



TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

09 Dezembro, 2013

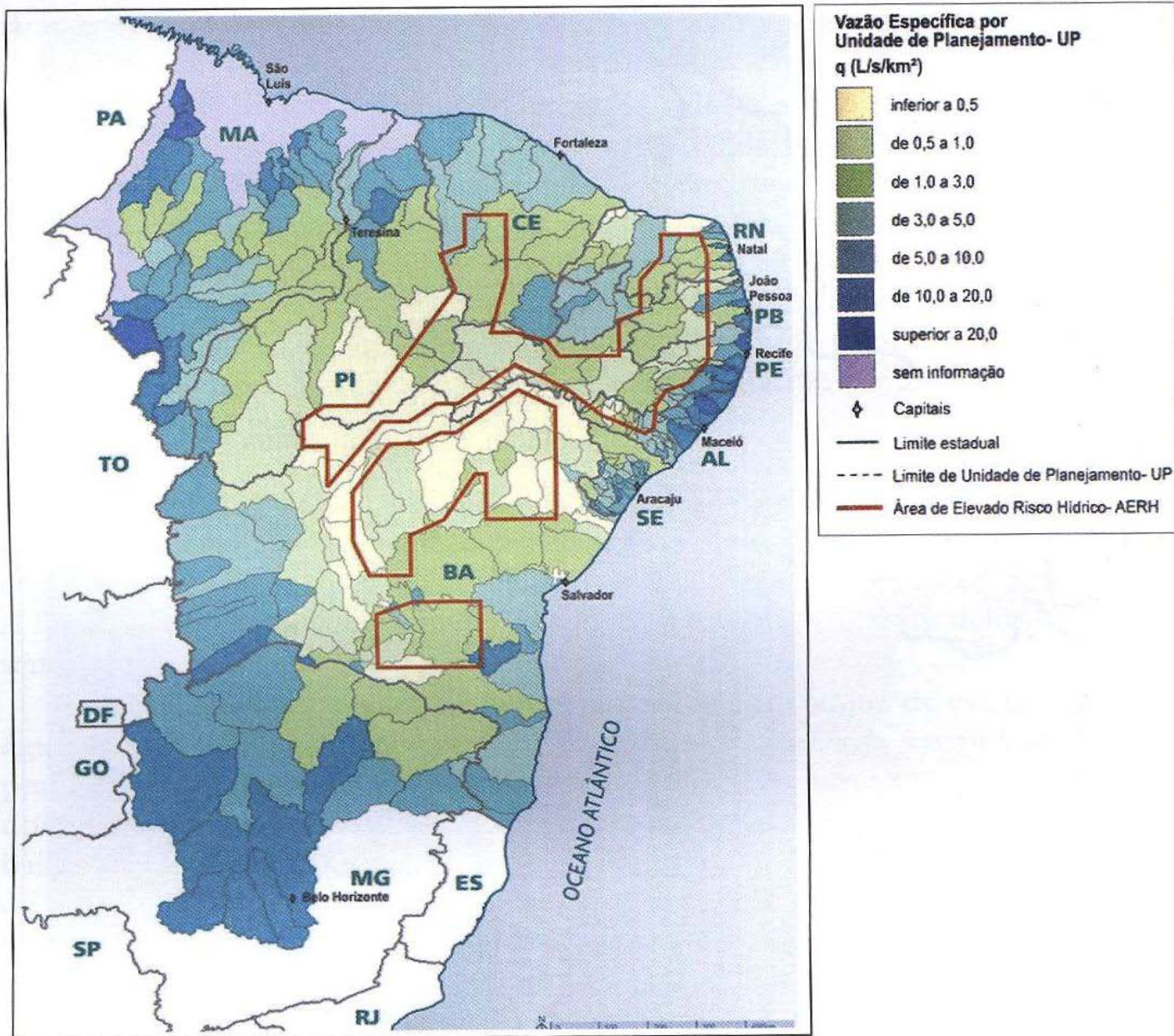
Prof. José Galizia Tundisi

tundisi@iie.com.br

www.iie.com.br







Fonte: ANA (2005).

Figura 2
 Vazões específicas médias das bacias hidrográficas
 do Nordeste do Brasil.

Quadro 1 – Áreas afetadas pela desertificação no Nordeste

Estado	Área total (km ²)	Área afetada em termos absolutos (km ²)		
		Moderada	Grave	Muito grave
Alagoas	27.731	6.256	-	-
Bahia	561.026	258.452	10.163	-
Ceará	148.016	35.446	16.366	26.993
Paraíba	56.372	-	8.320	32.109
Pernambuco	98.307	-	28.356	22.883
Piauí	250.934	86.517	-	3.579
Rio Grande do Norte	53.015	5.154	18.665	8.337
Sergipe	21.994	2.071	-	4.692
Total	1.217.395	393.896	81.870	98.593

Fonte: Brasil (2002, p.44).

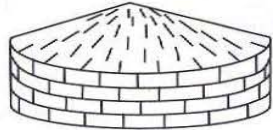
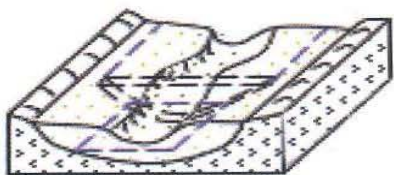
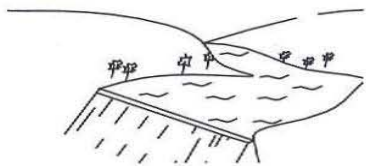
Indicadores Potenciais de Quantidade por Ano por Habitante

- Leste do Paraíba – 1.030 m³/hab/ano;
- Leste Potiguar - 997 m³/hab/ano;
- Fortaleza - 846 m³/hab/ano;
- Leste de Pernambuco 819 m³/hab/ano;

Indicadores Potenciais de Quantidade por Ano por Habitante

- Parâmetro da ONU ($1.500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ – Água mínima para o BEM-ESTAR HUMANO);
- Israel - $370 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ – padrão de produtividade agrícola maior que o do Nordeste (Eficiência no Uso e na Gestão);

Quadro 2
Opções de obtenção de água em pequenos imóveis rurais

Formas de captação de água	Capacidade estimada	Características	Usos sugeridos
Cisterna 	20 a 30 m ³ ao fim do inverno, com captação no telhado e uma casa de tamanho médio.	Boa qualidade.	Água para a família beber e cozinhar.
Poço 	Média de 1.000 l/h (poço no cristalino)	Geralmente salobra.	- Dessedentação de animais. - Uso sanitário.
Barragem Subterrânea 	Depende de largura, extensão e profundidade do aluvião.	- Em geral boa; - Precisa de manejo adequado para evitar salinização; - Risco de poluição por agrotóxico.	- Agricultura familiar; - Produção agrícola.
Pequeno Açude 	Média de 10.000 m ³ (em propriedades particulares).	- Altas perdas por evaporação.	- Produção agrícola; - Agricultura familiar.

Fonte: Campello Netto et al. (2007, p.491).



Figura 6 – Açude do Cedro, no Ceará.



Figura 8
Construção de barragem subterrânea – escavação e colocação de manta impermeável.

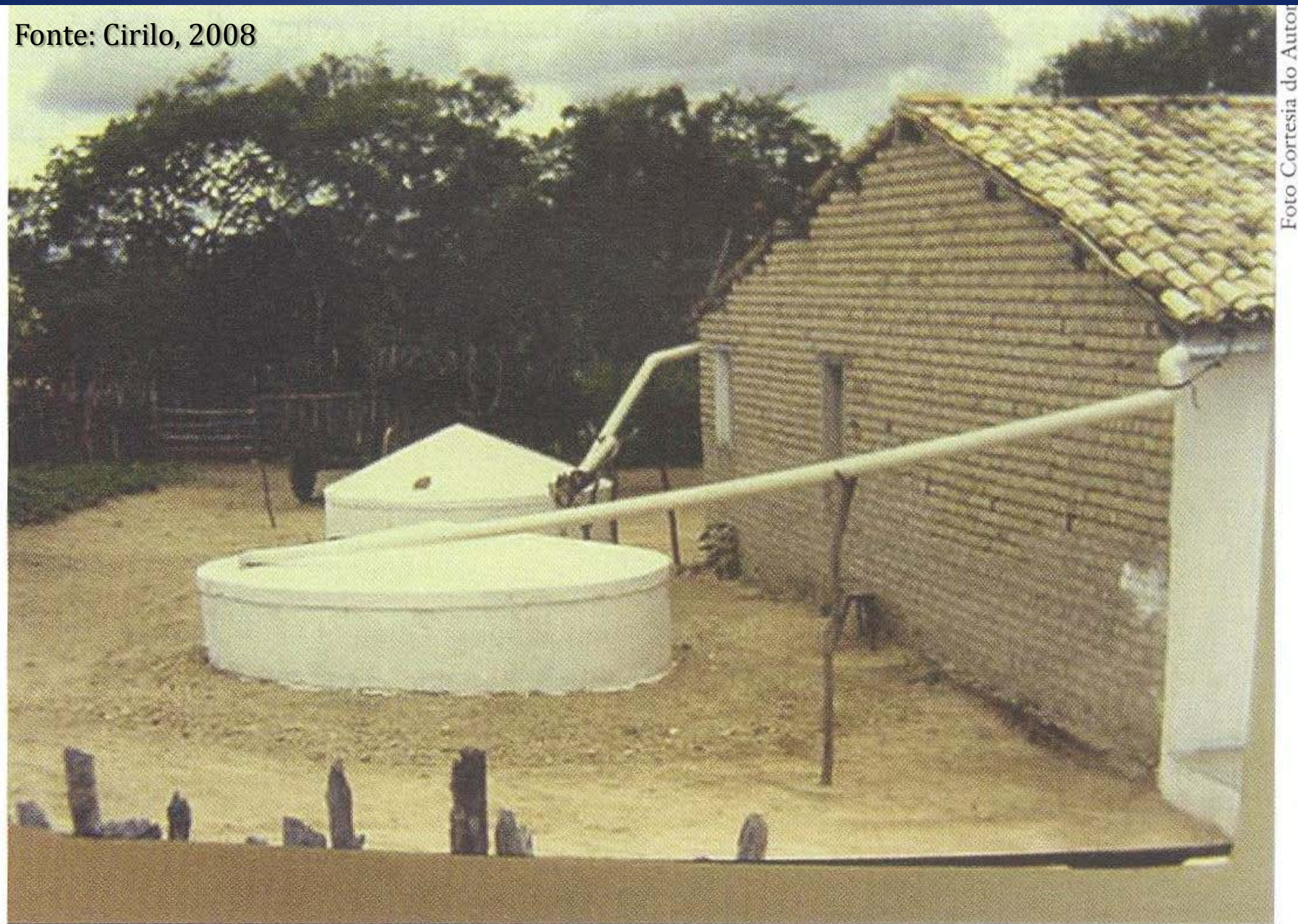


Figura 7 – Cisternas de placa e sistema de coleta de água do telhado.

Área de Estudo

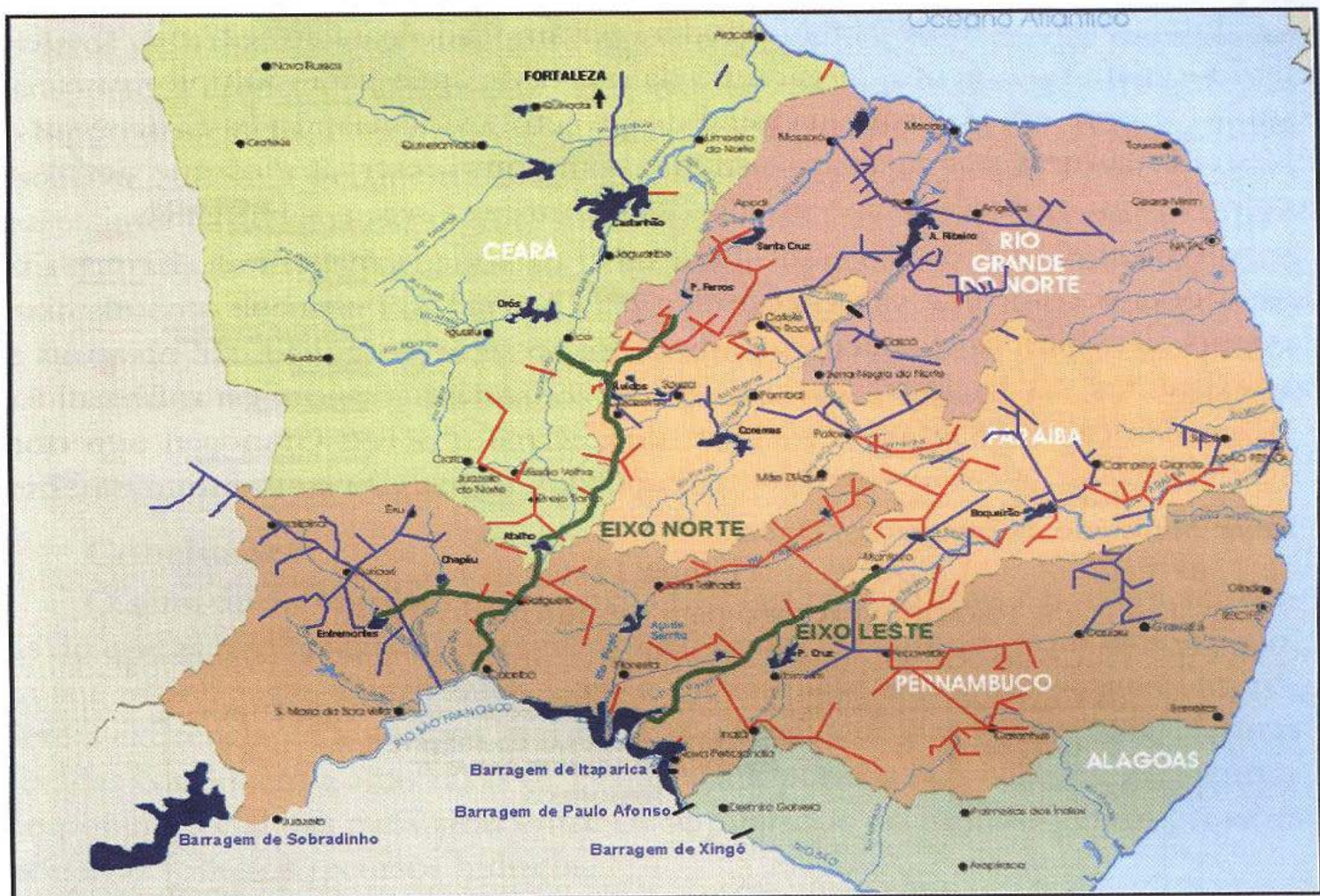
Área Diretamente Afetada - ADA

Fonte: Ministério da Integração Nacional



Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional

Mapa - Sistema adutor Eixo Leste e Eixo Norte da transposição do Rio São Francisco



Mapa Cortesia do Ministério da Integração Nacional

Legenda

- Eixos de Integração
- Adutoras Construídas e em Funcionamento
- Adutoras Planejadas e em Construção

Figura 11 – Concepção geral do projeto – eixos, adutoras, reservatórios.

Fonte: Ministério da Integração Nacional

Braga, 2006

América do Sul

Transposição do Rio São Francisco BRASIL

*sair*

Bacias hidrográficas beneficiadas

- Bacia do rio Jaguaribe, no Ceará;
- Bacia do rio Piranhas-Açu na Paraíba e Rio Grande do Norte;
- Bacia do rio Apodi no Rio Grande do Norte;
- Bacia do rio Paraíba, no Paraíba;
- As sub bacias dos rios Moxotó, Terra Nova e Brígida, em Pernambuco na bacia do rio São Francisco;

- Operação contínua com vazão de $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$, que se destinará ao consumo humano e animal, e será distribuída entre os açudes e os Estados proporcionalmente à demanda;
- Operação intermitente com vazão máxima ocorrendo em cerca de 30% do tempo, num montante de $28 \text{ m}^3/\text{s}$ no Eixo Leste e $99 \text{ m}^3/\text{s}$ no Eixo Norte;

O empreendimento consiste na construção de dois sistemas de canais independentes denominados de EIXO NORTE que levará as águas do rio São Francisco para as bacias do rio Jaguaribe (Ceará), Piranhas-Açu (Paraíba e RGN), Apodi (RGN) e para as sub bacias dos rios Moxotó, Terra Nova e Brígida (PE) da bacia do rio São Francisco. O EIXO LESTE compreende um canal que capta as águas do rio São Francisco da represa de Itaparica transpondo para a bacia do rio Paraíba no Estado de Paraíba.

O Projeto de integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional pretende, através da transposição de uma parte das águas do Rio São Francisco para as bacias do Jaguaribe, Apodi, Piranhas e Paraíba, diminuir o déficit hídrico, característico do semi árido, para melhoria da qualidade de vida das populações locais.

TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Principais Características

- Retirada contínua de $26.4\text{m}^3/\text{s}$ de água (1.4% de vazão garantida pela barragem de Sobradinho ($1.85\text{m}^3/\text{s}$);
- População urbana atendida a 390 municípios do Agreste e do Sertão dos quatro estados do Nordeste Setentrional;
- Eixo Norte;
- Eixo Leste;
- TOTAL: 48 RESERVATÓRIOS;

VANTAGENS DA TRANSPOSIÇÃO

- Perenidade no abastecimento público;
- Distribuição de água para pequenos e médios municípios;
- Estímulo e desenvolvimento da irrigação;
- Ampliação das potencialidades econômicas da região;
- Recuperação econômica e social do semi-árido;

- Recuperação econômica e social do semi-árido;
- Substituição tecnologicamente viável das fontes tradicionais de abastecimento;
- Água como condicionante do desenvolvimento do Nordeste;

OBJETIVOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA

CARGAS DIFUSAS

CARGAS PONTUAIS

- Fazer um prognóstico da qualidade da água, levando em consideração a vazão, tempo de residência, as fontes de poluição pontuais e não pontuais, e os processos biogeoquímicos relacionados principalmente ao fósforo e de nitrogênio, nos açudes do sistema hidráulico do Projeto para situação atual;
- Com base nos modelos utilizados e nos cenários desenvolvidos a partir dos dados de cargas pontuais e não pontuais preparou-se uma série de recomendações para a futura gestão otimizada do sistema;

**De acordo com Straskraba & Tundisi, 2000,
utilizam-se modelos matemáticos no
gerenciamento da qualidade da água de
reservatórios com os seguintes objetivos:**

Em geral:

- Para estimar os focos de poluição existentes nas bacias hidrográficas por meio de modelos com cálculos simples;

Preliminarmente à construção do reservatório:

- Para estimar o balanço dos principais componentes existentes nos rios que fluem para o reservatório, e as vazões liberadas pelo mesmo;

Preliminarmente à construção do reservatório:

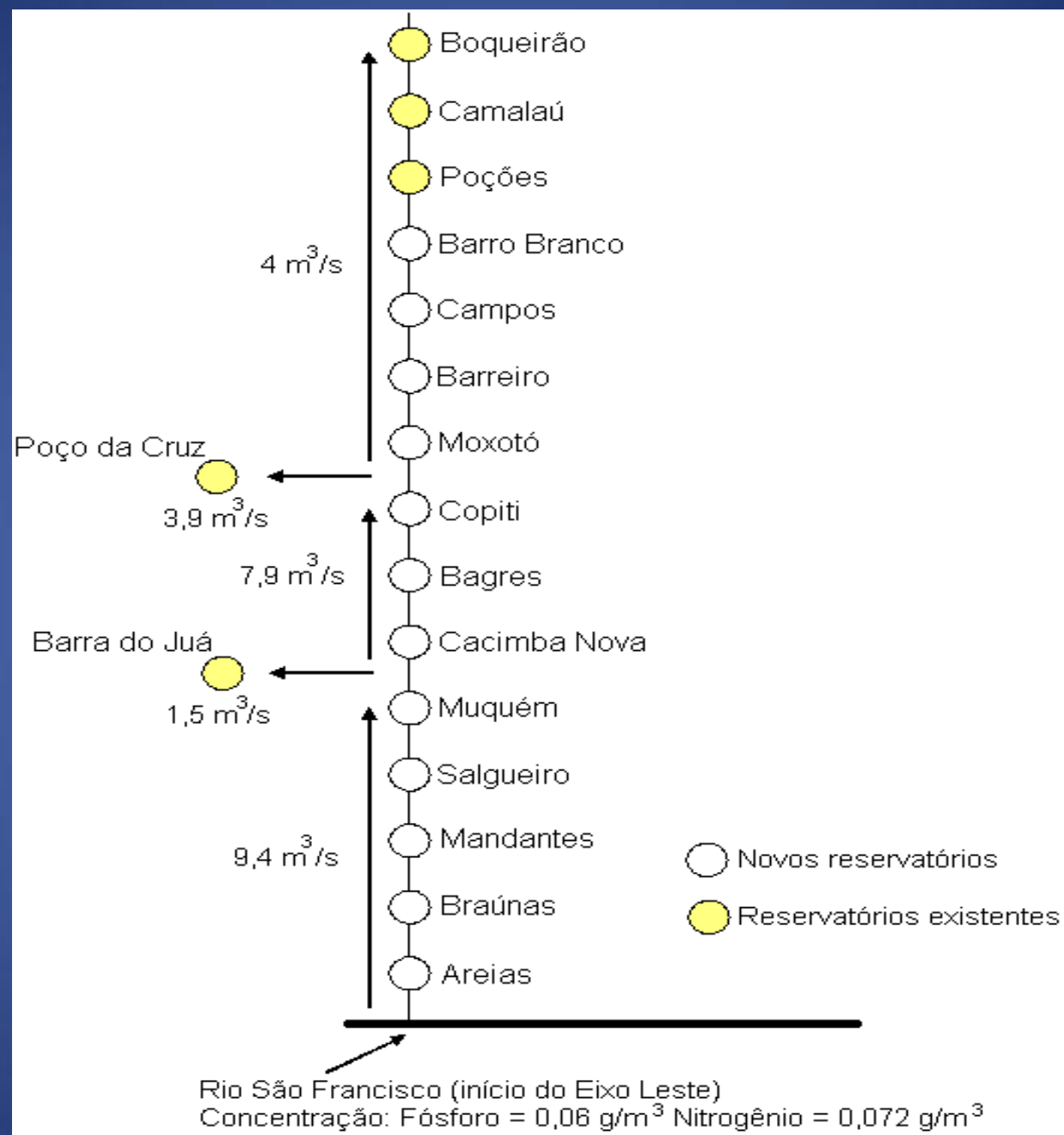
- Para facilitar a análise e fundamentar a escolha final das diversas alternativas quanto ao local para construção da barragem, às alturas da barragem, às vazões a serem liberadas e suas obras conexas;
- Para prever as condições de qualidade da água futuras do reservatório e as conseqüências das diferentes opções de gerenciamento;

Em reservatórios existentes:

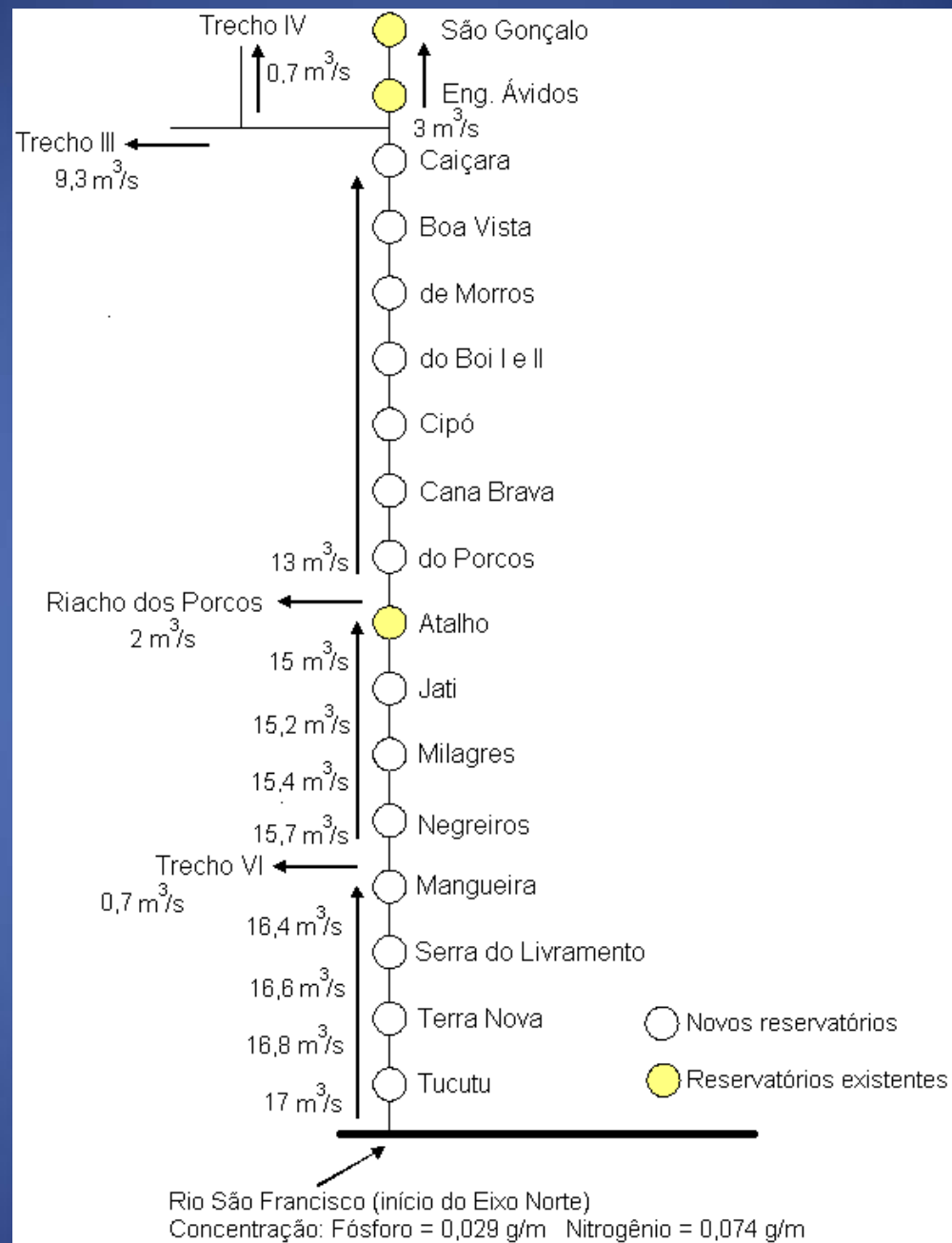
- Para fornecer estimativas que permitam a tomada de decisões sobre diferentes opções de gerenciamento num horizonte de longo prazo;
- Para apoiar decisões de gerenciamento a curto prazo que estão relacionadas à qualidade da água;

Em reservatórios existentes:

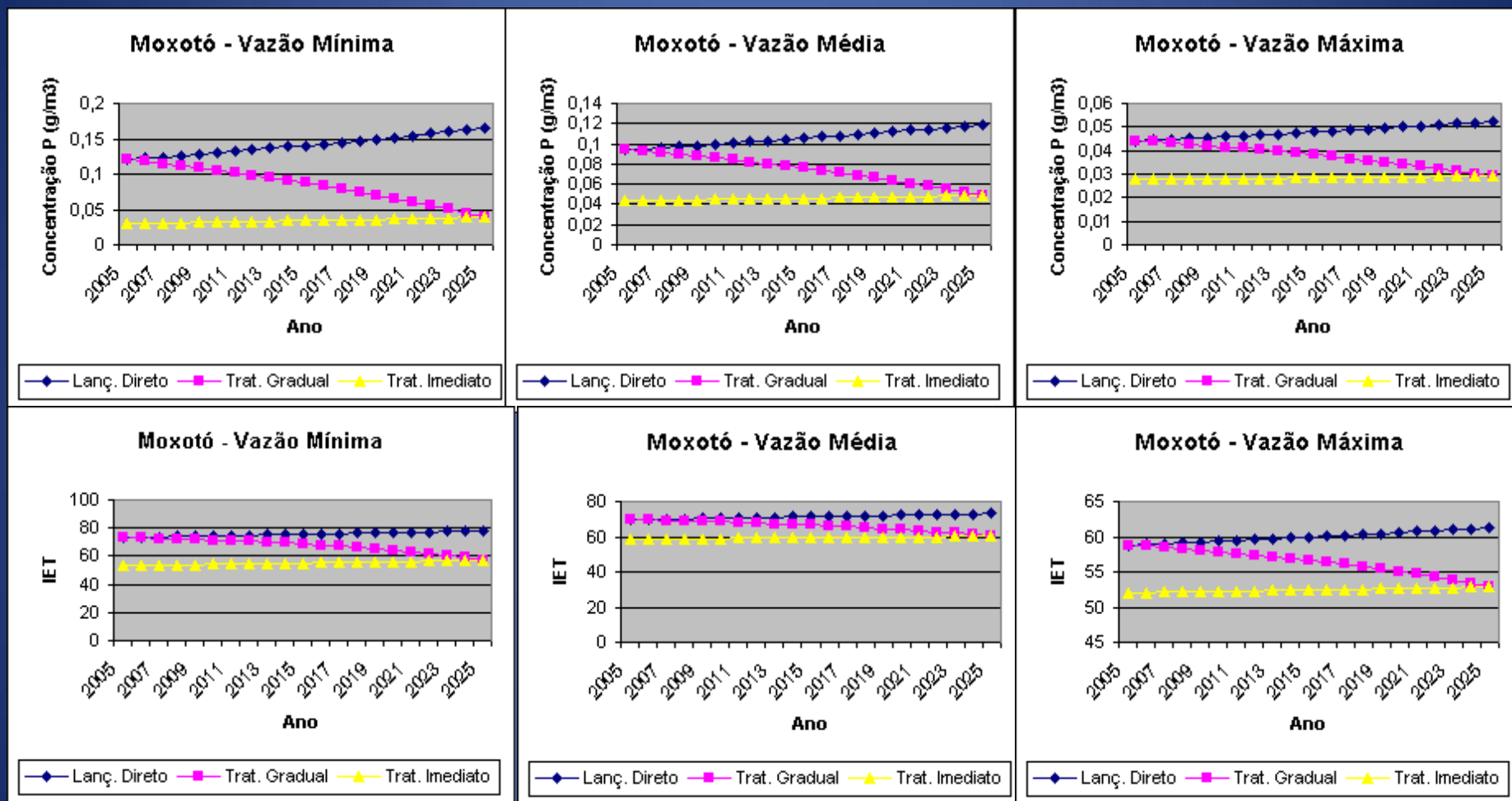
- Para otimizar as campanhas de coleta de amostras e o controle da qualidade de água;
- Para prever possíveis situações no referente à qualidade da água, quando as condições ambientais das bacias hidrográficas forem alteradas por atividades antrópicas;



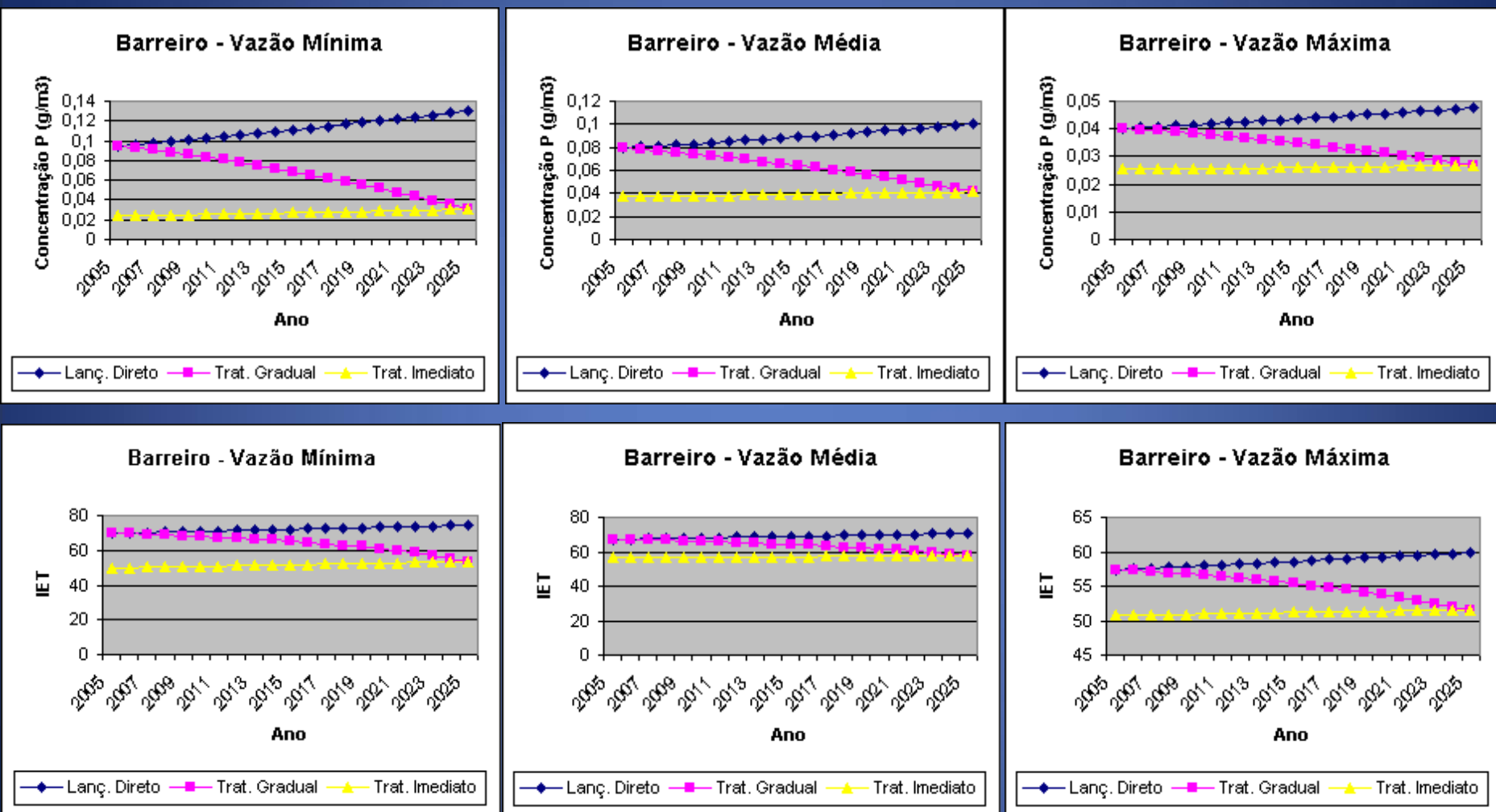
Representação esquemática da sequência dos reservatórios do Eixo Leste com valores de vazão mínima



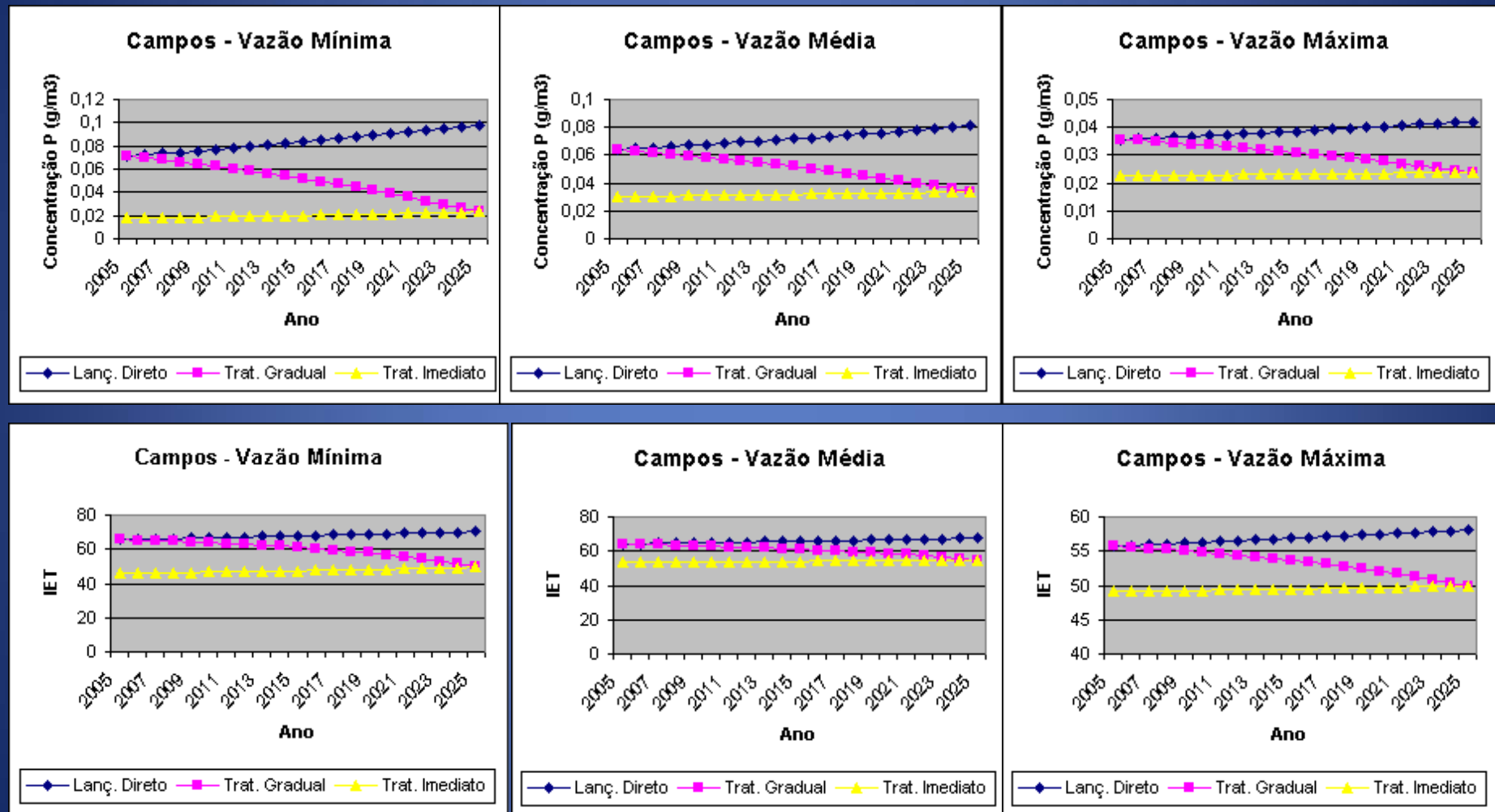
Representação esquemática da sequência dos reservatórios do Eixo Norte com valores de vazão mínima



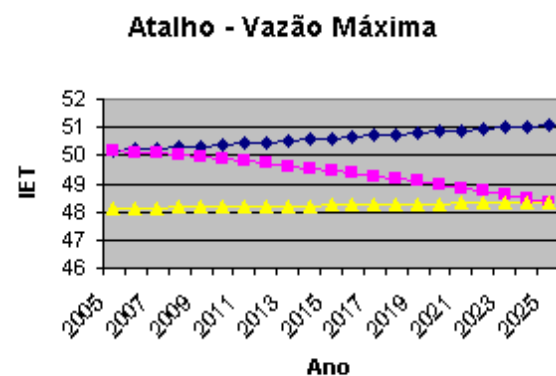
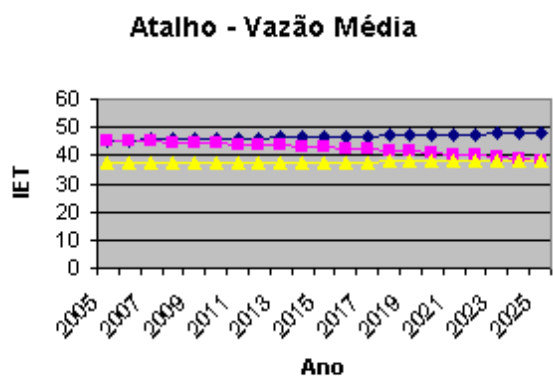
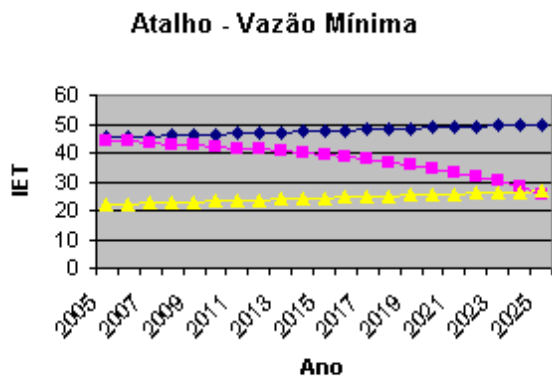
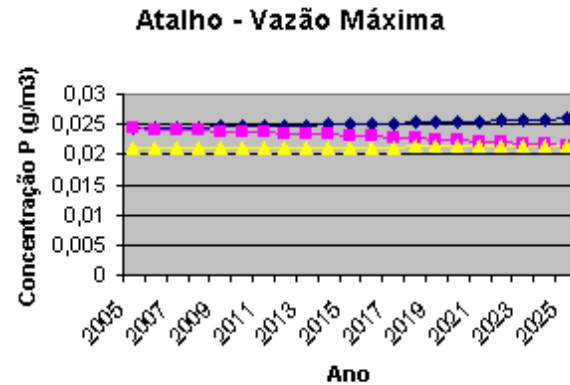
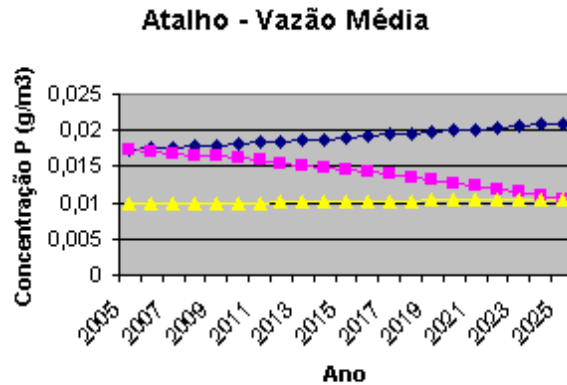
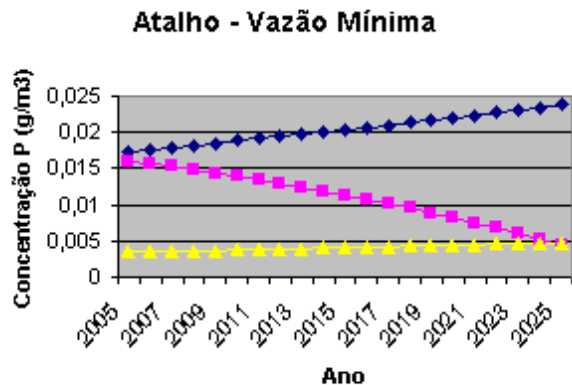
Evolução da concentração de Fósforo (mg/L) e do Índice do Estado Trófico (IET) no reservatório Moxotó.



Evolução da concentração de Fósforo (mg/L) e do Índice do Estado Trófico (IET) no reservatório Barreiro.

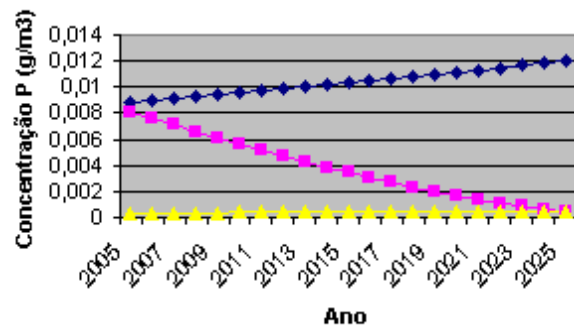


Evolução da concentração de Fósforo (mg/L) e do Índice do Estado Trófico (IET) no reservatório Campos.

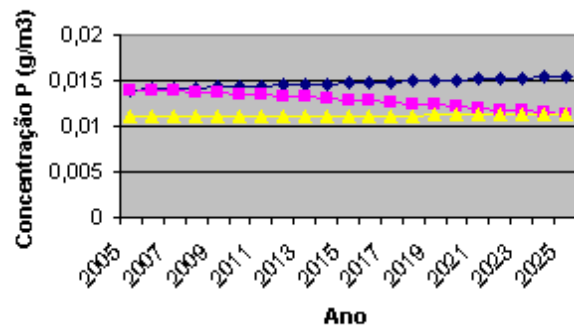


Evolução da concentração de Fósforo (mg/L) e do Índice do Estado Trófico (IET) no reservatório Atalho.

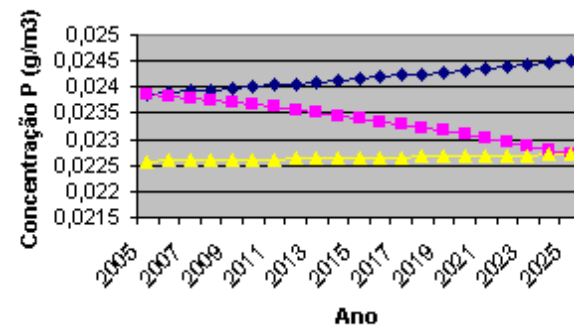
dos Porcos - Vazão Mínima



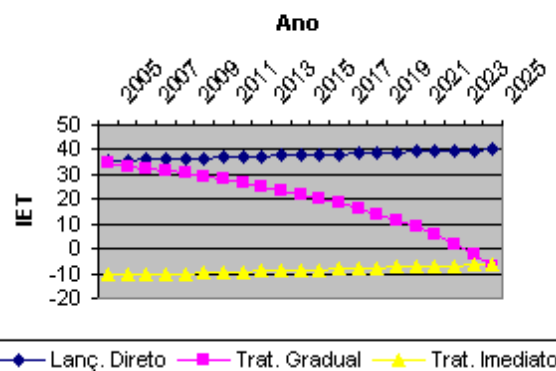
dos Porcos - Vazão Média



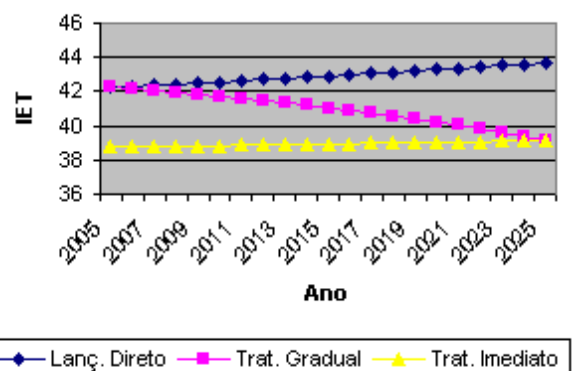
dos Porcos - Vazão Máxima



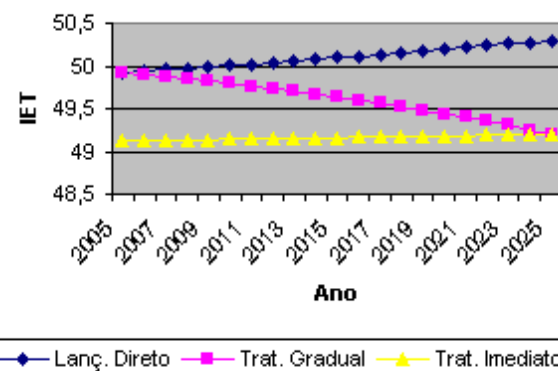
dos Porcos - Vazão Mínima



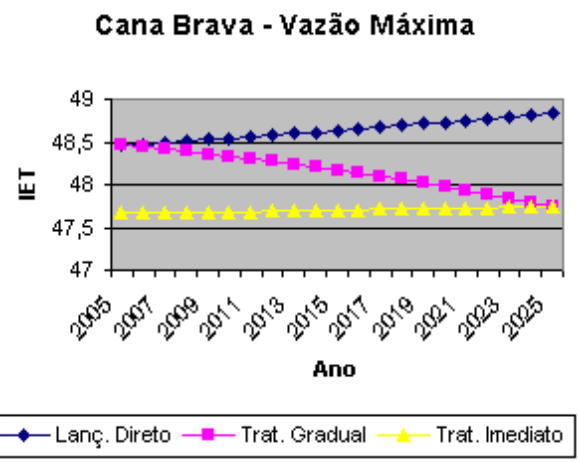
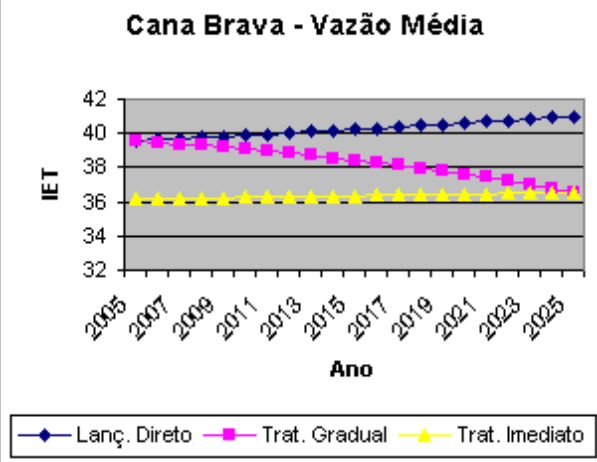
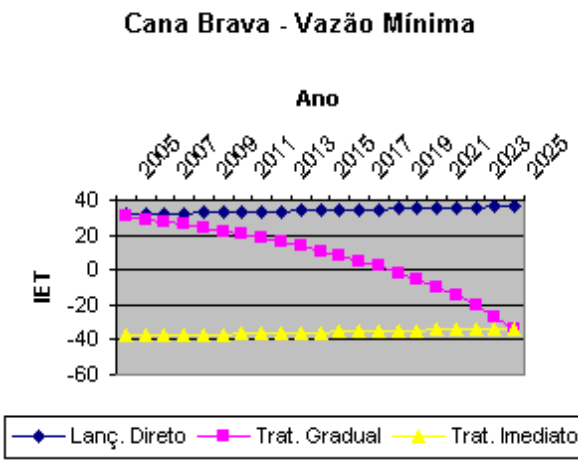
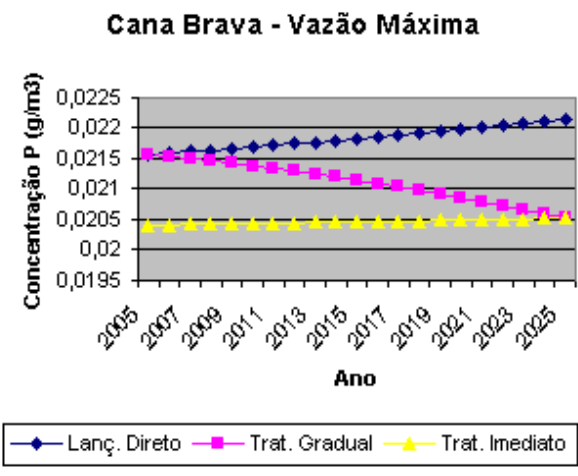
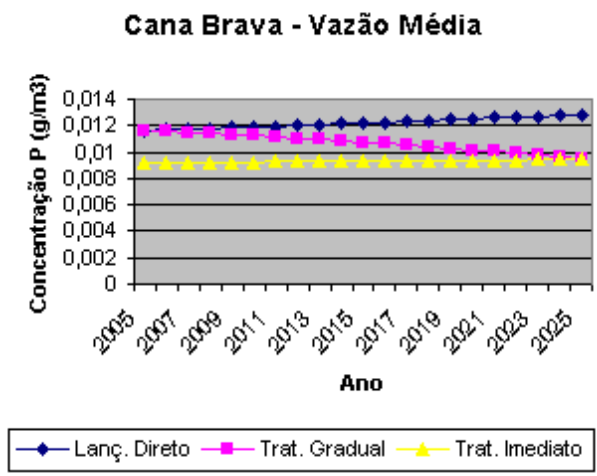
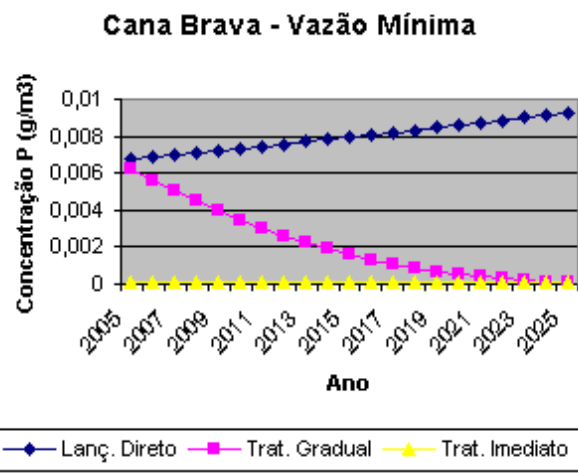
dos Porcos - Vazão Média



dos Porcos - Vazão Máxima



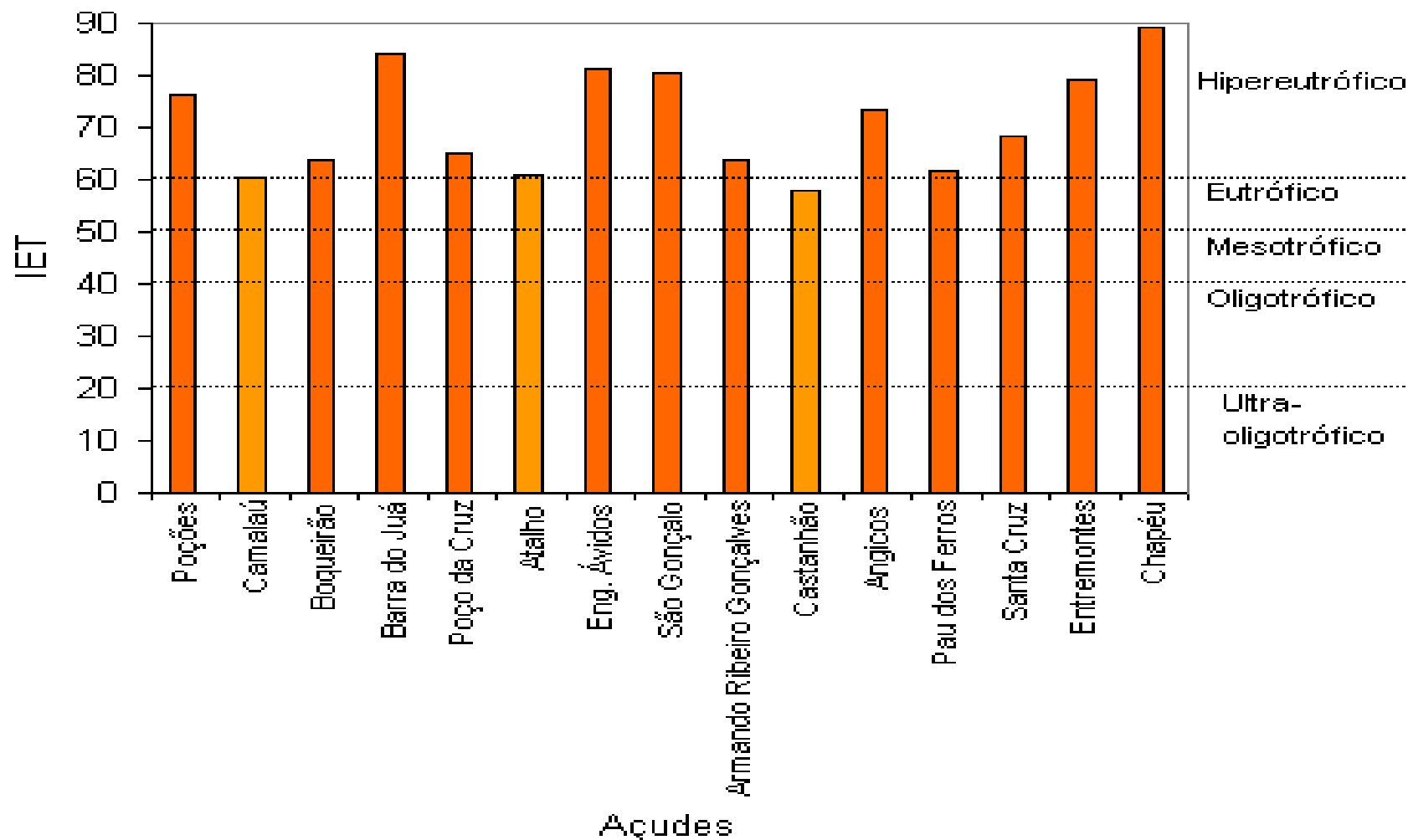
Evolução da concentração de Fósforo (mg/L) e do Índice do Estado Trófico (IET) no reservatório dos Porcos.



Evolução da concentração de Fósforo (mg/L) e do Índice do Estado Trófico (IET) no reservatório Cana Brava.

IET (Pt) para os reservatórios existentes

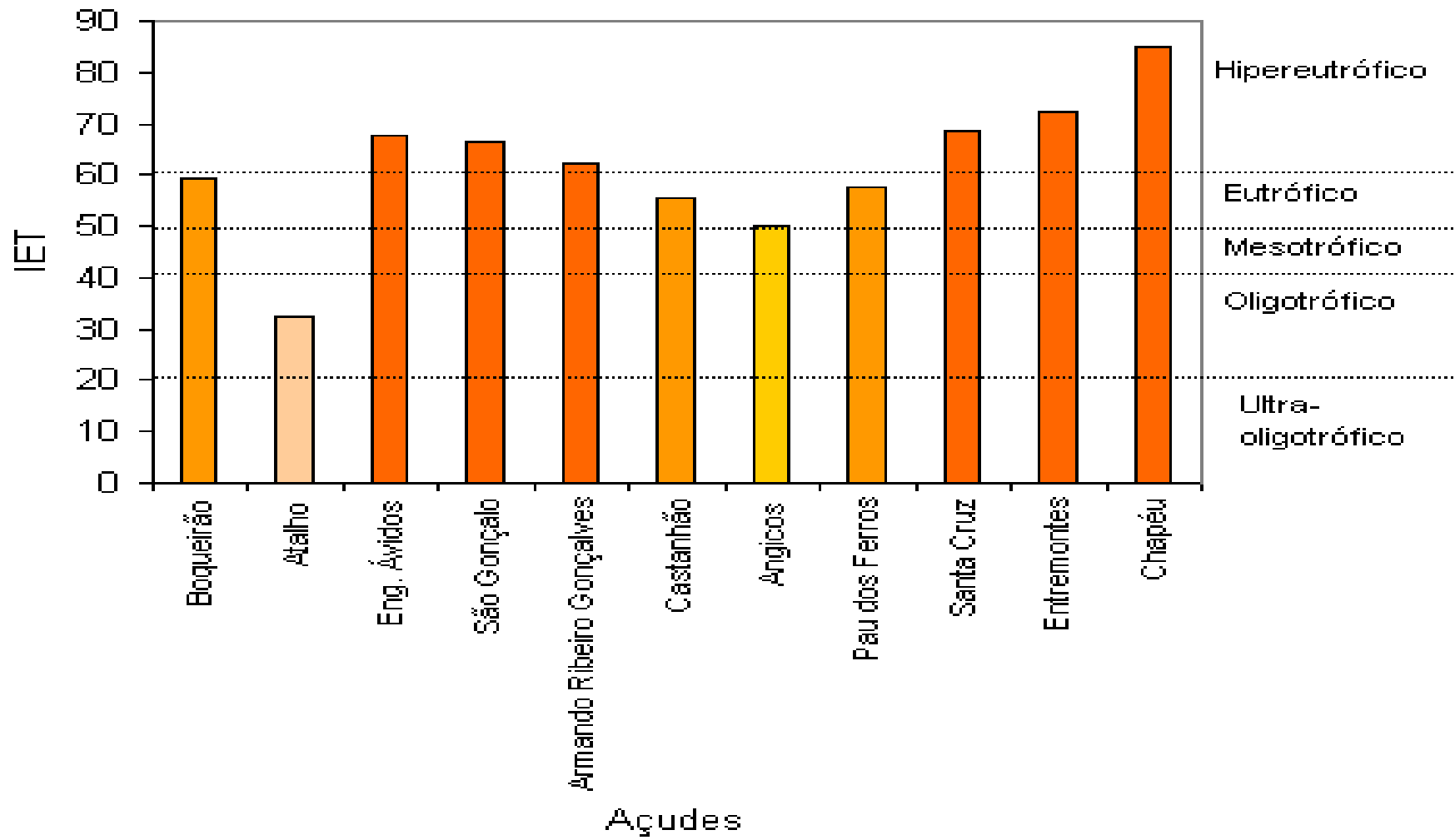
período de estiagem - cenário em 2005



Cenário atual (medidas reais em campo)

IET (Pt) com a transposição

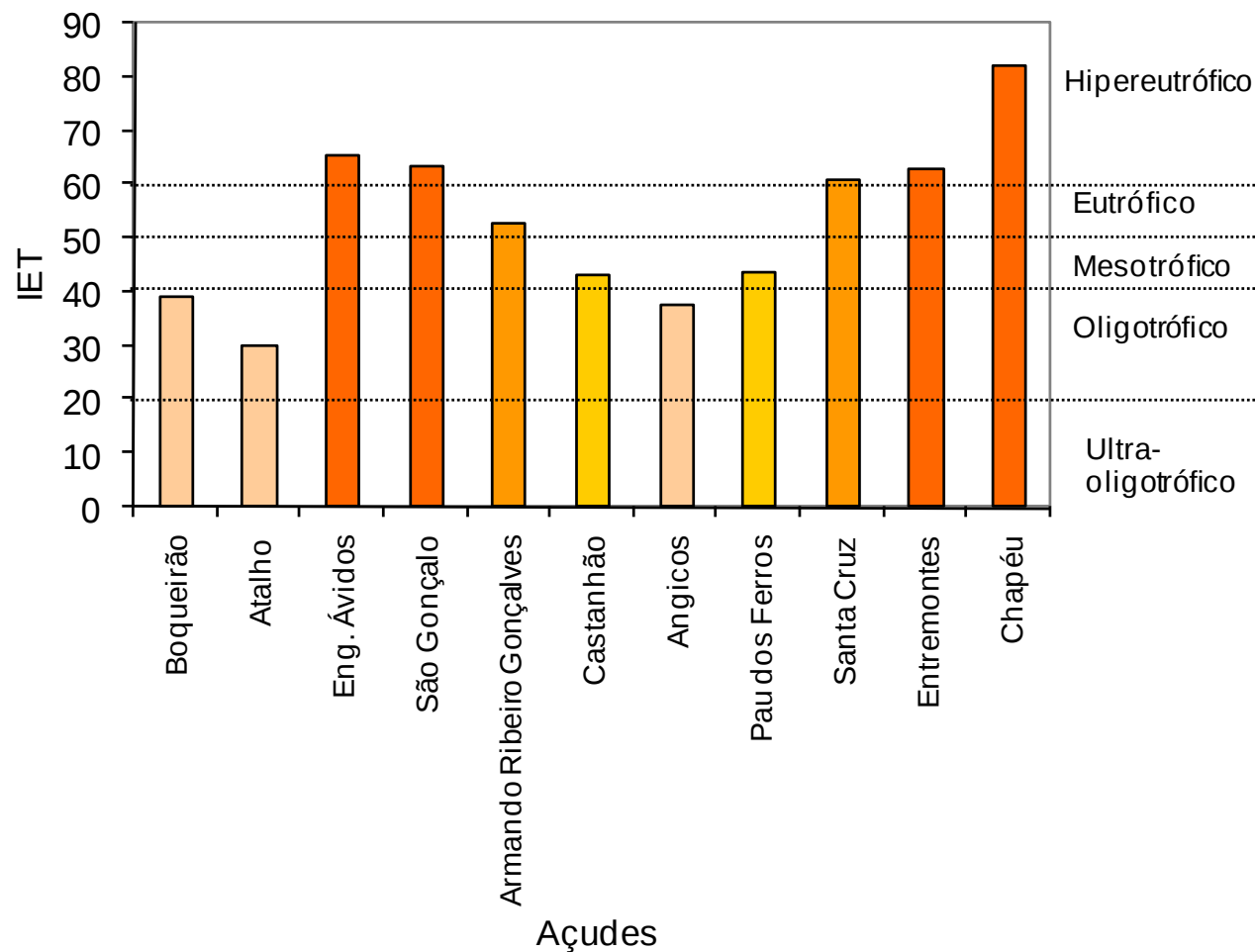
período de estiagem - cenário em 2005



Cenário de 2005 se houvesse a transposição.

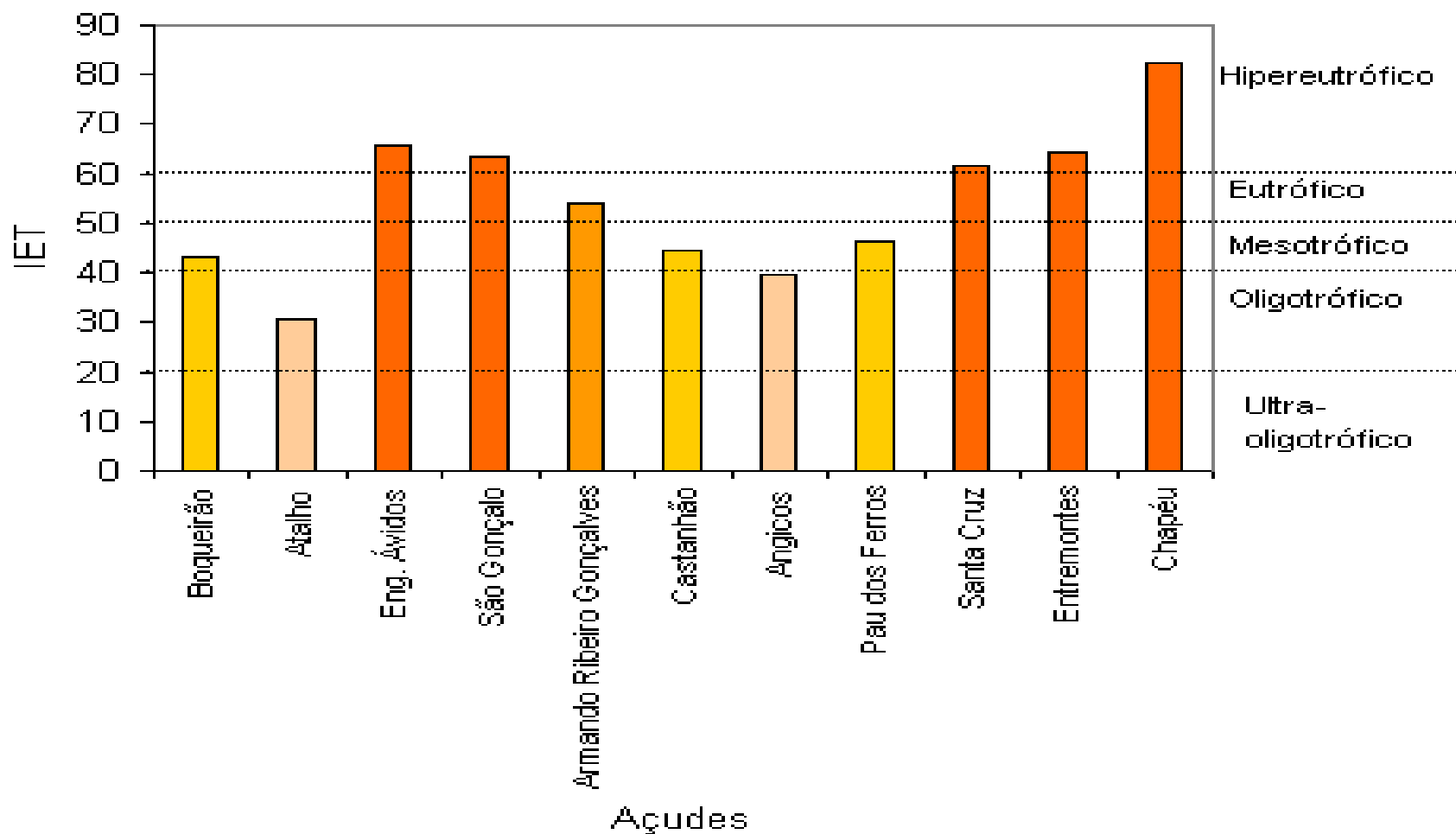
IET (Pt) com transposição e com tratamento de esgoto (80%)

período de estiagem - cenário em 2005



Cenário de 2005 se houvesse a transposição e com o tratamento de esgoto (80%).

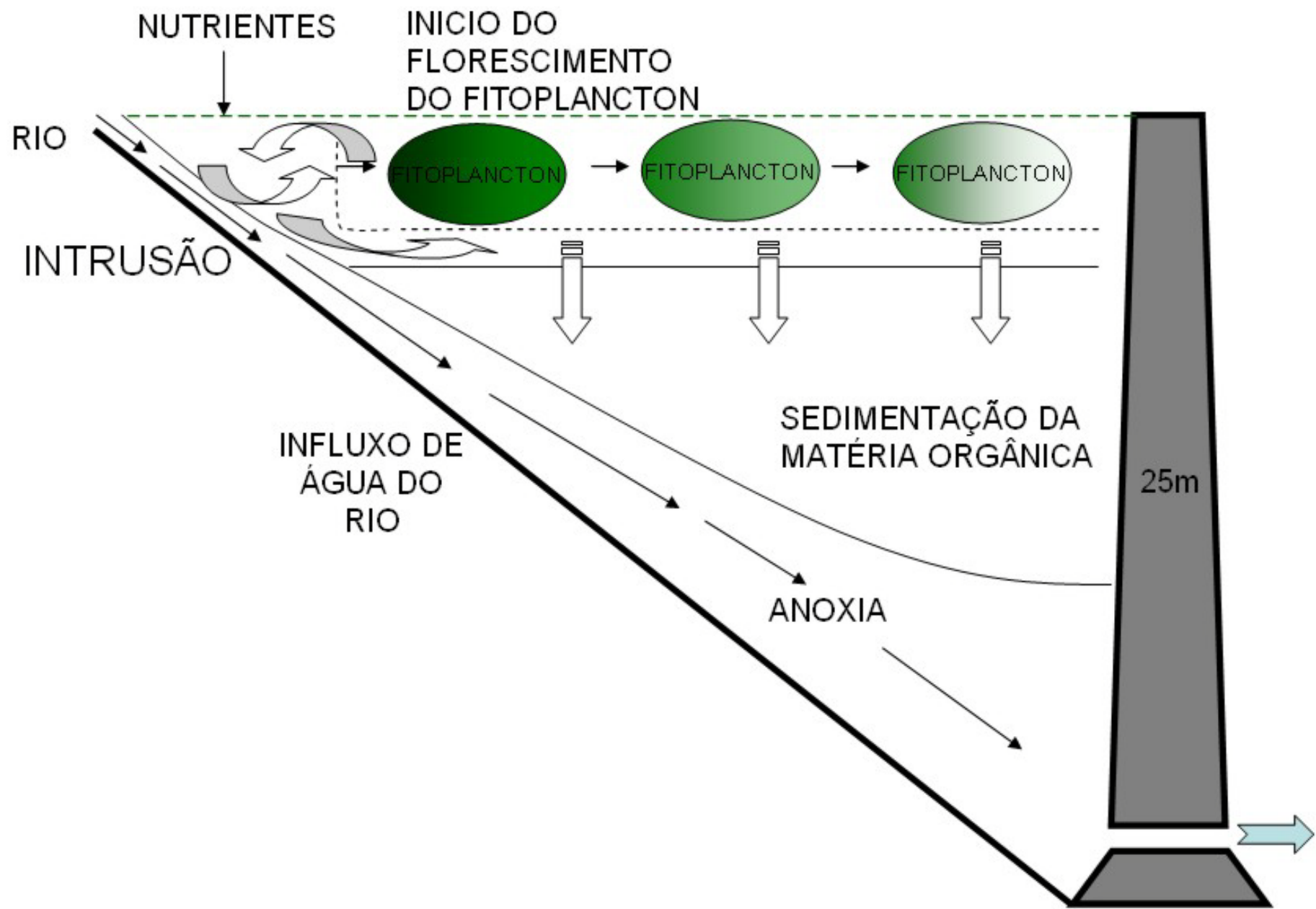
**IET (Pt) com transposição, com tratamento de esgoto (80%)
e com crescimento da população**
período de estiagem - cenário em 2025



Cenário de 2025 com a transposição e com tratamento de esgoto (80%).



Imagem de Satélite da Represa de Atalho mostrando os pontos de coleta localizados em diferentes regiões do reservatório. Nesses pontos de coleta foram realizadas amostragens verticais para caracterização limnológica do reservatório e para diagnóstico da variabilidade horizontal.



Modelo conceitual de circulação e características físicas, químicas e biológicas no Reservatório de Atalho, tomando-se por base os trabalhos de campo e de laboratório realizado em Julho de 2005.

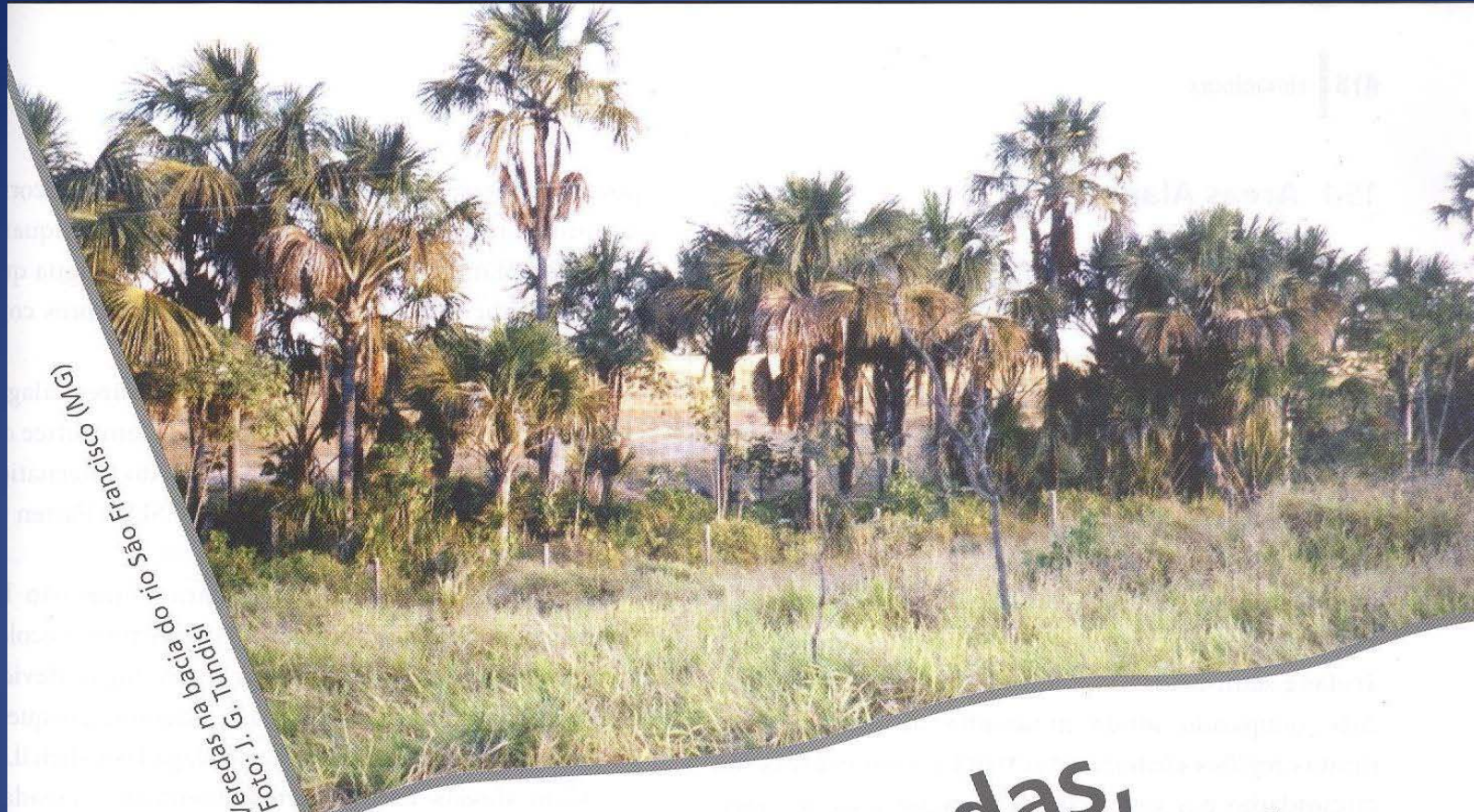
1. Às surpresas de forma mais efetiva que estratégias rígidas e dogmáticas);
2. Essas incertezas são inerentes a todos os sistemas complexos, podendo ocorrer em qualquer caso ;
3. A eutrofização de águas interiores e de águas costeiras é, atualmente um problema mundial
Flutuações naturais freqüentes (são necessárias várias campanhas de amostragem e análises para resolver essas incertezas);
4. Estados naturais não perfeitamente conhecidos;

PERSPECTIVAS

Foto: J. G. Tundisi
Veredas na bacia do rio São Francisco (MG)

15

Áreas alagadas,
águas temporárias
e lagos salinos



Problemas e Desafios

- Qualidade das águas do Rio São Francisco;
- Qualidade das águas dos reservatórios da transposição;
- Controle das fontes de poluição e contaminação;
- Programas de gestão integrada dos Recursos Hídricos;

Problemas e Desafios

- Programa de gestão integrada de cada reservatório;
- Monitoramento da quantidade e qualidade da água;
- Controle de outorga;
- Eficiência na irrigação (tecnologias apropriadas);

- Gestão integrada dos Recursos Hídricos da Transposição;
- Planos estratégicos de abastecimento público e irrigação;
- Projetos de desenvolvimento econômico e social centrados na oferta de água;

- Recuperação e revitalização do Rio São Francisco;
- Capacitação de Gestores (técnicos, gerentes de Meio Ambiente, agentes de saúde pública);
- Vasto plano de monitoramento da qualidade de água e da quantidade de água;

**De acordo com Straskraba & Tundisi, 2000,
utilizam-se modelos matemáticos no
gerenciamento da qualidade da água de
reservatórios com os seguintes objetivos:**

Em reservatórios existentes:

- Para prever possíveis situações no referente à qualidade da água, quando as condições ambientais das bacias hidrográficas forem alteradas por atividades antrópicas;
- Para otimizar as campanhas de coleta de amostras e o controle da qualidade de água;

- Cenário atual (2005) no período de estiagem, se houvesse no momento a transposição do São Francisco para estes reservatórios;
- Cenário atual (2005) no período de estiagem, se houvesse no momento a transposição do São Francisco para estes reservatórios e um tratamento de esgoto;
- Cenário futuro (2025) no período de estiagem, com a transposição do São Francisco;
- Cenário futuro (2025) no período de estiagem, com a transposição do São Francisco e com tratamento de esgoto;

CONCLUSÕES

- Os reservatórios existentes encontram-se em estado eutrófico ou hipereutrófico;
- O aumento da população sem o tratamento de esgoto, deverá promover um aumento do estado trófico dos reservatórios e deterioração da qualidade da água destes sistemas.
- O projeto de Integração do Rio São Francisco, na medida em que prevê em seus programas ambientais ações favoráveis a conservação da qualidade da água e limita seu uso a montante dos reservatórios receptores, impactará positivamente a região do ponto de vista da qualidade de água.

1. Futuros estudos;
2. A redução da carga pontual;
3. Controle da região litoral e das margens dos reservatórios;
4. A Vigilância Sanitária e controle de doenças de veiculação;

5. Controle de macrófitas aquáticas;
6. Educação sanitária da população;
7. Capacitação de gestores e técnicos;
8. Reservatórios de Atalho e Moxotó;
9. Reservatórios receptores;

Imagine um lugar onde:

- 94% dos proprietários de terras e arrendatários não têm eletricidade.
- 34% dos proprietários de terras e 41% dos arrendatários não têm banheiros.
- 65% dos proprietários e 78% dos arrendatários caminham no mínimo 300 metros para obter água.
- Menos de 50% dos proprietários de terras e 25% dos arrendatários lêem jornais.
- 60% da energia utilizada era proveniente de animais (cavalos e mulas) e só 6% de eletricidade.

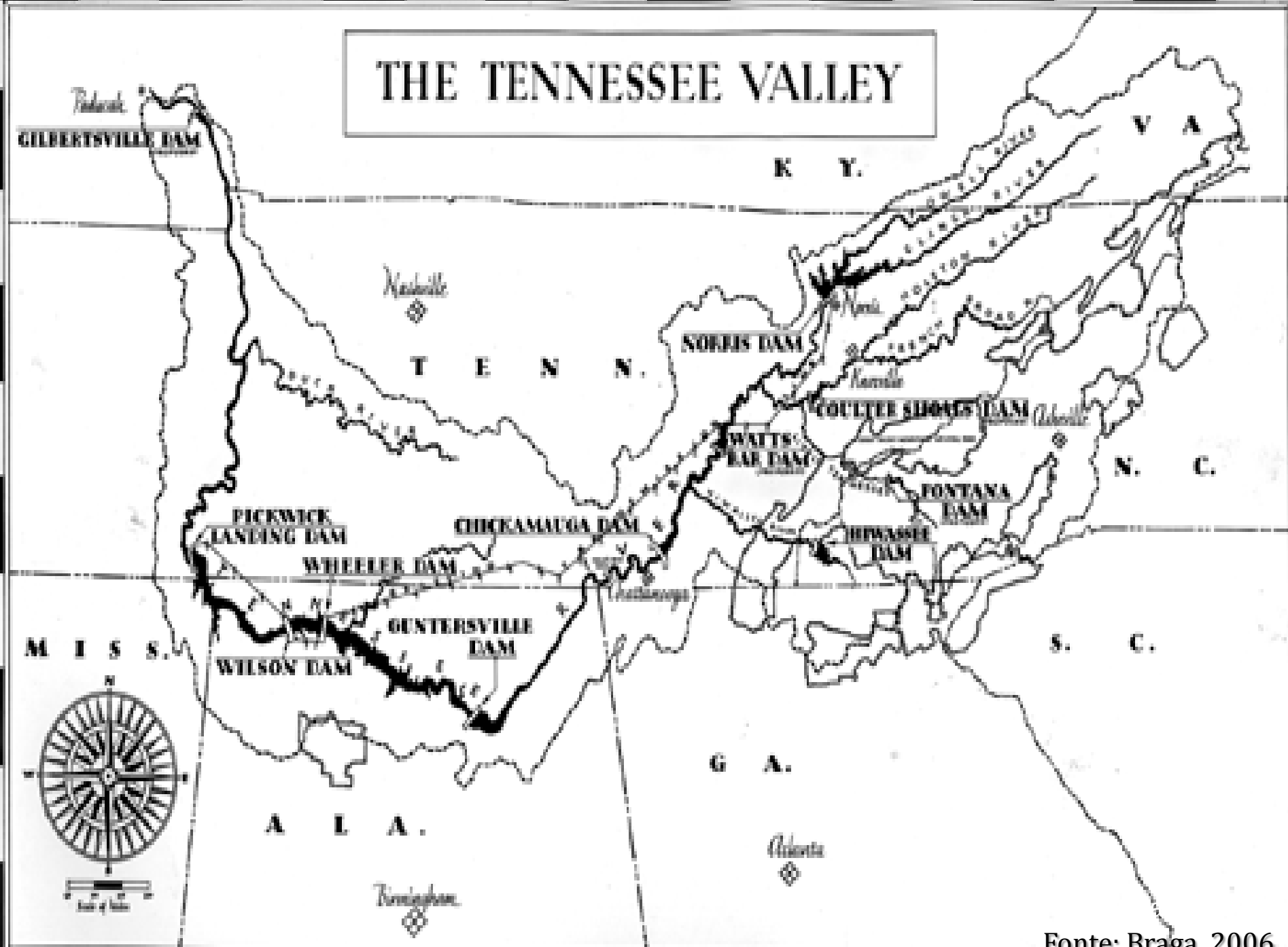
Imagine um lugar onde:

- Mais de 90% das pessoas da região não tinham luz.
- Mais de 90% das casas não tinham refrigeração.
- A maior parte da população sobrevive em agricultura de subsistência no nível mínimo.
- Enchentes afetam solos, casas, cidades,
- 30% dos habitantes tinham malária.

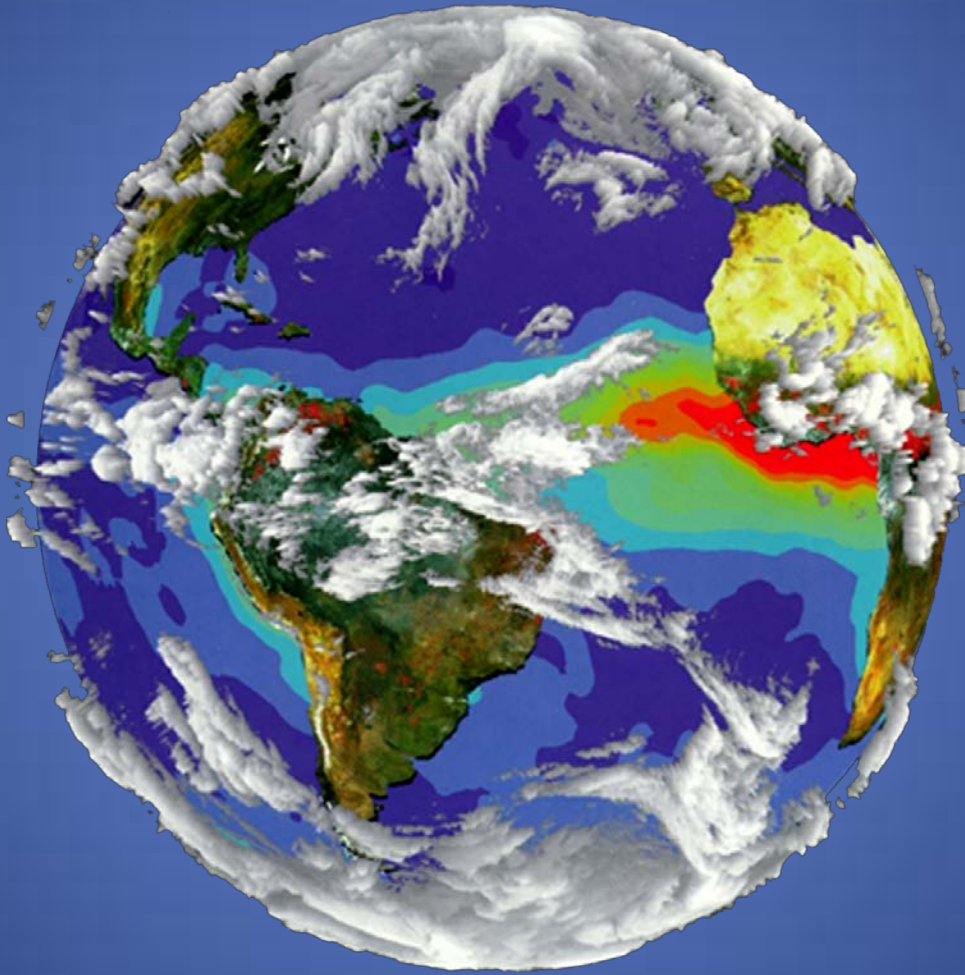
ISTO NÃO É ÁFRICA, AMÉRICA LATINA OU SUDESTE DA ÁSIA.

É O VALE DO TENNESSEE EM 1935.

THE TENNESSEE VALLEY



OBRIGADO!



José Galizia Tundisi
tundisi@iie.com.br
www.iie.com.br
Rua Bento Carlos, 750
Centro – São Carlos – SP.

