

PNV – 2450

# LOGÍSTICA E TRANSPORTES

RUI CARLOS BOTTER

[rcbotter@usp.br](mailto:rcbotter@usp.br)

Março de 2016

**TRANSPORTE FLUVIAL**

**NAVEGAÇÃO INTERIOR**

# Conceitos\*

- Hidrovia  $\equiv$  Aquavia  $\equiv$  Via navegável
- Hidrovia interior  $\equiv$  Via navegável interior
  - Rios, lagos ou lagoas que adquiriram ou que melhoraram a condição de navegabilidade em função de intervenções como obras de engenharia, balizamento (bóias demarcadoras do canal navegável) e sinalização (placas de orientação) para uma embarcação tipo, e para as quais existem cartas de navegação.

\*Extraído de:



**Rio Mississippi  
(Saint Louis/EUA)**



**Rhine – Main – Donau  
(Kesert am Rhein /Alemanha)**



Rhine – Main – Donau  
(Würzburg/Alemanha)

# Wasser- und Schiffsamt Nürnberg Schleuse Berching

**Tag der offenen Tür beim Außenbezirk Riedenburg**



Die Mitarbeiter des WSA geben die Möglichkeit für Kinder und Jugendliche den Main-Donau-Kanal zu besichtigen und eine Führung durch den Außenbezirk Riedenburg zu erhalten. Außerdem wird ein Vortrag über die Aufgaben des Wasser- und Schiffsamtes Nürnberg gegeben. Der Eintritt ist frei.

**Wann:** Am Freitag, den 29. September 2010  
**von 10:00 bis 17:00 Uhr**  
**Wo:** Als Teil der WSA-Kanalarbeit, Landratsamt, 91 032 Riedenburg

**Wasser- und Schiffsamt Nürnberg**  
Landratsamt Riedenburg  
Postfach 10 01 10  
91 032 Riedenburg  
Telefon: 091 41 100-100  
Telefax: 091 41 100-101  
E-Mail: [info@wsa-nuernberg.de](mailto:info@wsa-nuernberg.de)  
Web: [www.wsa-nuernberg.de](http://www.wsa-nuernberg.de)



## Wasser- und Schiffsamtsverwaltung des Bundes



**Bundeswasserstraße Main**

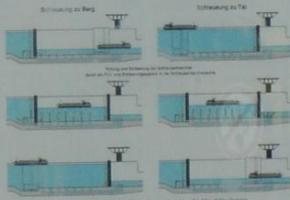
**BUNDESWASSERSTRASSE MAIN-DONAU-KANAL**

**Bundeswasserstraße Donau**

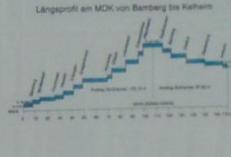
**Gesamte Menge der geschleusten Ladung**



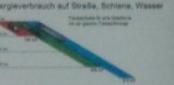
**Schiffschleuse in Betrieb**



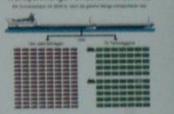
**Längsprofil am MOK von Bamberg bis Kelheim**



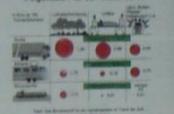
**Energieverbrauch auf Straße, Schiene, Wasser**



**Transportmengen eines Binnen-schiffes**



**Folgenkosten für den Steuerfahrer**



**Nutzungen der Wasserstraße**



Wasser- und Schiffsamt Nürnberg  
Nützliche Kontakte zu Dienststellen des

**Einwasserschiffe sind effizient**

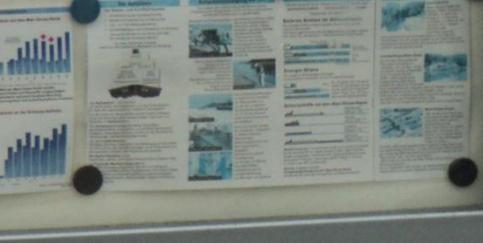
**Transportkosten im Vergleich**



**Die Wasserstraße im Zahlen**



**Wasser- und Schiffsamt Nürnberg**



Main Donau Canal  
(Berching/Alemanha)



**Main Donau Canal  
(Kelheim/Alemanha)**



Main Donau Canal  
Eclusa de Berching



**Economizador lateral  
Eclusa de Berching**



Rhine – Main – Donau  
(Regensburg/Alemanha)



**Elevador Hidráulico  
Strephe-Thieu (Bélgica)**



**Elevador Hidráulico  
Stiepy-Thieu (Bélgica)**



Elevador Hidráulico  
Strephy-Thieu (Bélgica)



**Plano Inclinado de  
Roquières (Bélgica)**



**Plano Inclinado de  
Roquières (Bélgica)**

Albert Canal  
(Liège/Bélgica)





Albert Canal  
(Liège/Bélgica)



Terminal de Bobinas  
(Porto de Liège/Bélgica)



Coleta de Lixo  
(Porto de Liège/Bélgica)



**Usina de Reciclagem  
(Porto de Liège/Bélgica)**



**Terminal de Areia  
(Porto de Liège/Bélgica)**



**Euroports  
(~50km Porto de Antuérpia/Bélgica)**



**Euroports  
(~50km Porto de Antuérpia/Bélgica)**

# Conceitos

- Embarcação Tipo
  - É embarcação utilizada para fins de projeto das obras de engenharia.
    - Não é a maior embarcação que pode trafegar pela hidrovia.
  - Profundidades são função do *ciclo hidrológico*;
  - Hidrovias dependem do regime fluvial, ditado pelas chuvas e pela capacidade de escoamento do solo da bacia hidrográfica;

\*Extraído de:

# Conceitos\*

- Uso múltiplo das águas
  - Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, garante a preservação do uso múltiplo dos recursos hídricos, mantendo condições adequadas ao transporte aquaviário.

\*Extraído de:

Nota Técnica 004/2005 – DFNIT – Ministério dos Transportes

# Características

- Grandes volumes de carga
- Grandes distâncias (momento de transporte)
- Baixa velocidade (~10 nós)
- Cargas de baixo valor agregado
  - Grãos (soja, milho), minério de ferro, bauxita, combustíveis (derivados de petróleo)
- Necessita de transporte complementar
- Freqüência e disponibilidade baixa

# Características

- Baixo risco de avarias, acidente, roubo de carga
- Investimentos em terminais, canais artificiais, eclusas, dragagens, sinalização
- Alta eficiência energética
- Baixo impacto ambiental

## TRAMO 1 – Restricciones de Navegación (trecho entre Corumbá y la desembocadura del rio Apa)

En la siguiente tabla se observan las restricciones de navegación:

Referências		Descrição
Passo com Pedras	PP	-
Passo com Areia e Barro	PAB	-
Curva MUITO Pronunciada	CMP	não é permitido cruzamento
Limitação de Comprimento	LL	-
Limitação de Boca	LA	-
Reglamentación	R	-
1 Desmembramento	1C	não é permitido cruzamento
2 Desmembramentos	2C	não é permitido cruzamento
3 Desmembramentos	3C	não é permitido cruzamento
4 ou + Desmembramentos	4+C	não é permitido cruzamento

Estas restricciones fueron clasificadas en función de la época del año, variación en el nivel de agua y el grado de impedancia a la navegación. Las restricciones son presentadas considerando el km de la hidrovía versus el tipo de restricción presente.

# TRAMO 1 – Restricciones de Navegación (trecho entre Corumbá y la desembocadura del rio Apa)

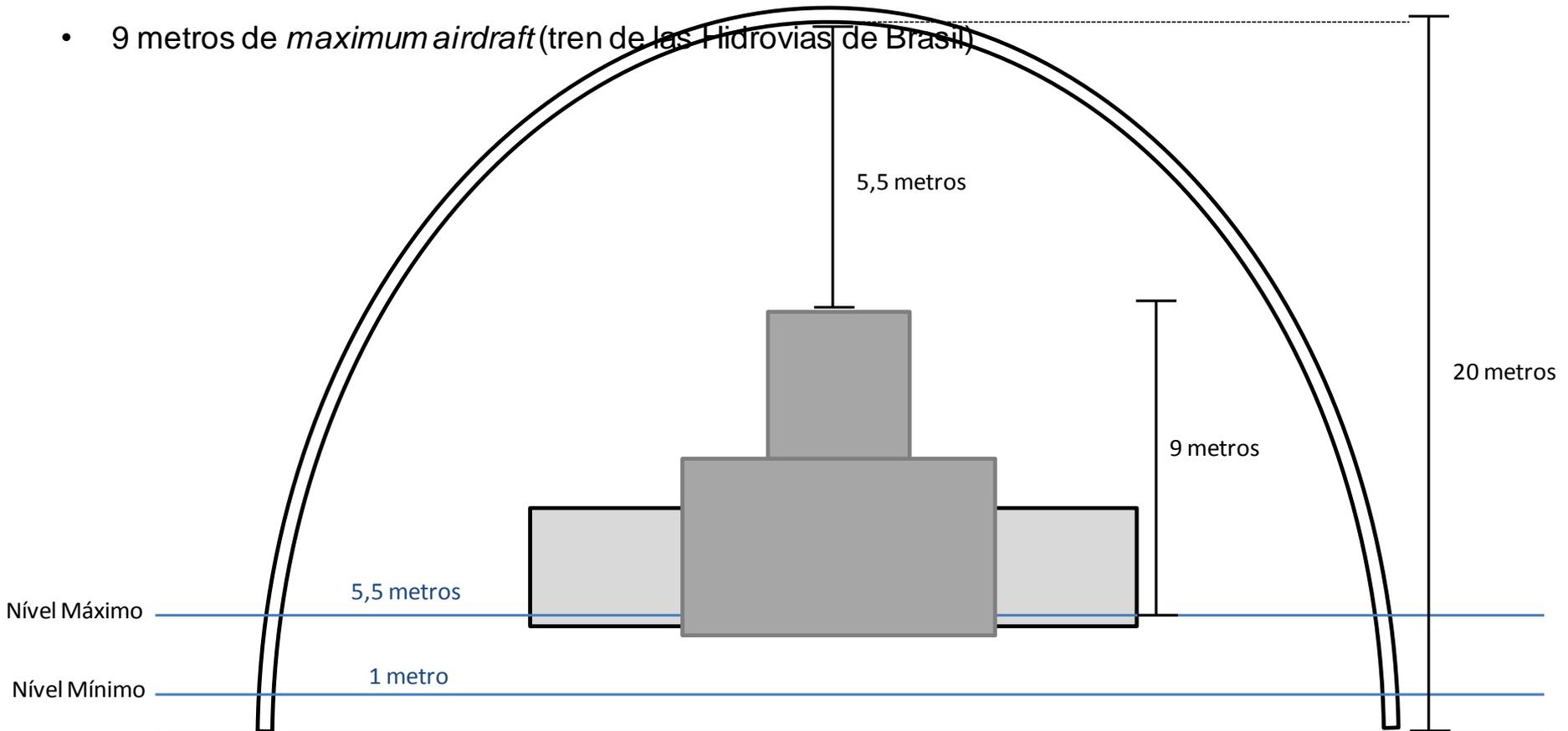
Trecho entre Corumbá (km 2770) hasta la proximidad de la boca del rio Apa. (km 2150)

Trecho			Dificuldades de Passagem - Ano Típico											
Nome	Km Rio	Km Hidrovia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Conselho	982	2612	PAB	PAB									PAB	PAB
Conselho	985	2615												
V Herradura	966	2596	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
V Herradura	964	2594	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Piua Sup	947	2577	PAB	PAB									PAB	PAB
Piua Inf	941	2571	PAB	PAB									PAB	PAB
Paratudal Inf	939	2569	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP
Santa Rita	935	2565	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Bahía Verde	915	2545	PAB	PAB									PAB	PAB
Vuelta Rebojo	912	2542	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Mbigua	901	2531	LA	LA	LA							LA	LA	LA
Vuelta Santa Fé Inferior	894	2524	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Kururu	840	2470	PAB	PAB								PAB	PAB	PAB
Capón Quemado	826	2456	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Capón Quemado	826	2456	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Vuelta Sombreo	803	2433	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Rápida	794	2424	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Periquito	784	2414	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Tunal	777	2407	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Piraña	767	2397	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Paso Maria Elena	755	2385	PAB	PAB								PAB	PAB	PAB
Vuelta Boqueron	753	2383	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Espinillo	735	2365	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Bogarin	725	2355	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Paso Kuruzu	718	2348	PAB	PAB								PAB	PAB	PAB
Navleque Sup	715	2345	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Navleque Inf	712	2342	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Batatinha	708	2338	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Barranco Blanco	690	2320	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Guarani	667	2297	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta San Francisco	659	2289	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Paso Cambá Nupa	650	2280	PP	PP								PP	PP	PP
Fechos do Morros	642	2272	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Paso Taruma	618	2248	PP	PP								PP	PP	PP
Isla Margarita	605	2235	PAB	PAB								PAB	PAB	PAB
Vuelta Murinho	602	2232	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Flores	592	2222	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Celina	580	2210	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Guaicuru	570	2200	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Liberal	568	2198	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Vuelta Santa Cruz	566	2196	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP	CMP
Riacho Isla República	545	2175	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA
Paso San Lazaro	537	2167	PAB	PAB								PAB	PAB	PAB
Paso Vallemi / Casilda	527	2157	PAB	PAB								PAB	PAB	PAB

## TRAMO 1 – Restricciones físicas

Condiciones del **punto ferroviario** – verificación de la restricción de altura

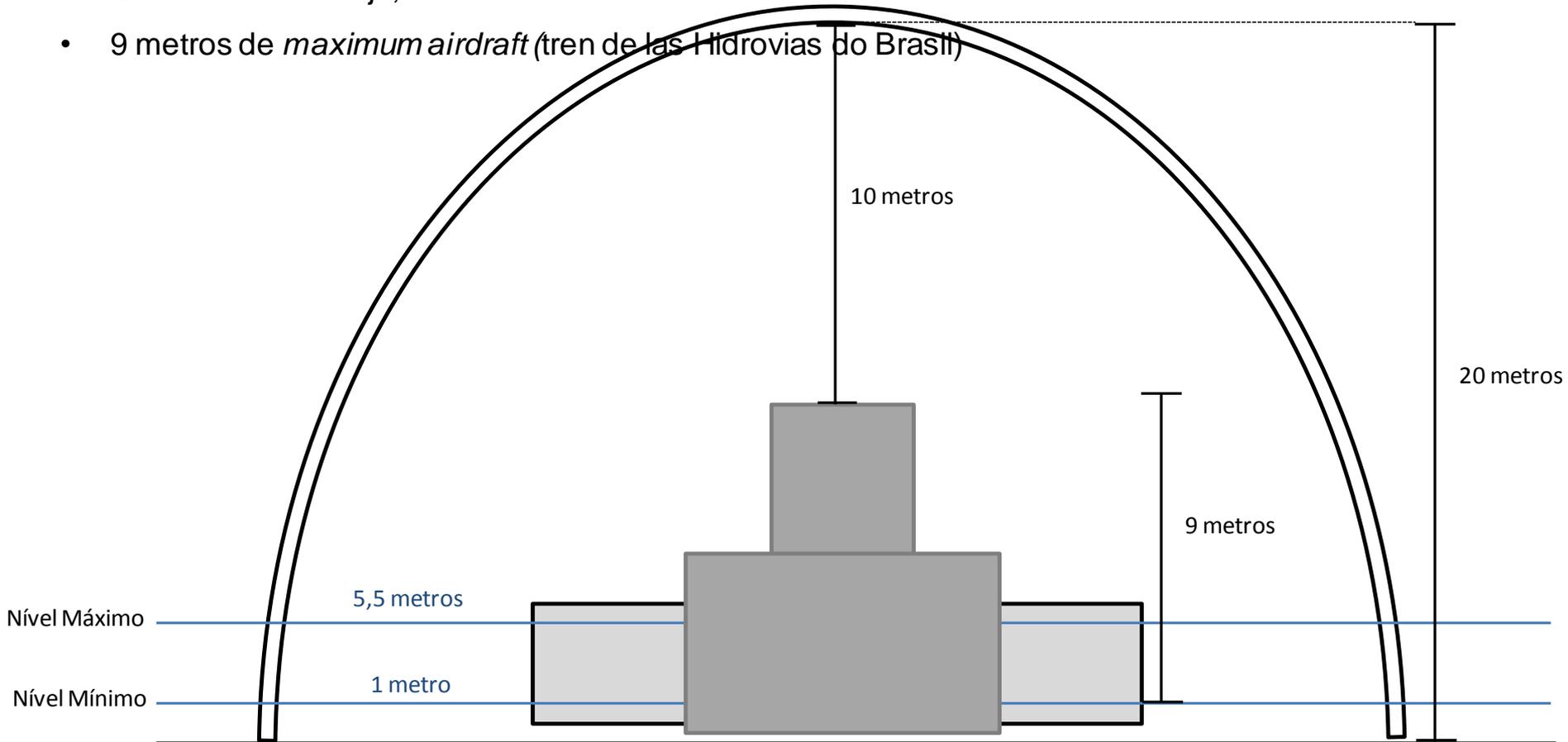
- condiciones de llena;
- 9 metros de *maximum aircraft* (tren de las Hidrovías de Brasil)



## TRAMO 1 – Restricciones físicas

Condiciones del **punto ferroviario** – verificación de la restricción de altura

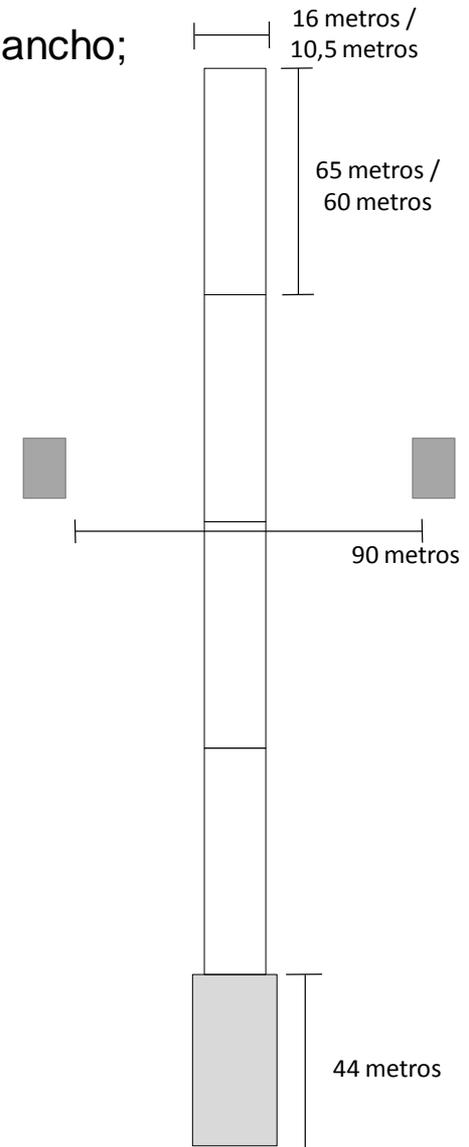
- Condiciones de baja;
- 9 metros de *maximum aircraft* (tren de las Hidrovias do Brasil)



# TRAMO 1 – Restricciones físicas

Condiciones del puente ferroviario - verificación y restricción del ancho;

- distancia entre los pilares centrales = 90 metros;
- tren máximo permitido cruzamiento =  $4L \times 1B$ ;
  - Mississippi:
    - tren con dimensión :  $(60 \times 4) + 44 = 284 \text{ m} \times 10,5 \text{ m}$ ;
  - Jumbo:
    - tren con dimensión :  $(60 \times 4) + 44 = 284 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ ;



## TRAMO 1 – Restricciones físicas

- Restricción puente Rodoviário - Puerto Morrinho – km 2648
  - BR 262 – conexión entre Corumbá – Campo Grande;
  - Restricción de altura e ancho;
    - distancia entre los pilares: 105 metros (tramo central)
    - restricción de altura: **23 metros**;

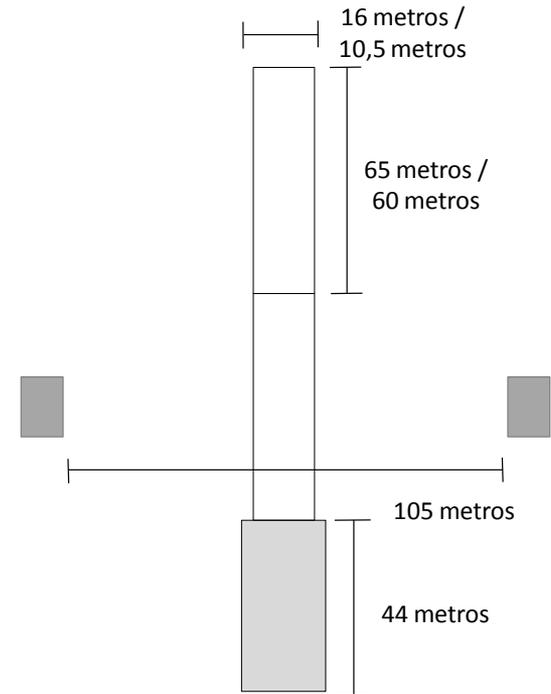


- **accidente en mayo de 2011** – colisión de un remolcador paraguayo contra el pilar central del puente sobre el río Paraguay;
- La Marina altero las reglas de cruzamiento del puente por los trenes: anteriormente era necesario o desmembramiento de trens de 20 barcazas (5L x 4B) en 4L x 1B (fuente: Aviso ao Navegantes, Marinha do Brasil, Junho de 2011)
  - trens subiendo el río – 4L x 1B;
    - Mississippi = 284 m x 10,5 m
    - Jumbo = 304 m x 16 m
  - trens bajando el río – 2L x 1B;
    - Mississippi = 164 m x 10,5 m
    - Jumbo = 174 m x 16 m

# RESTRICCIONES DE NAVEGACIÓN - Brasil

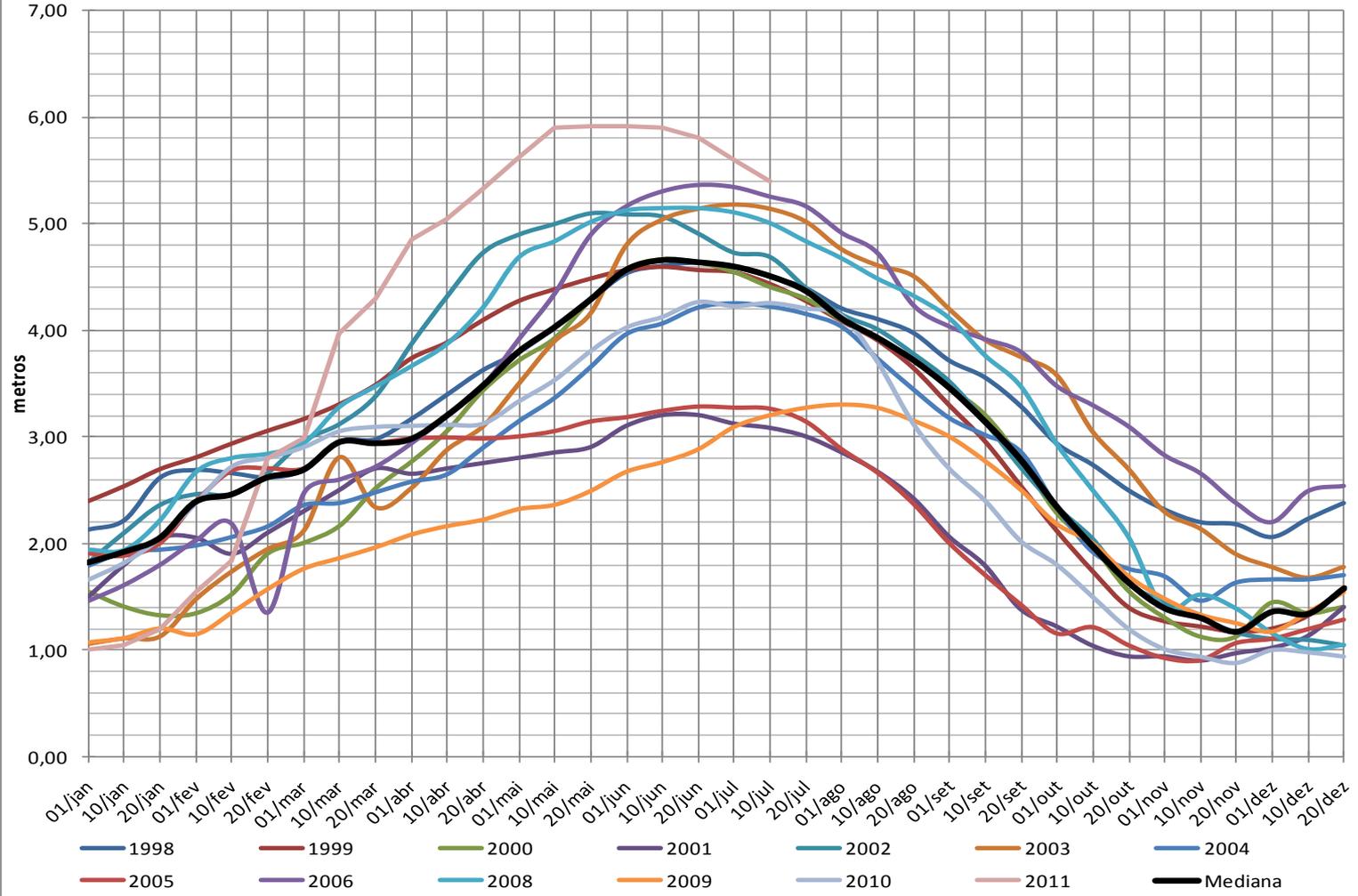
Condiciones del puente Rodoviário - Verificación de restricción de ancho– bajando el Rio

- distancia entre los pilares centrales = 105 metros;
- tren máximo permitido: 2L x1B;
- considerando tren con dimensión 2L x1B :
  - Mississippi =  $(60*2) + 44 = 164$  metros x 10,5 metros
  - Jumbo =  $(60*2) + 44 = 164$  metros x 16 metros
- tiempo de desmembramiento = 6,4 horas (subiendo el rio);



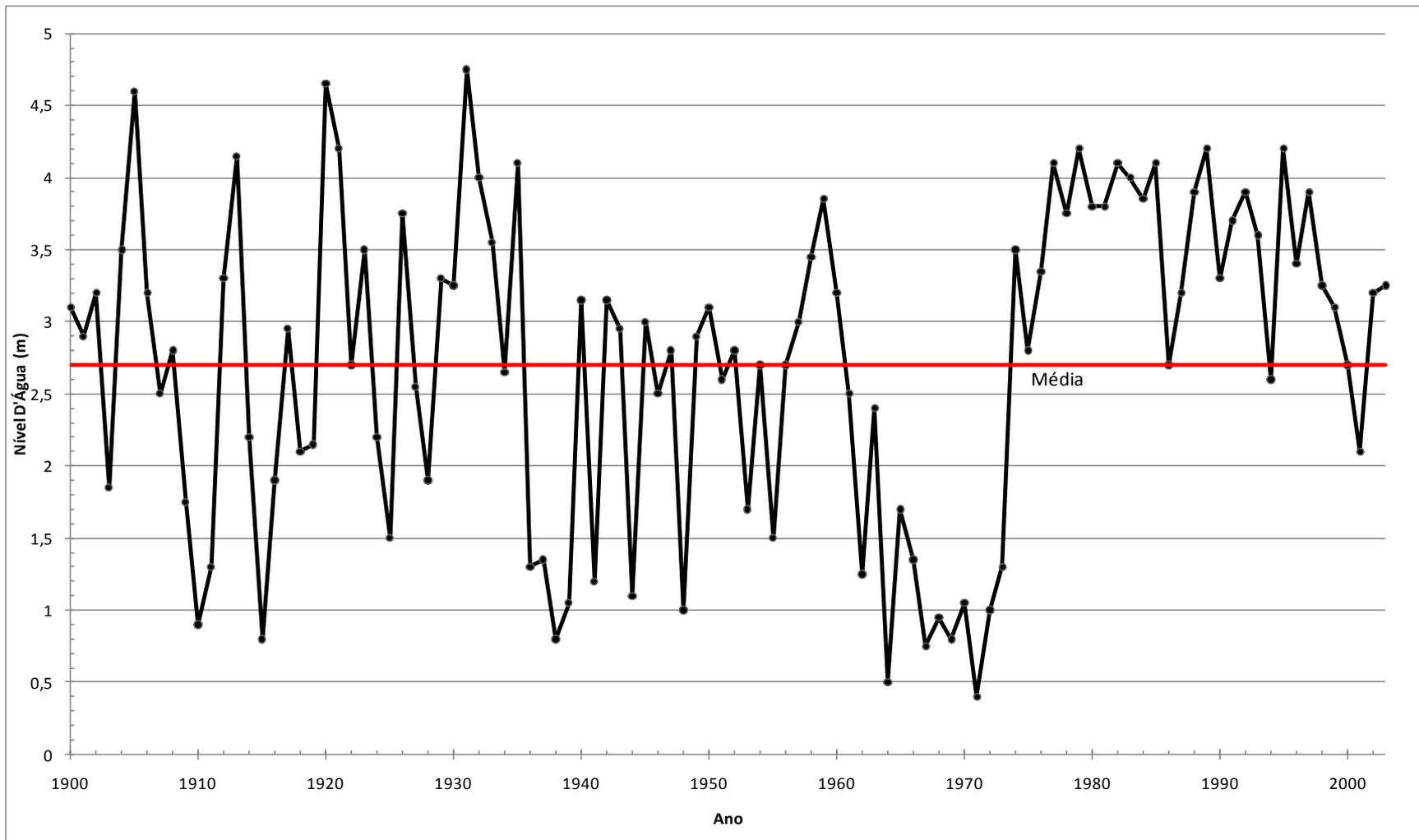
# TRAMO 1 - r gimenes Hidrológicos - Série Histórica

## Régua de Ladário ( ltimos 13 anos)



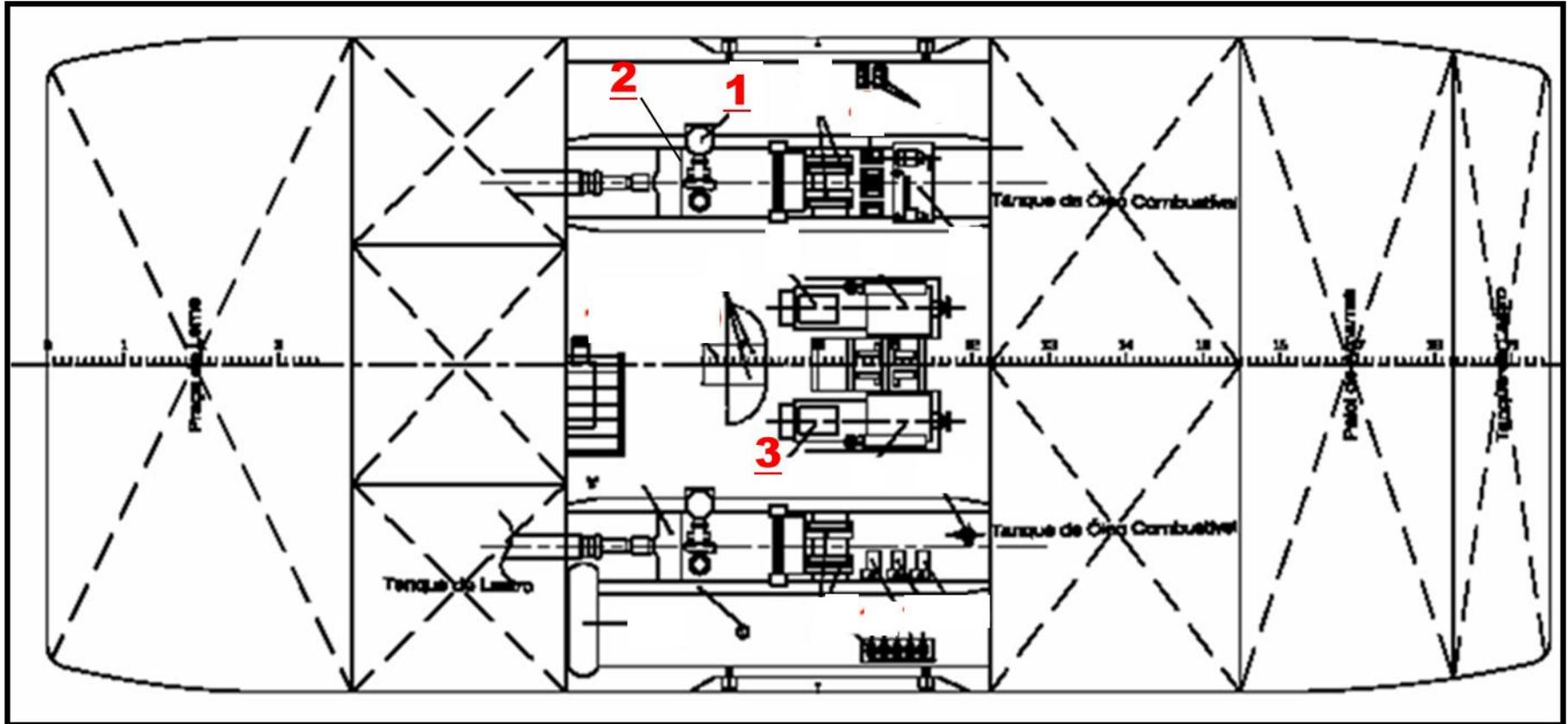
# TRAMO 1 - régimenes Hidrológicos – S rie Histórica

S rie Histórica da R gua de Lad rio – S culo XX



Rio de corrente livre!

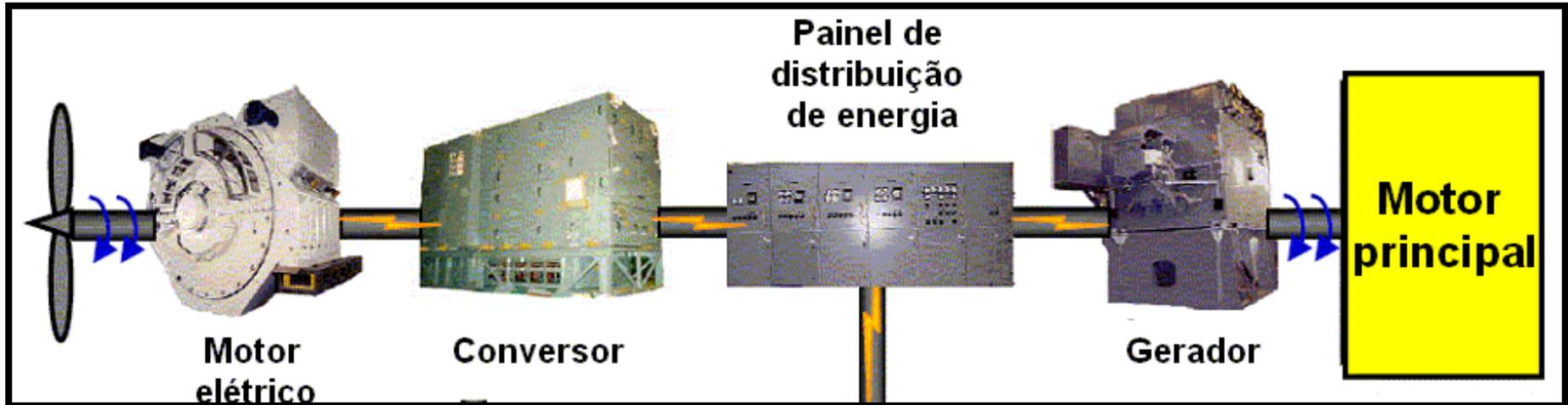
# SISTEMA DE PROPULSIÓN CONVENCIONAL DE EMPURRADORES FLUVIALES



## PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN PROPULSORA DEL EMPURRADOR

- 1- MOTOR DIESEL
- 2- REDUTOR / REVERSOR
- 3- GRUPO DIESEL GERADOR

# SISTEMA DE PROPULSIÓN DIESEL ELÉCTRICA PROPUESTA



*Integração*

*Regional*



# LAS HIDROVÍAS EN EL CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL



- Rio Orinoco
- Rio Casiquiare
- Rio Negro
- Rio Amazonas
- Rio Madeira
- Rio Guaporé
- Canal artificial

Es uno de los mas extensos e importantes ejes continentales de integración política, económica y social de América del Sur, sin embargo no está integrado.

*Integração  
Regional*



# Uso Múltiplo das Águas

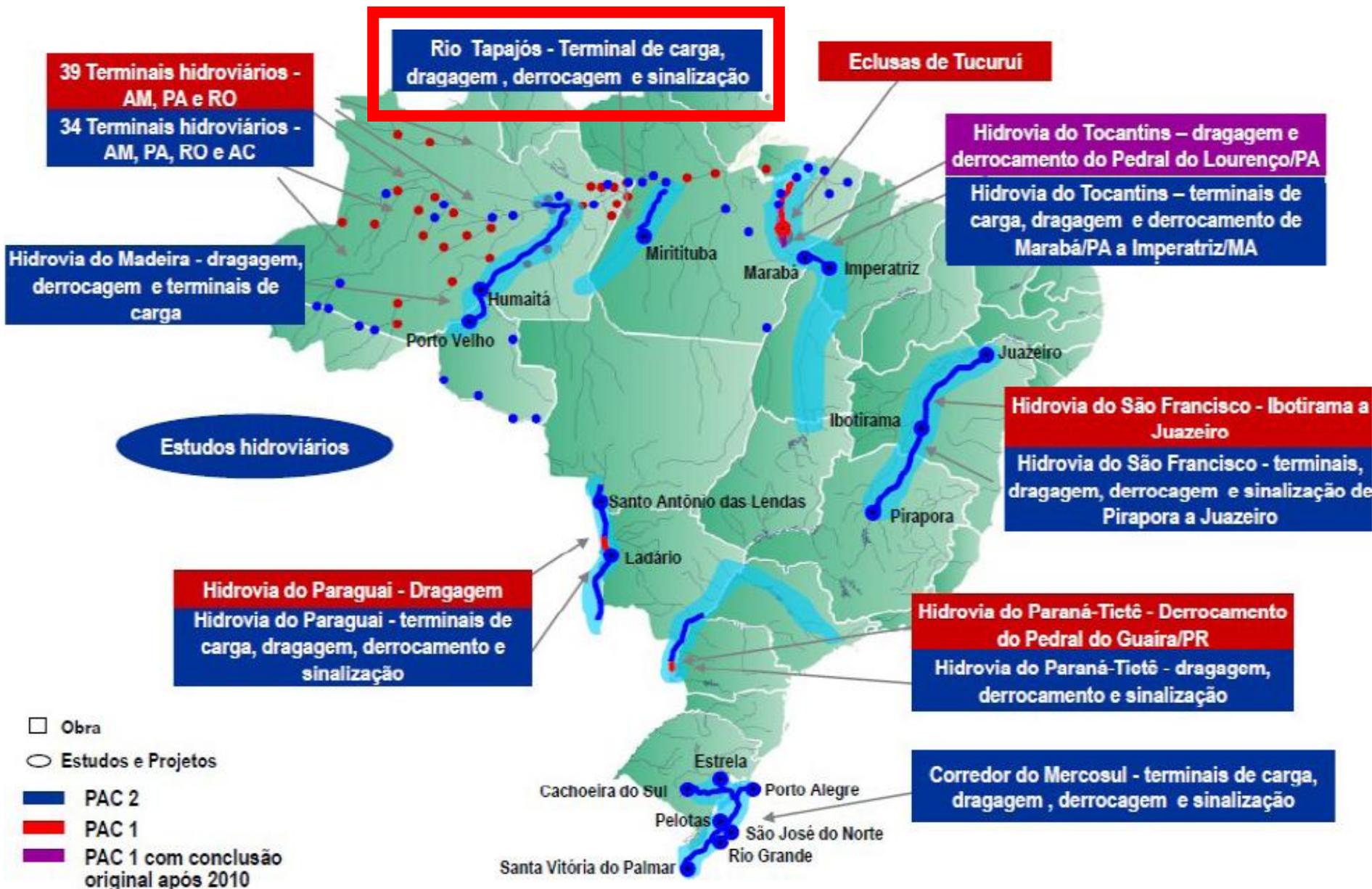




# Vias Navegáveis no Brasil

<b>13.000 Km</b>	Hidroviias utilizadas a baixo custo
<b>29.000 Km</b>	Hidroviias naturalmente disponíveis
<b>40.000 Km</b>	Extensão prevista no Plano Nacional de Transportes (5917/73)
<b>44.000 Km</b>	Hidroviias disponíveis com aporte de recursos (29.000 + 15.000)
<b>63.000 Km</b>	Extensão total incluindo rios, lagos e represas

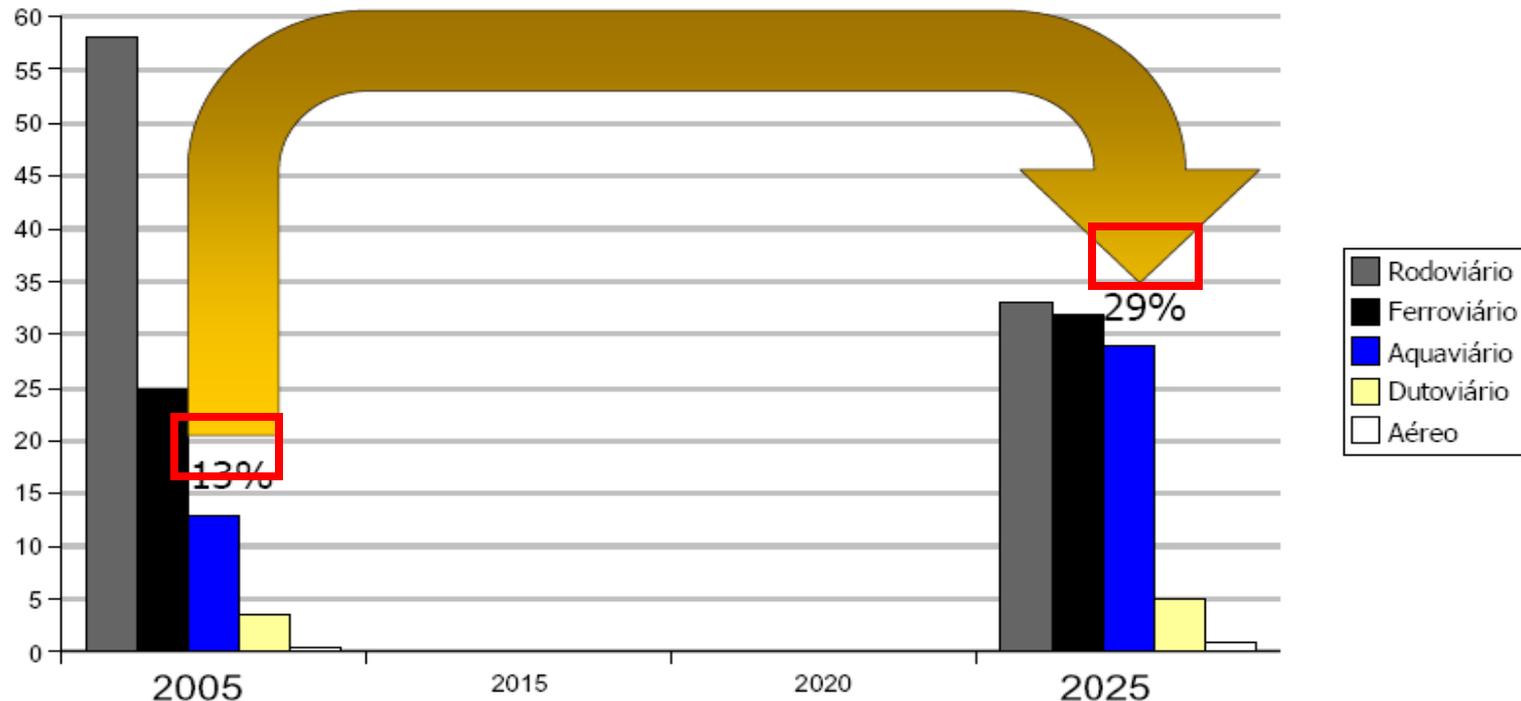
# Hidroviás: Ações previstas no PAC 1 e PAC 2



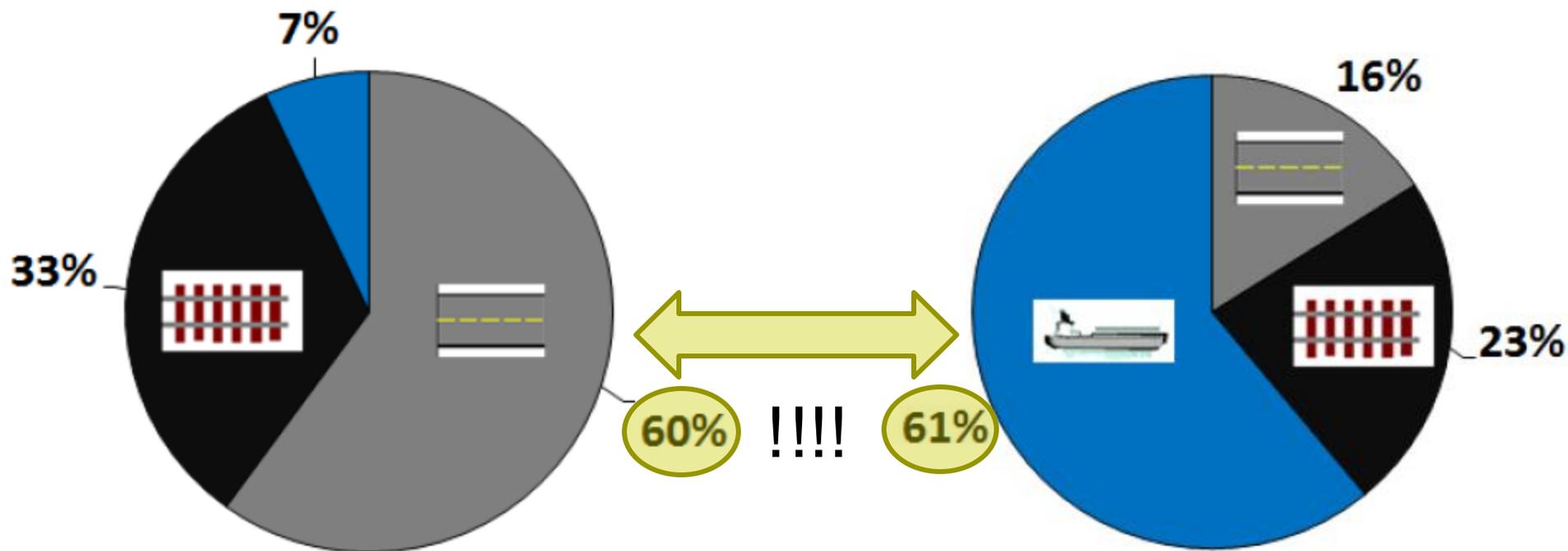
# A quebra de paradigma pretendida pelo PNLT

Entre as **idéias-força do PNLT**, destaca-se:

- ✓ Está fortemente fundamentado nos conceitos de territorialidade, **de segurança e ocupação do território** nacional, e de **desenvolvimento sustentável** do País, com justiça e **eqüidade social**.
- ✓ Tem forte compromisso com a **preservação do meio ambiente** (zoneamento ecológico-econômico), com a **evolução tecnológica** e com a **racionalização energética**.
- ✓ **O PNLT foi a fonte de inspiração para o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC Transporte.**



# Matrizes nacionais de transporte de SOJA (tku\*)



\* tku = Tonelada Útil x Kilômetro: é a unidade de medida para comparar a quantidade de transporte realizado, ou seja,

100.000 tku equivale ao transporte de 100 ton por 1.000 km ou ainda 1.000 ton por 100 km.

# Regulamentação

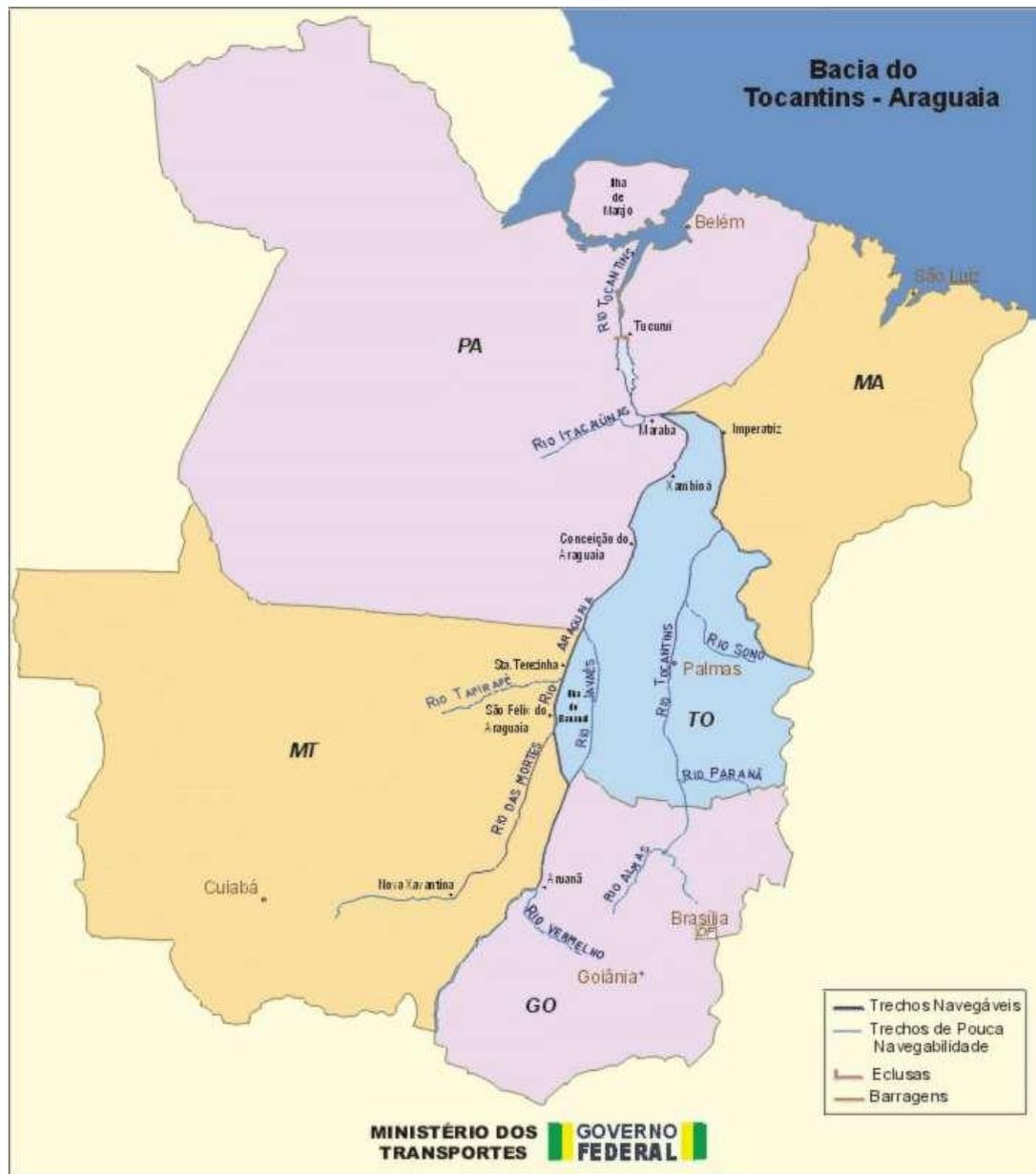
- Diretoria de Portos e Costa – Marinha do Brasil: NORMAN-02

[https://www.dpc.mar.mil.br/normam/tabela\\_normam.htm](https://www.dpc.mar.mil.br/normam/tabela_normam.htm)

- Administradoras das Hidrovias
  - Departamento Hidroviário (SP)
  - AHIMOR
  - AHIPAR
  - AHIMOC
  - AHRANA
  - ...

# Administrações Regionais





# Comparação entre Modais



One loaded covered hopper barge carries 58,333 bushels of wheat, enough to make almost 2.5 million loaves of bread.



A loaded tank barge carries 27,500 barrels of gasoline, enough to keep about 2,500 automobiles running for an entire year.



Fonte: National Waterways Foundation (2008)

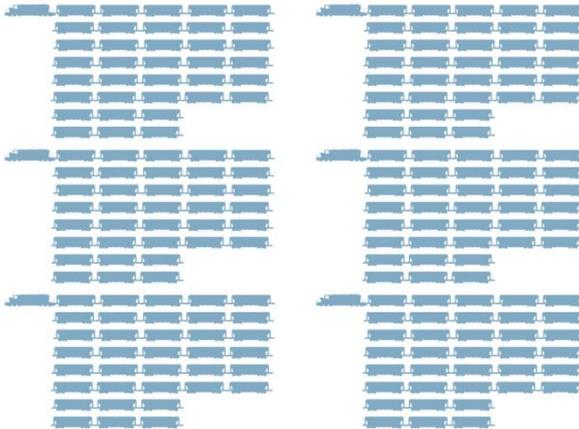
# Comparação entre Modais EUA

One Barge Tow Carries the Load of  
Hundreds of Rail Cars and Trucks

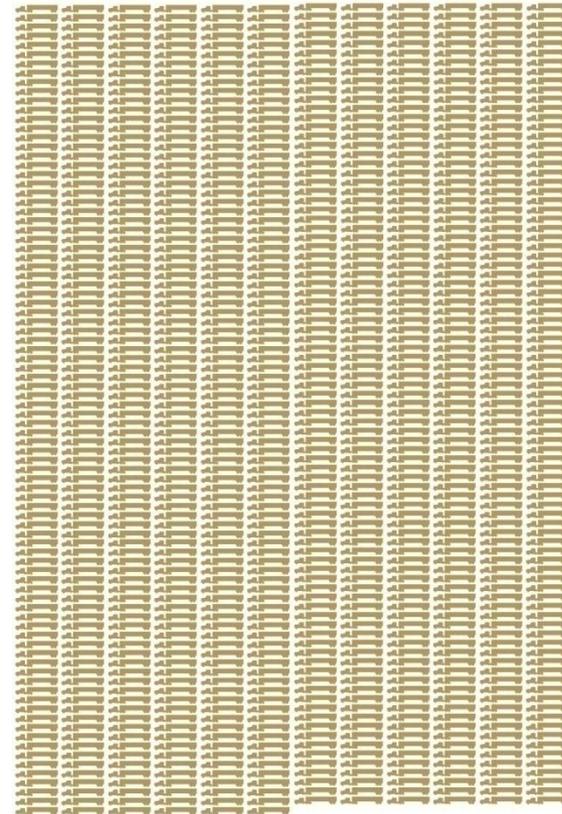
One 15 Barge Tow



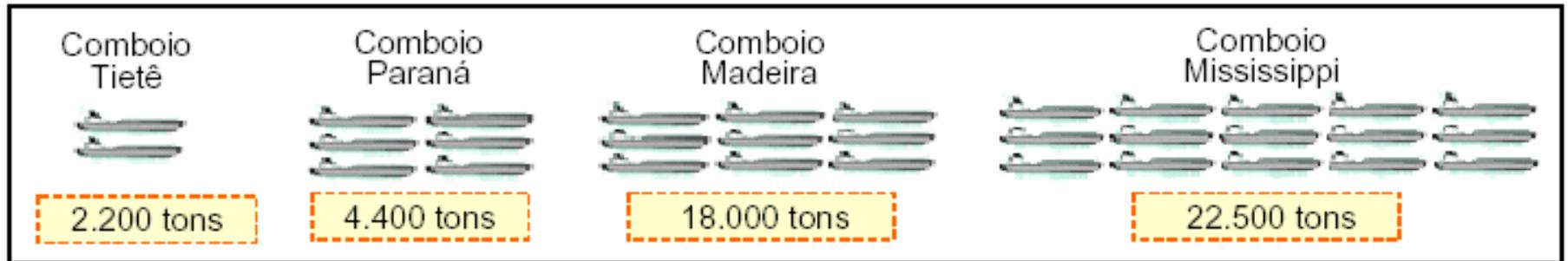
216 Rail Cars + 6 Locomotives



1050 Large Semi Tractor-Trailers



# Comparação entre Modais Brasil x EUA



Fontes: Ministério dos Transportes - Departamento de Hidrovias Interiores; Hermasa; U.S. Army Corps. of Engineers

# Exercício

- Um volume de carga  $Q$ , expresso em toneladas, deve ser transportado de um centro produtor para um centro consumidor em um período de 1 ano. A distância em km é igual a  $d(m)$ , onde  $m$  é o índice do modal. Sendo  $v(m)$  a velocidade média de cada modal e  $q(m)$  a capacidade de transporte por modal, calcule o número de viagens necessárias por modal e faça uma estimativa da frota necessária. A taxa de transbordo (t/hora) é expressa pelo parâmetro  $u(m)$ . Considere que cada veículo pode circular até um limite, que consiste no “ano operacional”.

# Exercício

- Dados:  $Q = 2.000.000$  toneladas/ano

<b>Modal</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Vel. Média (km/h)</b>	<b>Capacidade (ton)</b>	<b>Transbordo (t/h)</b>	<b>Ano Operac. (dias)</b>
	<b>d</b>	<b>v</b>	<b>q</b>	<b>u</b>	<b>a</b>
Rodoviário	640	60	30	480	355
Ferrovário	750	30	2700	1200	330
Hidroviário	710	20	7000	1200	345

Composição Ferroviária = 30 vagões x 90 t

Comboio Fluvial = 4 chatas x 1.750 t

# Exercício

- Tempo de Ciclo (dias)

$$T_{CICLO}(m) = \frac{1}{24} * \left[ \frac{2 * d(m)}{v(m)} + \frac{2 * q(m)}{u(m)} \right]$$

- Número de Ciclos (viagens redondas)

$$NVR(m) = \frac{a(m)}{T_{CICLO}(m)}$$

# Exercício

- Produção Anual (ton)

$$PAnual(m) = NVR(m) * q(m)$$

- Veículos necessários

$$NV(m) = \frac{Q}{PAnual(m)}$$

# Exercício

Modal	Tempo Ciclo (dias)	NVR	Produção Anual Veículo (ton)	Veículos Necessários	Veículos Necessários
Rodoviário	0,89	397,05	11.911,46	167,91	168
Ferrovário	2,27	145,32	392.366,97	5,10	6
Hidroviário	3,44	100,16	701.129,03	2,85	3

**Outros Fatores:** sazonalidade da demanda, índice de quebra dos veículos, operação 24 horas (veículos, terminais, eclusas), tempos de espera para atracação e eclusagem, interrupção da operação devido a fatores ambientais

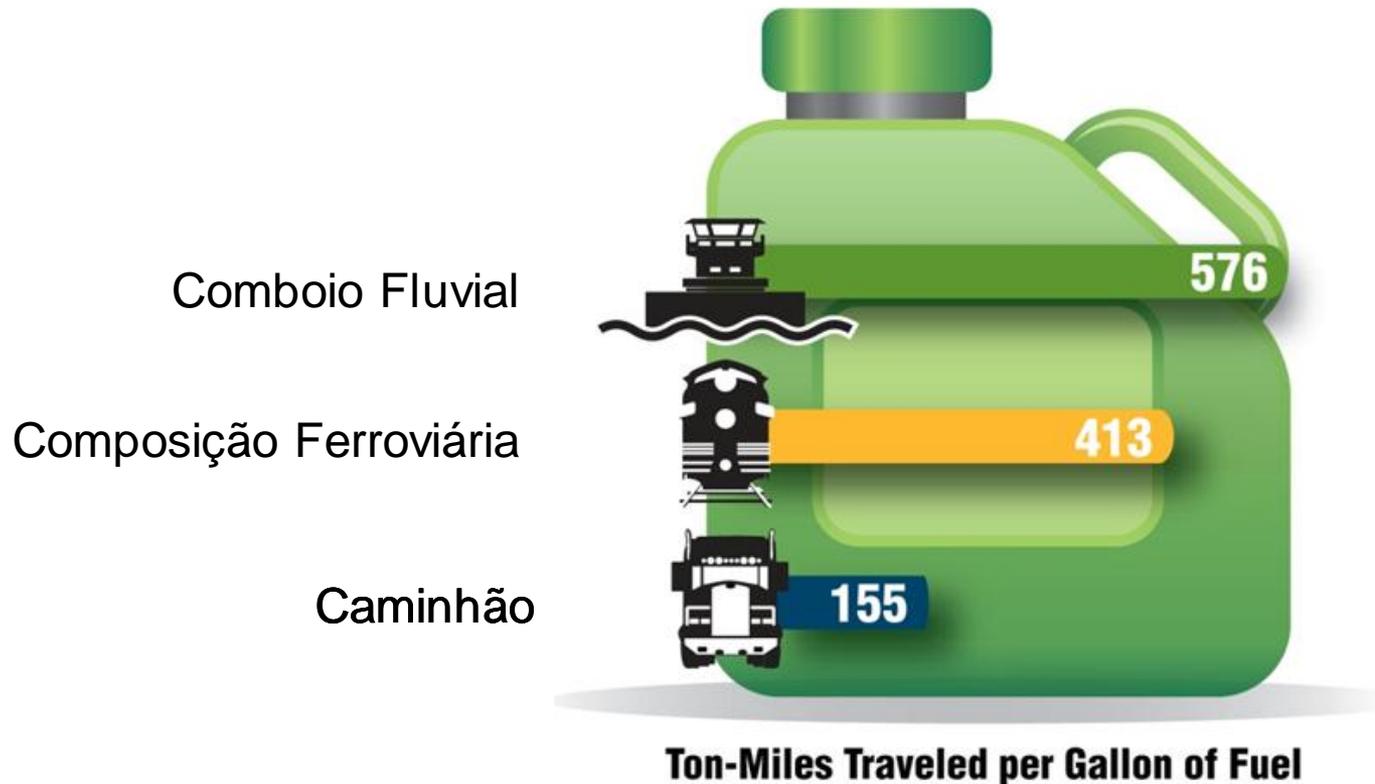
# Comparação entre Modais

## Aspectos Considerados na Escolha Modal (Dexheimer, L.)

*Tempo em trânsito, necessidade de estoque de segurança, cumprimento dos prazos estabelecidos, custo do transporte, infraestrutura existente, legislação, restrições operacionais, valor agregado do produto, possibilidade de operação porta a porta, necessidade de transporte complementar; segurança contra roubos e avarias; rastreabilidade.*

<b>Parâmetros</b>	<b>Rodoviário</b>	<b>Ferrovário</b>	<b>Aéreo</b>	<b>Hidroviário</b>	<b>Dutoviário</b>
Custo	Moderado	Baixo	Alto	Baixo	Alto
Tempo em Trânsito	Moderado	Lento	Rápido	Lento	Lento
Disponibilidade	Alta	Moderada	Moderada	Baixa	Baixa
Flexibilidade	Alta	Moderada	Moderada	Baixa	Baixa
Confiabilidade	Alta	Moderada	Alta	Moderada	Baixa
Perdas / Acidentes	Baixa	Alta	Baixa	Moderada	Baixa

# Eficiência Energética



# Emissão de Poluentes

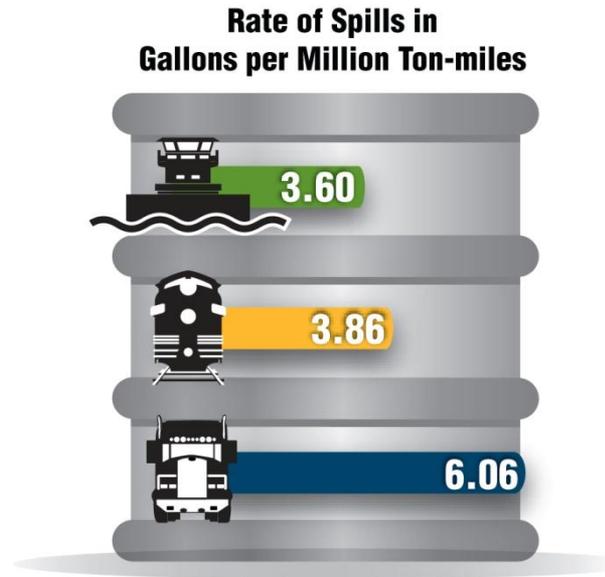
O transporte fluvial libera uma quantidade inferior de poluentes à atmosfera do que os modais rodoviar e ferroviário.



PM = particulate matter ■ HC = hydrocarbons ■ CO = carbon monoxide ■ NOx = nitrogen oxide

# Transporte de Cargas Perigosas

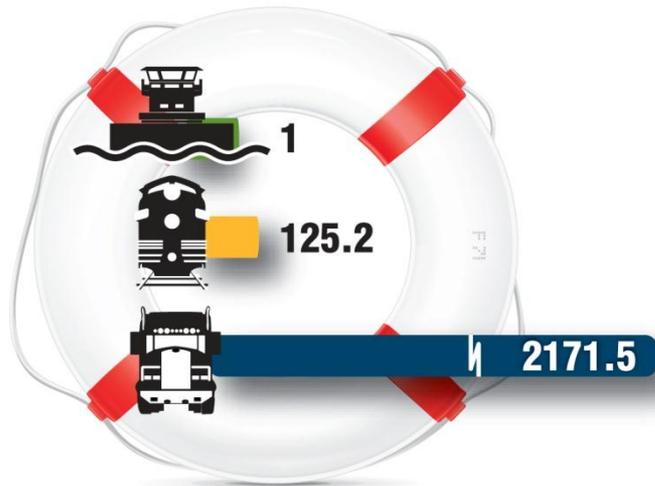
O índice histórico de derramamento de carga perigosa (galões/milhões ton-milha) por modal também favorece o modal hidroviário.



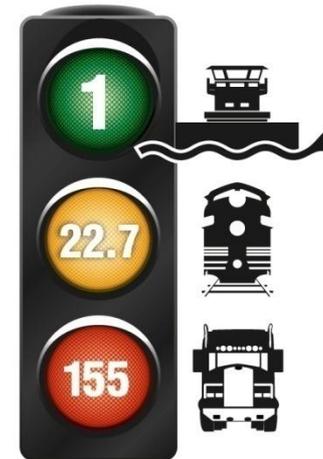
# Acidentes

O transporte fluvial libera possui uma taxa menor de acidentes.

*Injuries in Freight Transportation*



*Fatalities in Freight Transportation*



# Exemplo\*

**TABLE 1 Air Emissions Produced by Various Modes**

	<b>Hydrocarbons</b>	<b>Carbon Monoxide</b>	<b>Nitrous Oxide</b>	<b>Total</b>
<b>TRUCK</b>	.0045 (.0373)	.0135 (.1125)	.0720 (.6021)	.0899 (.7519)
<b>RAIL</b>	.0111 (.0929)	.0155 (.1293)	.0442 (.3697)	.0708 (.5919)
<b>BARGE</b>	.0055 (.0462)	.0123 (.1026)	.0325 (.2718)	.0503 (.4206)

NOTES: All upper numbers are in kg/L of fuel burned. All numbers in parentheses are in lb/gal of fuel burned.

SOURCE: *Compilation of Air Pollutant Factors*, Emissions Control Lab, EPA, 1992.

\*Extraído de:

Lambert, R. (1998) *Monetary Cost of Modal Shift*, TRR 1620; 98-0354

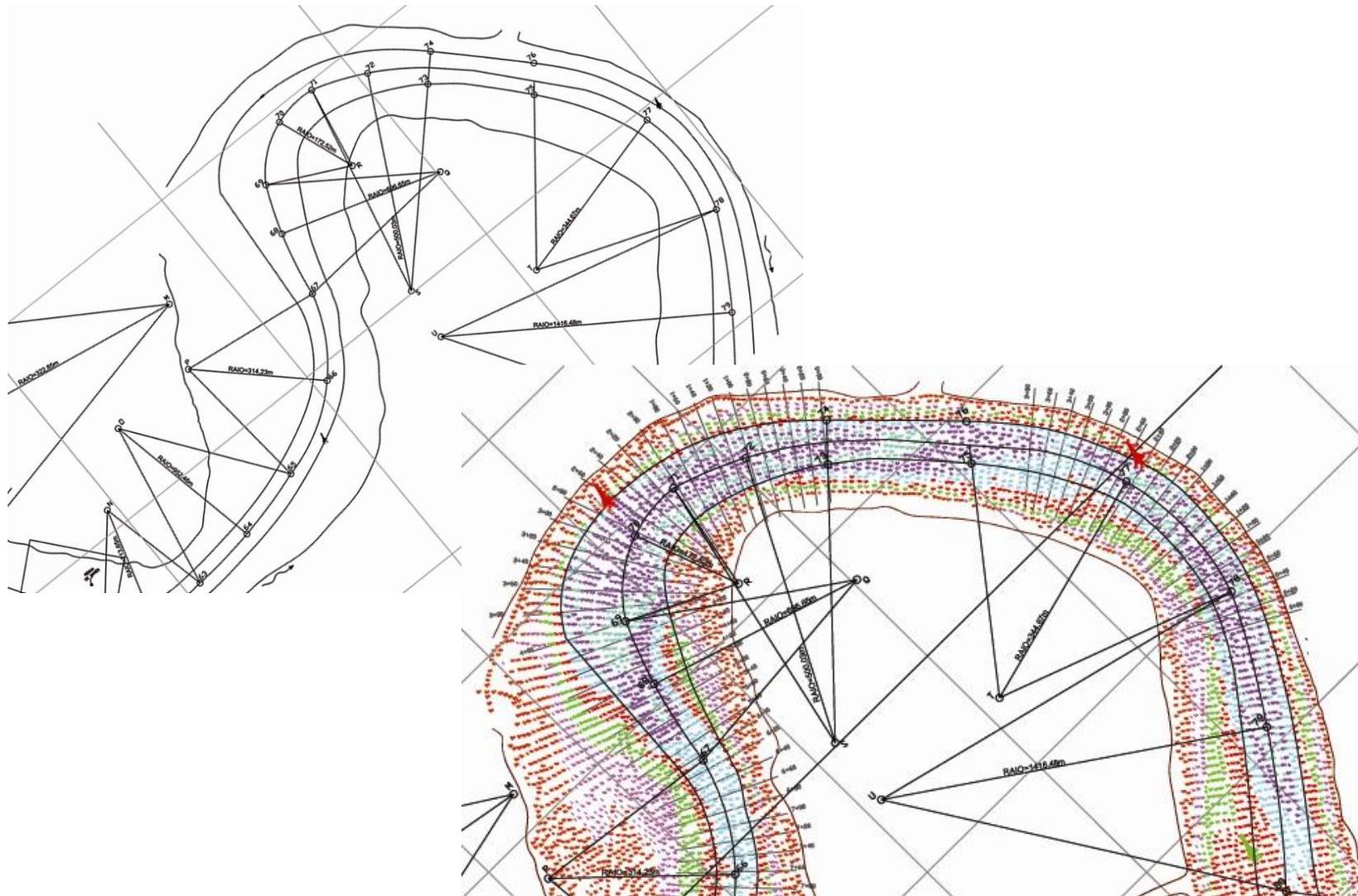
# Exemplo

TABLE 2 Rail Ferry on Lake Superior

Mode	Water	Cost	Rail	Cost	Truck	Cost
Tons	340,909 (375,000)		340,909 (375,000)		340,909 (375,000)	
Av. km. (mi)	296 (184)		580 (360)		312 (194)	
Ton-km (Ton/ mi)	101,000,000 (69,000,000)		197,000,000 (135,000,000)		106,000,000 (72,700,000)	
Fuel @ .245/L (.93/gal)	510,116 (134,241)	\$124,844	2,539,605 (668,317)	\$621,535	4,669,763 (1,228,885)	\$1,142,863
Emissions						
Carbon Monoxide	6.3 tons @ \$ 1.11 (6.9 tons @\$1.00)	\$7.	39 tons (43 tons)	\$43.	63 tons (69 tons)	\$69
Nitrous Oxide	16.5 tons @\$220 (18.2 tons @\$200)	\$3,649.	113 tons (124 tons)	\$24,800.	336 tons (370 tons)	\$74,000
Tires \$5					554	\$2,770
Road wear @ \$.0149/km (mi @ \$.024/mi)					5,577,500 (3,464,286)	\$83,142
Accidents	.02		.16		5.4	
<b>Total Cost</b>		<b>\$128,500</b>		<b>\$646,378</b>		<b>\$1,302,818</b>
<b>Cost/Ton</b>		<b>\$.31</b>		<b>\$1.56</b>		<b>\$3.15</b>
Cost/ton-km Cost/ton-mi		\$.0013 (\$0.019)		\$.0033 (\$0.048)		\$.0123 (\$0.179)

- NOTES: 1. There are still some emissions that the authors have not been able to put a cost factor on.  
 2. The authors have not been able to put a dollar cost on "accidents" for this study.  
 3. The authors calculated only the one-way loaded tonnage (not any back haul miles) for this study.  
 4. All figures in parentheses are in short tons (2,000 pounds), miles, and gallons.

# Projeto da Via Navegável

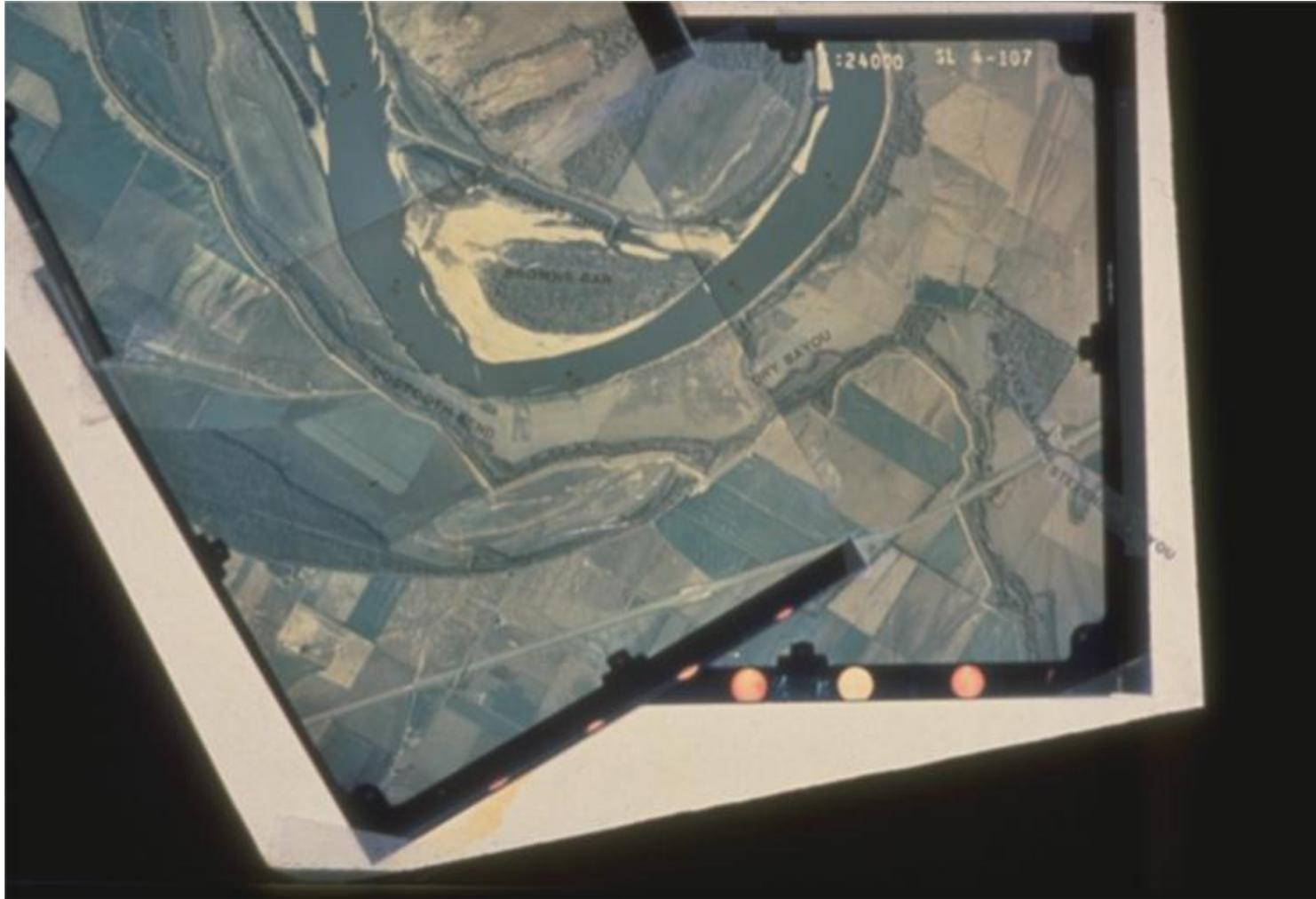


Combinação do traçado geométrico com levantamento batimétrico

# Intervenções

- Canalizações
  - Aumento das profundidades disponíveis por elevação da superfície líquida: barragens (barramentos) transversais dotados de eclusas de navegação;
- Melhoramentos
  - Dragagens, derrocamentos

# Projeto da Via Navegável AREC\* St Louis



\*Applied River Engineering Center – US Army Corps of Engineers

# Projeto da Via Navegável



# Manutenção da Via Dragagem



# Manutenção da Via Dragagem



# Manutenção da Via Derrocamentos



# Manutenção da Via “Cherons”



# Escada de peixes



# Escada de peixes



# Comporta para controle de enchentes



# Embarcações Fluviais Automotor – Rio Jacuí



Maior velocidade

Maior deslocamento leve

# Embarcações Fluviais

## Comboio Araguaia



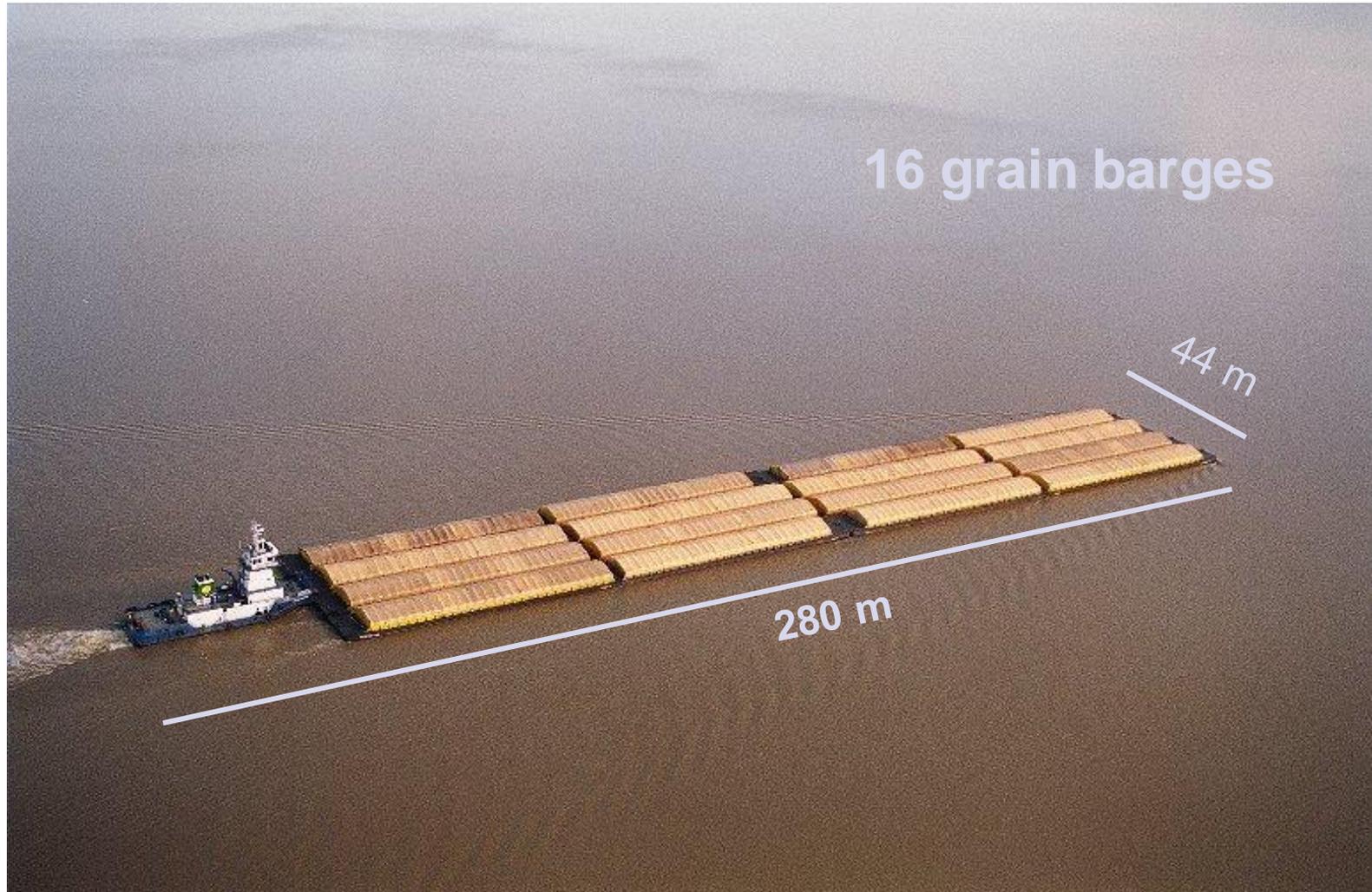
# Embarcações Fluviais

## Comboio Paraguai



# Embarcações Fluviais

## Comboio Rio Madeira



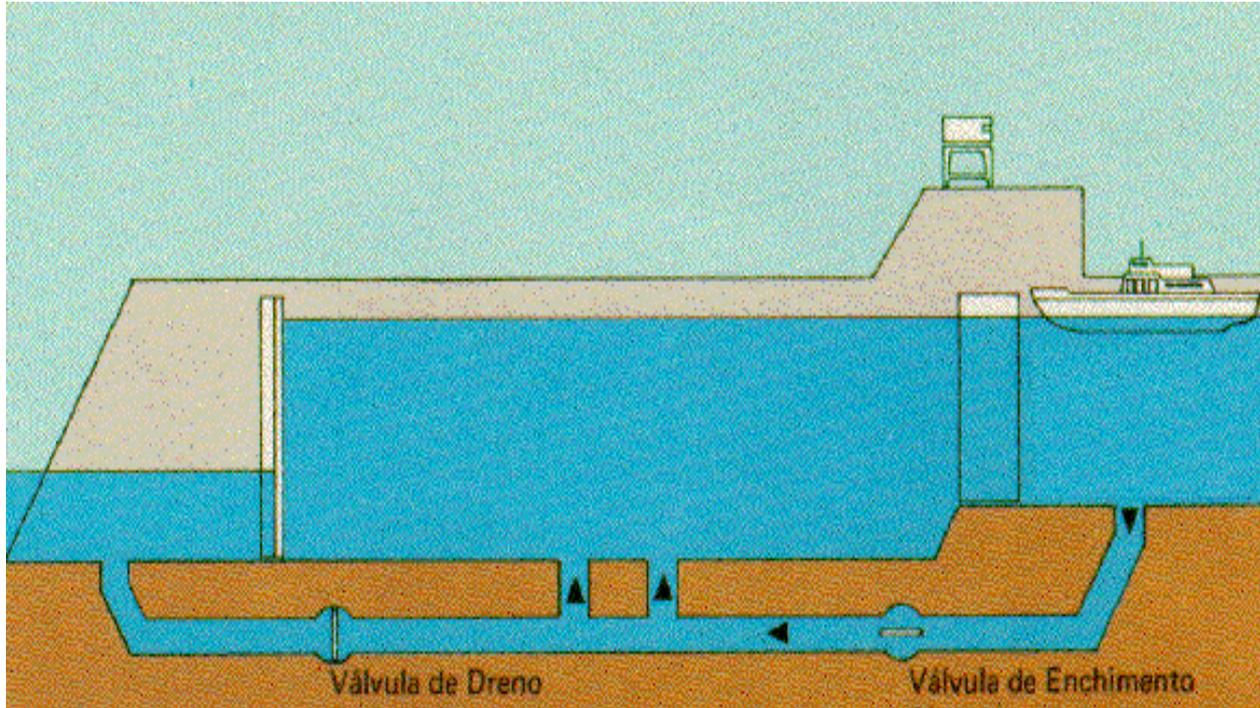
# Embarcações Fluviais

## Comboio Tipo Mississippi



27/7/2008

# Barragens & Eclusas



# Barragens & Eclusas



**BARRA BONITA - 1973**



**BARIRI - 1968**



**IBITINGA - 1986**



**PROMISSÃO - 1986**

# Barragens & Eclusas



**NOVA AVANHANDAVA - 1991**



**TRÊS IRMÃOS - 1994**



**JUPIÁ - 1998**



**PORTO PRIMAVERA - 1999**

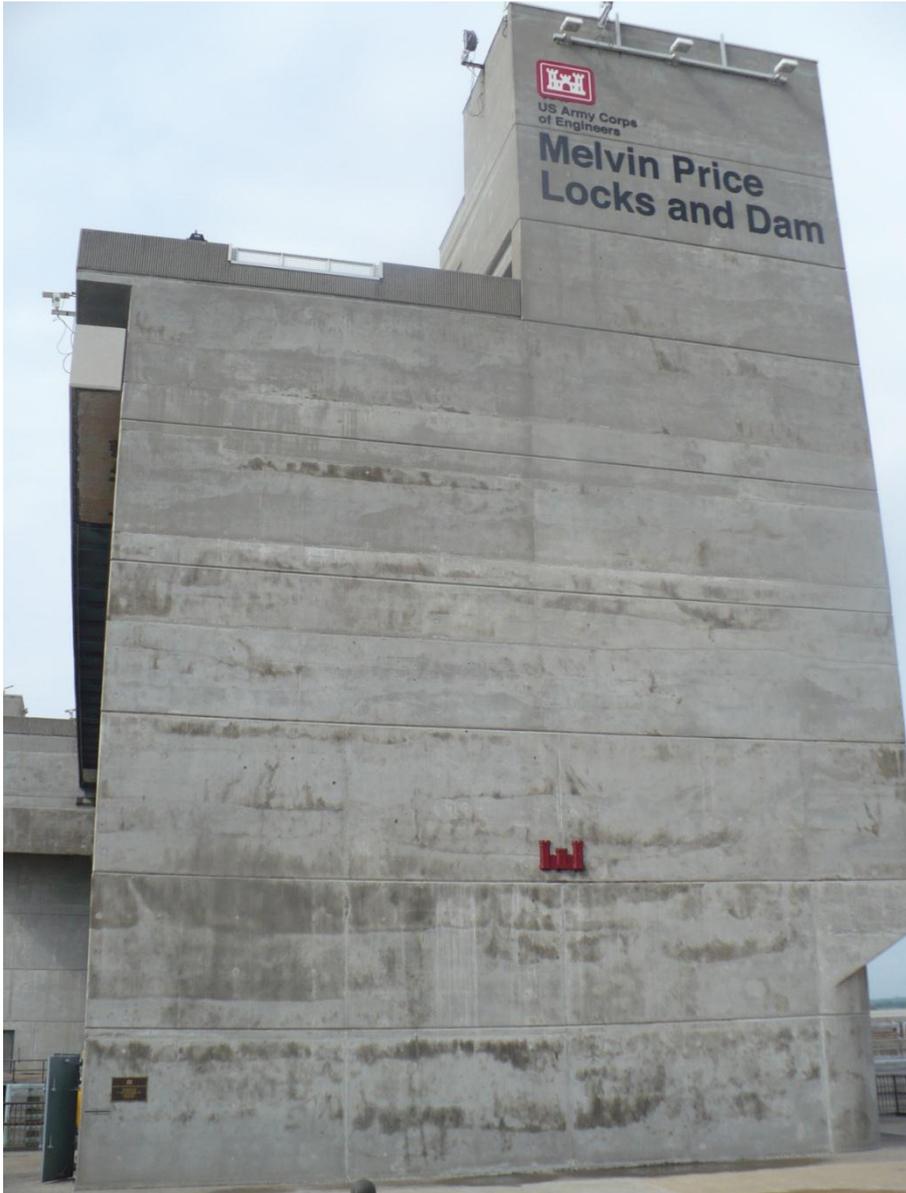
# Barragens & Eclusas

Lock and Dam #24 – Mississippi River



27/7/2008

# Barragens & Eclusas



# Barragens & Eclusas



# Terminais Fluviais

DEPARTAMENTO  
HIDROVIÁRIO

SECRETARIA DOS TRANSPORTES

PRINCIPAIS TERMINAIS DA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**  
CUIDANDO DE GENTE



TERMINAL QUINTELLA - São Simão GO



TERMINAL NOVA ROSEIRA - São Simão GO



TERMINAL CARAMURU - São Simão GO



TERMINAL SARTCO / ADM - São Simão GO

# Terminais Fluviais



Terminal Ro-Ro em Belém



Terminal Ro-Ro em Manaus

# Gargalos



Lock and Dam #26 – Mississippi River (1986)

# Situação Atual

- Necessidade de uma Agenda multidisciplinar e multiministerial para estabelecimento de um Planejamento Estratégico de Hidrovias,
- Visão de futuro: queremos equilibrar a matriz de transportes?
- Integração de bacias
- Revisão dos gabaritos e redefinição dos comboios tipos

# EXERCÍCIO

Um comboio fluvial de 3 chatas e 1 empurrador foi projetado para transportar soja pela Hidrovia Tietê-Paraná. Considere os seguintes parâmetros operacionais:

- - distância entre o porto A e o porto B: 400 km
- - número de eclusas no percurso: 5
- - tempo total de uma eclusagem: 1 hora
- - velocidade do comboio carregado entre A e B: 8 km/hora
- - velocidade do comboio retornando de B para A: 10 km/hora
- - taxa de carregamento no porto A: 600 ton/hora
- - taxa de descarregamento no porto B: 150 ton/hora
- - capacidade de cada chata: 600 ton de soja
- - tempo de espera em cada porto para atracar: 2,5 horas
- - Ano Operacional do comboio: 350 dias

## Pergunta-se:

- Qual o tempo de viagem redonda do comboio em dias ?
- Qual o número de viagens redondas do comboio por ano ?
- Qual a produção anual do comboio em termos de ton x km ?

# EXERCÍCIO

Considere os dados operacionais das questões anteriores e os seguintes dados econômicos e operacionais complementares:

- - preço de aquisição de cada chata no ato da entrega: R\$ 100.000,00
- - preço de aquisição do empurrador no ato da entrega: R\$ 500.000,00
- - forma de pagamento: 30 por cento no ato da entrega do comboio e o restante em 5 parcelas anuais iguais.
- - vida útil do comboio: 15 anos, com valor residual nulo
- - taxa de juros de 12 por cento ao ano
- - não considerar a depreciação do comboio
- - consumo de óleo diesel navegando: 37 litros por hora
- - consumo de óleo diesel nos portos e nas esclusagens: 5 litros por hora
- - tripulação de 6 homens, com salário médio mensal de R\$ 500,00 mais encargos de 80 por cento
- - outros custos operacionais e de viagem na base de 50 por cento o custo total de combustível

## **Pergunta-se**

- Qual o custo de capital anual equivalente do comboio ?
- Qual o mínimo frete requerido por tonelada de soja transportada ?