonte: DOT/Maritime Administration e TCL

Parâmetros de Comparação entre Modais de Transporte

CONSUMO DE ESPAÇO: **Unidades Equivalentes de Capacidade de Carga**

MODAIS	HIDRO	FERRO	RODO
Capacidade de Carga	**1 Comboio Duplo Tietê** (4 chatas e empurrador) **6.000 t**	**2,9 Comboios Hopper (86 vagões de 70 t)** 	**172 Carretas de 35 t Bi-trem Graneleiras** 
Comprimento Total	**150 m**	**1,7 km**	**3,5 km** (26 km em movimento)

Fonte: DH, TCL

Parâmetros de Comparação entre Modais de Transporte

CUSTO DA INFRAESTRUTURA:

MODAIS	HIDRO	FERRO	RODO
CUSTO MÉDIO DE CONSTRUÇÃO DA VIA (US$ / km)	34.000	1.400.000	440.000
	1	41	13
CUSTO DE MANUTENÇÃO DA VIA	BAIXO	ALTO	ALTO

VIDA ÚTIL:

MODAIS	HIDRO	FERRO	RODO
VIDA ÚTIL DA VIA	ALTA	ALTA	BAIXA
	1	0,6	0,2
VIDA ÚTIL DOS EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS (ANOS)	50	30	10

Fonte: Ministério dos Transportes - 1997

Transporte Hidroviário

- Vantagens do transporte hidroviário :
- para cada tonelada de soja transportada:
- Hidrovia :8 dólares
- Ferrovia: 16 dólares
- Rodovia : 30 dólares
- Medidas valem para, praticamente, todos os produtos.
- As embarcações não têm, como nas rodovias, a mesma freqüência de acidentes e desgastes

Porto de Santos – Cais de Atracação

Porto de Santos – Navio Conteiner – Cais longitudinal

Porto de Santos – Cais de Atracação - Conteiner

Porto de Santos - Navio Conteiner - Cais Longitudinal

Porto de Santos – Navio Conteiner

Referências - Hidrovias

- Livro – Engenharia Portuária
- Parte 5
- Cap. 26 – Transporte Aquaviário.
- Cap. 22 – Dim. Básicas da Hidrovias
- www.transportes.gov.br – Min. Dos Transportes -
- Transporte Aquaviário
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários
- www.antaq.gov.br - Navegação Interior – Eventos Palestras
- DNIT – Dep. Nac. de Infraestrutura de transportes
- Depto. Hidroviário do est. de São Paulo – www.transportes.sp.gov.br

Simbologias

- **TKU** – toneladas transportadas por quilômetro útil;
- **TEU** – Twenty foot equivalent unit – Unidade equivalente a contêiner de 20 pés;
- **MTPA** – Milhões de toneladas anuais transportadas - Million Tonnes per Annum