



# ÁGUA: USO E CONSUMO

Prof. Marcos Vinícius Folegatti  
Depto. Engenharia de Biossistemas

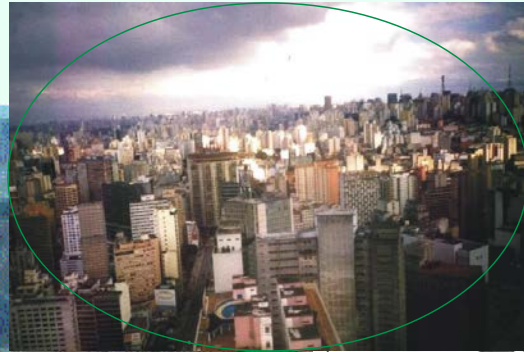
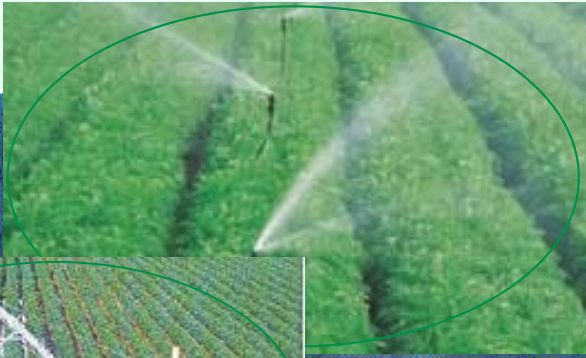
ESALQ/USP

Piracicaba – SP

Facts are facts  
but  
perceptions are reality



**QUAL É A DISPONIBILIDADE DE  
RECURSOS HÍDRICOS PARA  
CONTINUAR COM O  
DESENVOLVIMENTO DA  
HUMANIDADE?**



# DISTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS NO PLANETA

97,5%  
Água Salgada  
1386 Mkm<sup>3</sup>

2,5%  
Água doce  
35 Mkm<sup>3</sup>

- 0,3% Água doce nos rios e lagos (0,1 Mkm<sup>3</sup>)
- 30,8% Água subterrânea doce (10,5 MKm<sup>3</sup>) Metade > 800m
- 68,9% Calotas polares e geleiras

- Fazendo contas:

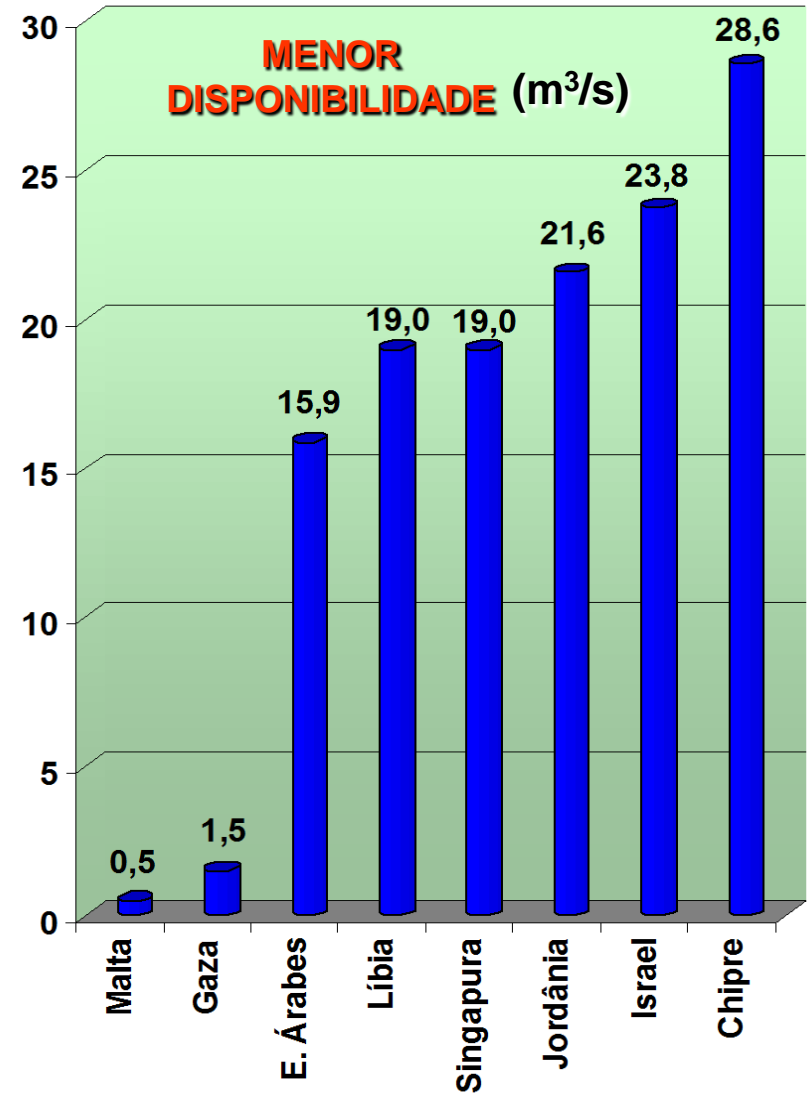
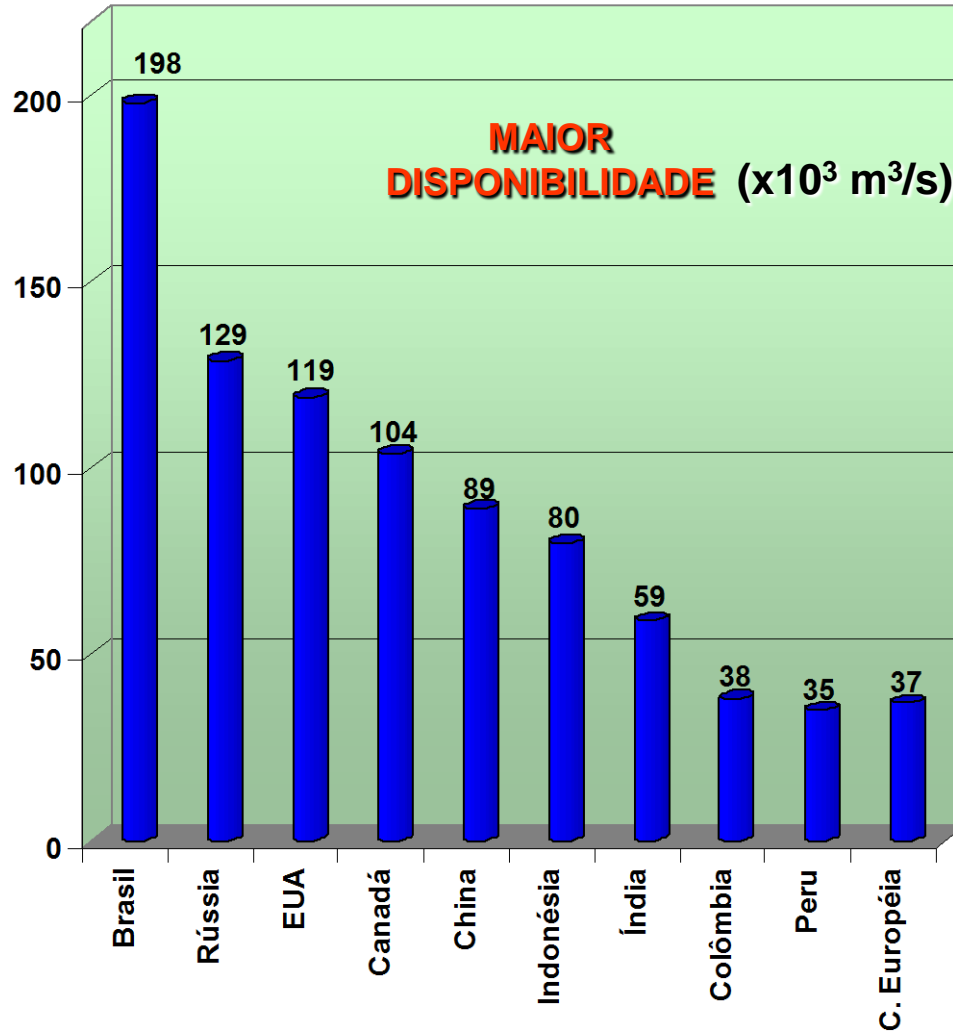
**Considerando:**

**Pop: 6.000.000.000 hab**

**Vol: 898.333 m<sup>3</sup>/hab**

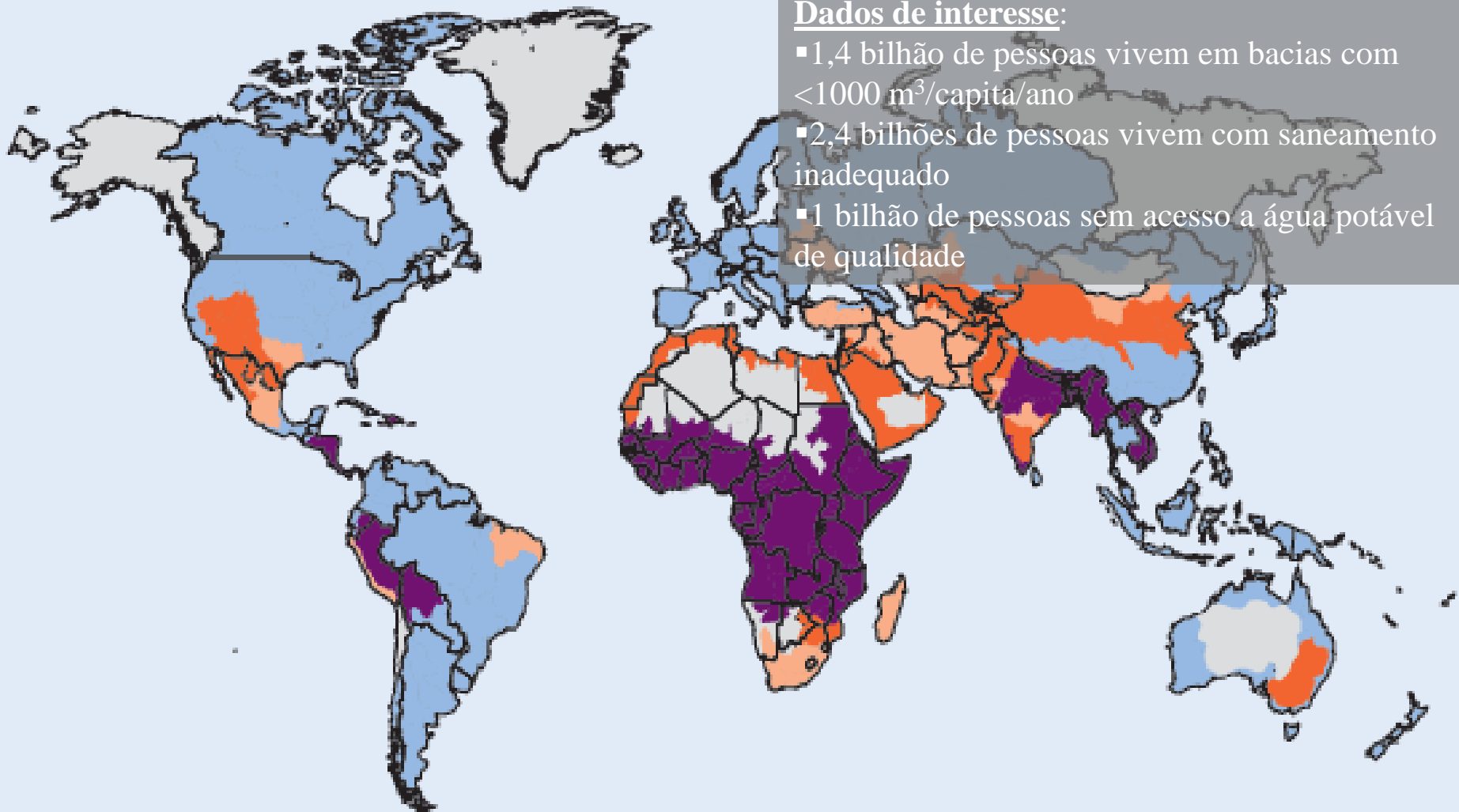
# DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

## VAZÃO MÉDIA DOS RIOS DE ALGUNS PAÍSES DO MUNDO



# ÁREAS COM ESCASSEZ DE ÁGUA FÍSICA E ECONÔMICA

- Little or no water scarcity      ■ Approaching physical water scarcity      ■ Not estimated
- Physical water scarcity      ■ Economic water scarcity



# CONFLITOS & ÁGUA



Campos de pivôs no Delta do Nilo



July - September, 1989



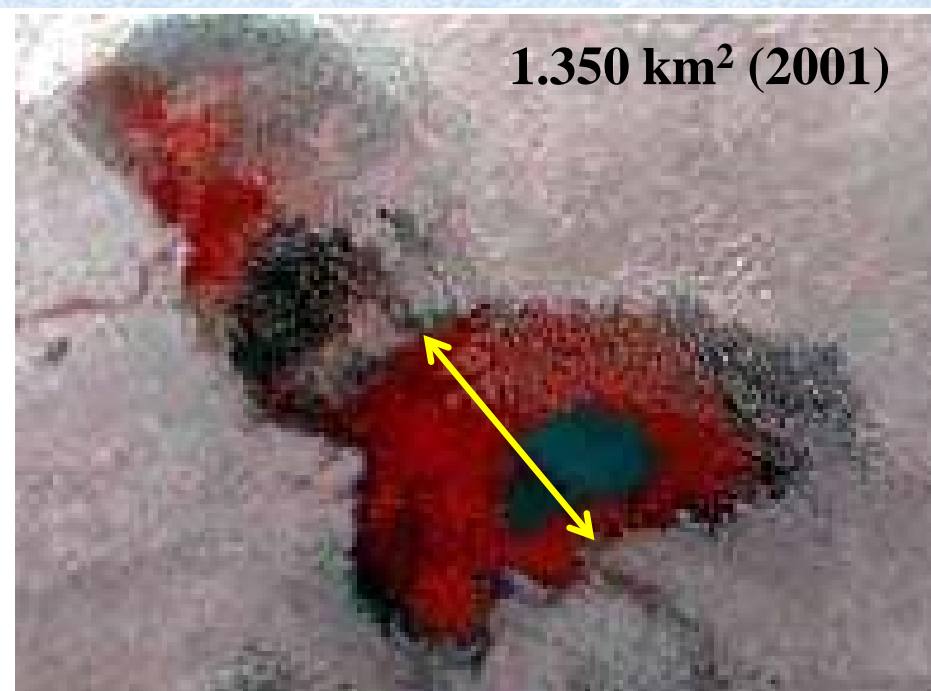
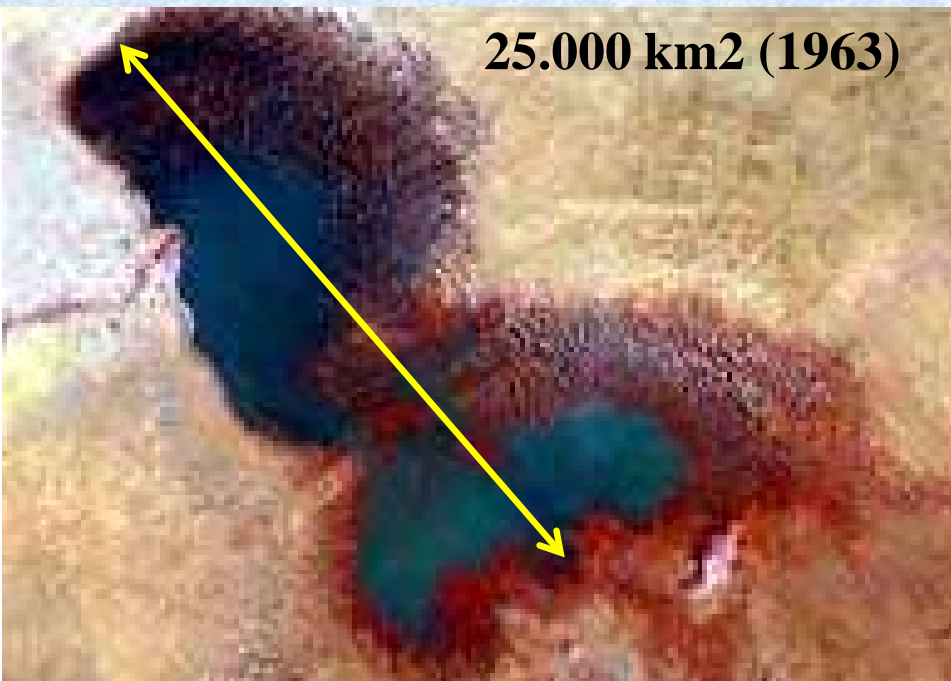
August 12, 2003



# CONFLITOS & ÁGUA

Consumo excessivo dos recursos hídricos

– Ex: Lago Chade (África).



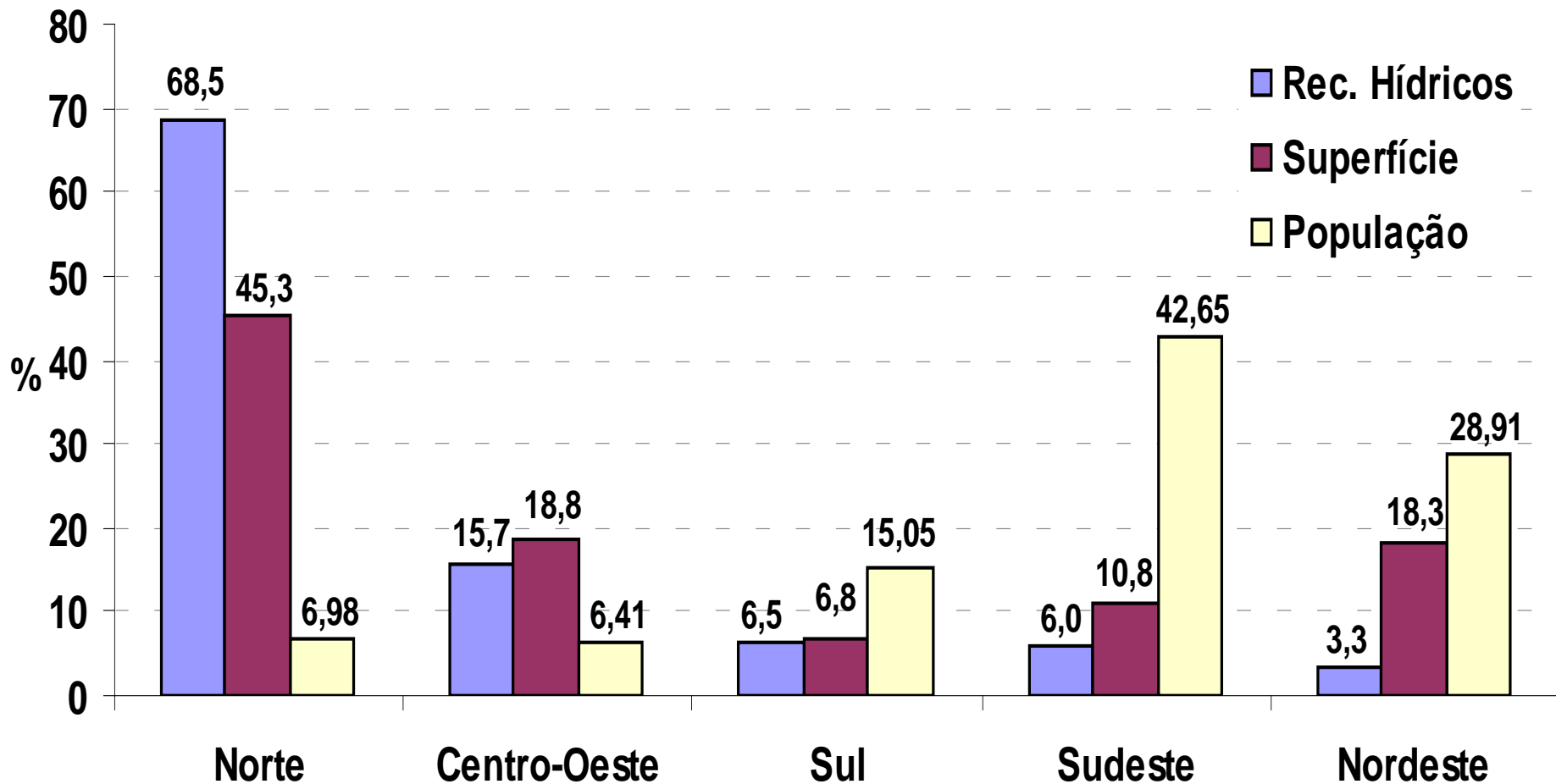
# DEMANDA/FONTE R.H.



< 5% - Muito confortável;

5 a 10% -

# DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS, SUPERFÍCIE E POPULAÇÃO NO BRASIL

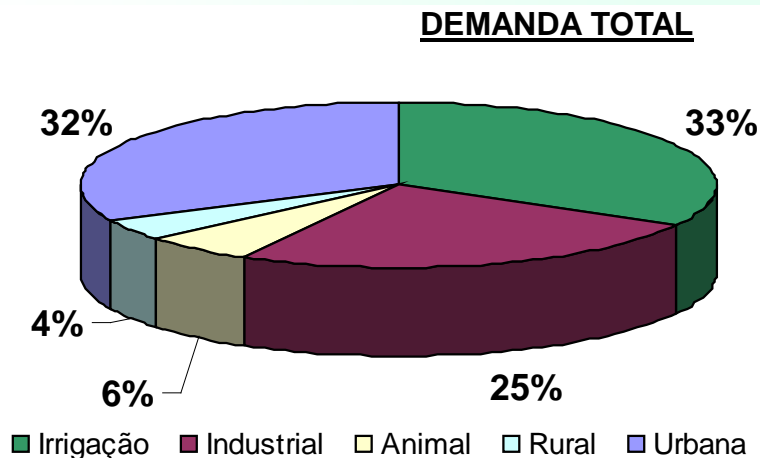


# USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

## REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARANÁ



Vazão média: 10.371 m<sup>3</sup>/s  
Demanda: 589m<sup>3</sup>/s  
Área Irrigada: 722.599 ha





Água

No BRASIL: *urbanização intensa:*

POP. 1950: 52 Milhões

URBANA: 19 Milhões

RURAL : 33 Milhões

POP. 2000: 169 Milhões

URBANA: 137 Milhões

RURAL : 32 Milhões

An aerial photograph of a vast, densely populated urban area, likely a city in Brazil. The foreground features a wide river on the left and a multi-lane highway with several lanes of traffic. The middle ground is dominated by a large, modern residential or commercial complex with several tall, rectangular buildings and some lower-rise structures. The background is a sprawling sea of high-rise apartment buildings that stretch far into the distance under a clear, light blue sky. The overall scene depicts a highly developed and densely packed urban environment.

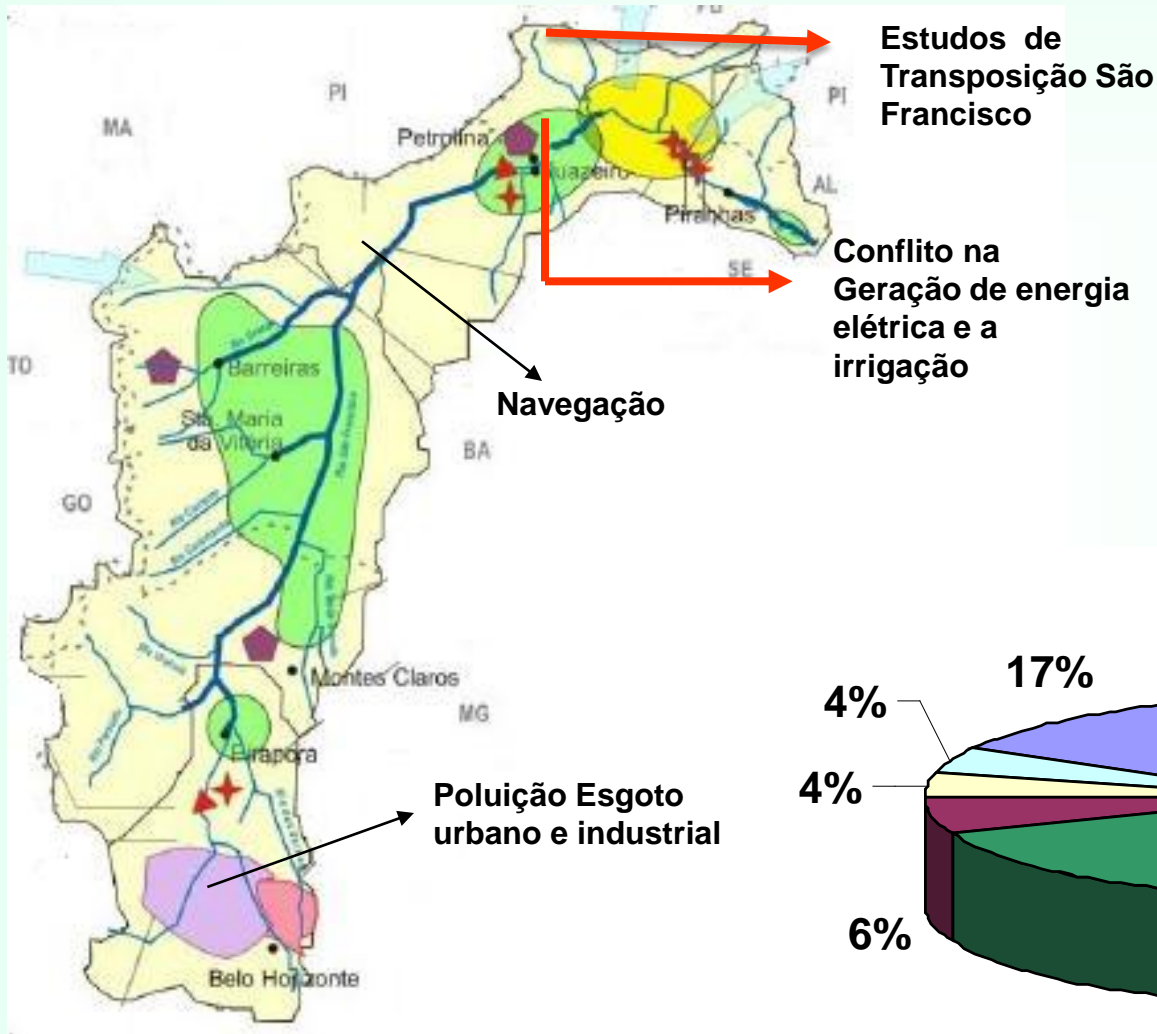
[www.piratininga.org](http://www.piratininga.org)

Marginal Pinheiros



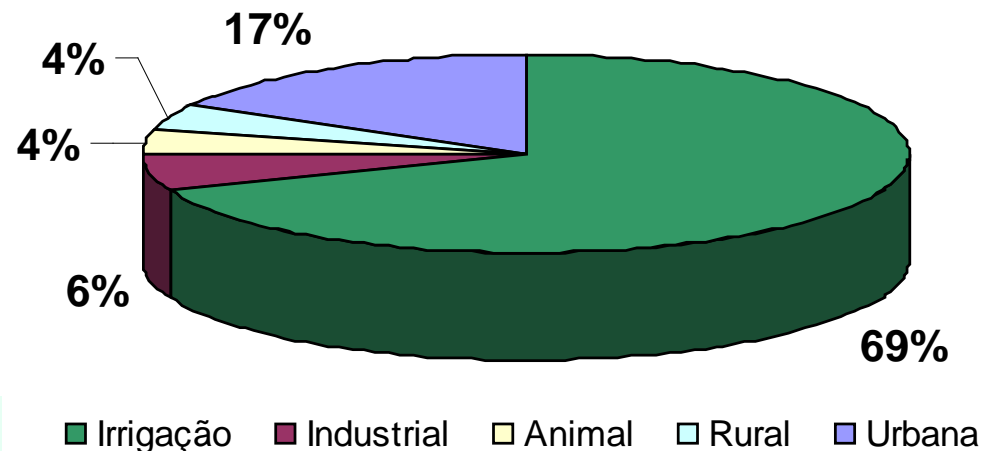
# USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

## REGIÃO HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO



Vazão média: 3.037 m<sup>3</sup>/s  
Demanda: 202 m<sup>3</sup>/s  
Área Irrigada: 342.900 ha

### DEMANDA TOTAL

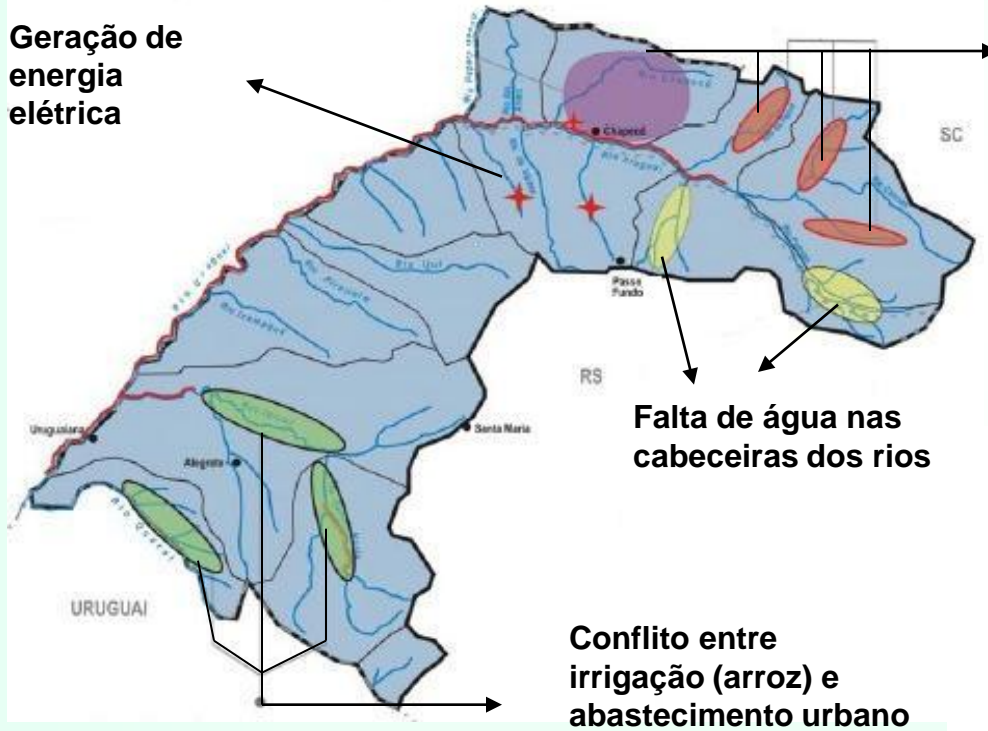




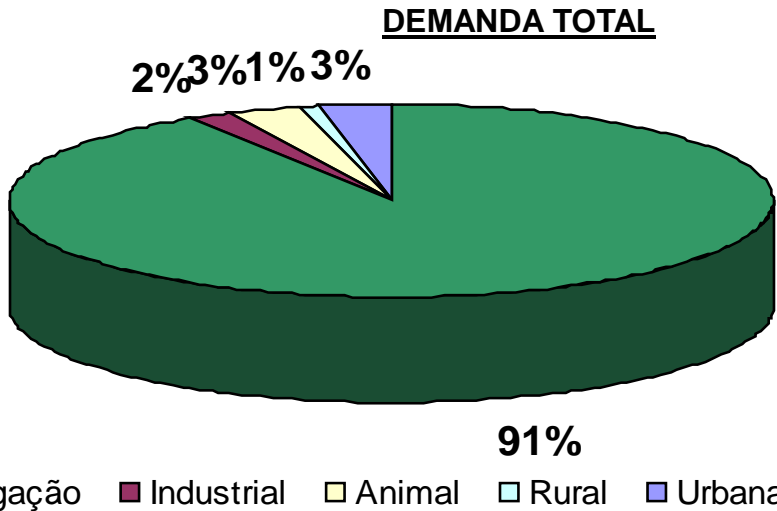


# USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

## REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGUAI



Vazão média: 4.117 m<sup>3</sup>/s  
Demanda: 243 m<sup>3</sup>/s  
Área Irrigada: 435.421 ha



Fonte: ANA (2002)



# ***DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO PLANETA***

---

## **→ UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO**

**O Brasil possui 13,7% da água doce do planeta.**



**X**



**80% das águas brasileiras estão nos rios da Amazônia, e 1,6% no Estado de São Paulo.**

**Se toda água existente no Brasil fosse colocada em um barril, a parte que cabe ao Estado de São Paulo seria uma colher.**



... mas períodos de escassez do recurso hídrico estão muito mais perto de acontecer no futuro do que muitas pessoas imaginam ...



# Escassez Hídrica



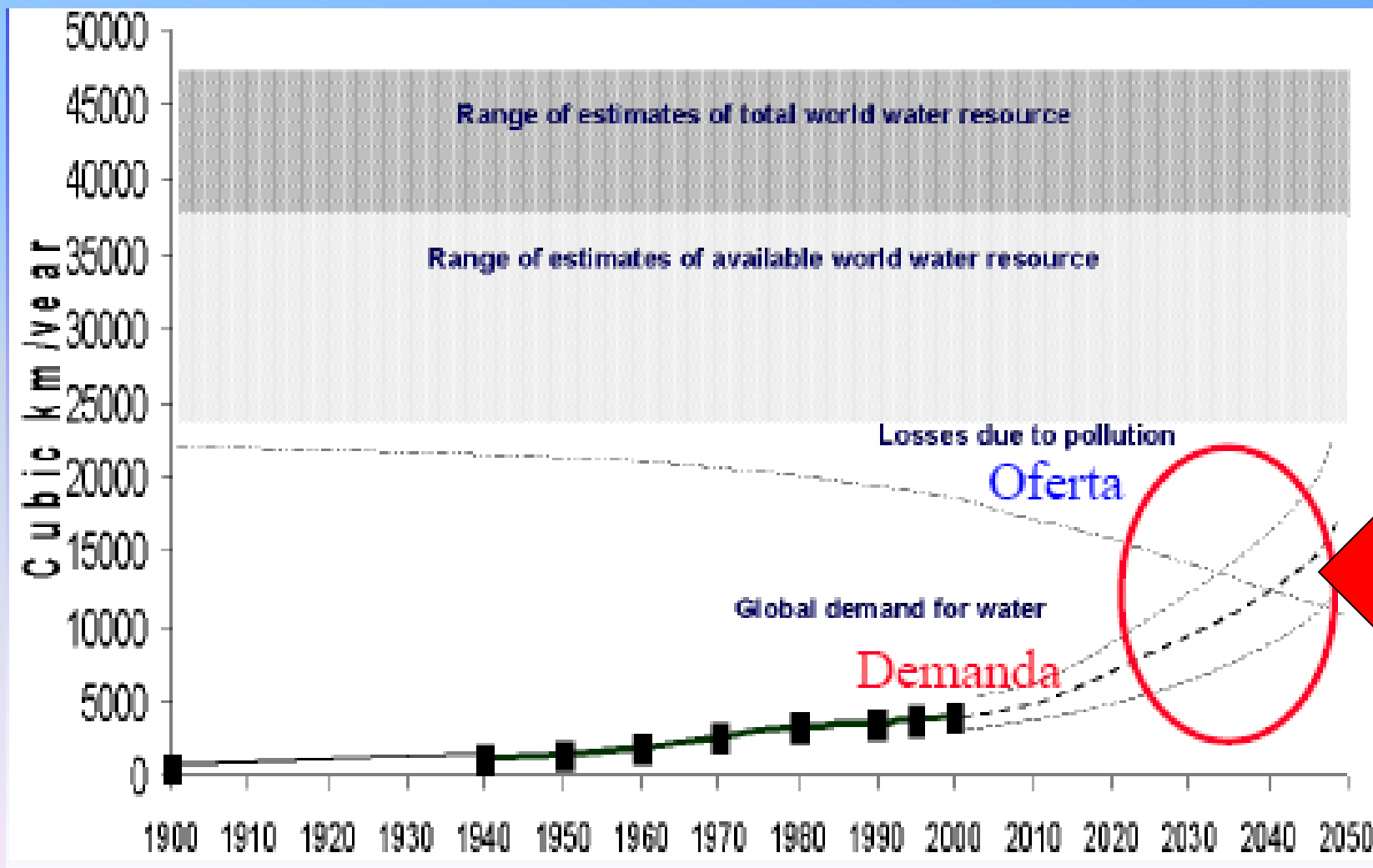
Um indicador muito utilizado é a razão Consumo de Água/Disponibilidade Hídrica.

Este indicador foi desenvolvido pela pesquisadora sueca Malin Falkenmark, conhecido como Índice de Falkenmark.



Nota: em vários países, mais de 100% da oferta anual de água já é consumida. **Isto é insustentável!**

A crise de água no planeta já foi anunciada muitas vezes ... Um exemplo dos cenários estudados é:



# DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Índice de Falkenmark:


(1000-1600 m<sup>3</sup>/ano\* pessoa : estresse hídrico;  
500-1000 m<sup>3</sup>/ano\* pessoa : escassez crônica)

- Para uma dieta 2.500 kcal/dia com 20% de proteína animal = 1.083 m<sup>3</sup>/ano\* pessoa
- Água de beber: 2,5 L/d\*p = 0,91 m<sup>3</sup>/ano\*p (1 mL de água por kcal consumida é a necessidade metabólica)
- Consumo doméstico: 250 L/d\*p = 91,25 m<sup>3</sup>/ano\*p

**Total: 1.174 m<sup>3</sup>/ano\*p**

***Demanda***

**Crescimento populacional  
Urbanização  
Industrialização**



Regiões	m <sup>3</sup> /hab/ano
São Paulo	201
Campinas	408
Paranapanema	37236
Estado	2913
Paraná	7446
Pernambuco	1320
Paraíba	1437
Rio de Janeiro	2315
Ceará	2436
Bahia	3028
Piauí	9608
Goias	39185
Amazonas	878929
Brasil	48314

Fonte: Folha de SP



# DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Índice de Falkenmark:

(1000-1600 m<sup>3</sup>/ano\* pessoa : estresse hídrico;  
500-1000 m<sup>3</sup>/ano\* pessoa : escassez crônica)

- Para uma dieta 2.500 kcal/dia com 20% de proteína animal = 1.083 m<sup>3</sup>/ano\* pessoa
- Água de beber: 2,5 L/d\*p = 0,91 m<sup>3</sup>/ano\*p (1 mL de água por kcal consumida é a necessidade metabólica)
- Consumo doméstico: 250 L/d\*p = 91,25 m<sup>3</sup>/ano\*p

**Total: 1.174 m<sup>3</sup>/ano\*p**

## ***Demanda***

Crescimento populacional  
Urbanização  
Industrialização



Regiões	m <sup>3</sup> /hab/ano
São Paulo	201
Campinas	408
Paranapanema	37236
Estado	2913
Paraná	7446
Pernambuco	1320
Paraíba	1437
Rio de Janeiro	2315
Ceará	2436
Bahia	3028

**Com 1000 L (=1 m<sup>3</sup>) de água pode se produzir:**

- ~ 0,140 kg de carne bovina
- ~ 0,500 kg de carne frango
- ~ 0,150 kg de queijo
- ~ 0,250 kg de iogurte
- ~ 0,300 kg de ovos
- ~ 1,000 kg de grãos

# EXEMPLOS DA DEMANDA DE ÁGUA

**Fiat (Betim, MG) – 1997**

318 mil m<sup>3</sup> para produzir 800 veículos  
397 m<sup>3</sup>/ veículo.

**Cerveja:** 20 m<sup>3</sup> de água para produzir 1 m<sup>3</sup> de cerveja.

**Tecido:** 1000 m<sup>3</sup> de água para produzir 1 ton de tecidos.

**Feijão irrigado:** Lâmina de 500 mm/ciclo/ha = 5000 m<sup>3</sup>/ciclo/ha  
Produtividade média de 2000kg/ha  
Demanda média de 2500 m<sup>3</sup>/ton.

**Álcool:** 12 litros de vinhaça para produzir 1 litro de álcool

**Ferro:** 246 m<sup>3</sup> de água para produzir 1 ton de ferro.

# EXEMPLO DA DEMANDA DE ÁGUA DA POPULAÇÃO

**ABASTECIMENTO HUMANO**



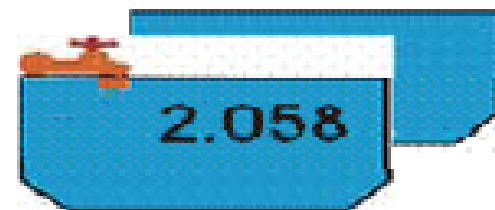
**UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA**



**UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS**



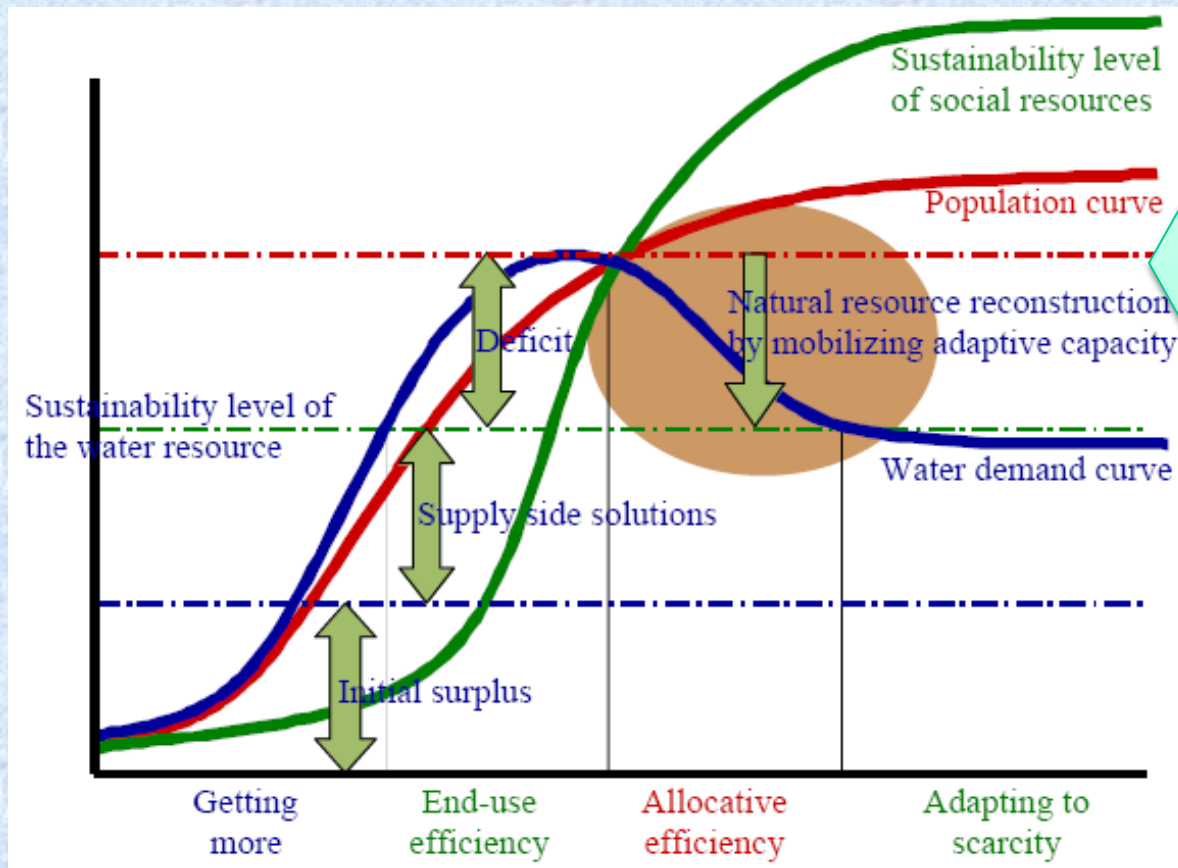
**UTILIZAÇÃO TOTAL POR HABITANTE.DIA**



# EXEMPLOS DA DEMANDA DOMÉSTICA DE ÁGUA

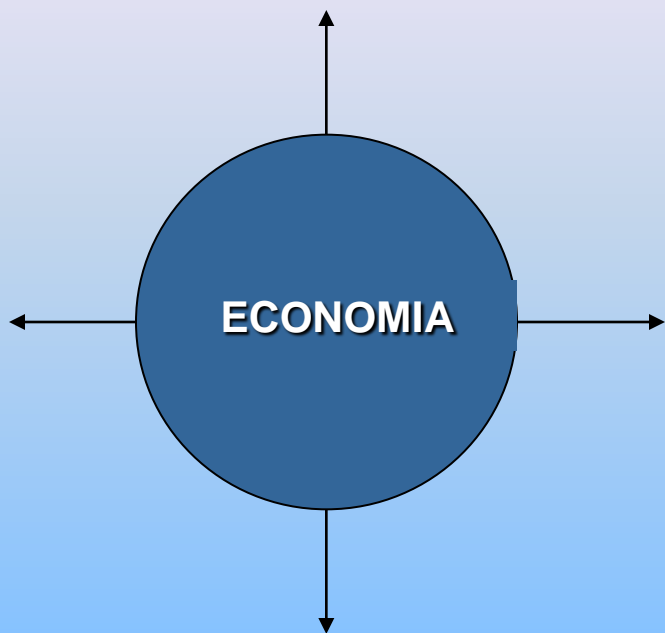
PAIS O REGIÃO	LITROS/ CAPITA - DIA
USA	350
EUROPA	200
HAITI	13,7
CHINA	74
INDIA	130
BRASIL	250

# DESENVOLVIMENTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS – ANÁLISE QUALITATIVA



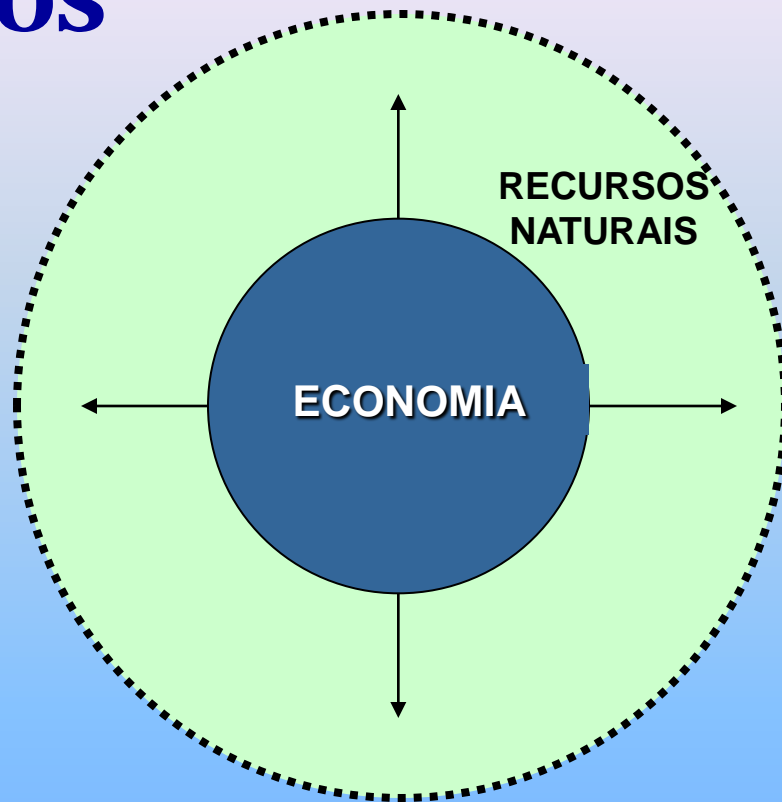
**Aumenta a População ...  
Aumenta a Demanda ... A crise só é evitável com o uso consciente do recurso hídrico**

# SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS



**CRESCIMENTO DA ECONOMIA DE FORMA AUTÔNOMA**

- *Anti ambientalista*
- *Livre mercado*
- *Exploração dos Recursos Naturais*
- *Sustentabilidade muito frágil*



**CRESCIMENTO DA ECONOMIA RESTRITO PELO RECURSOS NATURAIS**

- *Ambientalismo radical*
- *Conservação radical dos Recursos Naturais*
- *Sustentabilidade muito forte*

# Situação mundial

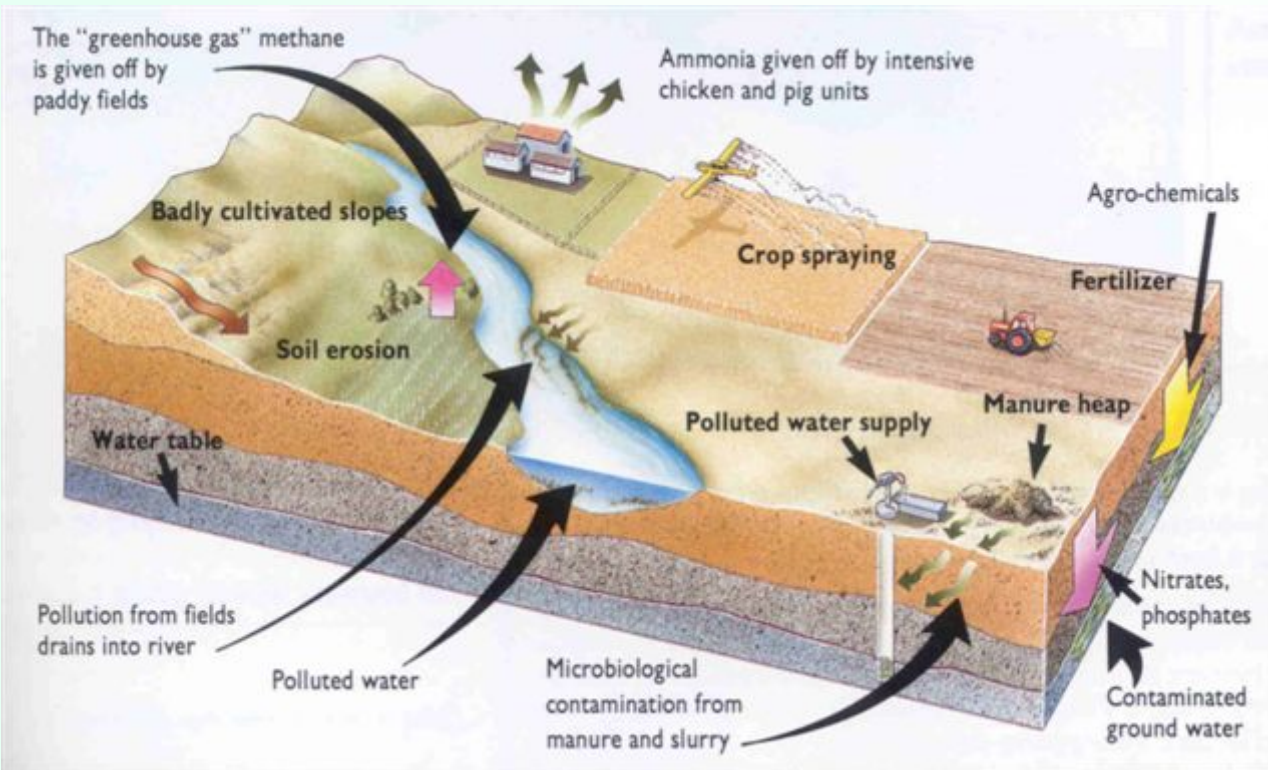


- Segundo a FAO (2001) a área irrigada mundial em 1998 era de 271 milhões de hectares.
- E, segundo o Worldwatch Institute (1996), a área irrigada representaria 17% da área mundial cultivada, mas...
- ... seria responsável por 40 % da produção mundial de alimentos.

# AGRICULTURA VISTA COMO VILÃ (E A SUSTENTABILIDADE ?)

- ALTO USO CONSUNTIVO EM CULTIVOS IRRIGADOS

- ELEVADO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO



-Lixiviação de fertilizantes

-Salinização dos solos

-Lavagem de pesticidas

-Carreamento de partículas do solo (EROSÃO + ASSOREAMENTO)

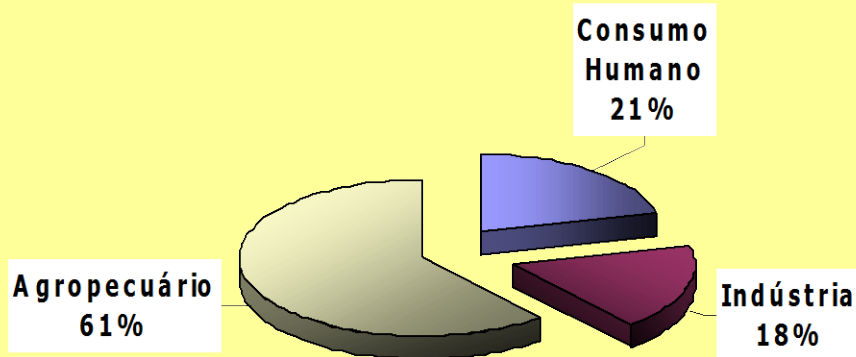
**SOLUÇÃO → RACIONALIZAR**



# Impactos negativos

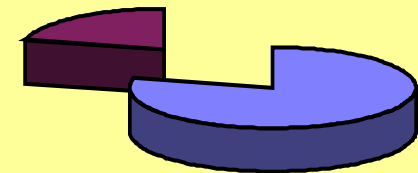
## Consumo excessivo dos recursos hídricos:

A escassez de água em uma bacia hidrográfica pode gerar conflitos de ordem social.



## Uso da disponibilidade hídrica de referência da bacia no meses mais secos do ano.

Vazão não utilizada  
21%



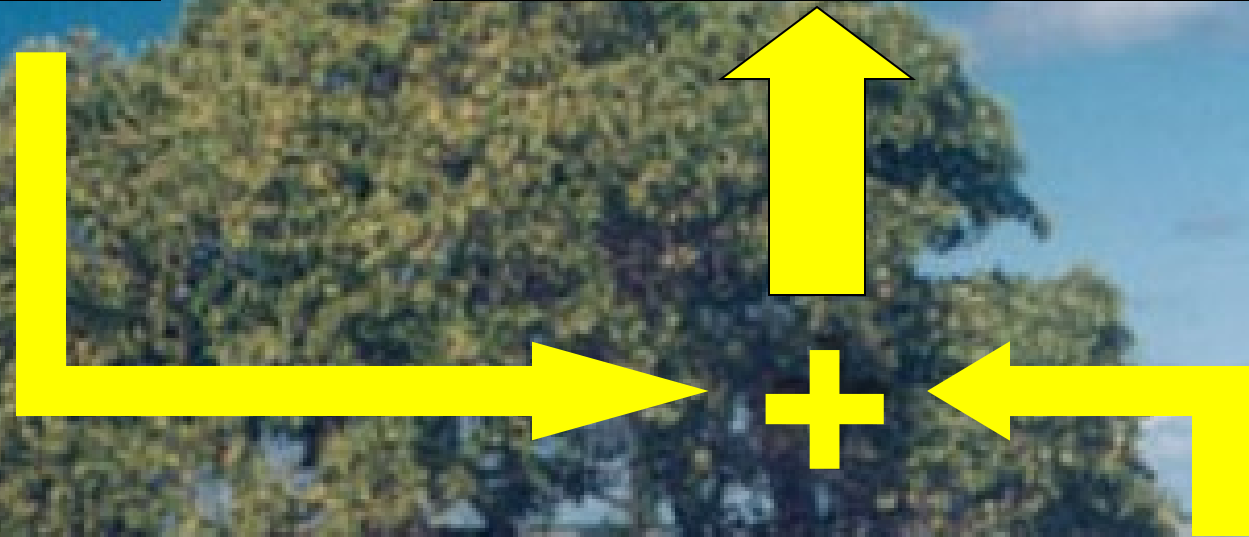
Vazão utilizada  
79%

## Alguns conceitos

**Transpiração**



**Evapotranspiração**



**Evaporação**



## Alguns conceitos

### Evaporação

Evaporação da água do solo. A intensidade da evaporação diminuirá com o aumento da profundidade do lençol freático.

### Transpiração

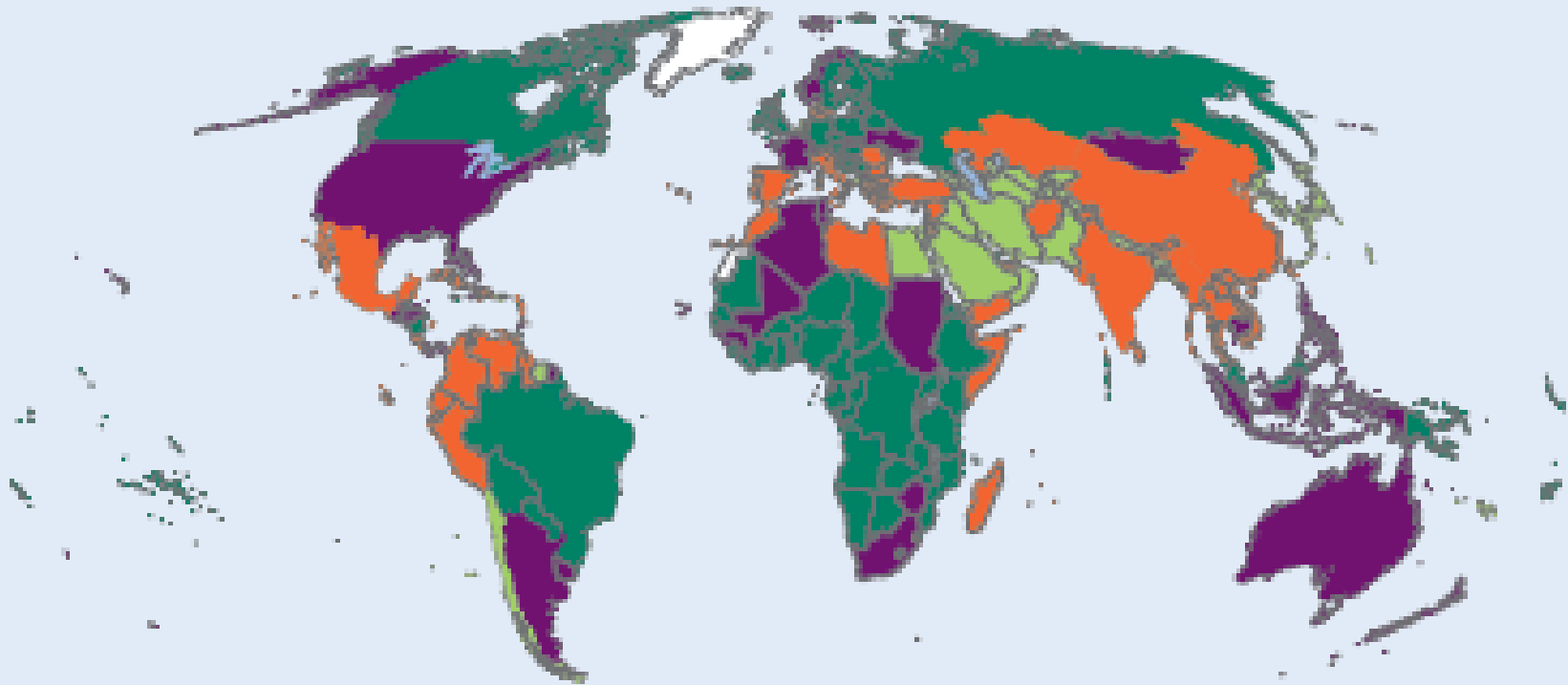
É o processo biofísico pelo qual a água vai da planta para a atmosfera através dos estômatos, sob a forma de vapor.

### Evapotranspiração

Pode ser definida como a quantidade de água evaporada e transpirada por uma superfície com vegetal durante um determinado período.

# SITUAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS NO MUNDO

■ Less than 5% ■ 5%–15% ■ 15%–40% ■ More than 40% □ No data □ Inland water bodies

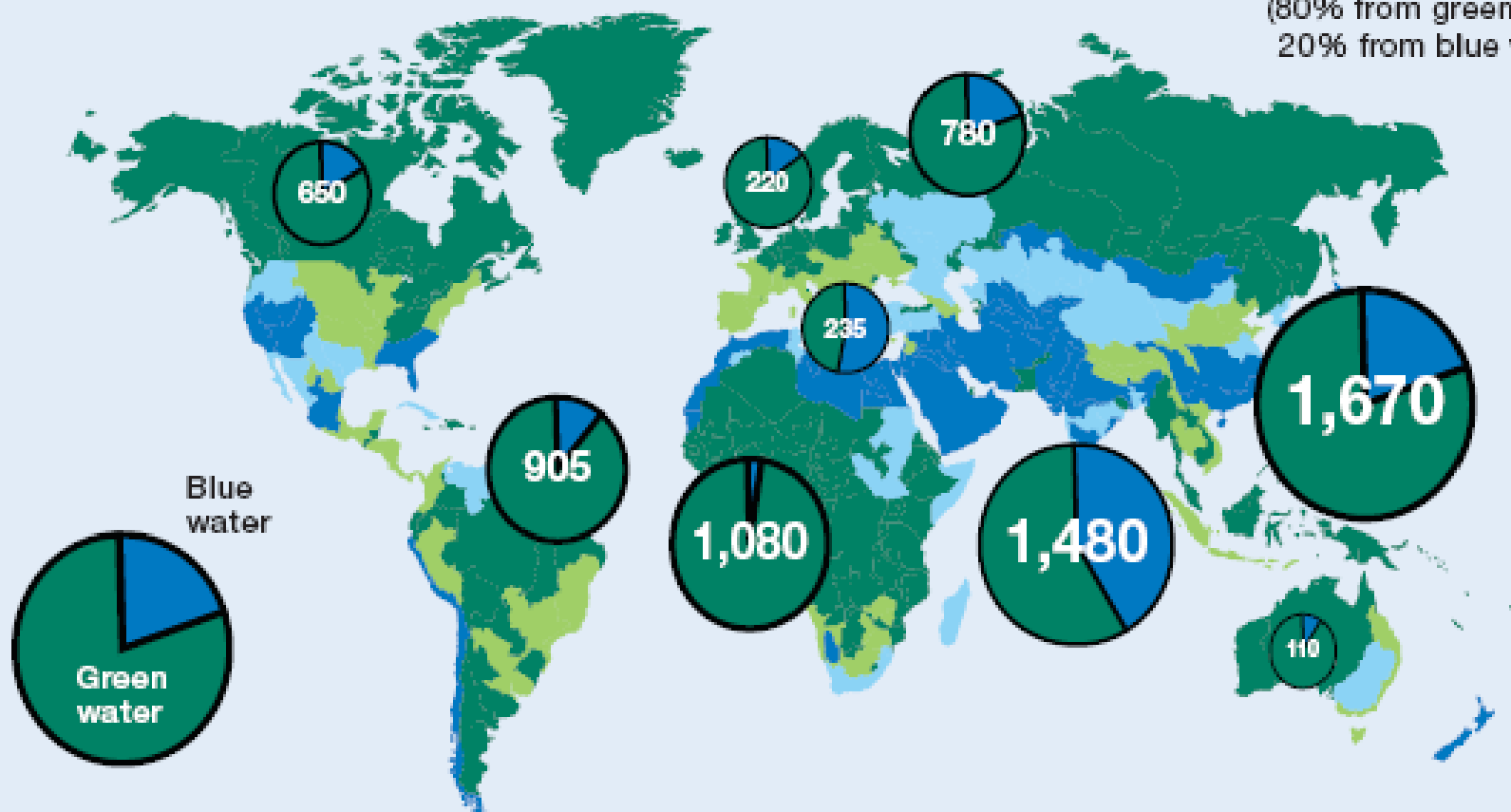


Source: FAO 2006a.

# A AGRICULTURA IRRIGADA NO BRASIL E O MUNDO

- More than half of production from rainfed areas
- More than half of production from irrigated areas
- More than 75% of production from rainfed areas
- More than 75% of production from irrigated areas

Global total:  
7,130 cubic kilometers  
(80% from green water,  
20% from blue water)



# DEMANDA DE ÁGUA UTILIZADA PARA PRODUZIR ALIMENTOS

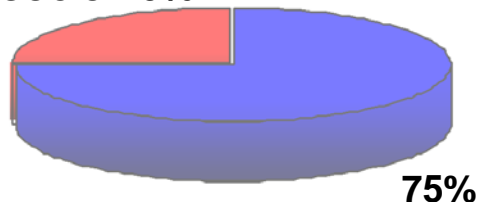
(litros de água evapo-transpirados / kg  
produzido)

PRODUTO	USA	CHINA	INDIA	MUNDO
Trigo	1390	1280	2560	1790
Arroz	1920	1370	3700	2380
Milho	670	1190	4350	1390
Carne	10060	12900	14379	9680

# AGRONEGÓCIO & IRRIGAÇÃO

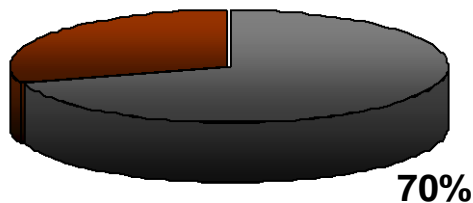
## VALOR DA PRODUÇÃO

AGRONEGÓCIO 25%



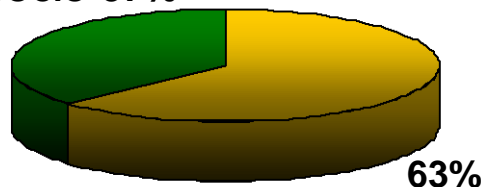
## EXPORTAÇÕES

AGRONEGÓCIO 30%

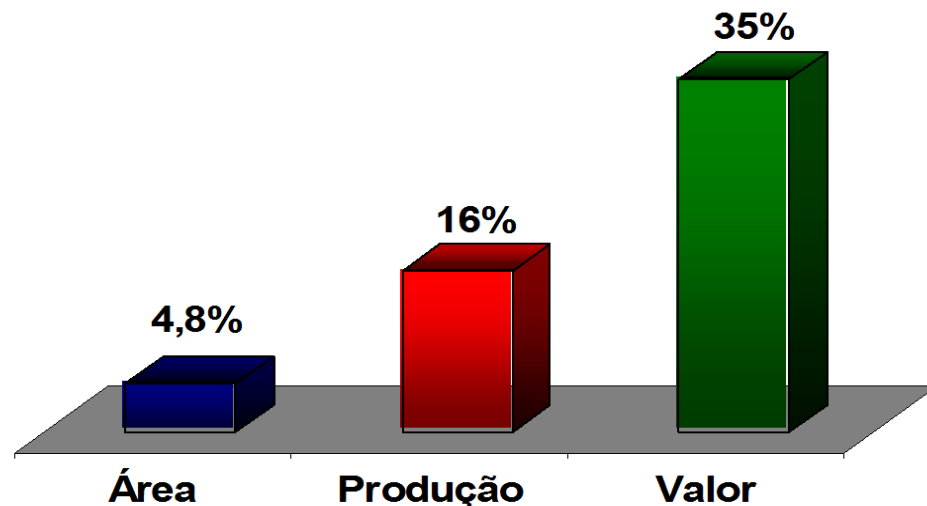


## EMPREGO

AGRONEGÓCIO 37%



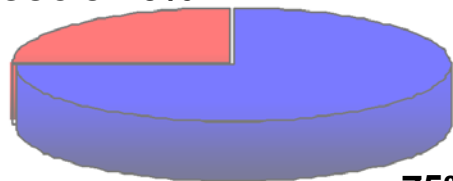
## AGRICULTURA IRRIGADA NO AGRONEGÓCIO



# AGRONEGÓCIO & IRRIGAÇÃO

## VALOR DA PRODUÇÃO

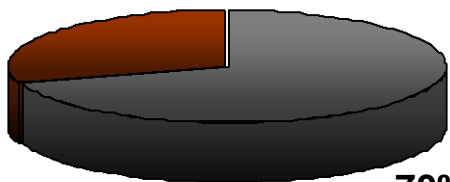
AGRONEGÓCIO 25%



75%

## EXPORTAÇÕES

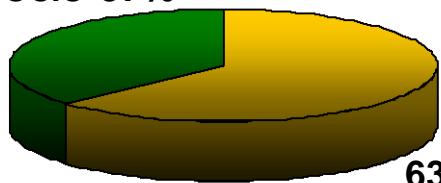
AGRONEGÓCIO 30%



70%

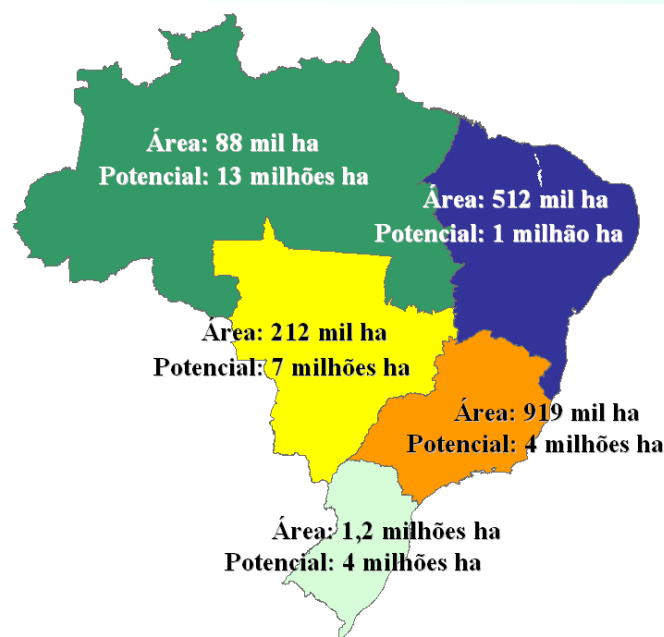
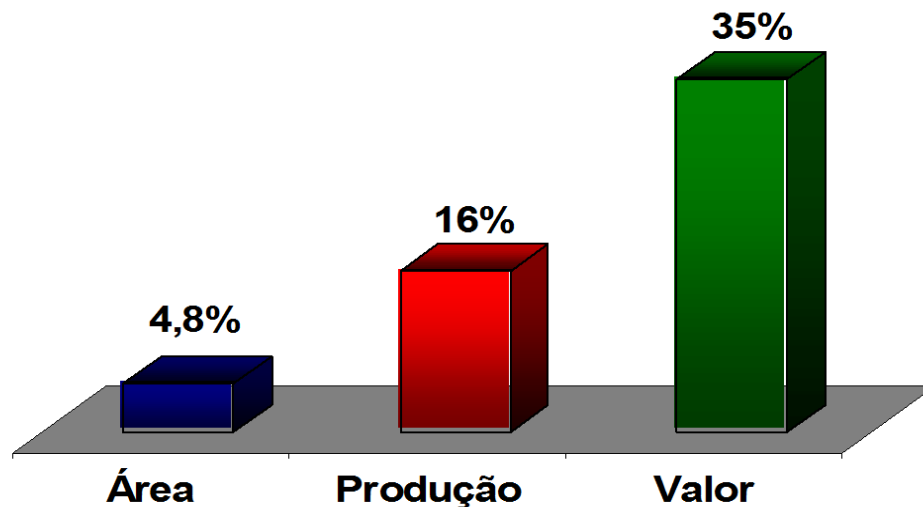
## EMPREGO

AGRONEGÓCIO 37%



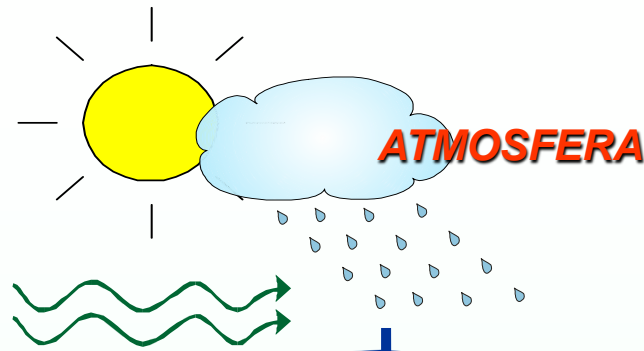
63%

## AGRICULTURA IRRIGADA NO AGRONEGÓCIO





# LINHAS DE PESQUISA & CONTRIBUIÇÕES



- Manejo da água via clima
- Estações meteorológicas
- Modelos de ET
- Climatologia

- Manejo do ambiente
- Manejo da água
- Fertirrigação
- Modelos de consumo de água

**AMBIENTE  
PROTEGIDO**

- Métodos de irrigação
- Eficiência de irrigação



**PLANTA**

- ET das culturas
- Kc
- Manejo da água via planta
- Cultura Irrigada



- Manejo da água via solo
- Metodologias de amostragem
- Variabilidade espacial
- Fertirrigação

# Lei 9.433/97– Lei das Águas

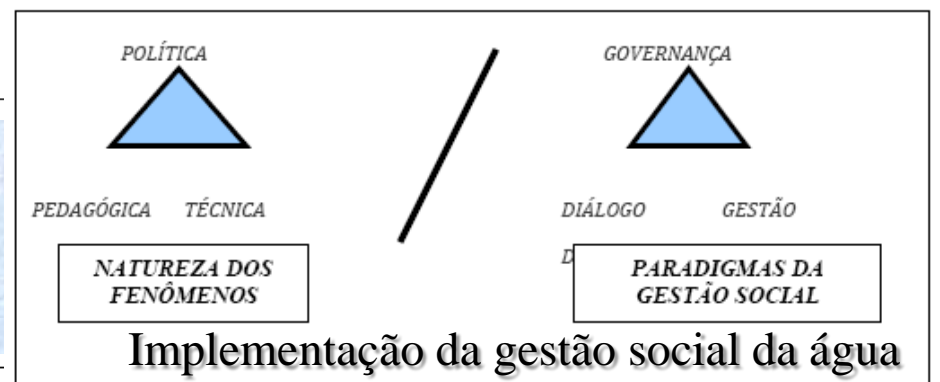


- ✓ ***Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos***
- ✓ ***Cria o SNGRH (Conselho Nacional, Estadual, Comitês de Bacias, Agências de Águas, ANA)***
- ✓ ***Institui cinco instrumentos de gestão para atingir os objetivos da PNRH:***
  - ✓ ***Outorga***
  - ✓ ***Cobrança***
  - ✓ ***Plano de Recursos Hídricos***
  - ✓ ***Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso ...preponderante***
  - ✓ ***Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos***

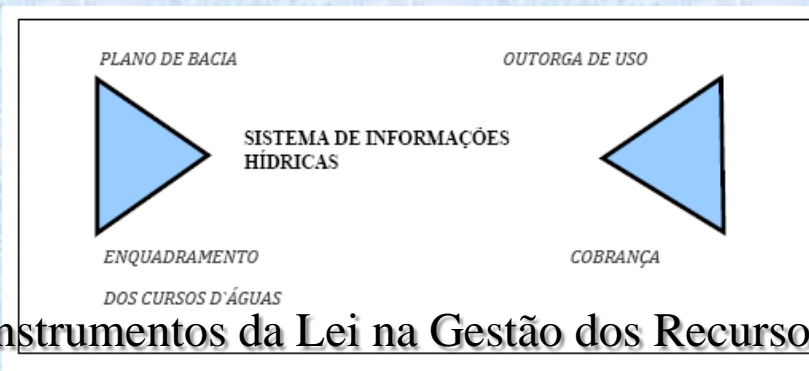
# Lei 9.433 – Gestão social do bem público e Instrumentos legais



Gestão da água com bem público



Implementação da gestão social da água

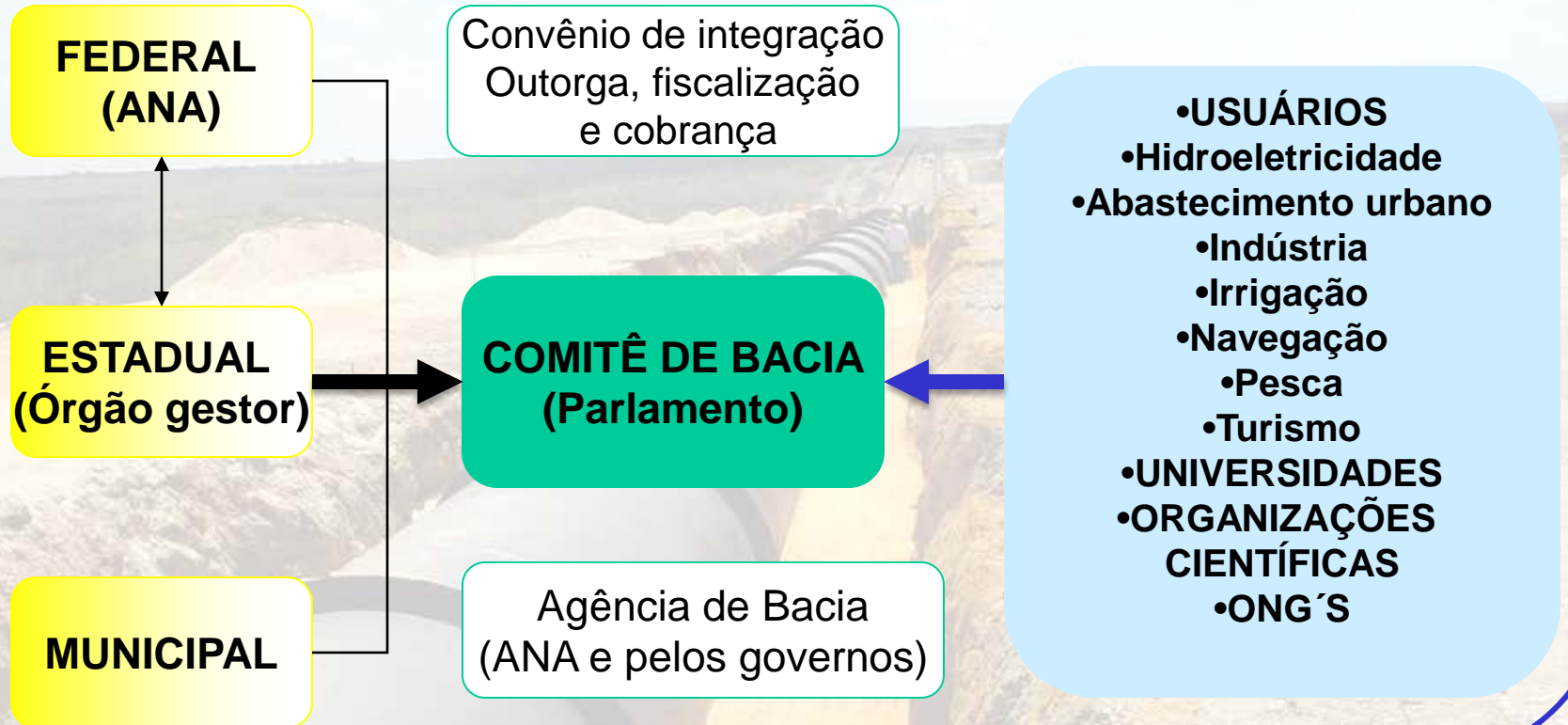


Instrumentos da Lei na Gestão dos Recursos Hídricos

# ORGANIZAÇÃO DA GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

## Governamental

## Não Governamental





Comitê das Bacias Hidrográficas dos  
Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

## ESTRUTURA DOS Comitês PCJ

Plenários (CBH-PCJ + PCJ FEDERAL)

### DIRETORIA

Presidente; Vice-Presidentes; Secretario Executivo

### Câmara Técnica de Planejamento (membros dos Plenários do CBH-PCJ e PCJ FEDERAL)

**CT-AS**

Água  
Subterrâneas

**CT-EA**

Educação  
Ambiental

**CT-ID**

Integração de  
Difusão de  
Pesquisas e  
Tecnologias

**CT-MH**

Monitoramento  
Hidrológico

**CT-OL**

Outorgas  
e  
Licenças

**CT-PB**

Plano de  
Bacias

**GT-Agência**

**GT-Cobrança**

**CT-RN**

Proteção e  
Conservação  
dos Recursos  
Naturais

**CT-SA**

Saneamento

**CT-SAM**

Saúde  
Ambiental

**CT-Rural**

Uso e  
Conservação  
da Água no  
Meio Rural

**Dos 144 Comitês funcionando no país, 21 representam o Estado de São Paulo (22 UGRHI).**



**JUNTA DO CBH-PCJ, DO**

*gestão dos Recursos Hídricos nas*

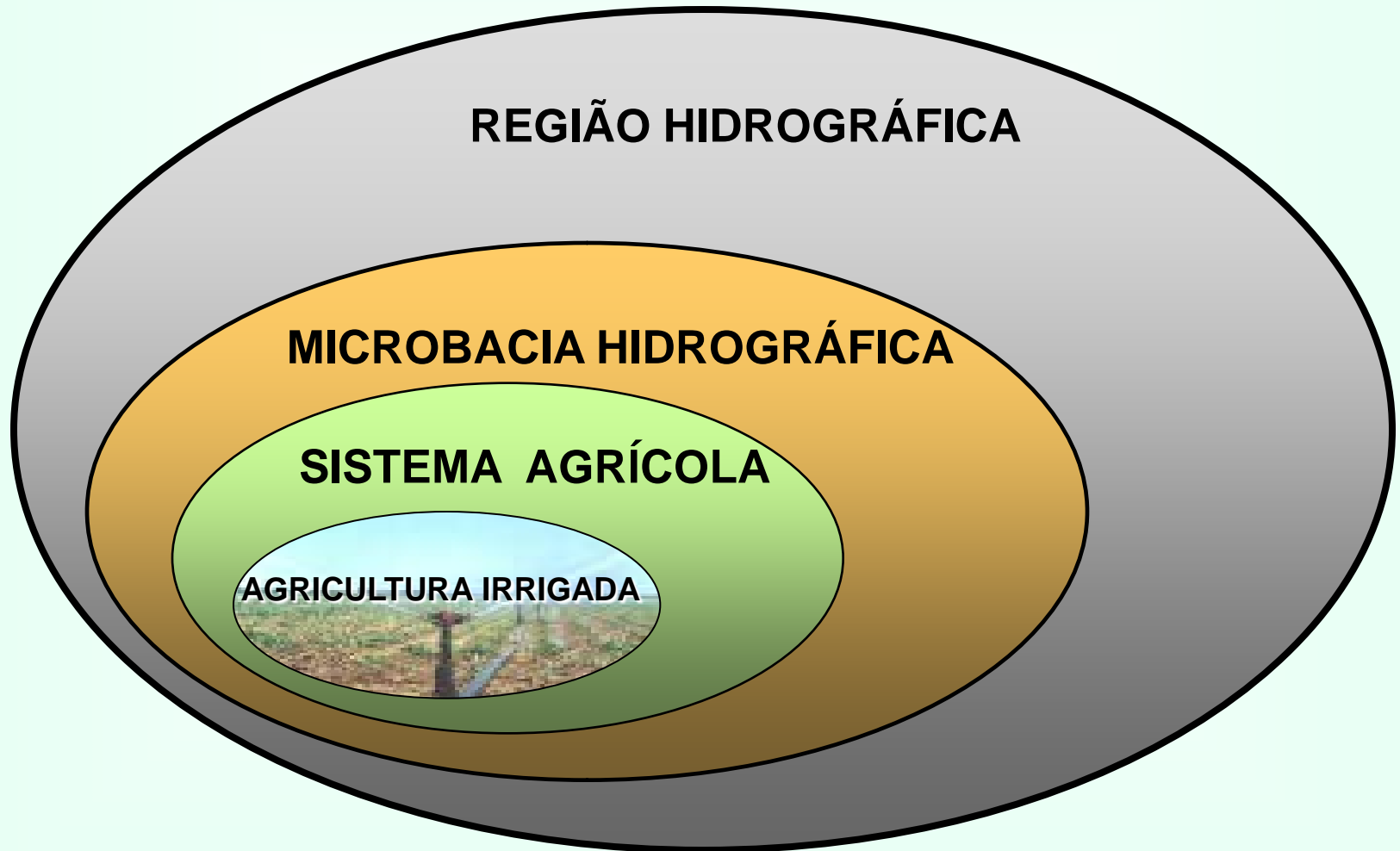
Teatro Municipal (Parque o



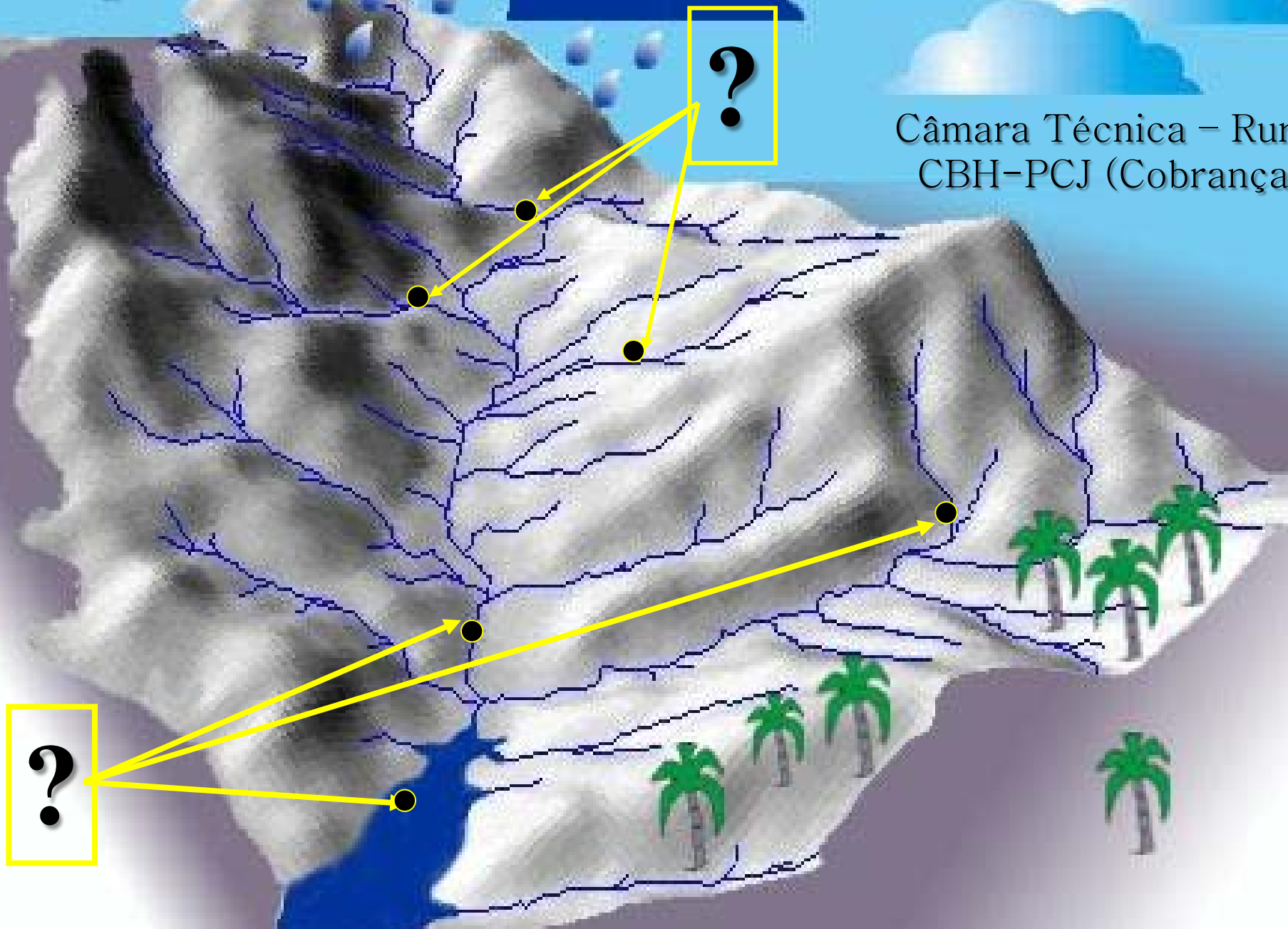




# RECURSOS HIDRICOS E AGRICULTURA IRRIGADA



# A Bacia Hidrográfica e as atividades agrícolas

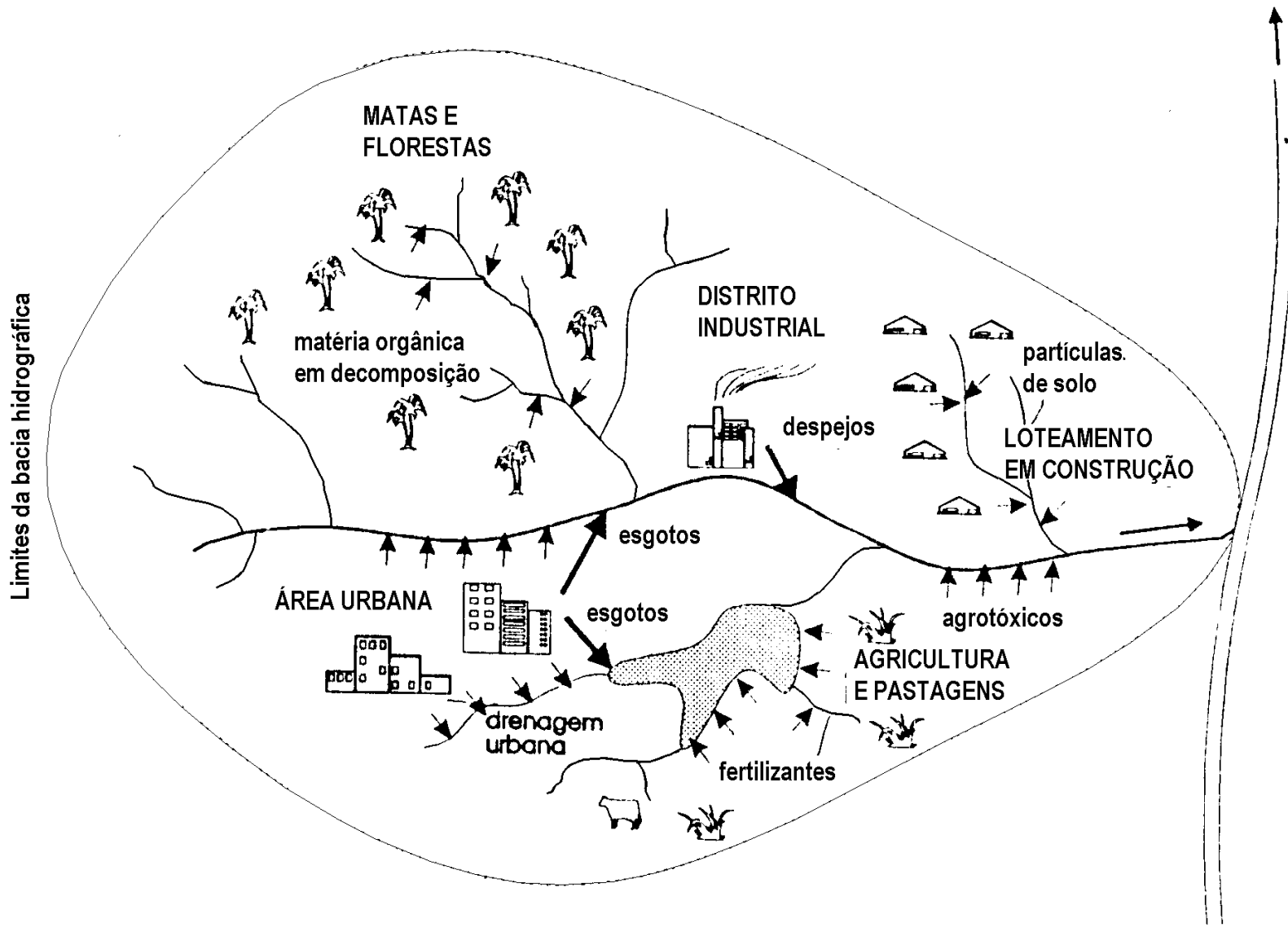


Câmara Técnica – Rural  
CBH-PCJ (Cobrança)

?

?

# A Bacia Hidrográfica e a Dimensão Ambiental



# A Bacia Hidrográfica e o Saneamento

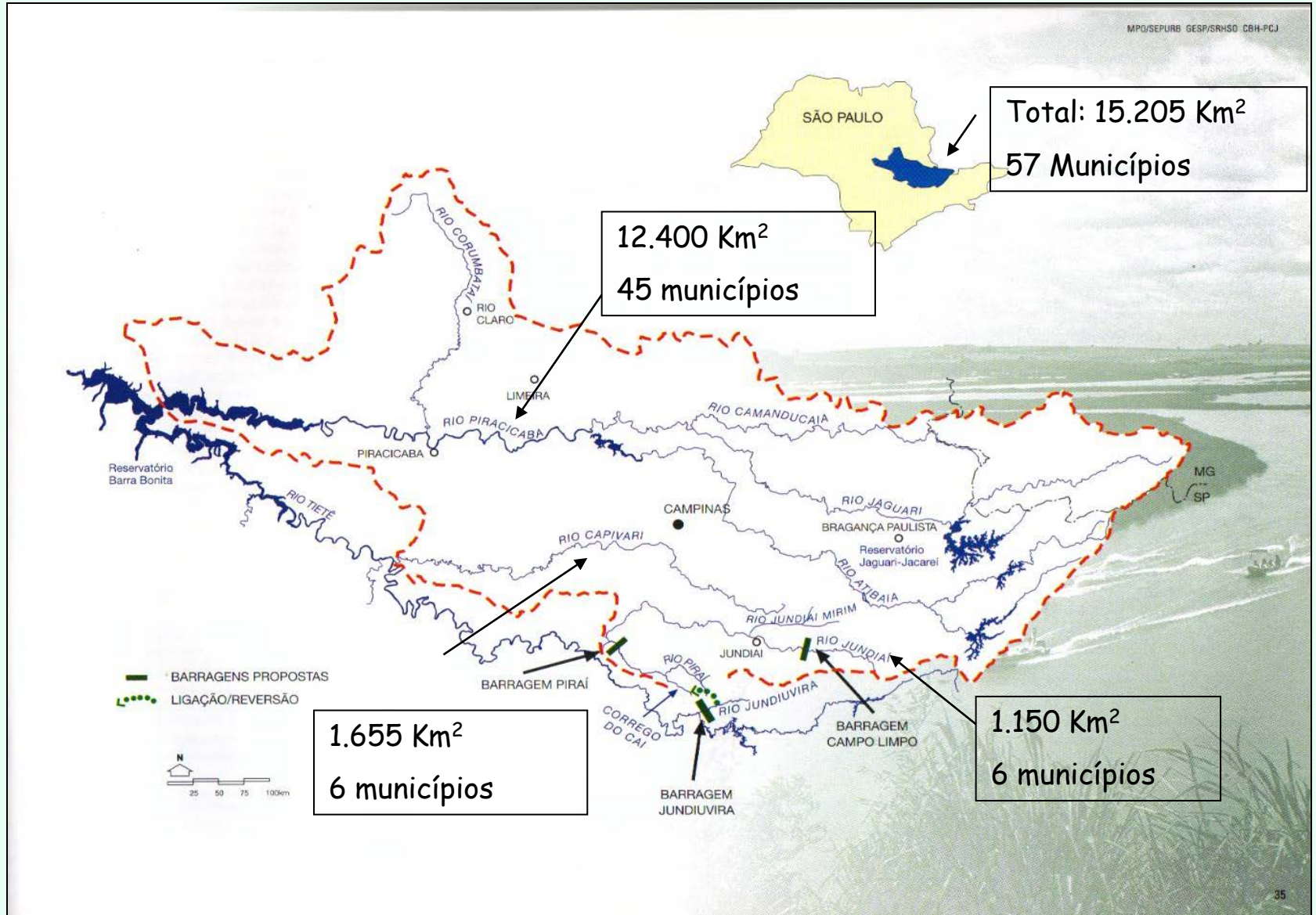
- A lógica gravitacional
- A relação Causa-Efeito
- A bacia como unidade de planejamento
- Mudança de paradigma

“Os Rios Refletem  
A Organização de  
Um Povo”

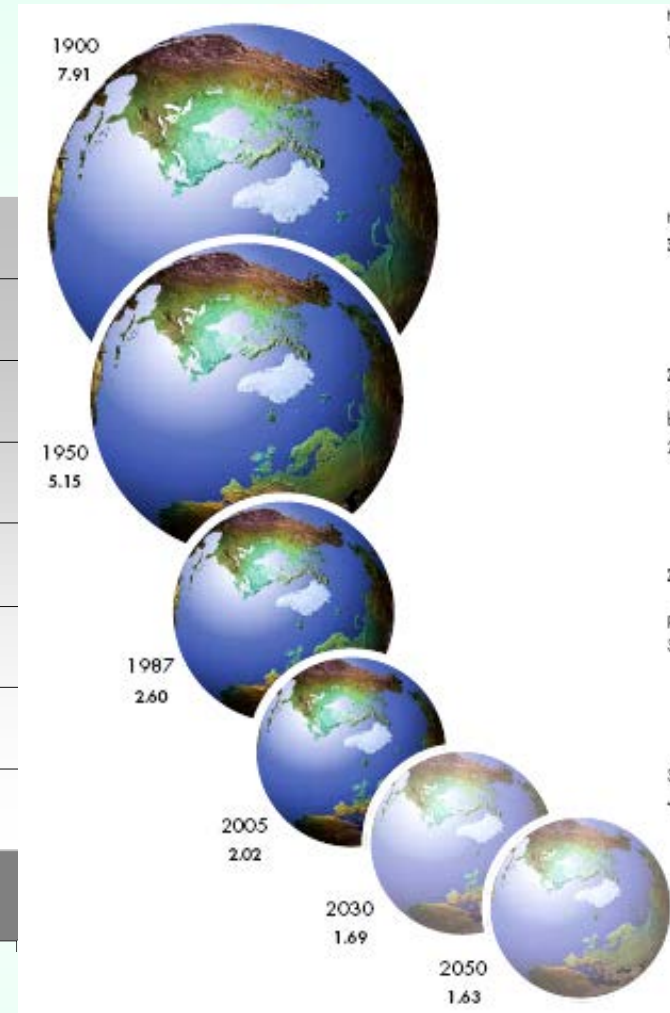
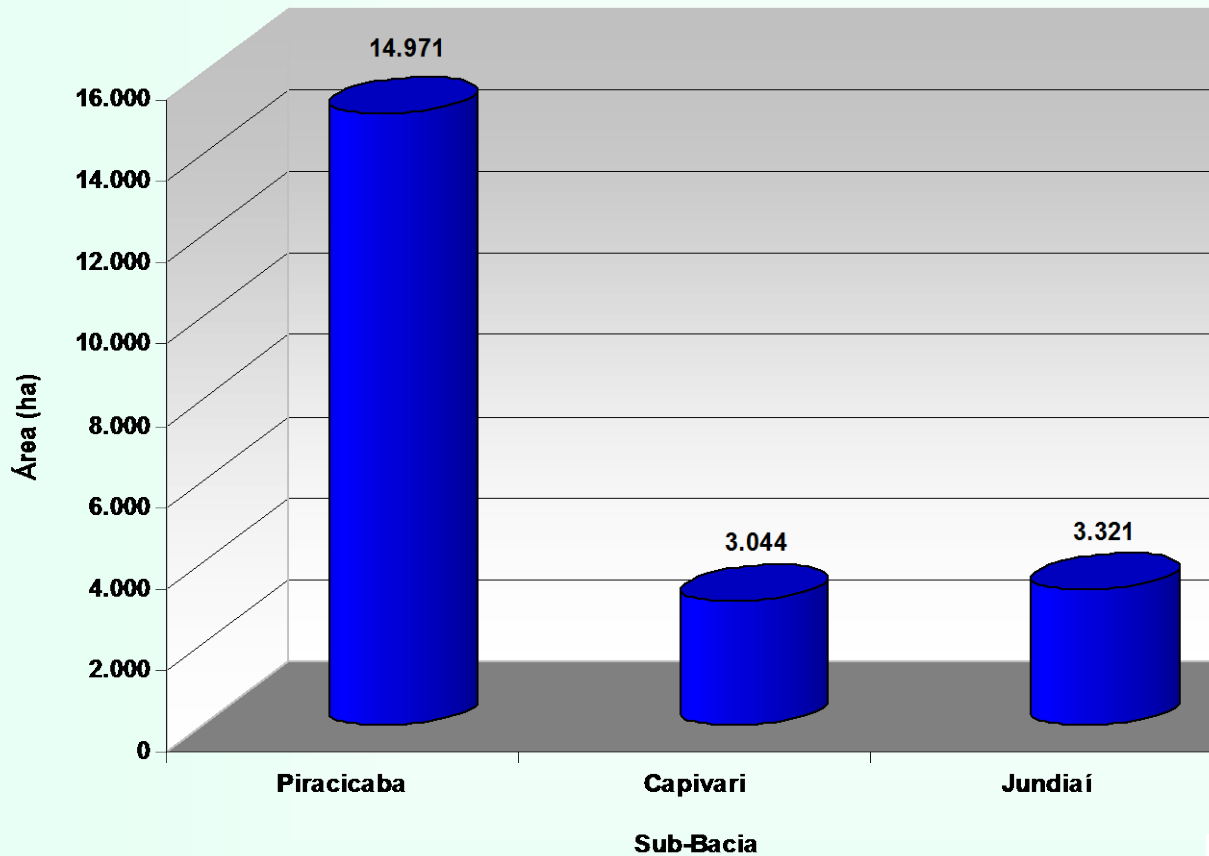


# CARACTERIZAÇÃO DAS BH-PCJ NO ESTADO DE SÃO PAULO

MPO/SEPURB GESP/SRHSO CBH-PCJ

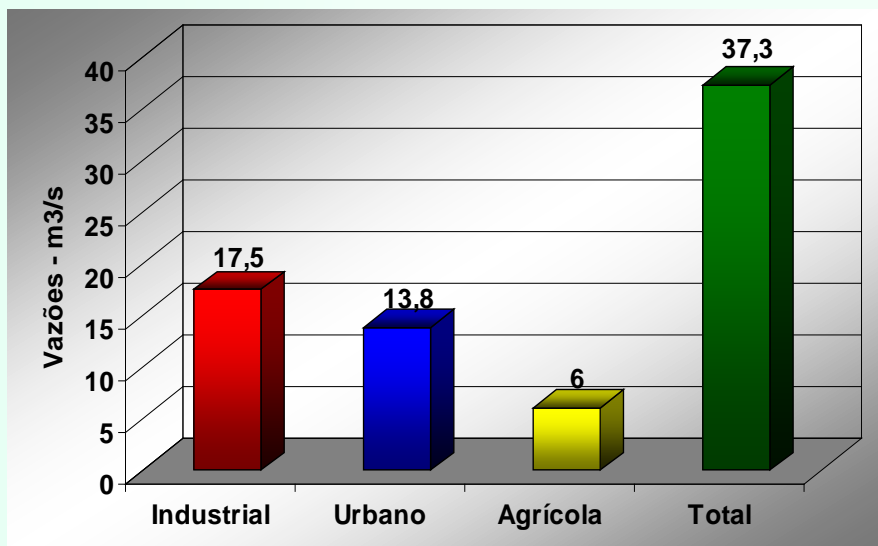


# ÁREAS IRRIGADAS NA BACIA-PCJ

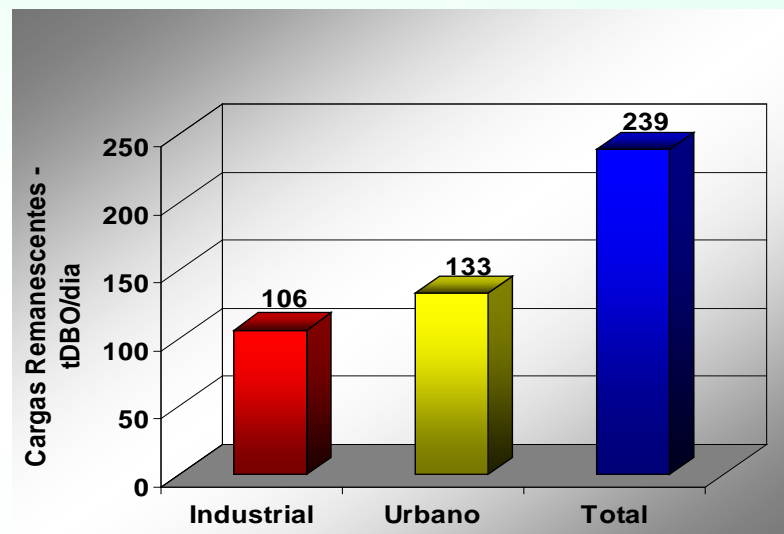


**Hectares por  
pessoa no planeta**

# DEMANDA DE ÁGUA NA BH-PCJ



	m³/s	%
Industrial	17,5	47
Urbano	13,8	37
Agrícola	6,0	16
Total	37,3	100



	tDBO/dia	%
Industrial	106	44
Urbano	133	56
Total	239	100

**Maiores Captações: Atibaia, Jaguari, Piracicaba**

# USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS



**ESGOTO:**

- INDUSTRIAL
- DOMÉSTICO
- ATERROS SANITÁRIOS

HIPOTESE DE 80 MILHÕES DE HABITANTES\* E 16 MILHÕES M<sup>3</sup>/DIA DE ÁGUA\*

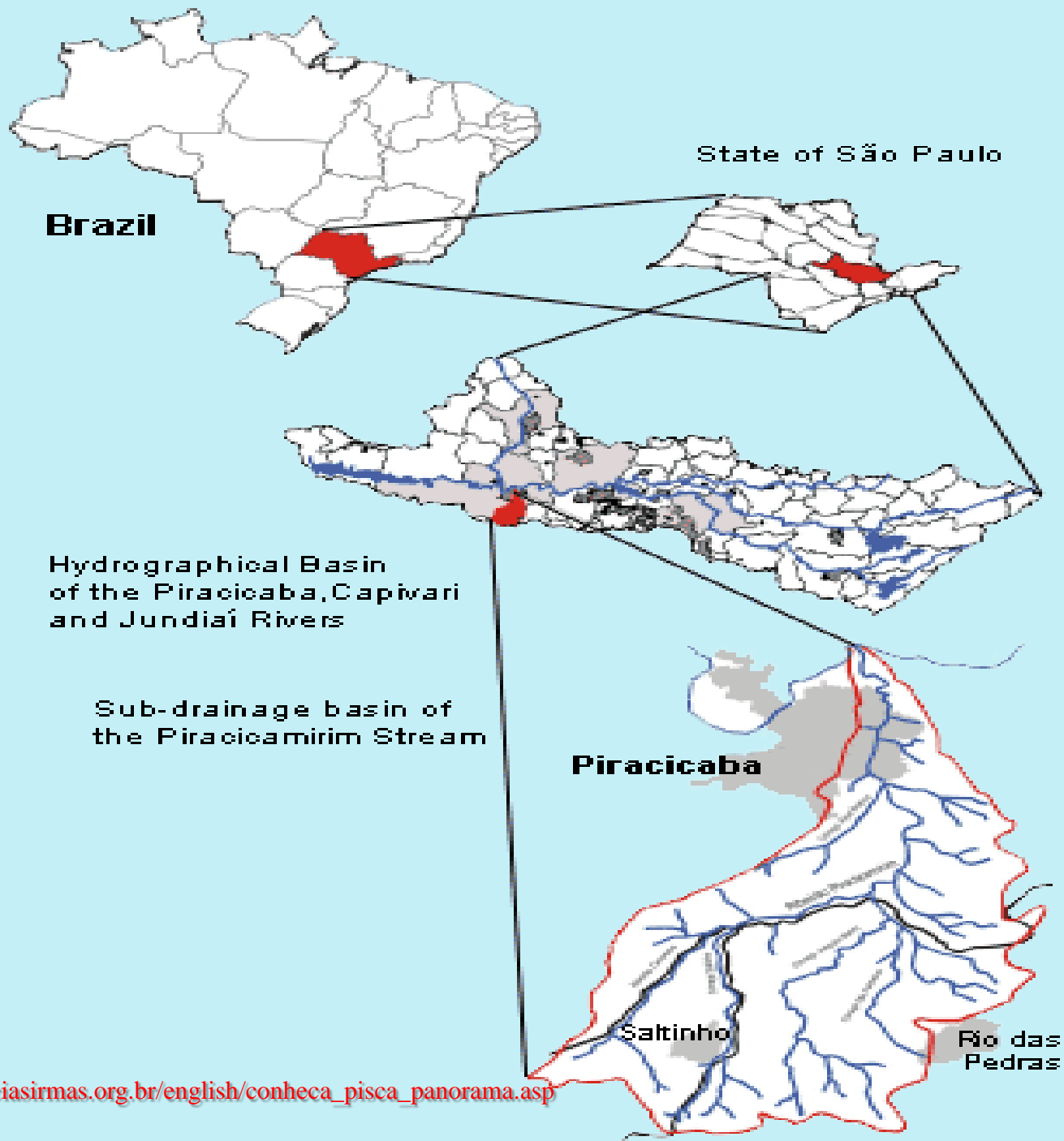
**80 MILHÕES DE  
HABITANTES**

**16 milhões m<sup>3</sup>/dia  
Água residuárias**

**IRRIGAÇÃO  
GOTEJAMENTO**

**1 milhão de hectares de  
citros**

















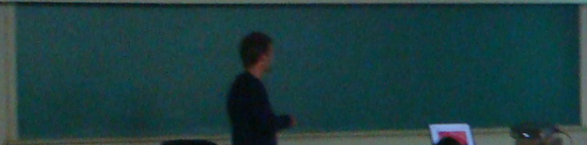




# Como participar?

- Participando...
- Modelos serão sempre úteis...
- Monitoramento...
- Universidade da Água...
- Aperfeiçoando o processo de cobrança..
- Pagamentos por serviços ambientais..







PARTECIPE DO  
ABASTO ALINHADO

ESSE ANO PELA ESTERILIZAÇÃO DO CARIÓTIPO

VIAGENS  
PARA A BACIA DO RIO ZINZIBUBA



SECRETARIA DE SAÚDE

INFORMAÇÕES: (13) 3403.6500 ou pela site: [www.camarapiracicaba.sp.gov.br](http://www.camarapiracicaba.sp.gov.br)

MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI

ENDEREÇO:

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PRATA

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA

SUB-BACIA DO RIO PIRACICAMIRIM

RUA MARIA TARSIA, 121

[mvfolega@esalq.usp.br](mailto:mvfolega@esalq.usp.br)



**MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO**