



PHA 3203

Engenharia Civil e
Meio Ambiente

AULA 3

APROVEITAMENTO DOS RECURSOS
HÍDRICOS E O MEIO AMBIENTE

Em aulas passadas tratamos de:

- ▶ crise ambiental (curvas J)
- ▶ poluição
- ▶ impacto ambiental
- ▶ contaminação
- ▶ principais propriedades dos ecossistemas
- ▶ abordagem de serviços ecossistêmicos
- ▶ ciclos biogeoquímicos, etc.

Vamos ver nas próximas duas aulas aspectos ambientais relativos às principais **obras** na área de recursos hídricos:

- ▶ Barragens e seus componentes função do uso
- ▶ Destaque para a reservação (lago)
- ▶ Obras de navegação (marítima e fluvial)
- ▶ Obras portuárias e complementos (quebra-mar)
- ▶ Canais e seus componentes
- ▶ Sistema de abastecimento de água
- ▶ Sistema de coleta e tratamento de esgoto (incluindo reuso)
- ▶ Redes de água e esgoto
- ▶ Drenagem (obras de micro e macro drenagem)
- ▶ Sistemas de irrigação
- ▶ Sistemas de poços

O CICLO DA ÁGUA

hidrologia:

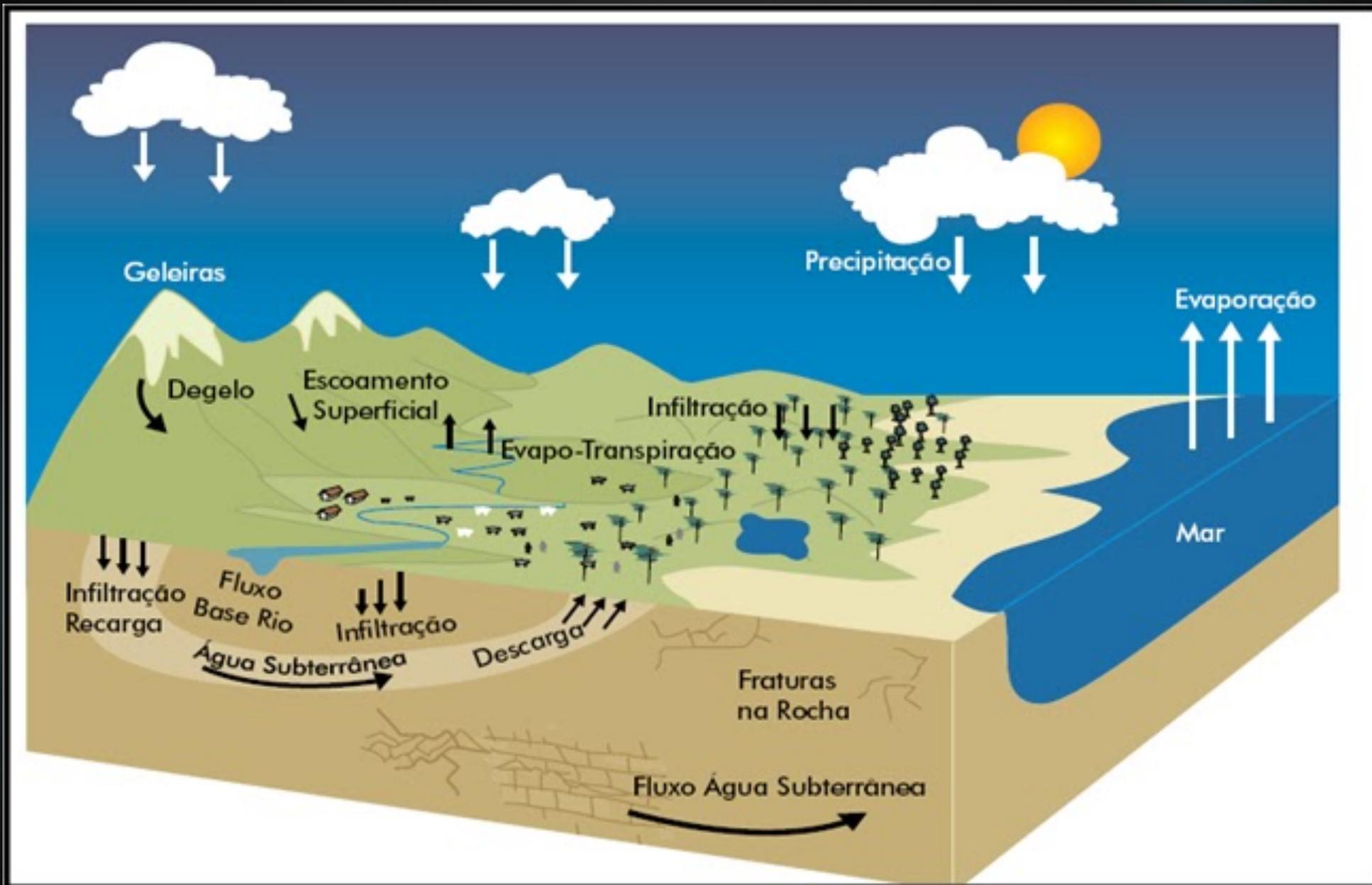
sequência de processos que descreve o fluxo da água na natureza (nos três estados, líquido, gasoso e sólido)

Ciclo da Água



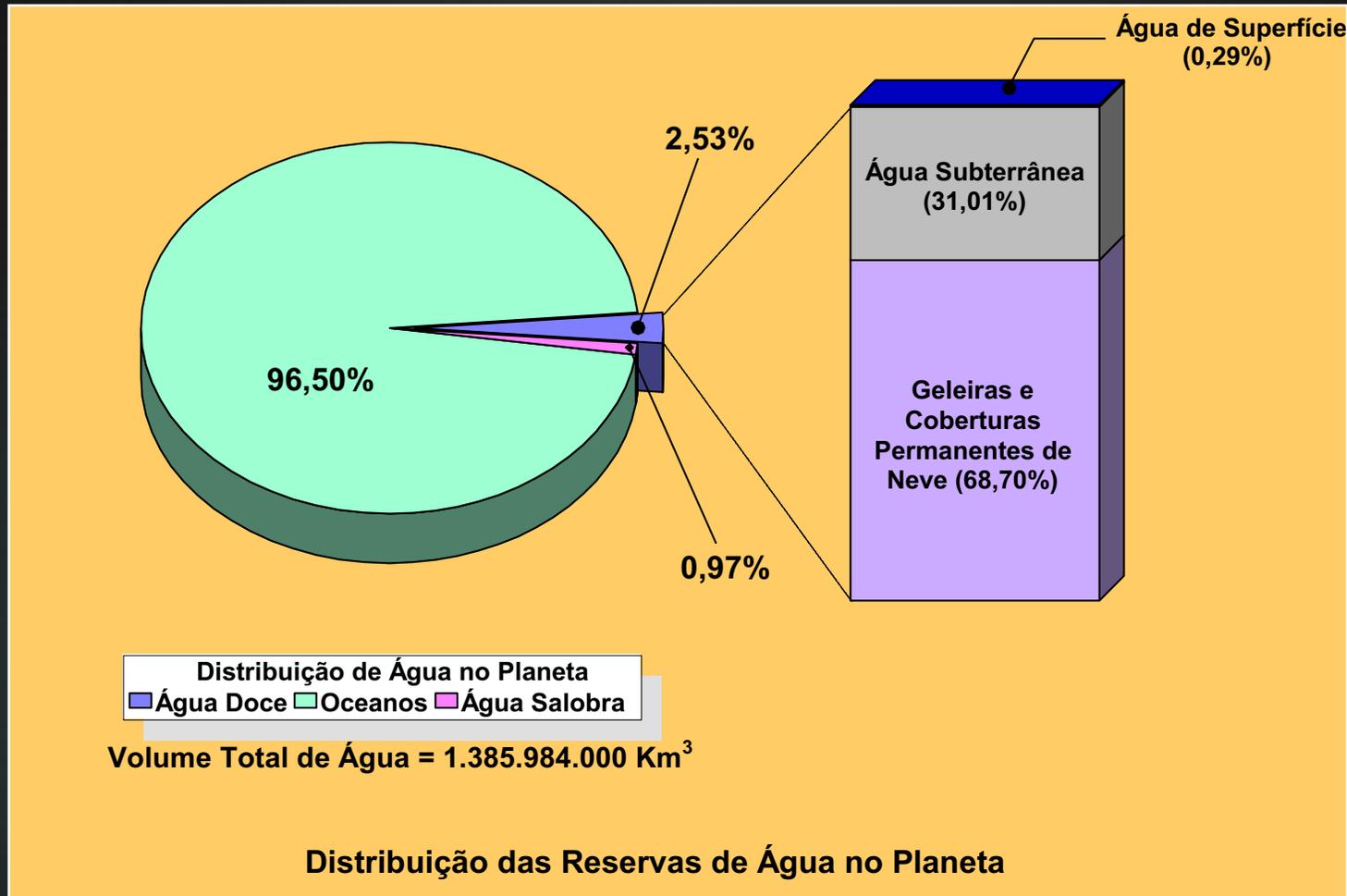
U.S. Department of the Interior
U.S. Geological Survey

<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>



<http://fontehidrica.blogspot.com.br/2011/11/ciclo-hidrologico.html>

Distribuição da Água na Terra



Distribuição da Água Doce no Planeta

Região	Disponibilidade Anual (km ³)	% do Total Disponível
Ásia	11.321	26,76
Europa	6.590	15,58
Oriente Médio	518	1,22
África	3.901	9,22
América do Norte	4.850	11,46
América Central	1.186	2,80
América do Sul	12.246	28,95
Oceania	1.693	4,00
Total	42.305	100
<i>Brasil</i>	<i>5.418</i>	<i>12,80</i>

Fonte: WRI, Earth Trends Data Tables, 2003

Propriedades Químicas da Água

- ▶ Dissolve diversas substâncias com as quais entra em contato (solvente universal);
- ▶ Não existe na natureza água 100% isenta de impurezas;
- ▶ Grande potencial para suporte e aniquilação de muitos organismos;
 - ▶ Gases dissolvidos, como oxigênio e gás carbônico permitem a ocorrência da respiração e da fotossíntese.

Propriedades Biológicas da Água

- ▶ Em condições adequadas a água pode dar suporte a uma grande variedade de organismos vivos;
- ▶ Os organismos aquáticos são de grande importância, pelas seguintes razões:
 - ▶ Podem servir de alimento para o Homem;
 - ▶ Atuam nos processos de recuperação da qualidade da água;
 - ▶ Podem ser prejudiciais à saúde humana;



Qual a diferença
entre água e
recurso hídrico?



A água passa a ser
recurso quando
possui um ou mais
usos associados!

Principais Usos da Água

- ▶ Abastecimento Humano;
- ▶ Uso Industrial;
- ▶ Irrigação;
- ▶ Aquicultura;
- ▶ Geração de Energia Elétrica;
- ▶ Transporte;
- ▶ Recreação e paisagismo;
- ▶ Preservação da Fauna e Flora;
- ▶ Assimilação e transporte de poluentes.



Importante: para cada uso a
água deve possuir
determinadas
especificações de
qualidade (variáveis físicas,
químicas e biológicas)

Quais são
aspectos chave
quando falamos
de recursos
hídricos?





quantidade
qualidade

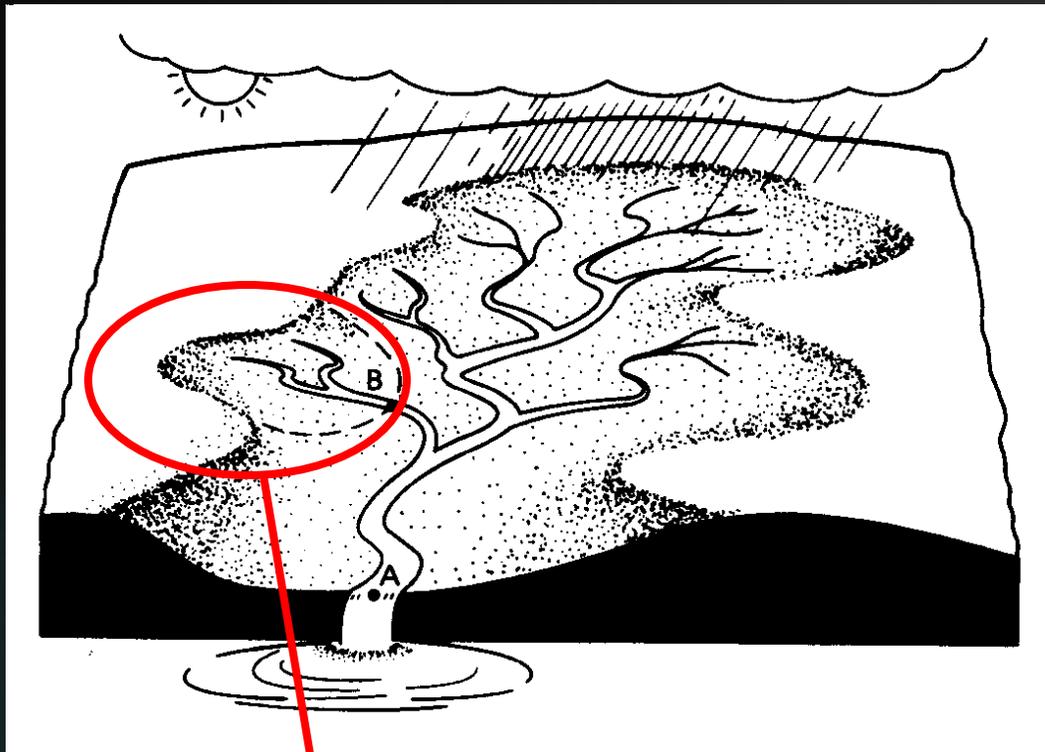
Vamos primeiro
falar em
quantidade e
depois em
qualidade



QUANTIDADE



O espaço de
planejamento e
gestão da água é
a bacia
hidrográfica



... dentro de uma bacia hidrográfica,
podem existir inúmeras sub-bacias.

Uma **bacia hidrográfica** é uma determinada área de terreno que drena água, partículas de solo e material dissolvido para **um ponto de saída comum**, situado ao longo de um rio, riacho ou ribeirão (Dunne e Leopold, 1978).

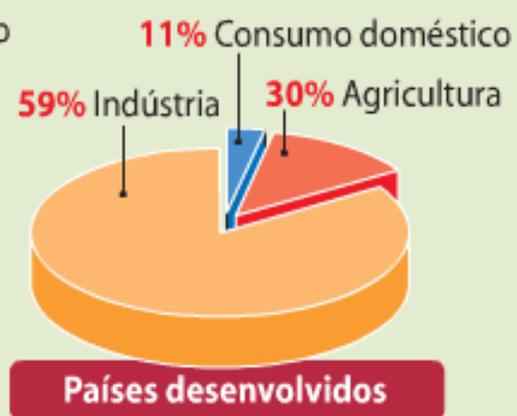




Outro ponto fundamental da
gestão da água (recurso
hídrico):
compatibilizar
demanda x disponibilidade

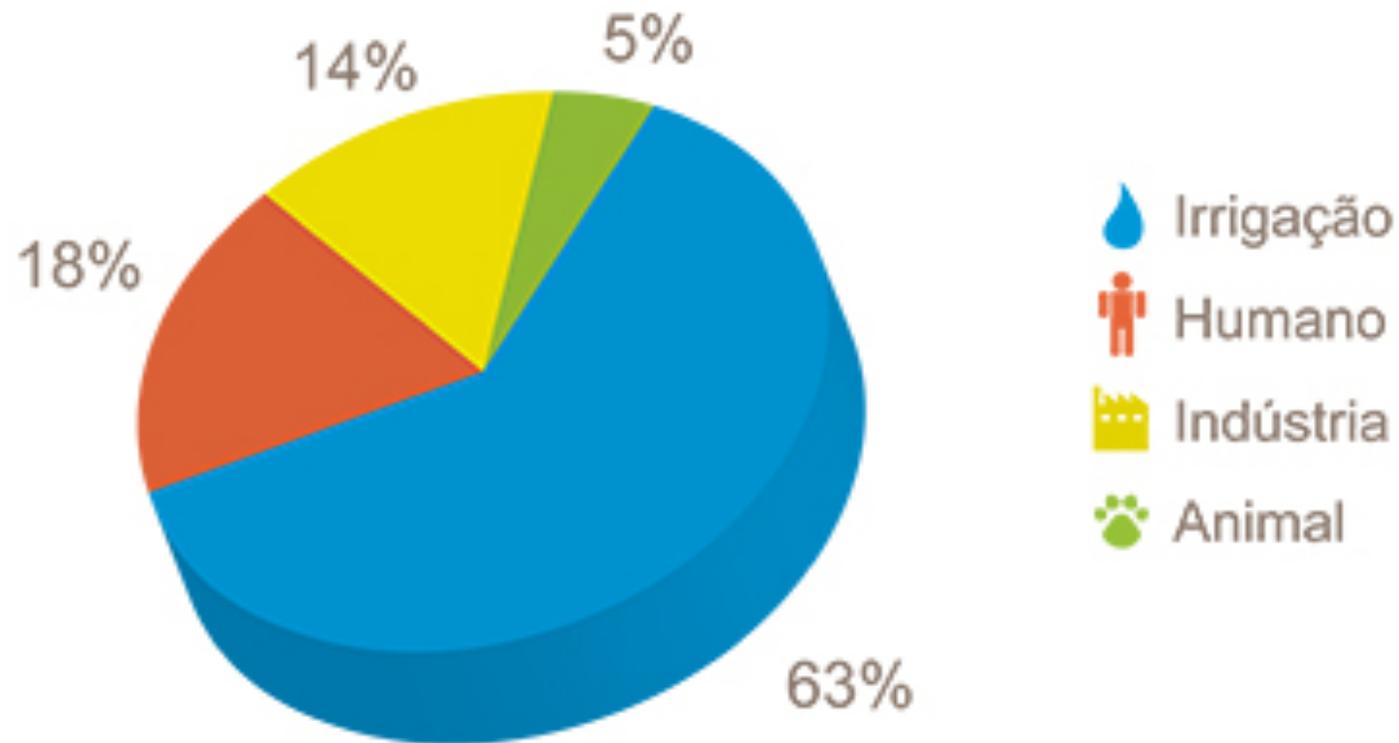


Qual uso
demanda mais
água?
Quanto?



Fonte: *Water for People, Water for Life*, UNESCO, 2003 (adaptado)

Usos da água no Brasil



Uso de Água no Brasil - Fonte_Caminho das Aguas, 2006, p33

Conceituação

- ▶ Indicadores de escassez para auxílio no processo de tomada de decisão:

Disponibilidade Hídrica Específica ($\text{m}^3 \cdot \text{ano}^{-1} \cdot \text{habitante}^{-1}$)	Condição de Estresse
> 1700	Sem estresse
1000 a 1700	Estresse hídrico
500 a 1000	Escassez
< 500	Escassez absoluta

Malin Falkenmark, 1989

Disponibilidade Hídrica Específica ($\text{m}^3 \cdot \text{ano}^{-1} \cdot \text{habitante}^{-1}$)

Condição de Estresse

> 1700

1000 a 1700

500 a 1000

< 500

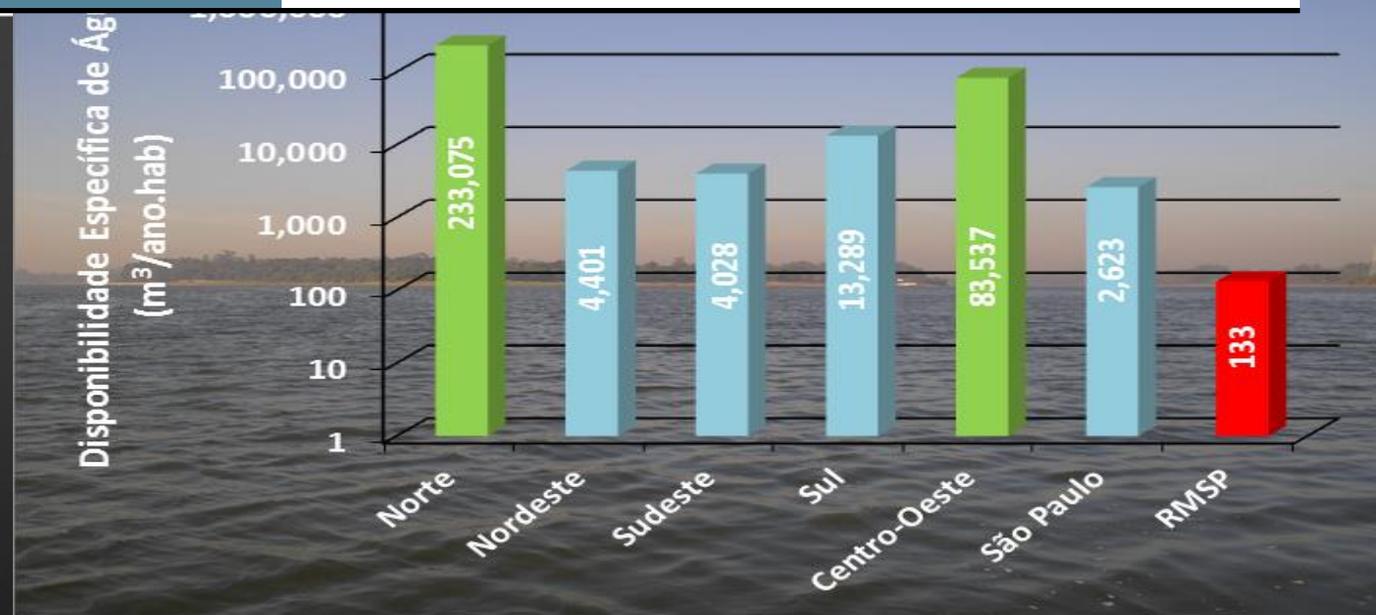
Sem estresse

Estresse hídrico

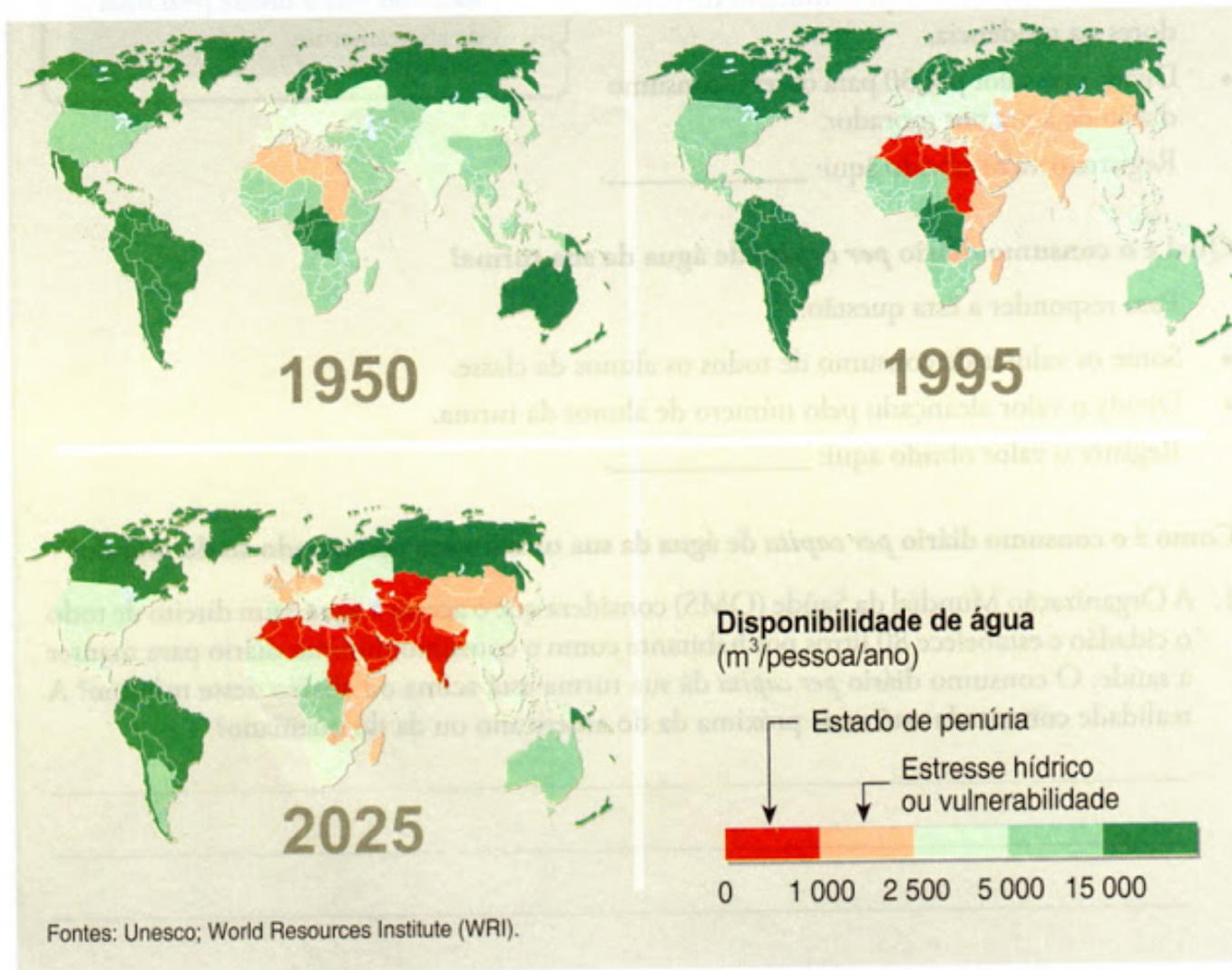
Escassez

Escassez absoluta

Disponibilidade Específica de
Água por Região



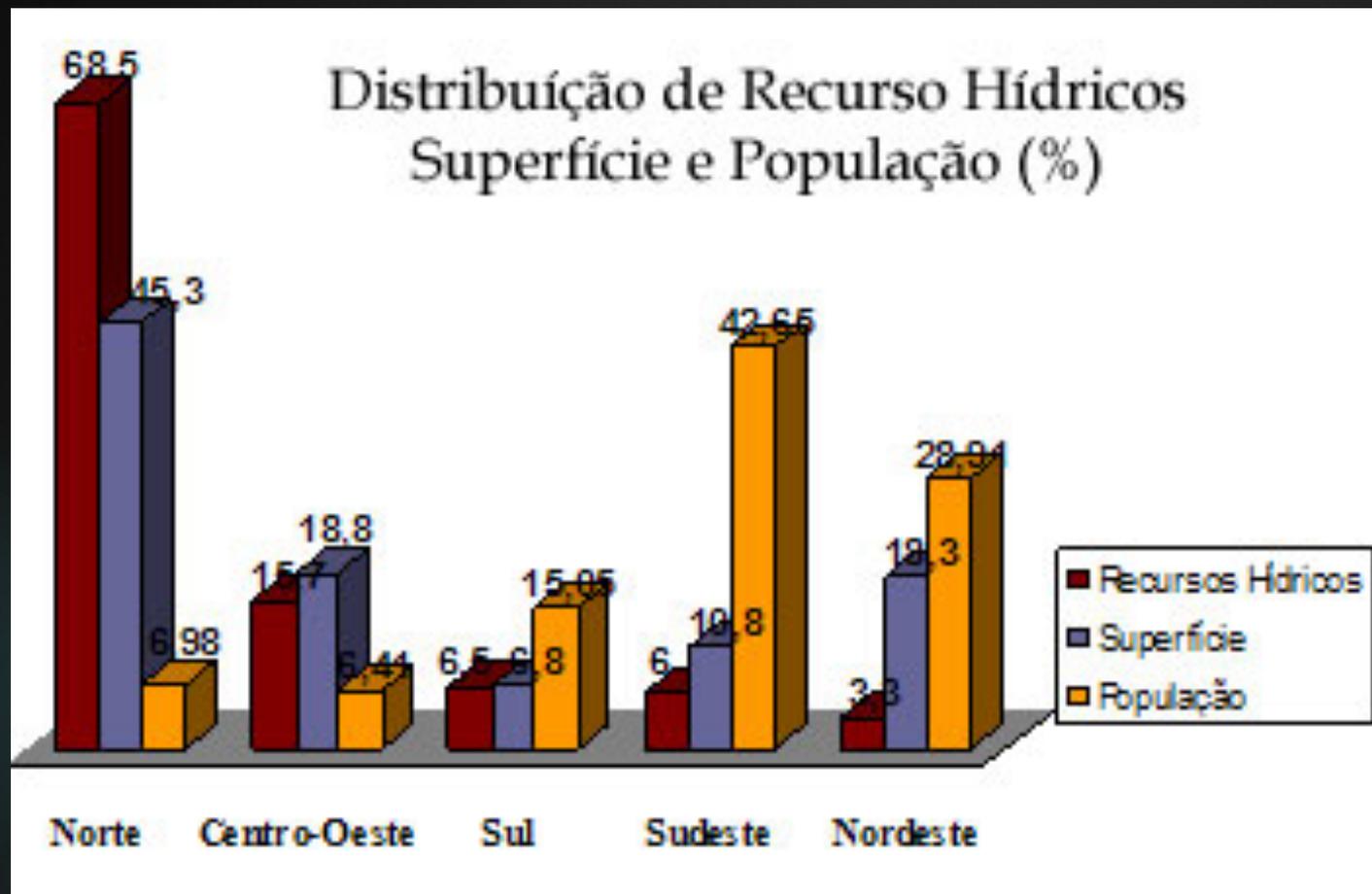
Mundo: disponibilidade de água por habitante, 1950, 1995 e 2025



Mundo: disponibilidade de água por habitante, 1950, 1995 e 2025. Fonte: *L'atlas du Le monde diplomatique*. Paris: Amand Colin, 2006.

Observar que o Brasil aparece como sendo rico em recursos hídricos

mas o problema é que o grande volume de água não está na região mais populosa.

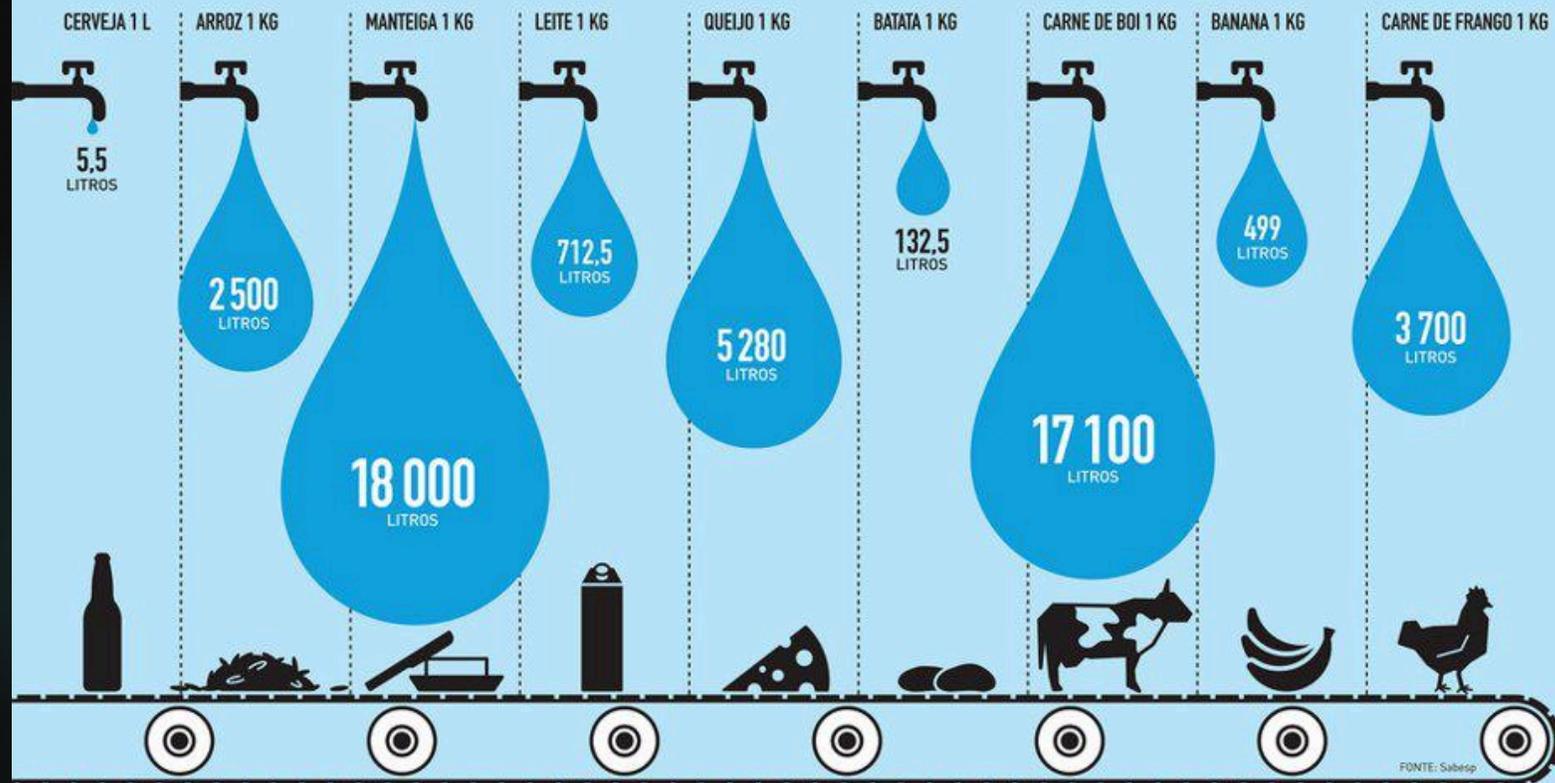


A situação brasileira



A ÁGUA QUE VOCÊ NÃO VÊ

Você consome sem perceber. Veja o quanto de água potável é necessário para produzir itens do seu cotidiano



Vejam como é importante conhecer o ciclo do produto pois ele impacta o meio ambiente em diferentes níveis. Esses valores levaram à criação de um índice chamado de **pegada hídrica**.



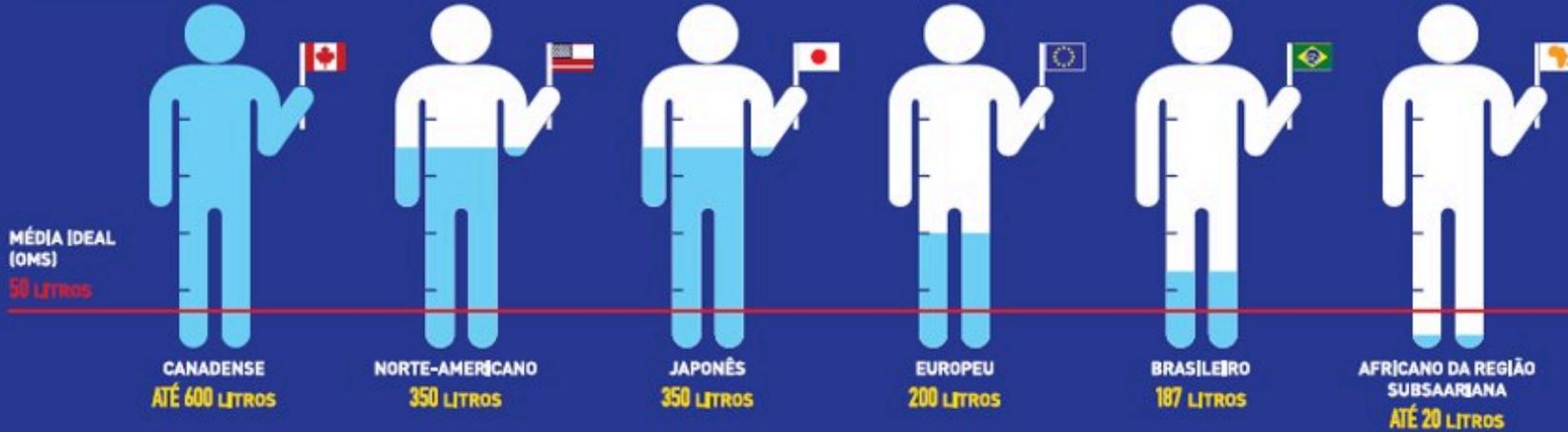
QUANTO SE GASTA DE ÁGUA POR DIA

50 litros por dia* é a quantidade ideal de água potável para o bem-estar e a higiene de uma pessoa, mas consumimos mais

1,1
BILHÃO
DE PESSOAS VIVEM
SEM ÁGUA POTÁVEL.

CONSUMO HUMANO DE ÁGUA NO MUNDO

[média consumida diariamente]



FAZENDO ECONOMIA

Simulação de consumo moderado de água para uma pessoa em um apartamento



* Recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS)
** Torneira aberta por 20 segundos
FONTE: Sabesp

Você seria capaz de viver com 40 litros por dia???

E o quanto se fala numa eventual crise de abastecimento em São Paulo.

Moçambique = 4 litros/dia



3, 5 planetas = consumo norte americano

1,1 planeta = consumo brasileiro



A **Pegada Hídrica** de um indivíduo, comunidade ou empresa é definida como o volume total de água doce que é utilizado para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo, comunidade ou produzidos pelas empresas.

Pegada Hídrica 
www.pegadahidrica.org/

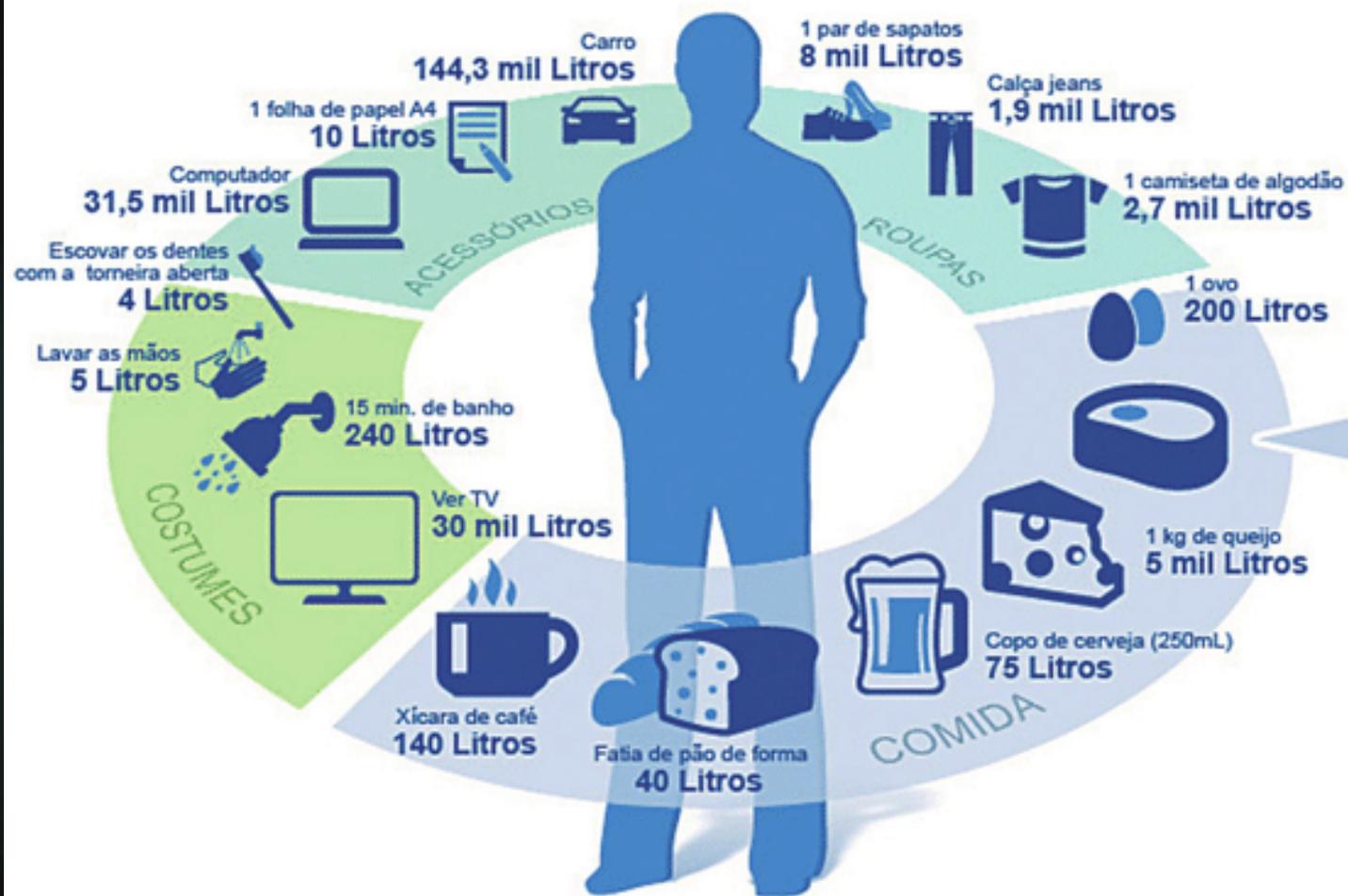


www.ecycle.com.br

Cada brasileiro consome em média 5,559 mil Litros de água por dia

Esta conta é feita somando toda a água utilizada, direta e indiretamente, para a produção de bens de consumo, e também nas atividades cotidianas

Pegada Hídrica
média brasileira



Cálculo da Água Virtual envolvida na produção de carne bovina.

Até o abate para consumo, um boi de três anos gasta em média:

1.300 kg de grãos
7.200 kg de pasto



3,069 milhões Litros de água

- + 24 mil Litros de água bebida
- + 7 mil Litros de água para serviço
- = 3,1 milhões de Litros de água usada

1 kg de carne consome
15,5 mil Litros de Água

A **Pegada Hídrica** de um indivíduo, comunidade ou empresa é definida como o volume total de água doce que é utilizado para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo, comunidade ou produzidos pelas empresas.

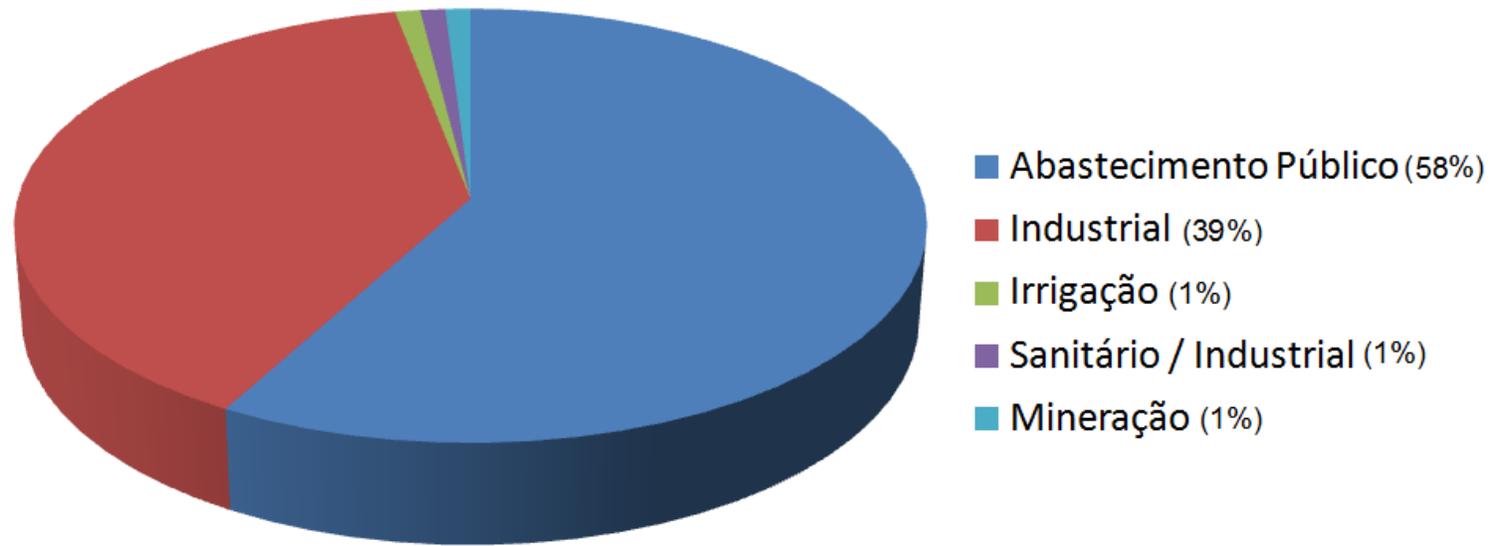
Pegada Hídrica 
www.pegadahidrica.org/

www.ecycle.com.br

**Calcule sua
pegada hídrica** 

<https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/>

Como é Usada a Água na Grande São Paulo



Fonte: FUSP (2009)

O que fazer
numa
situação de
escassez???

qualidade

Proteção das
comunidades aquáticas



Abastecimento
doméstico



Recreação
Contato primário
Contato secundário



Irrigação



Dessedentação
animal



Navegação



Usos mais exigentes

Usos menos exigentes

HISTÓRICO LEGAL DA CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

1955: Decreto Estadual de São Paulo nº 24.806 - 1º Sistema de Classificação

1976: Portaria nº 13 do Ministério do Interior - Classificação dos corpos d'água

1986: Resolução CONAMA nº 20 – Substitui a Portaria nº 13

1997: Política Nacional de Recursos Hídricos

2000: Resolução CNRH nº 12 – Procedimentos para o enquadramento

2005: Resolução CONAMA nº 357 – Substitui a Res. CONAMA nº 20

2008: Resolução CONAMA nº 396 – Enquadramento de águas subterrâneas

2008: Resolução CNRH nº 91 – Substitui a Res. CNRH nº 12

HISTÓRICO LEGAL DA CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

1955: Decreto Estadual de São Paulo nº 24.806 - 1º Sistema de Classificação

1976: Portaria nº 13 do Ministério do Interior - Classificação dos corpos d'água

1986: Resolução CONAMA nº 20 – Substitui a Portaria nº 13

1997: Política Nacional de Recursos Hídricos

2000: Resolução CNRH nº 12 – Procedimentos para o enquadramento

2005: Resolução CONAMA nº 357 – Substitui a Res. CONAMA nº 20

2008: Resolução CONAMA nº 396 – Enquadramento de águas subterrâneas

2008: Resolução CNRH nº 91 – Substitui a Res. CNRH nº 12

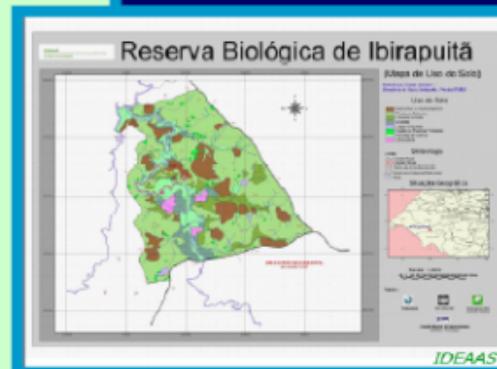
CLASSIFICA OS RECURSOS HÍDRICOS BRASILEIROS EM FUNÇÃO DE UM CONJUNTO DE VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA E ESTABELECE UM REFERENCIAL PARA ENQUADRAR OS CORPOS HÍDRICOS DO PAÍS



Classificação dos Corpos D'água no Brasil

CLASSE ESPECIAL

- ❑ abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- ❑ preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- ❑ preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral



CLASSE 1

- ❑ abastecimento consumo humano, após tratamento simplificado;
- ❑ proteção das comunidades aquáticas;
- ❑ recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), CONAMA 274;
- ❑ irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas (rente ao solo) e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- ❑ proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;

CLASSE 2

- ❑ abastecimento consumo humano, após tratamento convencional;
- ❑ proteção das comunidades aquáticas;
- ❑ à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), conforme CONAMA 274/00;
- ❑ irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, parque e jardins;
- ❑ aquicultura e pesca.



CLASSE 3

- ❑ abastecimento consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- ❑ irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- ❑ pesca amadora;
- ❑ recreação de contato secundário
- ❑ dessedentação de animais.



CLASSE 4

- ☐ navegação;
- ☐ harmonia paisagística





Enquadramento dos corpos hídricos

Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos



□ DEMAIS UGRHI'S

- 1 - MANTIQUEIRA
- 4 - PARDO
- 5 - PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAÍ
- 8 - SAPUCAÍ MIRIM/GRANDE
- 9 - MOGI-GUAÇU
- 10 - TIETÊ/SOROCABA
- 11 - RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL
- 12 - BAIXO PARDO/GRANDE
- 13 - TIETÊ/JACARÉ
- 14 - ALTO PARANAPANEMA
- 15 - TURVO/GRANDE
- 16 - TIETÊ/BATALHA
- 17 - MÉDIO PARANAPANEMA
- 18 - SÃO JOSÉ DOS DOURADOS
- 19 - BAIXO TIETÊ
- 20 - AGUAPEÍ
- 21 - PEIXE
- 22 - PONTAL DO PARANAPANEMA

■ UGRHI - 3 (LITORAL NORTE)

3 - LITORAL NORTE

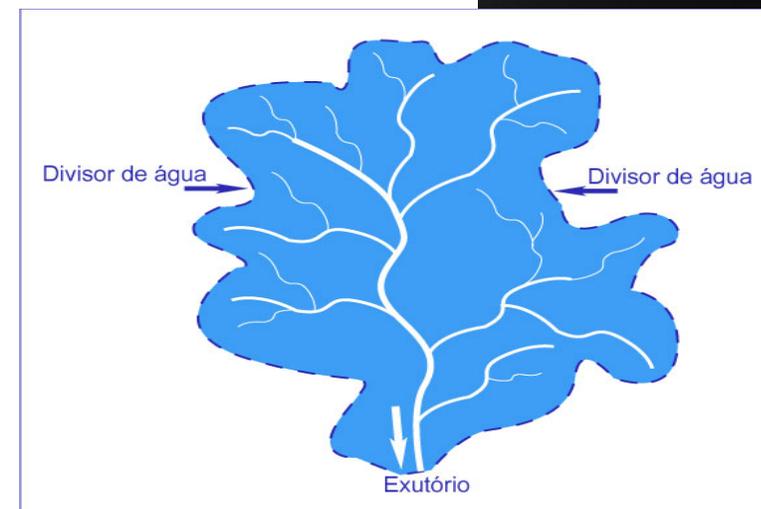
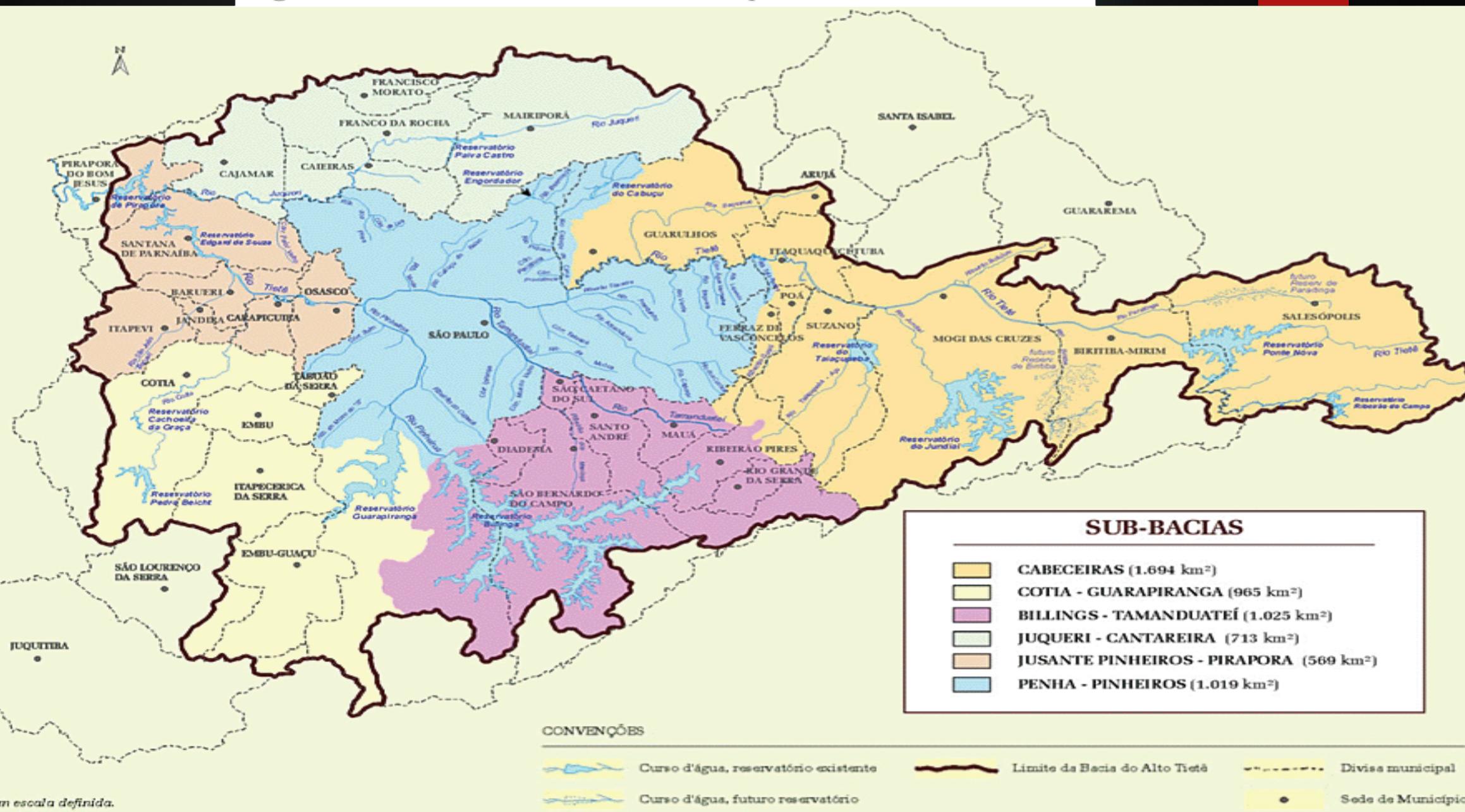


Figura 1 – Limite da Bacia, Limites Municipais e Divisão em Sub-bacias

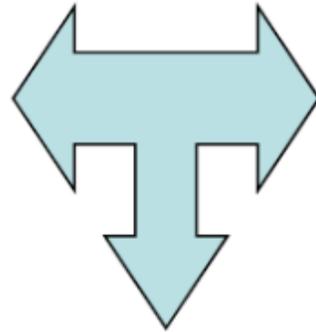


Nota: Mapa sem escala definida.

Fonte: Plano da Bacia do Alto Tietê, 2002.

O rio que temos

Condição atual



O rio que queremos

Vontade

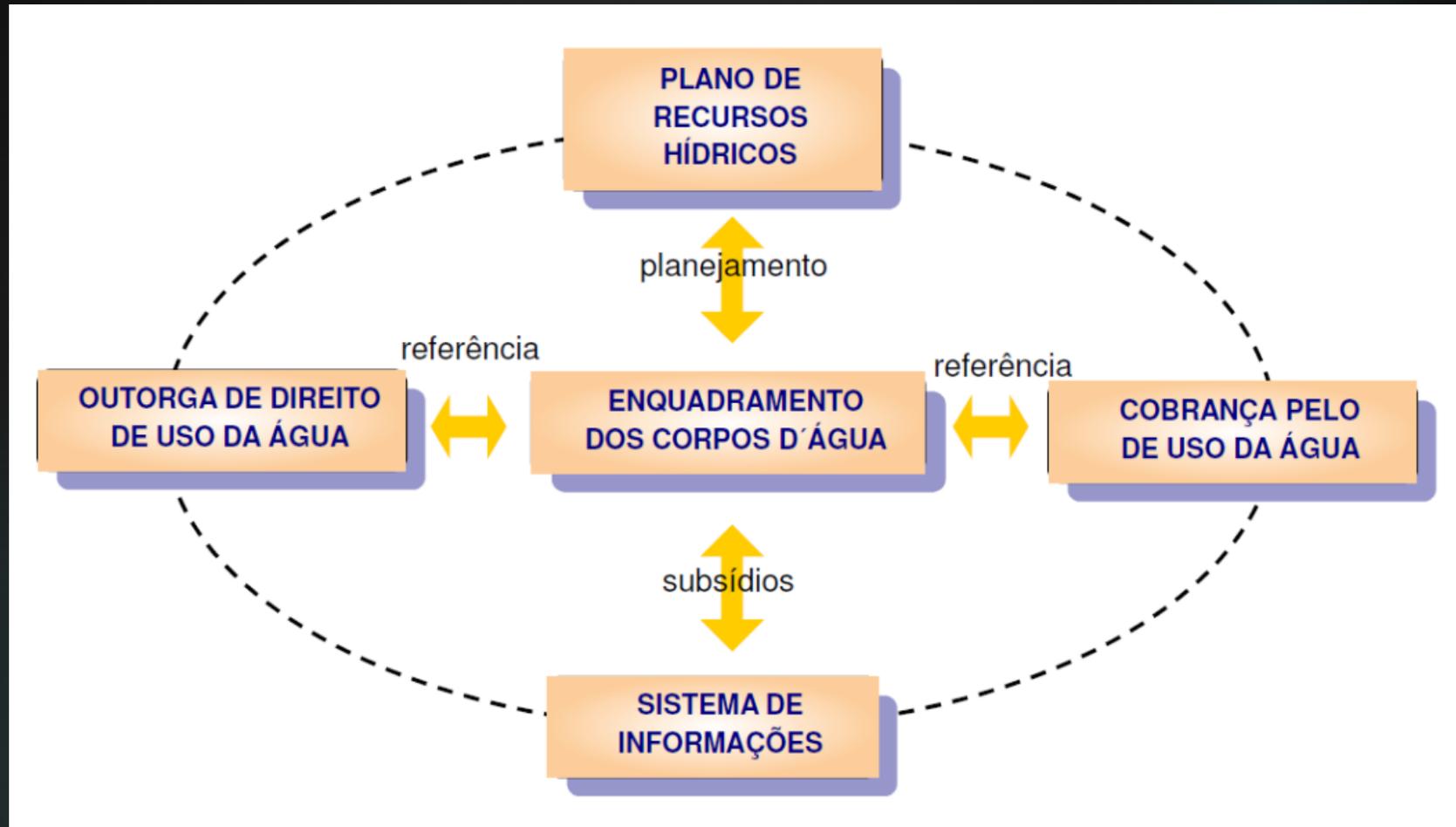
O rio que podemos ter

Limitações (técnicas, econômicas)

**Um dos maiores desafios da gestão da água no Brasil:
Como preservar, recuperar e manter a qualidade da água**



Lembrar que a Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece uma série de ferramentas (L.F. 9433/97) para gestão da água no país



O curso optativo de GRH trata essencialmente da aplicação dessas ferramentas



Interessante comparar a Plano
Nacional do Meio Ambiente e o
Plano Nacional de Recursos
Hídricos

Sistema de Meio Ambiente

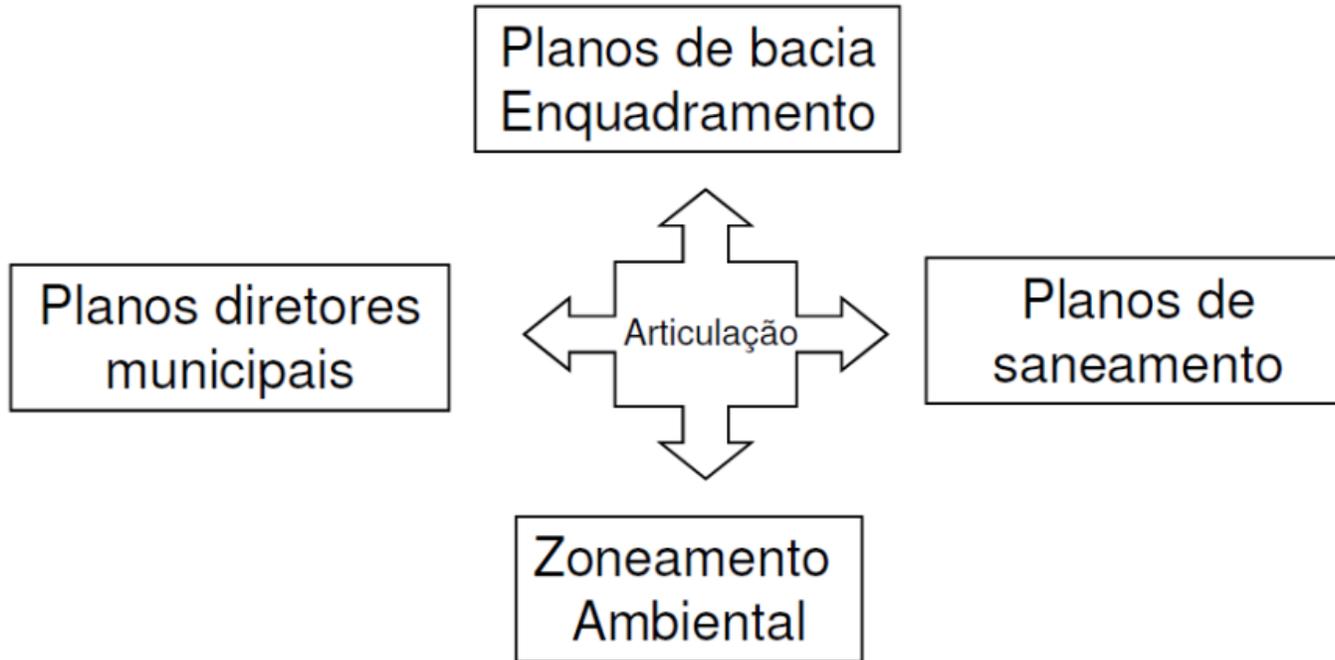
- ✓ Padrões de Qualidade Ambiental
- ✓ Zoneamento Ambiental
- ✓ Licenciamento
- ✓ Sistema de Informações
- ✓ Fiscalização
- ✓ Avaliação de Impacto Ambiental

Sistema de Recursos Hídricos

- ✓ Enquadramento
- ✓ Planos de Bacias
- ✓ Outorga
- ✓ Sistema de Informações
- ✓ Cobrança

O enquadramento permite a integração da gestão ambiental com a gestão de recursos hídricos

RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE



A IMPORTÂNCIA EM SE INTEGRAR GESTÃO MUNICIPAL COM O PLANEJAMENTO E A GESTÃO AMBIENTAL



Agora, vamos ver as principais obras de Engenharia que possibilitam o uso da água e verificar quais são as principais questões ambientais envolvidas

Barragens e seus componente para usos múltiplos

- ▶ Movimentação de terra
- ▶ Canteiro de obras
- ▶ Área de inundação
- ▶ Perda de biodiversidade (fauna e flora)
- ▶ Alteração na dinâmica dos corpos de água envolvidos
- ▶ Alteração na dinâmica de sedimentos
- ▶ Alterações no pH, temperatura e OD da água
- ▶ Eutrofização por lixiviação de fertilizantes
- ▶ Etc.



http://www.comunitexto.com.br/as-maiores-barragens-do-brasil/#.VJoBQv_4LU

Sistemas de irrigação

- ▶ Salinização dos solos
- ▶ Resíduos
- ▶ Mosquitos e vetores
- ▶ Alteração do ecossistema
- ▶ Disponibilidade hídrica
 - ▶ Conflitos
- ▶ Etc.



Obras de navegação

- ▶ Frentes de atracação
- ▶ Dragagens de canais de acesso
- ▶ Supressão de vegetação costeira
- ▶ Agressão a ecossistemas
- ▶ Vazamentos de combustíveis e cargas
- ▶ Transferência de organismos nocivos e patogênicos por meio da água de lastro e cascos
- ▶ Etc.



Canais

- ▶ Desmatamento das margens
- ▶ Modificação do regime fluvial
- ▶ Perda de biodiversidade
- ▶ Obras de terra para execução
- ▶ Diminuição da capacidade de infiltração
- ▶ Etc.





Obras de
saneamento
básico (qualidade)

PRÓXIMA AULA