

**Universidade Federal de Viçosa – UFV**  
**Departamento de Engenharia Agrícola – DEA**  
**Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos – GPRH**

# **USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS**

**Fortaleza – Ceará**  
**13/06/2008**

Demetrius David da Silva - DEA/UFV  
E-mail: [demetrius@funarbe.org.br](mailto:demetrius@funarbe.org.br)  
Tel: 55 (031)3899-7310  
Home-page: [www.ufv.br/dea/gprh](http://www.ufv.br/dea/gprh)

## Escassez qualitativa



Imagem comum na Bacia do São Francisco, nas periferias da RMBH  
Fonte: PROJETO MANUELZÃO







# Doenças de Veiculação Hídrica



Febre Tifóide, Cólera, Dengue,  
Diarréia, Hepatite, Leptospirose,  
Schistosomose e outras.

# Escassez quantitativa



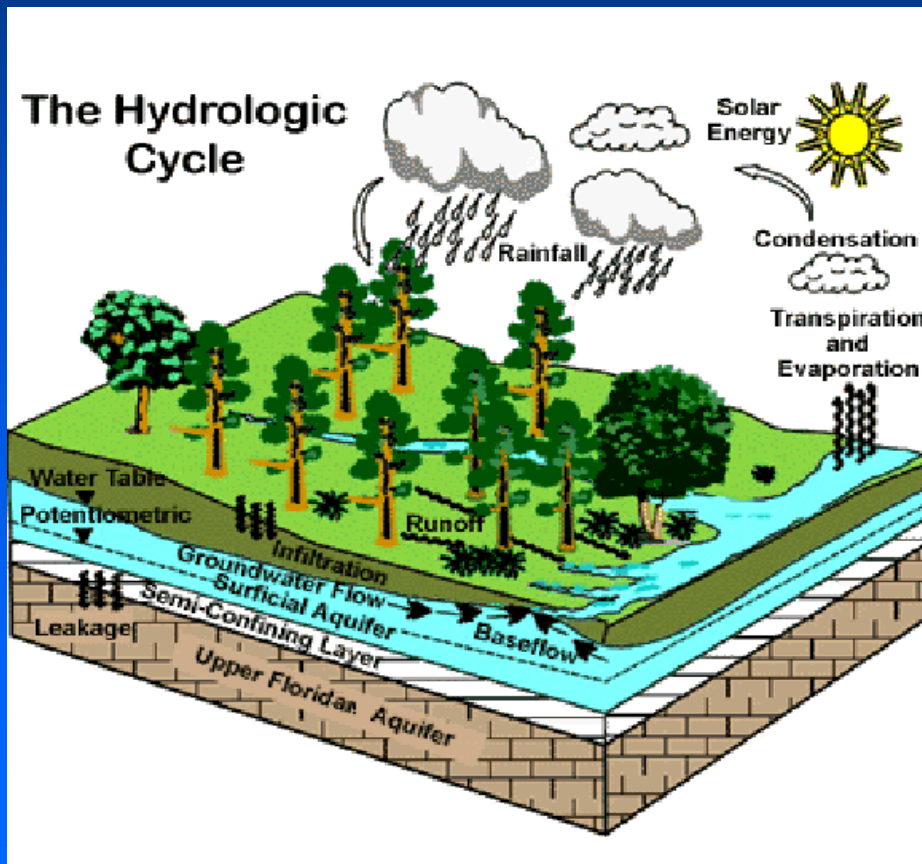






# Disponibilidade mundial de água

- ⇒ A água é um recurso natural, renovável pelos processos físicos do ciclo hidrológico.
- ⇒ O ciclo hidrológico pode ser descrito como um fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre (continentes e oceanos) e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre.



**Evaporação**  
**Transpiração**  
**Precipitação**  
**Interceptação**  
**Infiltração**  
**Escoamento subterrâneo**  
**Escoamento sub-superficial**  
**Escoamento superficial**  
**Percolação profunda**  
**Capilaridade**

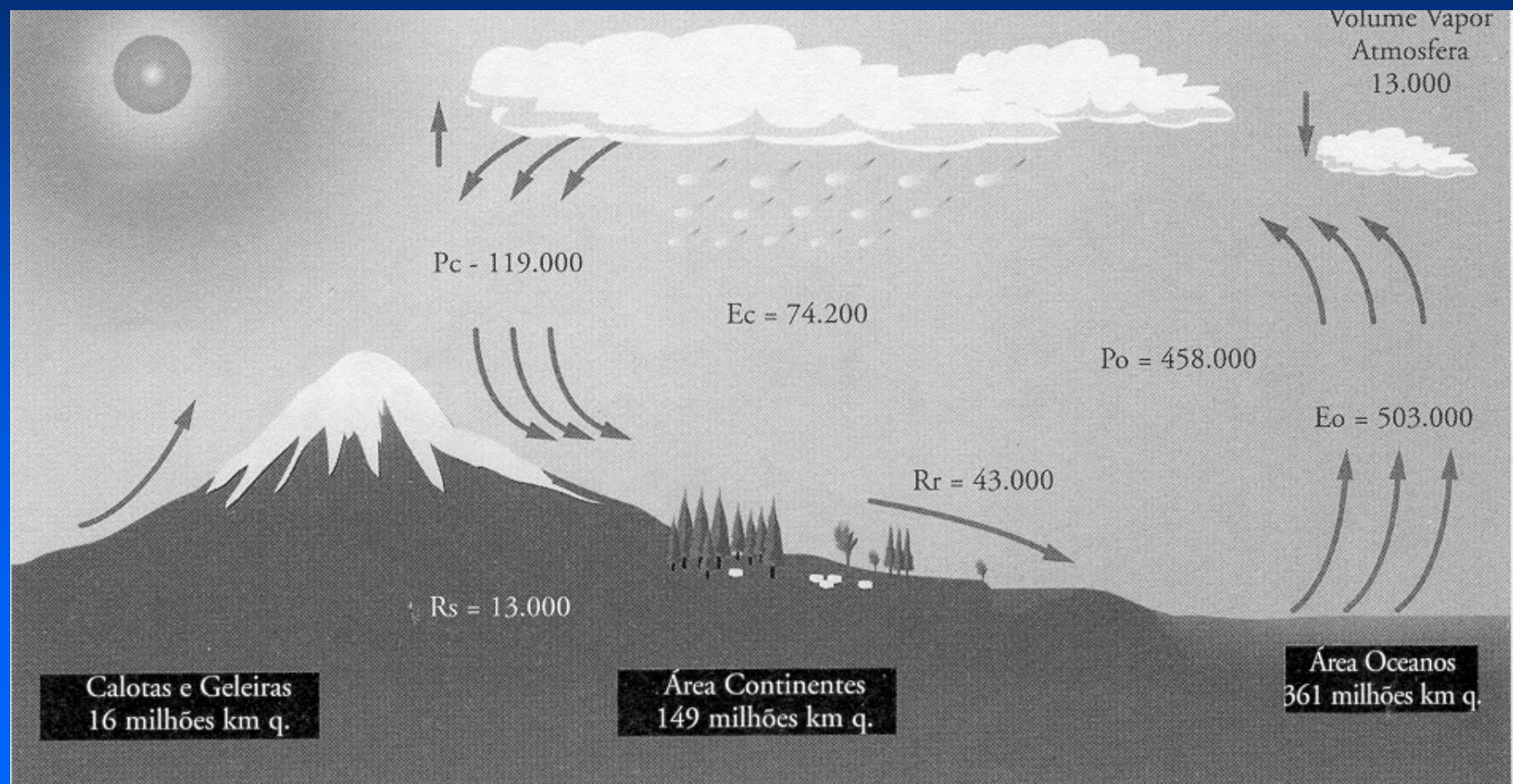
# Áreas, volumes totais e relativos de água dos principais reservatórios da Terra

Reservatório	Área (10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> )	Volume (10 <sup>6</sup> km <sup>3</sup> )	% do Volume Total	% do Volume de água doce
<i>Oceanos</i>	361.300	1.338	96,5	-
<i>Subsolo</i>	134.800	23,4	1,7	-
Água doce		10,53	0,76	29,9
Umidade do solo		0,016	0,001	0,05
<i>Calotas polares</i>	16.227	24,1	1,74	68,9
Antártica	13.980	21,6	1,56	61,7
Groenlândia	1.802	2,3	0,17	6,68
Ártico	226	0,084	0,006	0,24
<i>Geleiras</i>	224	0,041	0,003	0,12
<i>Solos gelados</i>	21.000	0,300	0,022	0,86
<i>Lagos</i>	2.059	0,176	0,013	0,26
Água doce	1.236	0,091	0,007	
Água salgada	822	0,085	0,006	
<i>Pântanos</i>	2.683	0,011	0,0008	0,03
<i>Calha dos rios</i>	14.880	0,002	0,0002	0,006
<i>Biomassa</i>		0,001	0,0001	0,003
<i>Vapor atmosférico</i>		0,013	0,001	0,04
<b>Totais</b>	<b>510.000</b>	<b>1.386,00</b>	<b>100,00</b>	<b>-</b>
<b>Água doce</b>		<b>35,00</b>	<b>2,53</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Shiklomanov in IHP/UNESCO, 1998



# Volume de água em circulação na Terra, em $\text{km}^3/\text{ano}$





# Balanço Precipitação/Evapotranspiração nos diferentes continentes

Região	Precipitação		Evapotranspiração		Excedente hídrico	
	(mm/ano)	(km <sup>3</sup> /ano)	(mm/ano)	(km <sup>3</sup> /ano)	(mm/ano)	(km <sup>3</sup> /ano)
Europa	700	8.290	507	5.320	283	2.970
Ásia	740	32.200	416	18.100	324	14.100
África	740	22.300	587	17.700	153	4.600
América do Norte	756	18.300	418	10.100	339	8.180
América do Sul	1.600	28.400	910	16.200	685	12.200
Austrália e Oceania	791	7.080	511	4.570	280	2.510
Antártica	165	2.310	0	0	165	2.310
Totais	800	119.000	485	72.000	315	47.000

Fonte: IHP/UNESCO, 1998



# ÁGUA x RECURSOS HÍDRICOS

⇒ O termo **água** refere-se, via de regra, ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização.

⇒ Por sua vez, o termo **recurso hídrico** é a consideração da água como bem econômico, passível de utilização com tal fim.

⇒ A água da Terra não é, necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica.

⇒ A escassez, também, pode decorrer de **aspectos qualitativos**, quando a poluição afeta de tal forma a qualidade, que os padrões excedem aos admissíveis para determinados usos.



# ESCASSEZ DE ÁGUA

⇒ A escassez de água é causada por uma combinação de fatores:

## 1) Aumento efetivo do consumo:

- crescimento populacional exagerado
- expansão industrial
- aumento das áreas irrigadas

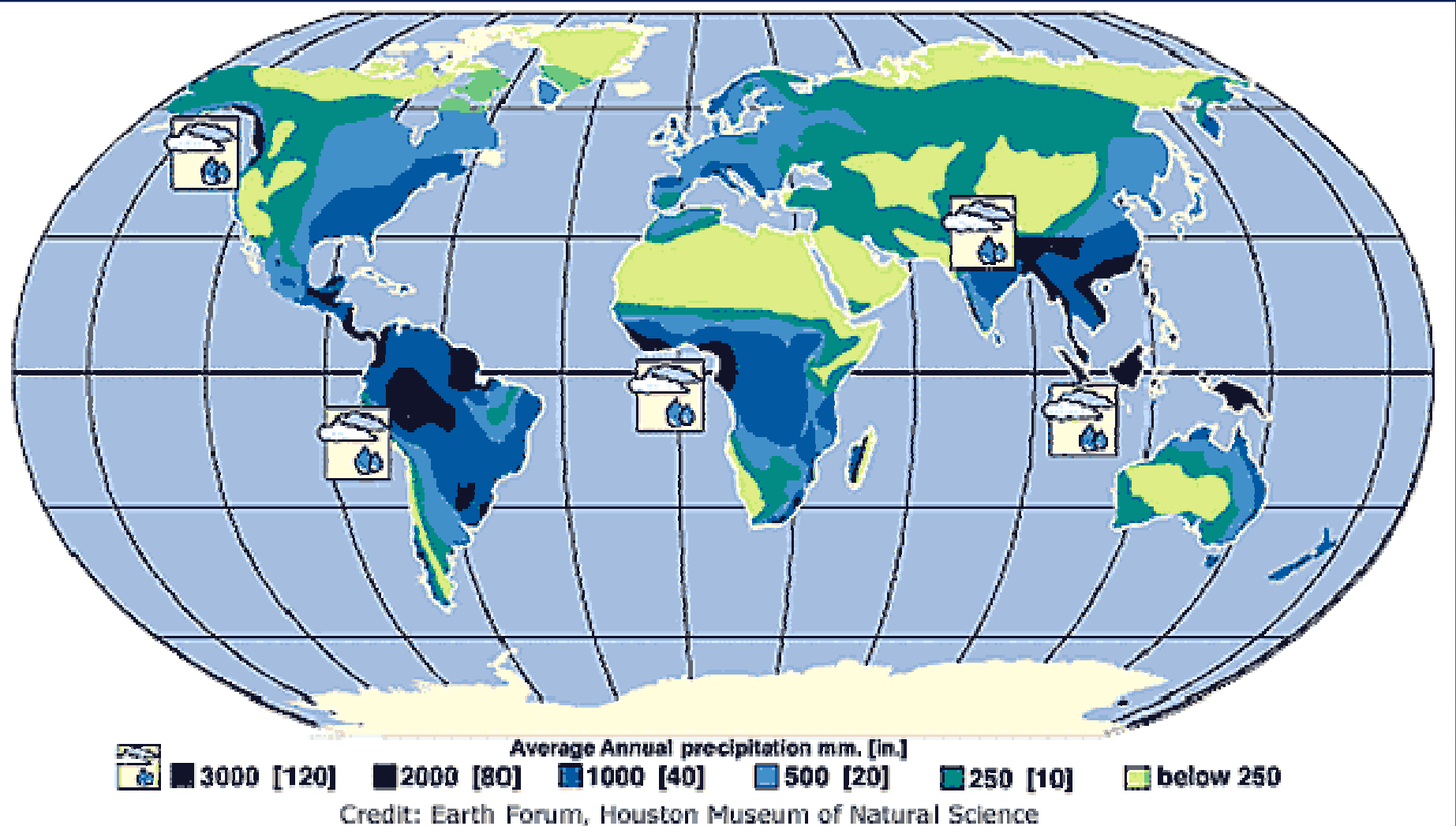
⇒ Exemplo: Rio Verde Grande, na Bacia do Rio São Francisco.

## **2) Distribuição espacial e temporal inadequadas das reservas hídricas:**

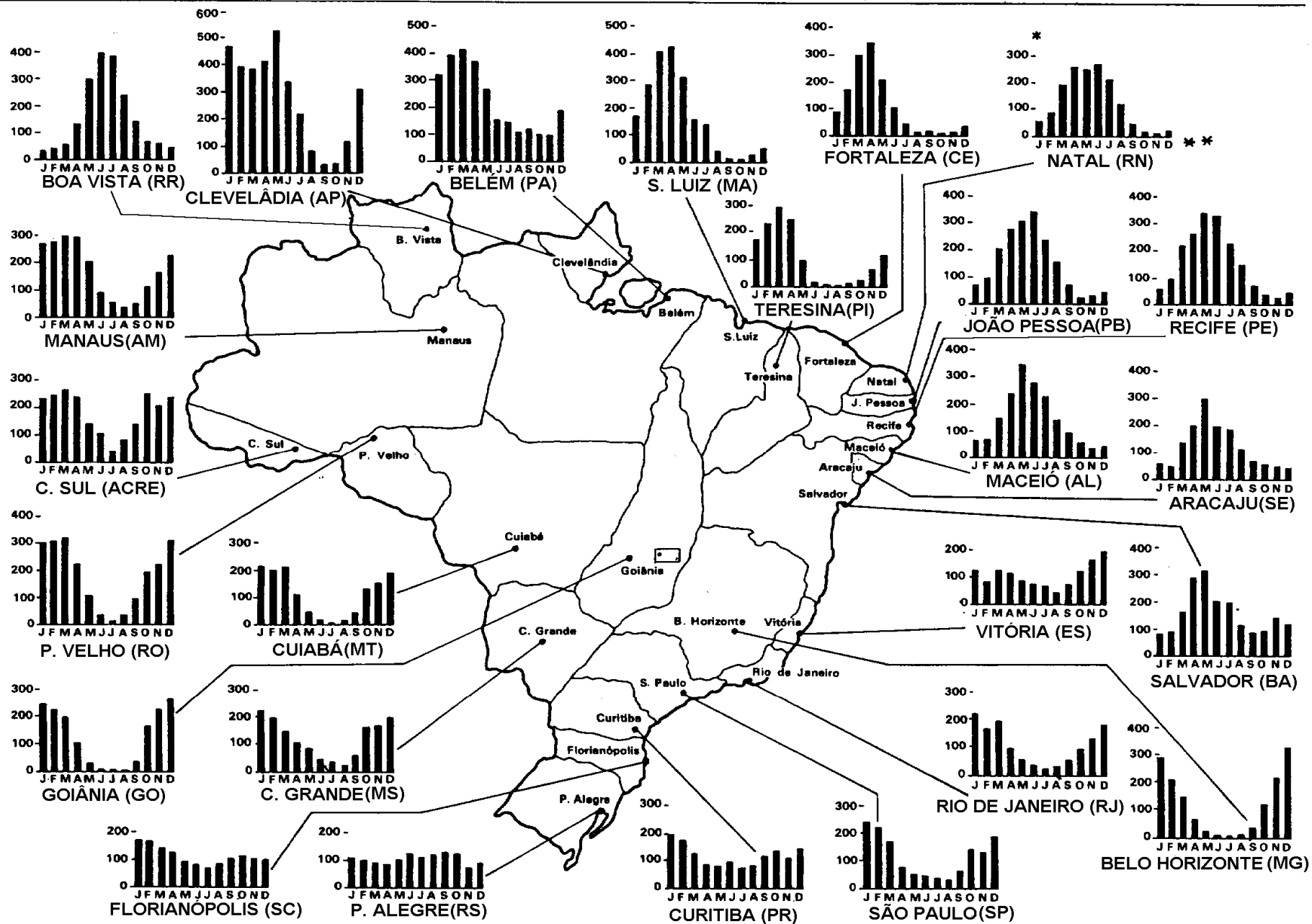
- Baixos índices pluviométricos e distribuição irregular
- Determinadas regiões apresentam índices pluviométricos (totais precipitados anuais) baixos agravando o problema de escassez de água
- Distribuição inadequada ao longo do tempo, com precipitações concentradas em pequeno período do ano.



# Variabilidade Espacial das Chuvas no Mundo



## PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL EM DIFERENTES LOCALIDADES DO BRASIL





# Distribuição das águas doce de superfície e da população no Brasil

<b>Região</b>	<b>Recursos Hídricos (%)</b>	<b>População (%)</b>
Norte	68,50	6,98
Centro-Oeste	15,70	6,41
Sul	6,50	15,05
Sudeste	6,00	42,65
Nordeste	3,30	28,91
Total	100,00	100,00

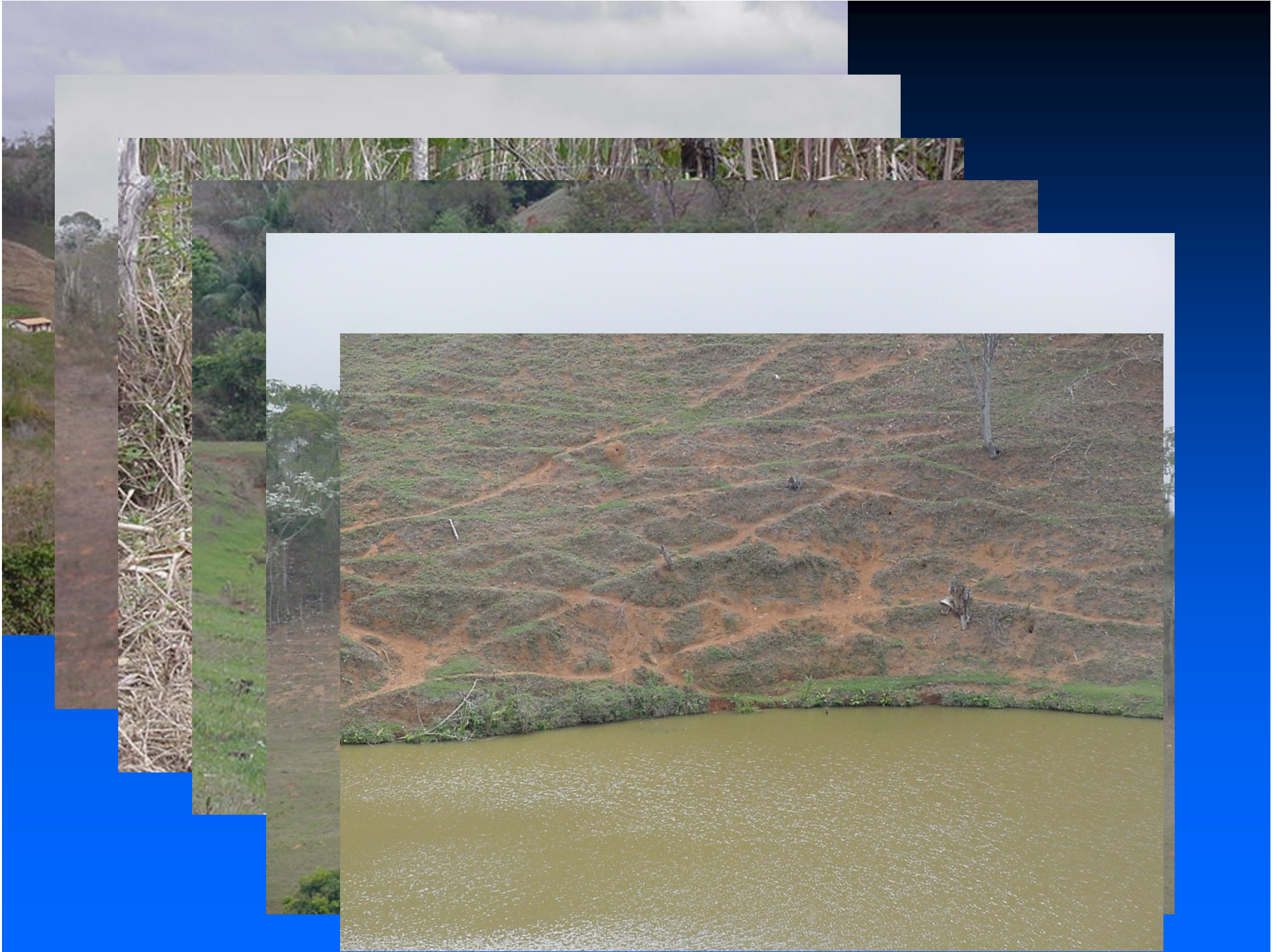
### 3) Uso inadequado do solo nas bacias hidrográficas

- A recomposição da cobertura vegetal em áreas degradadas é extremamente importante pois, sem essa cobertura, a água precipitada não infiltra nas camadas subsuperficiais do solo, originando o escoamento superficial.

**Conservação de água x Conservação de solos**







#### 4) Degradação da qualidade da água



**RIO MARMELADA (Esgoto Doméstico e Industrial),  
ABAETÉ**

**Fonte: PDSF**

#### 5) Degradação sócio-econômica da população



## Instrumentos jurídicos para o gerenciamento de recursos hídricos

- ✓ Lei de Direito da Água no Brasil: Código de Águas (Decreto nº 24.643 de 10/07/1934)
  - Aborda o tema “**água**” sob os mais diversos aspectos e com uma surpreendente visão de futuro.
  - Temas abordados: uso múltiplo das águas; poluição das águas; formação de consórcio de usuários; prioridades para aproveitamento; pagamento pelo uso das águas; outorgas de direito de uso da água; critérios de outorga, entre outros.

## ✓ Constituição Federal (1988)

- Pequenas modificações no Código de Águas
- Extinção do domínio privado da água
- Corpos d'água: domínio público (União ou Estados)
- União: rios ou lagos que banhem mais de uma unidade federada, ou que sirvam de fronteira entre essas unidades.
- Estados: águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso as decorrentes de obras da União



# POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

- √ Com base na necessidade de adequação do sistema brasileiro de gestão de recursos hídricos foi sancionada, em 8/1/1997, a **Lei nº 9.433** que instituiu a PNRH e criou o SNGRH.
- √ “O uso que se fizer da água terá que ser autorizado através de outorga e com pagamento”

# PRINCÍPIOS BÁSICOS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

- ✓ Adoção da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento
- ✓ Usos Múltiplos: todos os setores usuários têm igual acesso ao uso dos recursos hídricos
- ✓ Reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável
- ✓ Reconhecimento do valor econômico da água
- ✓ Gestão descentralizada e participativa

## USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

⇒ Alguns usos implicam na retirada de água das coleções hídricas enquanto outros estão associados a atividades que se desenvolvem no próprio ambiente aquático.

-*Uso consuntivo*: quando a água é captada do manancial superficial ou subterrâneo e somente parte dela retorna ao reservatório natural.

-*Uso não consuntivo*: toda a água captada retorna ao manancial de origem.



## **USOS CONSUNTIVOS**

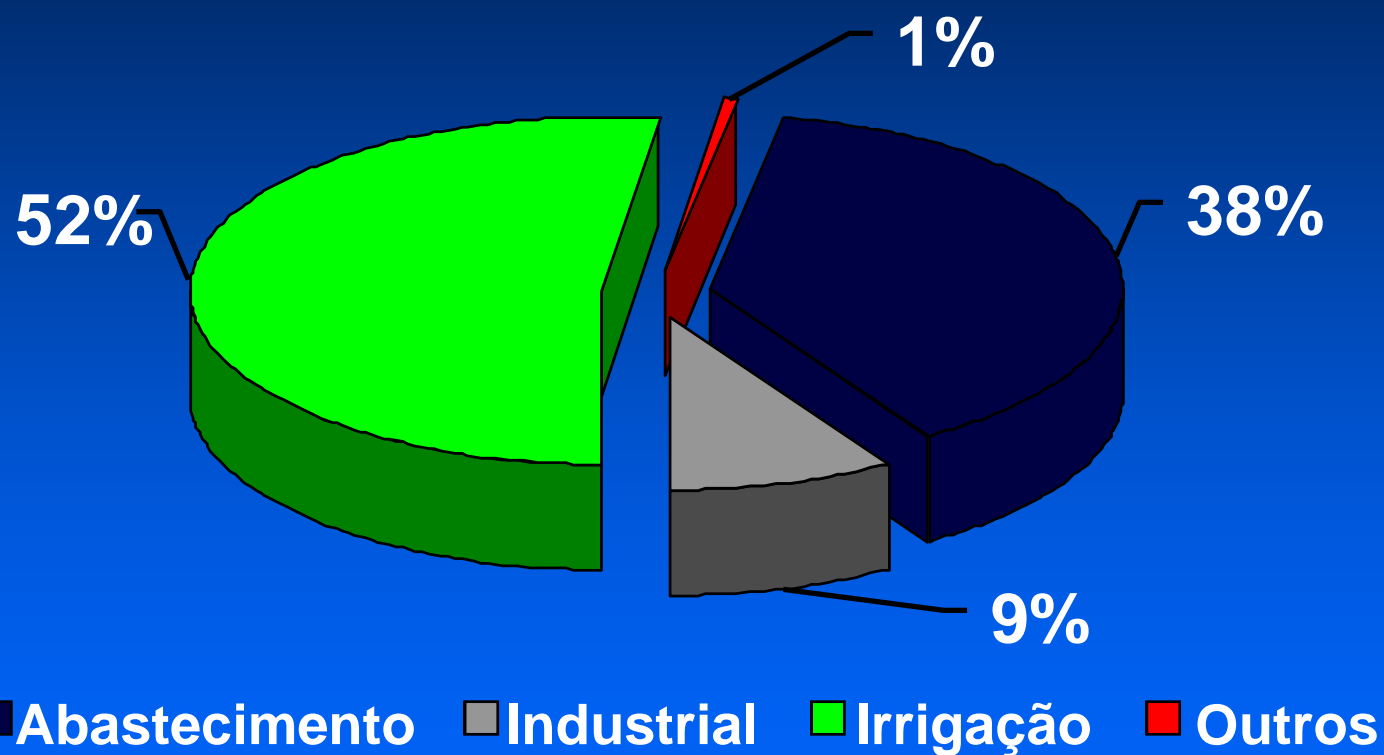
- ⇒ Usos nos quais há perdas entre o que é derivado e o que retorna ao manancial;
- ⇒ Devem ser considerados para a elaboração do balanço entre a disponibilidade e demanda de recursos hídricos.

**a) Abastecimento populacional**

**b) Abastecimento Industrial**

**c) Irrigação**

## Vazões outorgadas para os principais usos em Minas Gerais

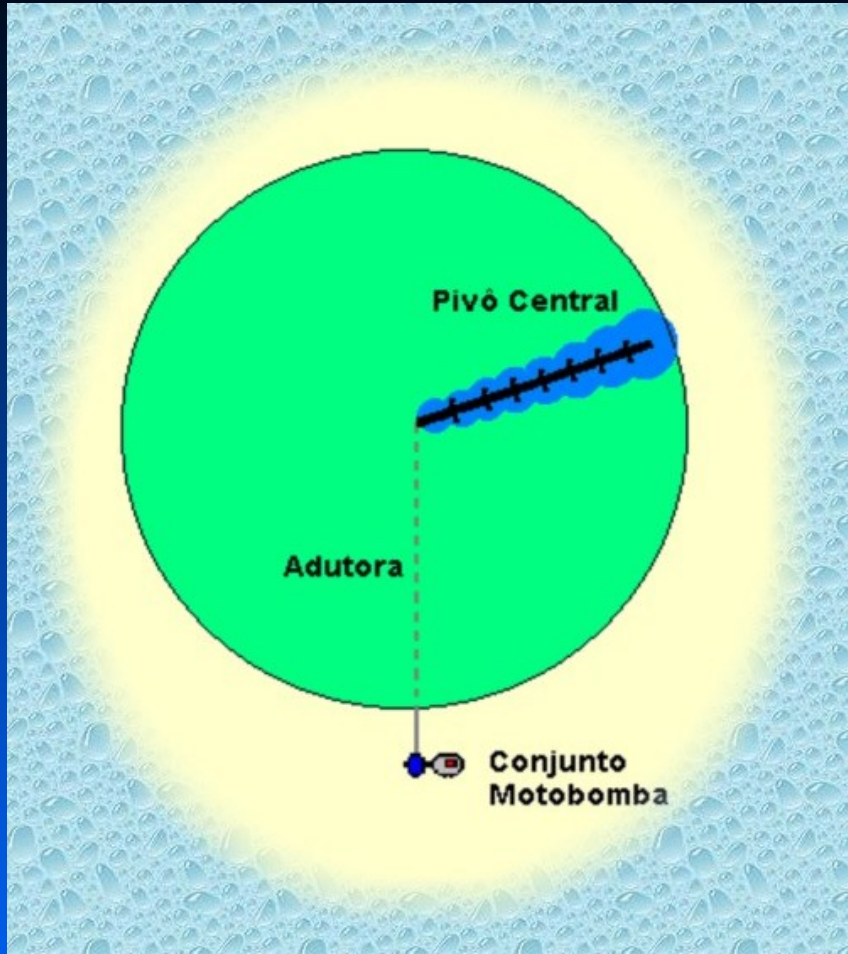


Fonte: IGAM (2005)

# IRRIGAÇÃO







$$1\text{mm} = 1 \text{ L/m}^2 = 10 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- Área irrigada = 100 ha
- Evapotranspiração = 5 mm/dia
- Lâmina Bruta de Irrigação:

$$\frac{5\text{mm/dia}}{0,8} = 62,5 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- Quantidade de água aplicada por dia:

$$62,5 \text{ m}^3/\text{ha} * 100 \text{ ha} = 6.250 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Abastecimento humano:

$$\text{Consumo per capita} = 200 \text{ L/hab/dia}$$

$$= 0,2 \text{ m}^3/\text{hab/dia}$$

- Equivalência em termos de abast. humano

$$\frac{6.250 \text{ m}^3/\text{dia}}{0,2 \text{ m}^3/\text{hab/dia}} \longrightarrow \mathbf{31.250 \text{ hab./dia}}$$

## USOS NÃO CONSUNTIVOS

### a) Geração de energia elétrica

⇒ O aproveitamento da energia elétrica é a principal forma de uso não consuntivo da água; entretanto, apesar da geração de energia propriamente dita não consumir água, a construção de barragens ocasiona alterações no regime de variação de vazões do curso d'água, perdas por evaporação da água dos reservatórios, perdas por infiltração, alterações no fluxo de sedimentos e na qualidade das águas em função da inundação da vegetação, entre outras.

$$Q_{ev} = \frac{Ev A_r}{86400}$$

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= \text{vazão evaporada no lago, m}^3 \text{ s}^{-1}; \\ Ev &= \text{evaporação, m dia}^{-1}; \\ A_r &= \text{área considerada do reservatório, m}^2. \end{aligned}$$

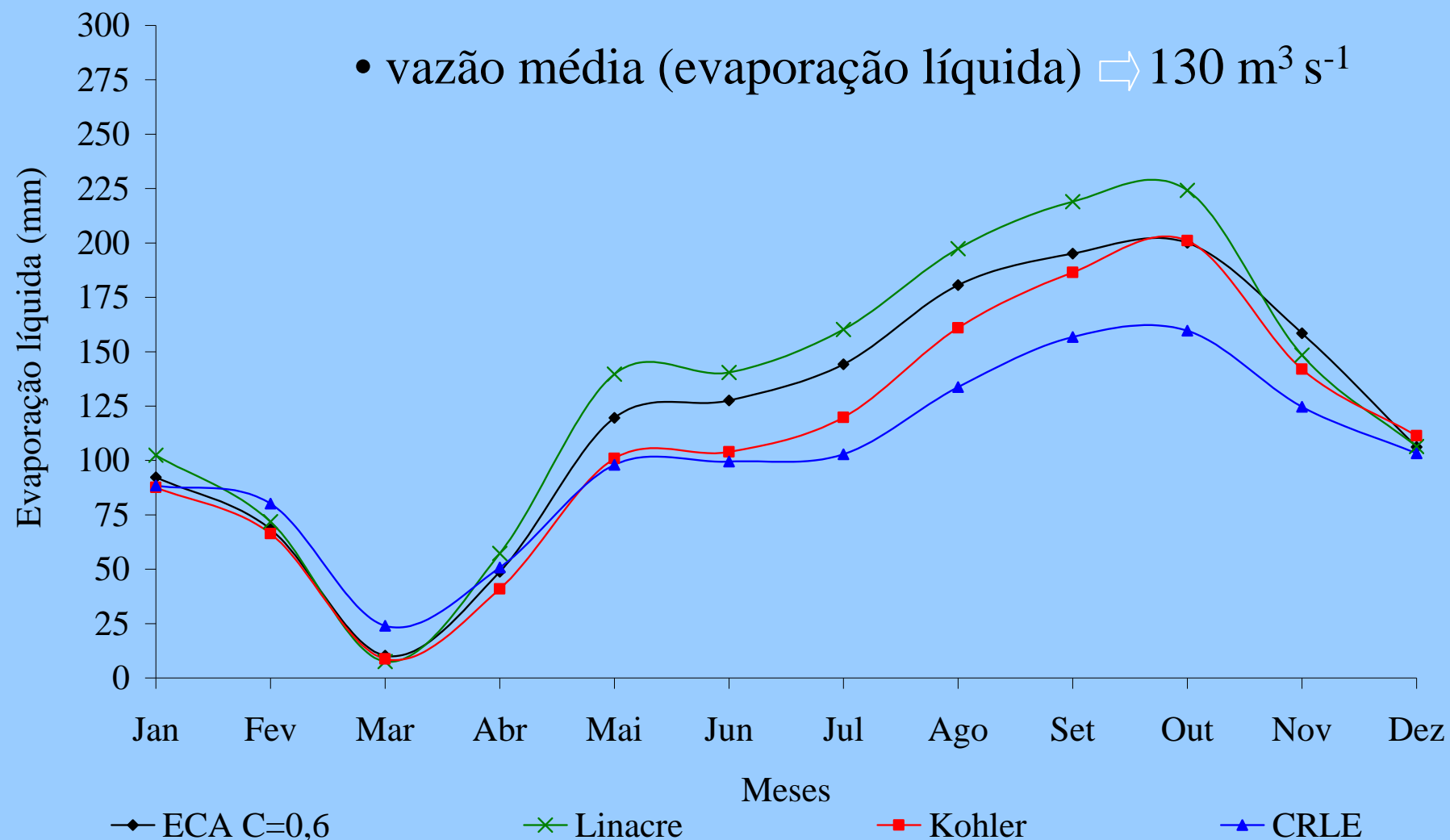
⇒ Mesmo não implicando em consumo efetivo de água, o uso para geração de energia elétrica interfere no volume que pode ser destinado a outros fins e, como os usos consuntivos, criam toda sorte de externalidades (efeitos colaterais produzidos por determinado empreendimento):

*Externalidades positivas:* navegação, regularização de vazão e geração de energia elétrica.

*Externalidades negativas:* diminuição da plantação em diversas faixas marginais ao curso d'água, alteração no fluxo de sedimentos, perdas por evaporação.

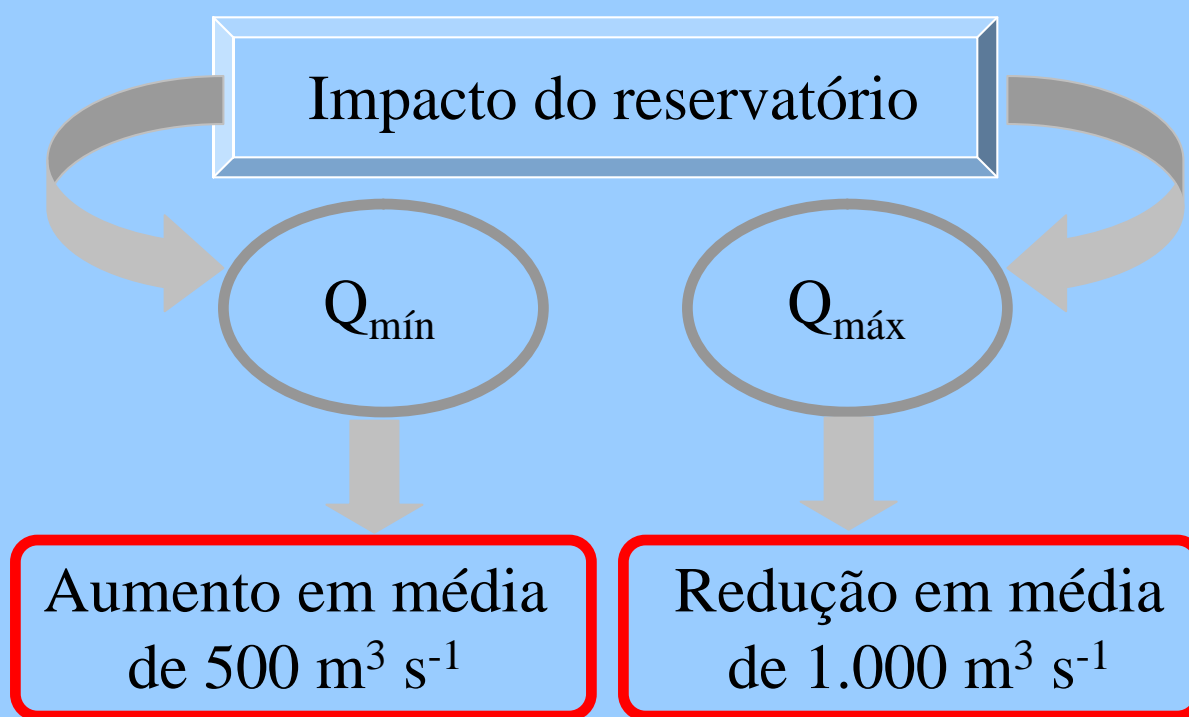


# Evaporação líquida no lago de Sobradinho



# Impacto do reservatório de Sobradinho

- vazão média (evaporação líquida)  $\Rightarrow 130 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- vazão consumida na bacia:  $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \Rightarrow$  Irrigação:  $84 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$



Os reservatórios também trazem benefícios.



## **b) Navegação fluvial**

- ✓ custo do transporte hidroviário é 8 x menor que o rodoviário.
- ✓ vazão suficiente para calado mínimo de embarcações → obras de regularização de vazões

## **c) Aquicultura**

- ✓ criação de peixes, moluscos e crustáceos → fonte de proteína para a população

## **d) Recreação e harmonia paisagística**

- ✓ atividades recreativas:
  - contato direto: natação, surfe, esqui, etc.;
  - contato indireto: vela, pesca recreativa, etc.
- ✓ lazer contemplativo.



**e) Diluição, assimilação e transporte de esgoto e resíduos líquidos**

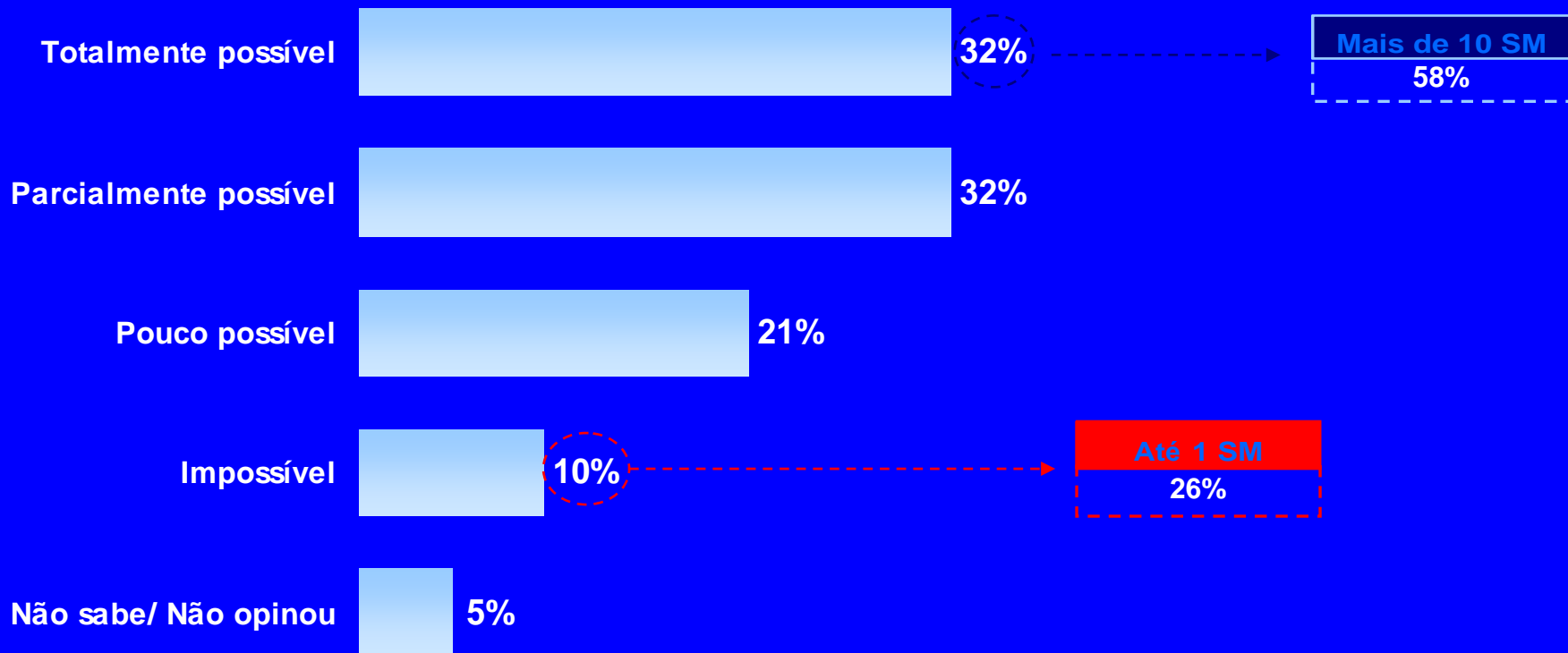
- ✓ capacidade de autodepuração dos cursos d'água

**f) Preservação da biota aquática**

- ✓ Vazão ecológica x vazão remanescente após o processo de outorga

**g) Melhorias climáticas**

# OPINIÃO SOBRE A POSSIBILIDADE DE UMA HARMONIA ENTRE O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, A GERAÇÃO DE EMPREGOS E RENDA COM A PROTEÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS



*Fonte: Pesquisa de opinião pública - Águas no Brasil: A visão dos brasileiros IBOPE (DEZ 2006) - WWF*

