

RECURSOS HÍDRICOS: PLANEJAMENTO E GESTÃO



PHA 3203 – ENGENHARIA CIVIL E O MEIO AMBIENTE

Água no planeta

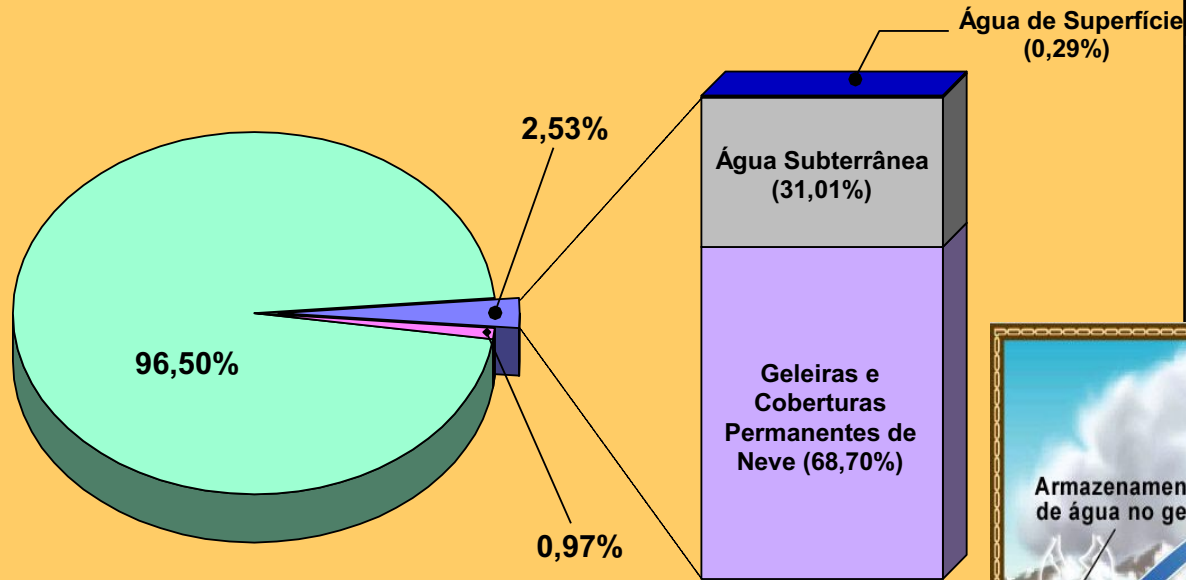


8º FÓRUM /
8º Fórum Mundial da Água - 18 a 23 de
Março de 2018

Água no planeta

- O Instituto Global do Ministério Público, que reúne membros de ministérios públicos de diversas nações do mundo em torno de temas ligados à proteção dos recursos naturais, também elaborou a “[Declaração do Ministério Público sobre o Direito à Água](#)”, que foi assinada por nove países.

Distribuição da Água na Terra



Distribuição de Água no Planeta
 ■ Água Doce ■ Oceanos ■ Água Salobra

Volume Total de Água = 1.385.984.000 Km³

Distribuição das Reservas de Água no Planeta

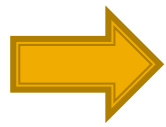


Recursos hídricos

- Qual a diferença entre água e recurso hídrico?

Recursos hídricos

- Qual a diferença entre água e recurso hídrico?



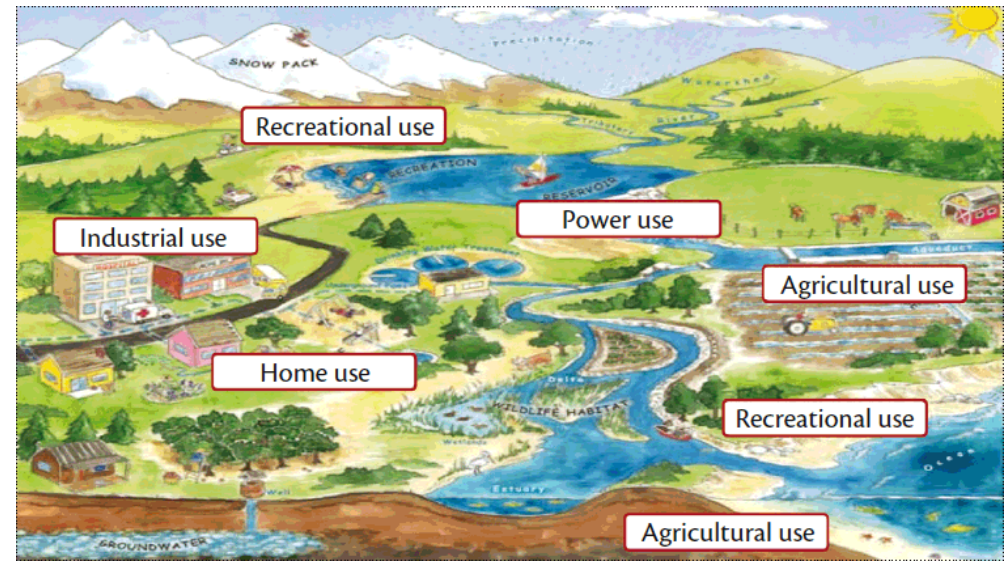
A água passa a ser recurso quando possui um ou mais usos associados



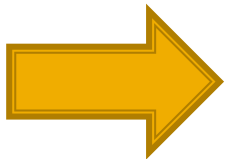
Principais usos da água

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.



<https://doi.ieeecomputersociety.org/cms/Computer.org/dl/mags/sp/2012/03/figures/msp20120300242.gif>



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

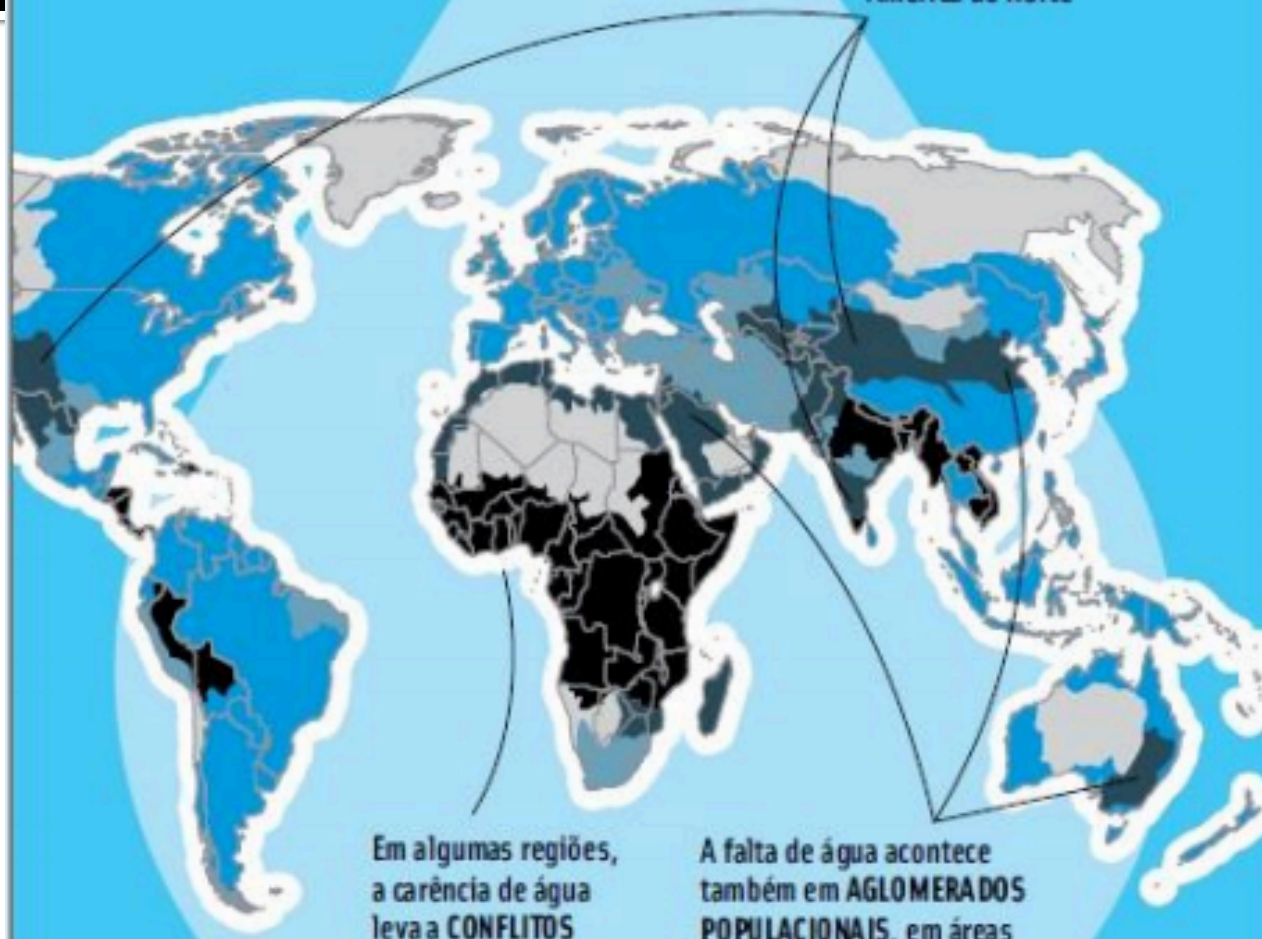
Conflitos pelo uso da água



Onde falta água

As cores no mapa-múndi indicam a disponibilidade hídrica nas diferentes regiões do planeta

A escassez física está muito associada a extensas áreas de **AGRICULTURA IRRIGADA**, como o sul da Índia, o norte da China e as planícies da América do Norte



Em algumas regiões, a carência de água leva a **CONFLITOS ARMADOS**, como em alguns países da África e do Oriente Médio

A falta de água acontece também em **AGLOMERADOS POPULACIONAIS**, em áreas áridas e semiáridas e em centros urbanos em rápida expansão

Ameaças e acordos sobre grandes fontes

▽ Aquíferos cuja recarga é lenta demais em comparação à exploração

▽ Aquíferos não recarregáveis

1 MEIO-OESTE DOS EUA

O aquífero Ogallala, que se estende sob oito estados dos EUA, teve uma queda de 35 metros no nível da água em 50 anos. A água nele contida é "fóssil" e não pode ser reposta naturalmente.

2 NORTE DA ÁFRICA

O aquífero Núbio, compartilhado por Chade, Egito, Líbia e Sudão, é um reservatório de água fóssil, que não se recarrega naturalmente pela chuva.

3 ORIENTE MÉDIO

Israel e os territórios palestinos dividem quatro aquíferos. Desde os Acordos de Oslo II (1995), os israelenses têm acesso a quatro vezes mais água do que os palestinos.

4 FRONTEIRA ENTRE EUA E MÉXICO

O aquífero Hueco Bolsón é compartilhado pelas cidades de El Paso, nos EUA, e Ciudad Juarez, no México. A exploração descontrolada ameaçava a cidade mexicana de desabastecimento em cinco anos. Os EUA passaram a recarregar o aquífero com água usada e retratada.

5 AMÉRICA DO SUL

O aquífero Guarani, sob o Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, é um dos maiores do mundo. Mas já está contaminado por produtos agrícolas e esgoto em alguns pontos.

6 ÁFRICA OCIDENTAL

Níger, Nigéria e Mali negociam o gerenciamento conjunto do aquífero lulolemeden.

7 ÍNDIA

Bangladesh reclamou que a barragem indiana de Farakka desvia parte da vazão do rio Ganges para longe de seu território. A Índia concordou em reduzir o volume desviado.



- <https://www.bbc.co.uk/news/world-asia-44636934>

NOTÍCIAS

A megacidade que está afundando e pode ficar submersa em três décadas

O norte de Jacarta, capital da Indonésia, afundou 2,5 metros em 10 anos e continua "descendo" até 25 centímetros por ano. Com uso excessivo dos aquíferos pela população, fenômeno ganha fôlego e partes da cidade podem acabar completamente debaixo d'água até 2050.



Recursos hídricos

➔ Quais são aspectos chave quando falamos de recursos hídricos?

QUANTIDADE



QUALIDADE

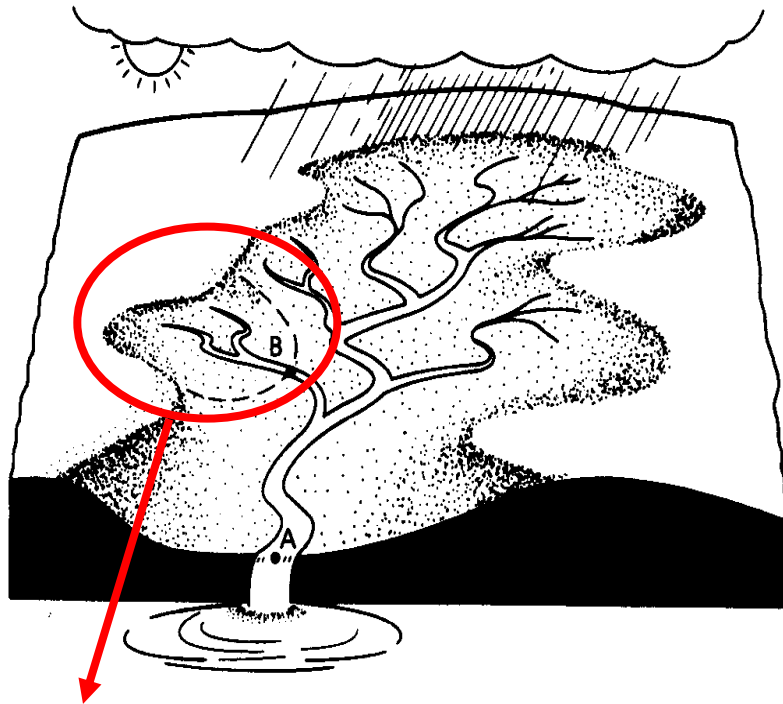


QUANTIDADE



Bacias hidrográficas

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



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

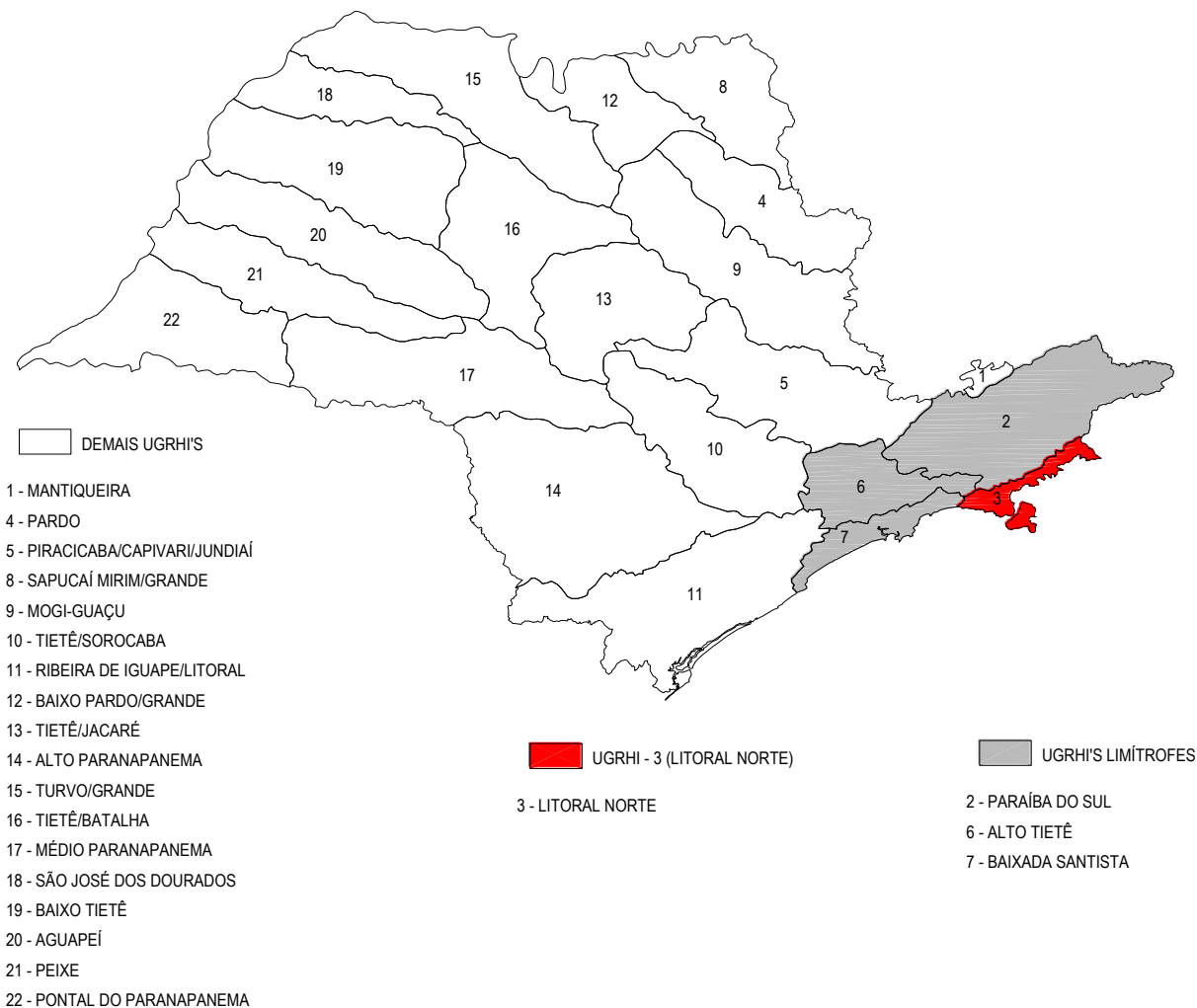
Uma **bacia hidrográfica** é uma determinada área de terreno que drena água, partículas de solo e material dissolvido para **um ponto de saída comum**, situado ao longo de um rio, riacho ou ribeirão

(Dunne e Leopold, 1978).

Bacias hidrográficas brasileiras

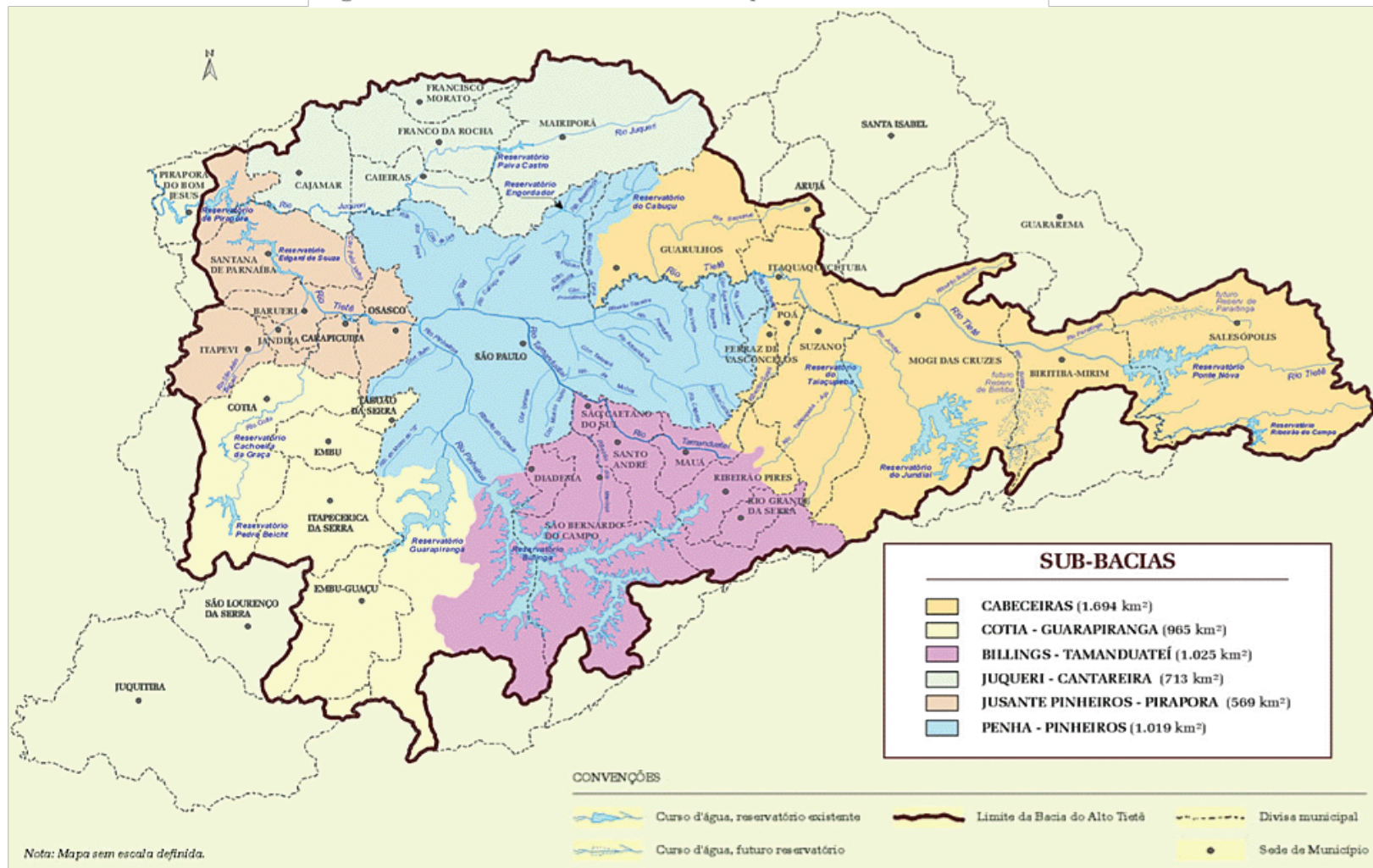


Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos



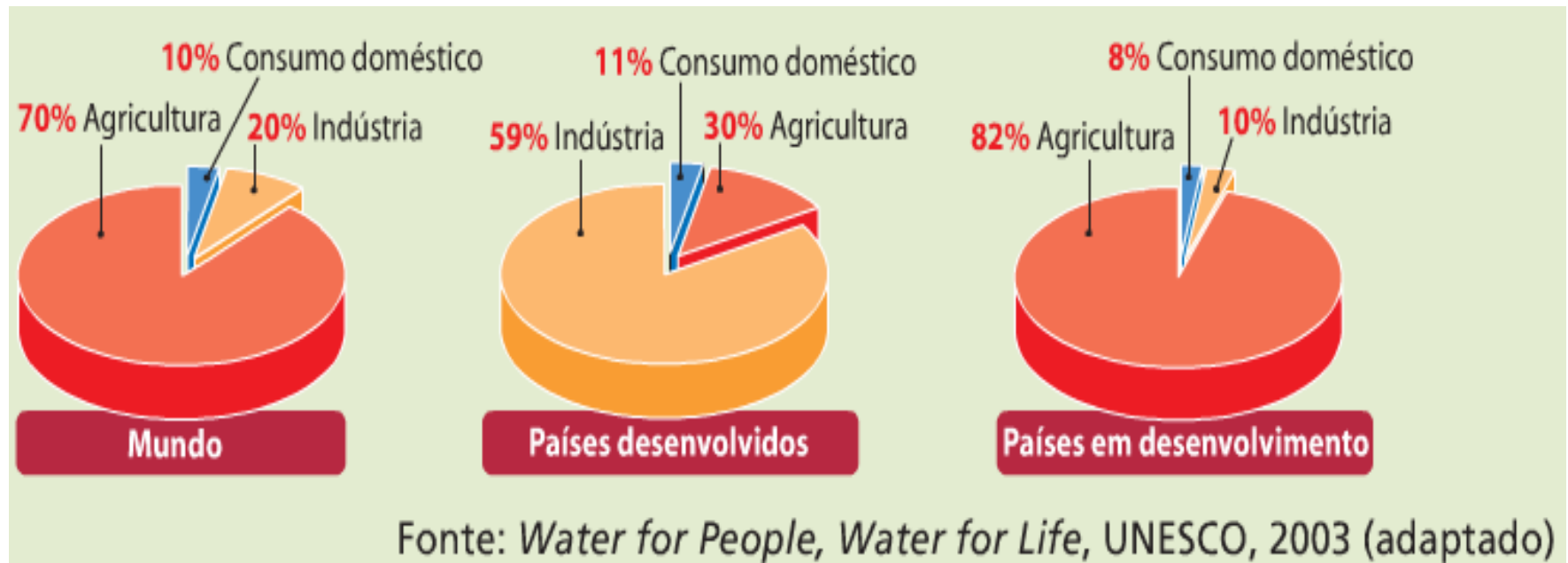
Sub-bacias

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



Demandas de água

■ Mundo

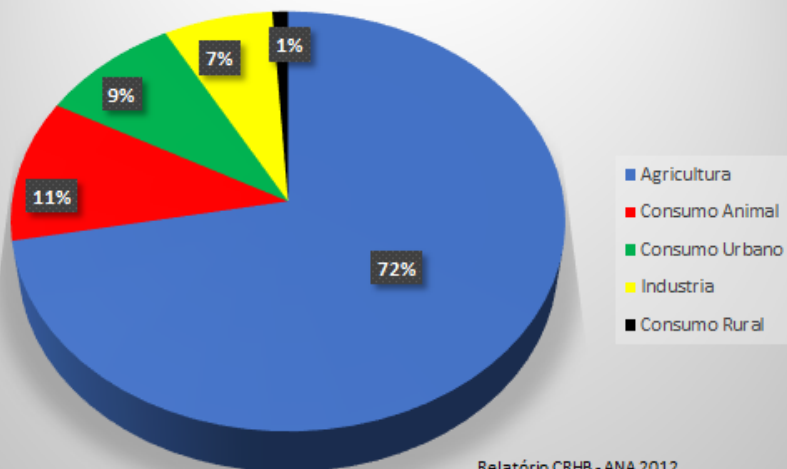


Embora seja de 2003, é o dado agregado mais recente disponível

Demandas de água



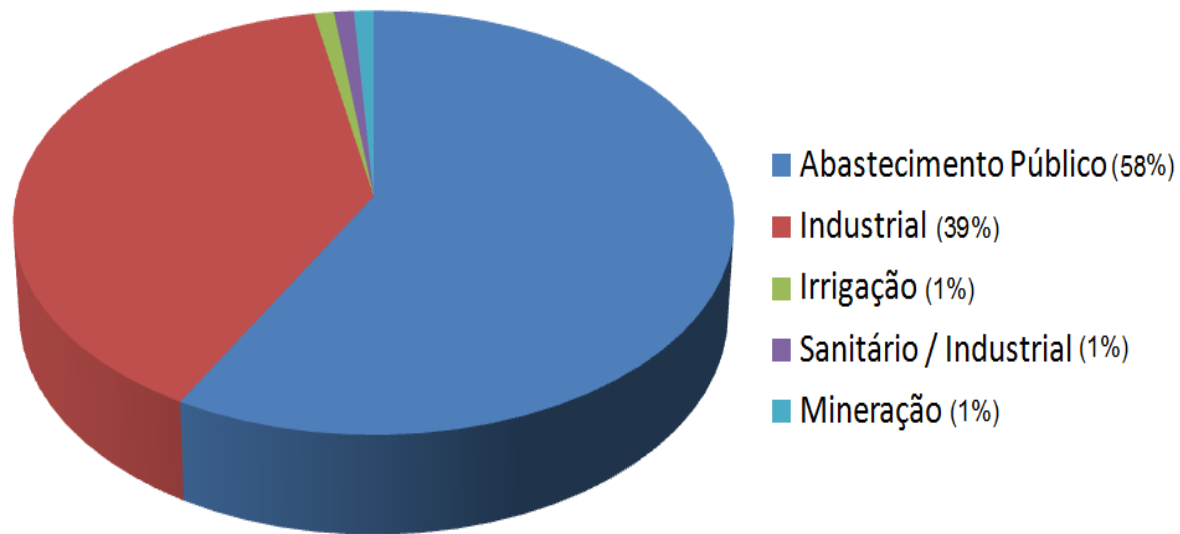
Consumo de Água no Brasil



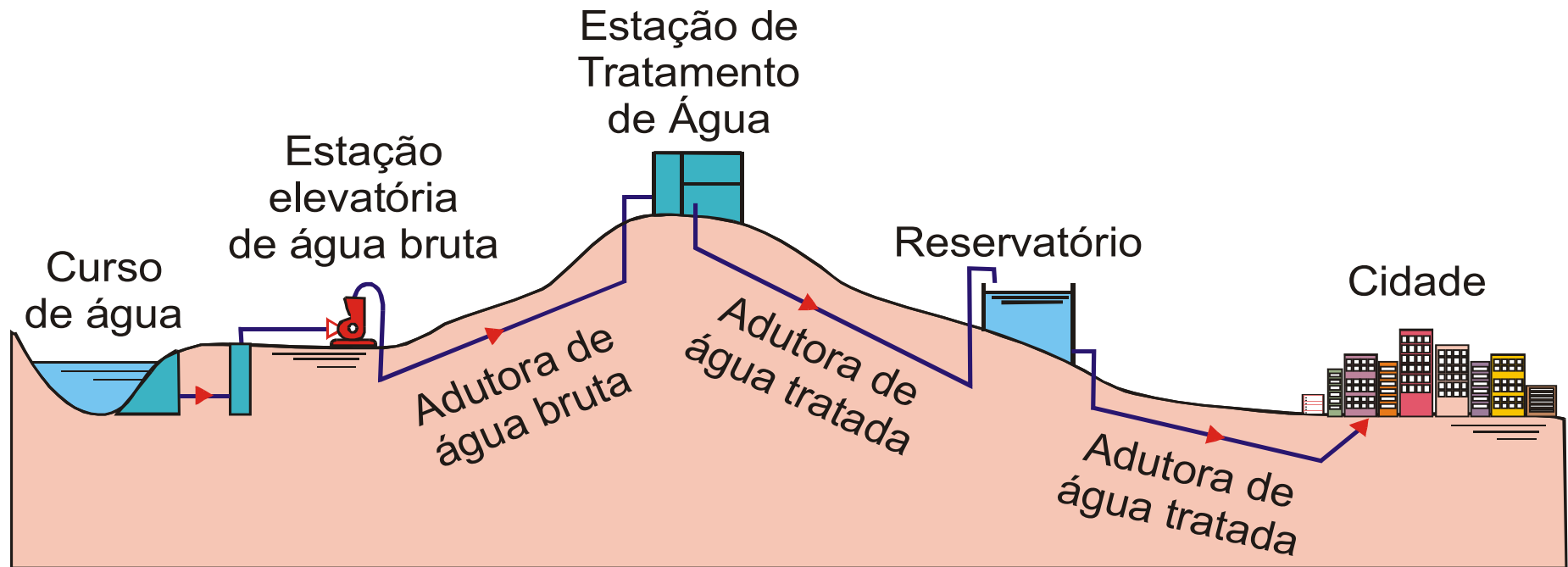
Demandas de água

■ RMSP

Como é Usada a Água na Grande São Paulo



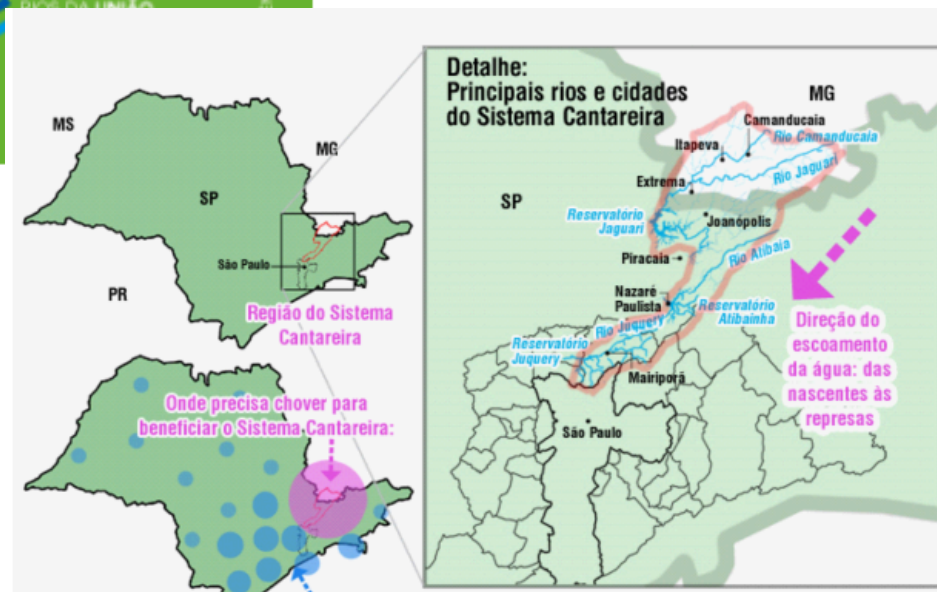
Sistema de abastecimento de água



Sistema Cantareira

SISTEMA EQUIVALENTE

Volume útil máximo: 973,9 bilhões de litros (973,9 hm³)



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

Cálculo da Pegada Hídrica

COMO CALCULAR A 'PEGADA HÍDRICA'

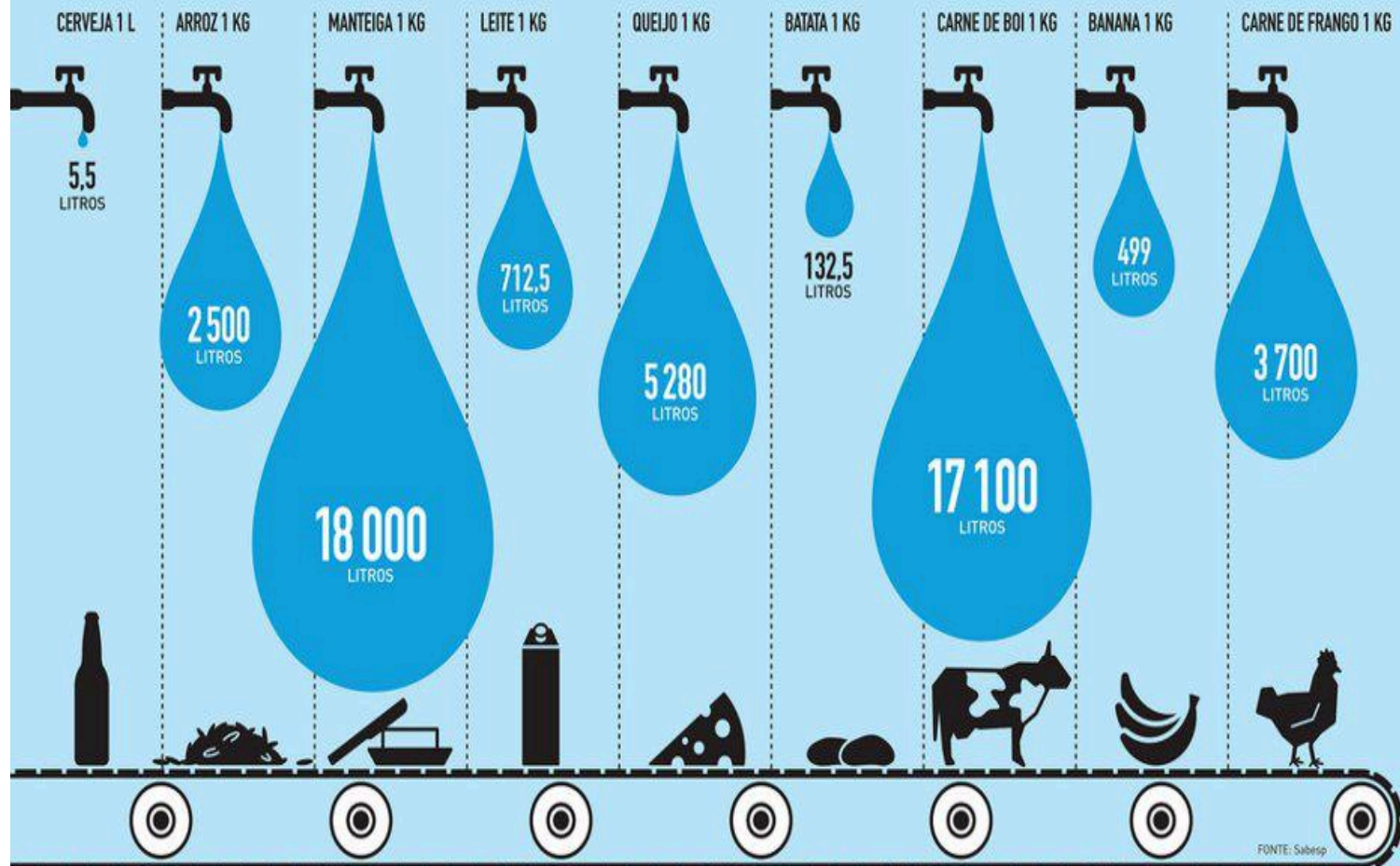
Exemplo mostra o consumo de água necessário para a produção de 1 kg de carne bovina





A ÁGUA QUE VOCÊ NÃO VÊ

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



Fonte: Sabesp



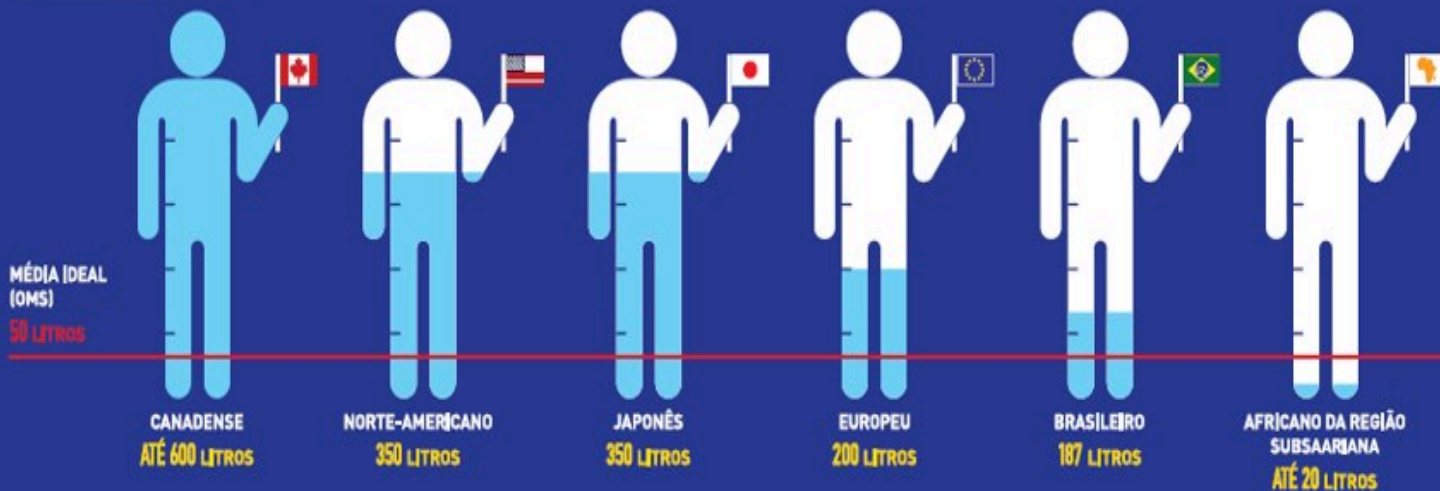
QUANTO SE GASTA DE ÁGUA POR DIA

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 de Saúde (OMS)
** Torneira aberta por 20 segundos
PONTE: Sabesp

Demanda X Disponibilidade

- 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

Fonte: Malin Falkenmark,
1989

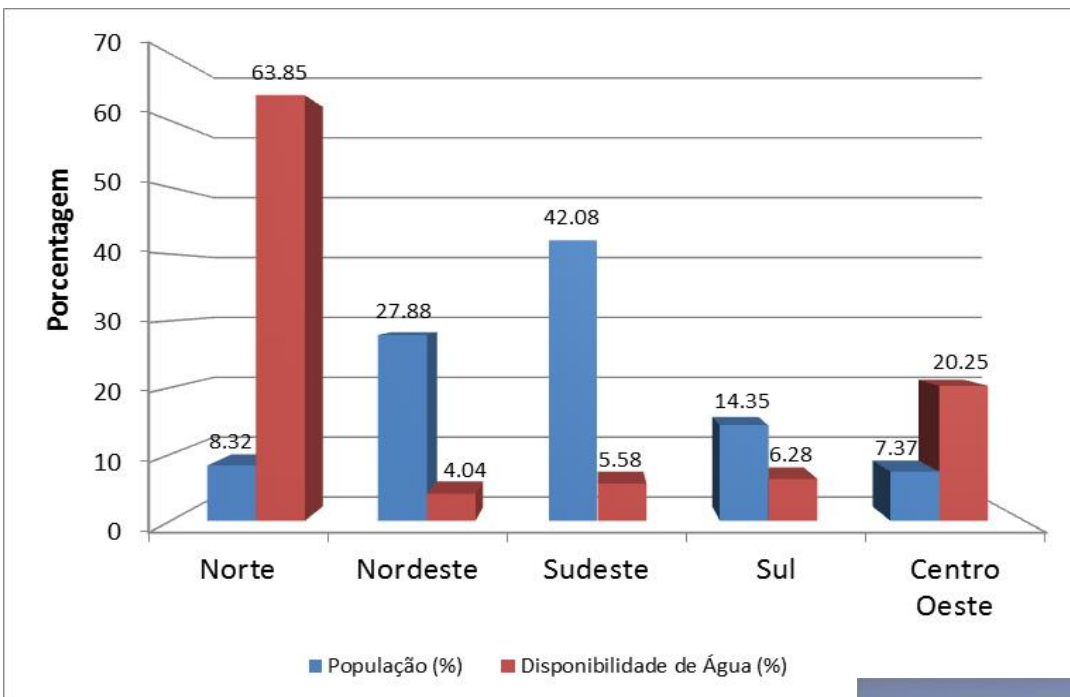
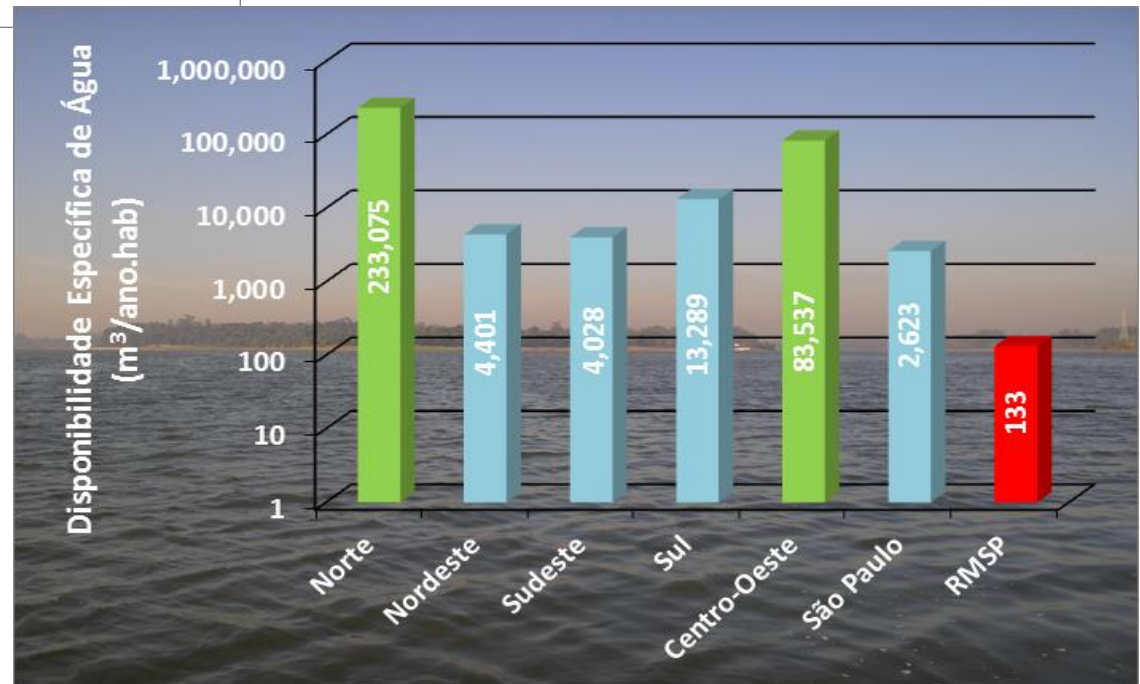


Figura 1 – Distribuição da População e Disponibilidade Hídrica por Região



Figura 2 - Disponibilidade Específica de Água por Região

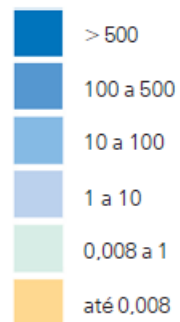


AS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO BRASIL

DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

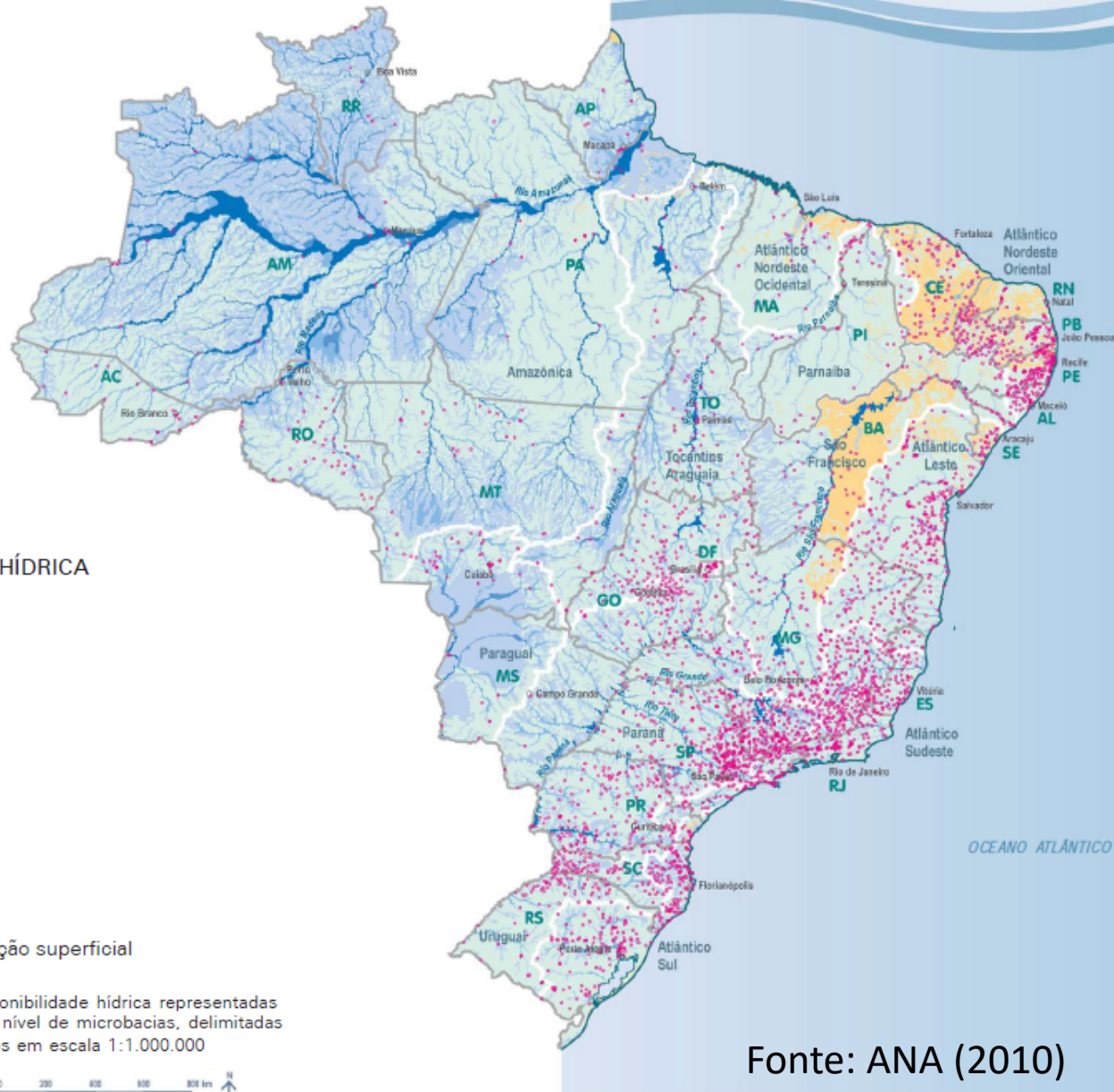
DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Vazão $Q_{95\%}$ - m^3/s



• Ponto de captação superficial

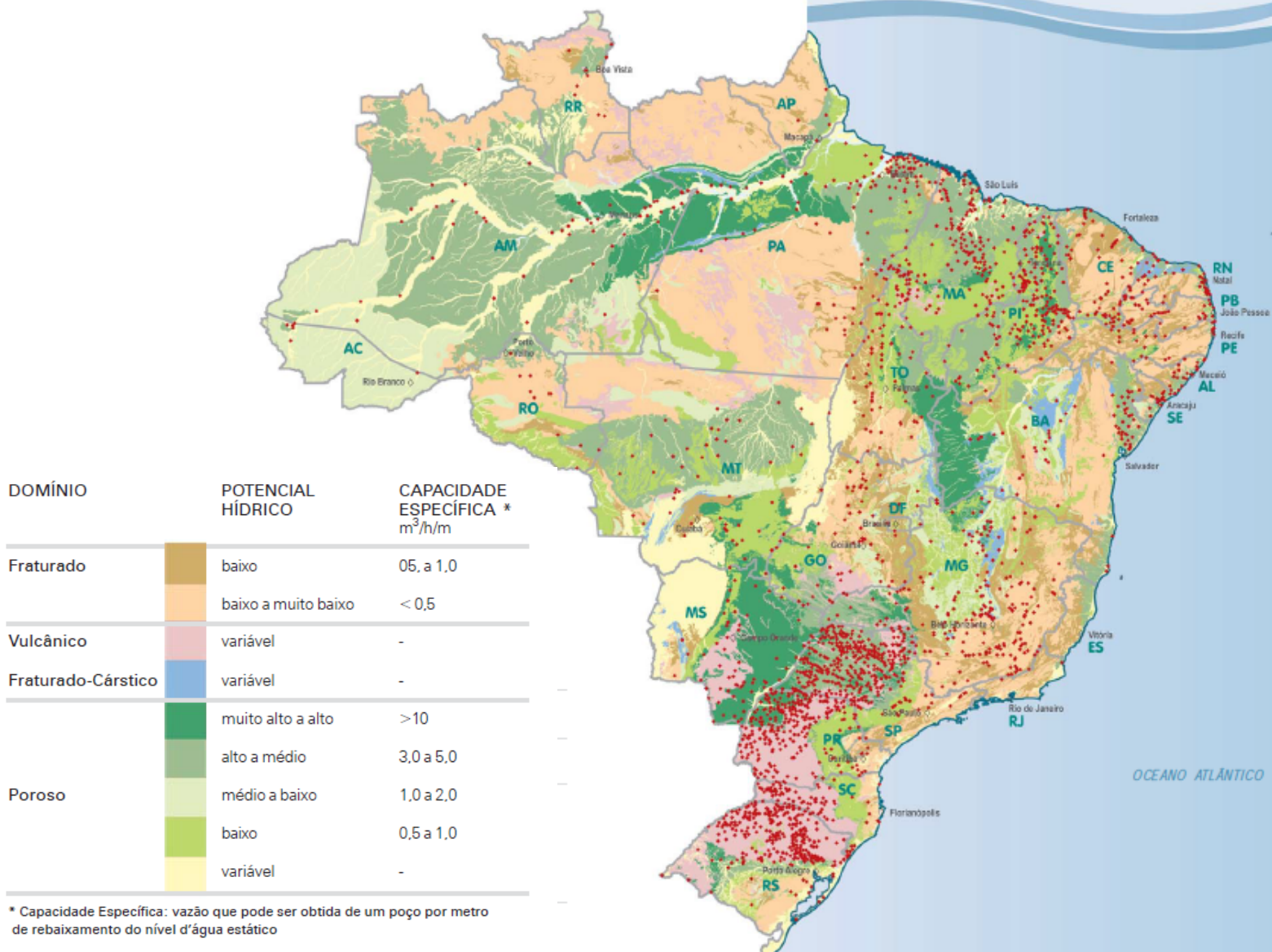
As informações de disponibilidade hídrica representadas foram desagregadas no nível de microbacias, delimitadas a partir da base de dados em escala 1:1.000.000



Fonte: ANA (2010)

AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



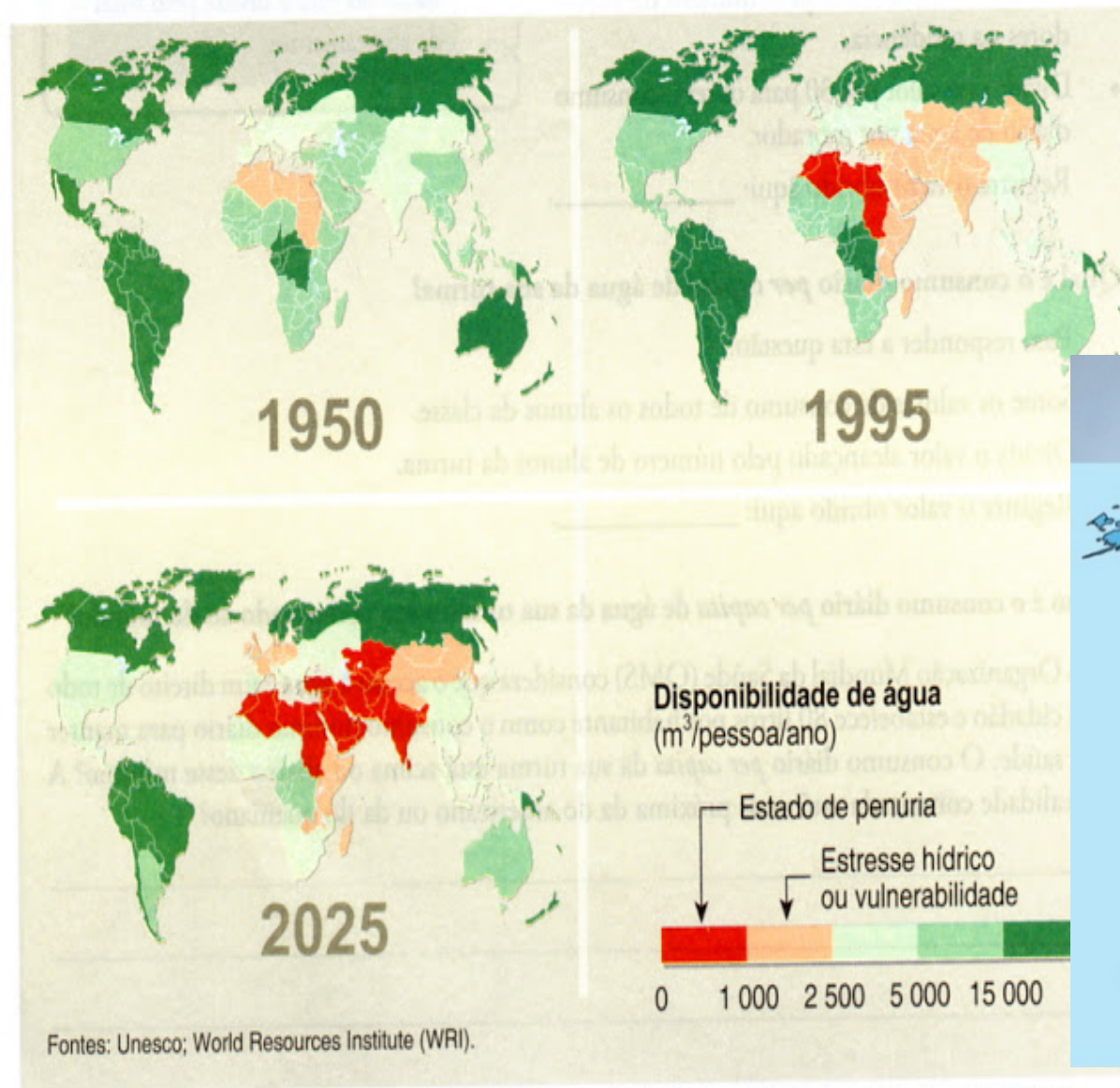
DOMÍNIO	POTENCIAL HÍDRICO	CAPACIDADE ESPECÍFICA * m ³ /h/m
Fraturado	baixo	05, a 1,0
	baixo a muito baixo	< 0,5
Vulcânico	variável	-
Fraturado-Cárstico	variável	-
Poroso	muito alto a alto	>10
	alto a médio	3,0 a 5,0
	médio a baixo	1,0 a 2,0
	baixo	0,5 a 1,0
	variável	-

* Capacidade Específica: vazão que pode ser obtida de um poço por metro de rebaixamento do nível d'água estático

♦ Sede urbana com captação exclusiva ou predominante em manancial subterrâneo

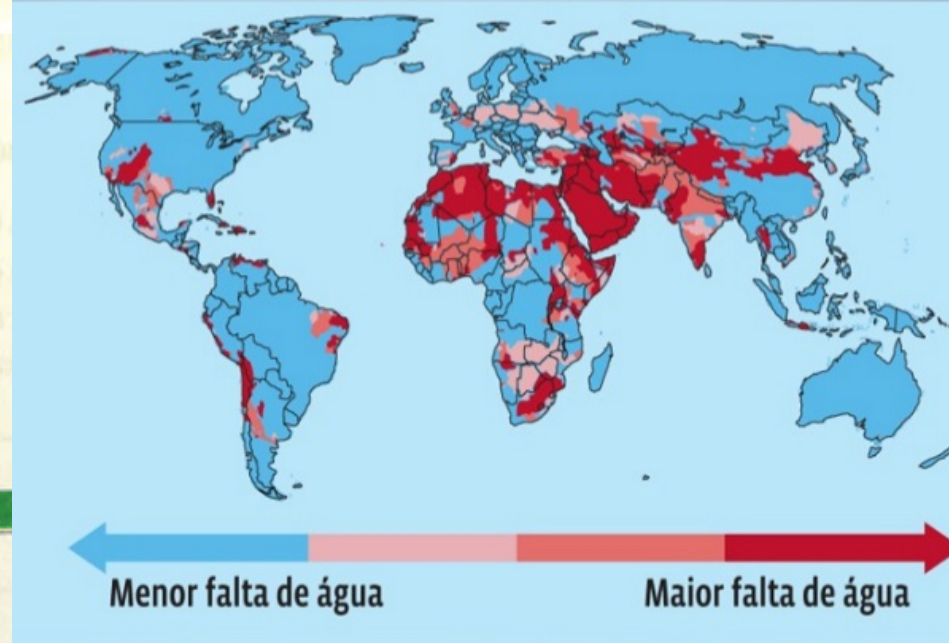
Fonte: ANA (2010)

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



Qual a situação do Brasil?

O mapa da escassez



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

QUALIDADE

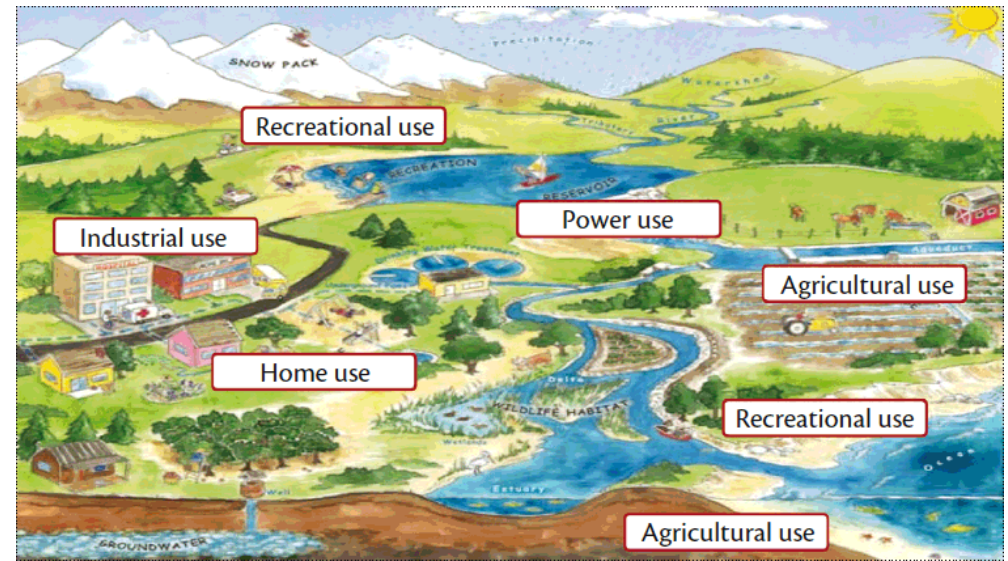


Propriedades Físicas, Químicas e Biológicas da Água

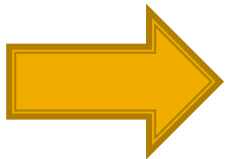
- A tensão superficial:
 - Dificulta o acesso e a saída de certos organismos da água;
 - Atração entre as moléculas de água é mais pronunciada nas moléculas situadas na interface entre o meio líquido e a atmosfera.
- Dissolve diversas substâncias com as quais entra em contato (solvente universal);
- Não existe na natureza água 100% pura;
- Grande potencial para suporte e aniquilação de muitos organismos;
- 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;

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.



<https://doi.ieeecomputersociety.org/cms/Computer.org/dl/mags/sp/2012/03/figures/msp20120300242.gif>



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

Usos múltiplos

Proteção das
comunidades aquáticas



Abastecimento
doméstico



Recreação
Contato primário
Contato secundário



Irrigação



Dessedentação
animal



Navegação



Usos mais exigentes

Usos menos exigentes

Fonte: Marcelo Pires da Costa (ANA)

Legislação

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

CONAMA 357/2005

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

Fonte: Marcelo Pires da Costa (ANA)

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

Enquadramento dos corpos hídricos



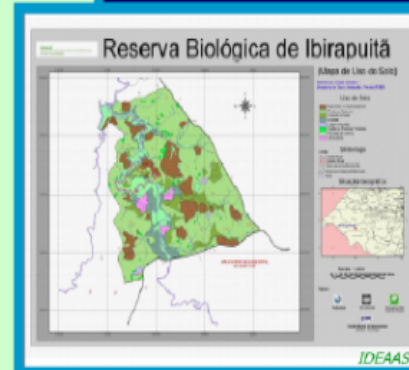
Fonte: Marcelo Pires da Costa (ANA)

Classificação dos Corpos D'água no Brasil

Enquadramento dos corpos hídricos

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



Enquadramento dos corpos hídricos

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;

Enquadramento dos corpos hídricos

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.



Enquadramento dos corpos hídricos

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.



Enquadramento dos corpos hídricos

CLASSE 4

- ☐ navegação;
- ☐ harmonia paisagística

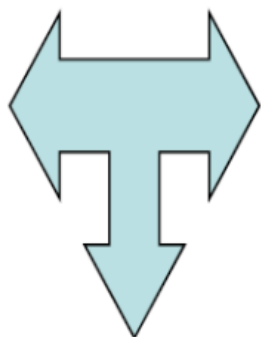


Fonte: Ana L m Rodrigues (FEPAM)

Enquadramento dos corpos hídricos

O rio que temos

Condição atual



O rio que queremos

Vontade

O rio que podemos ter

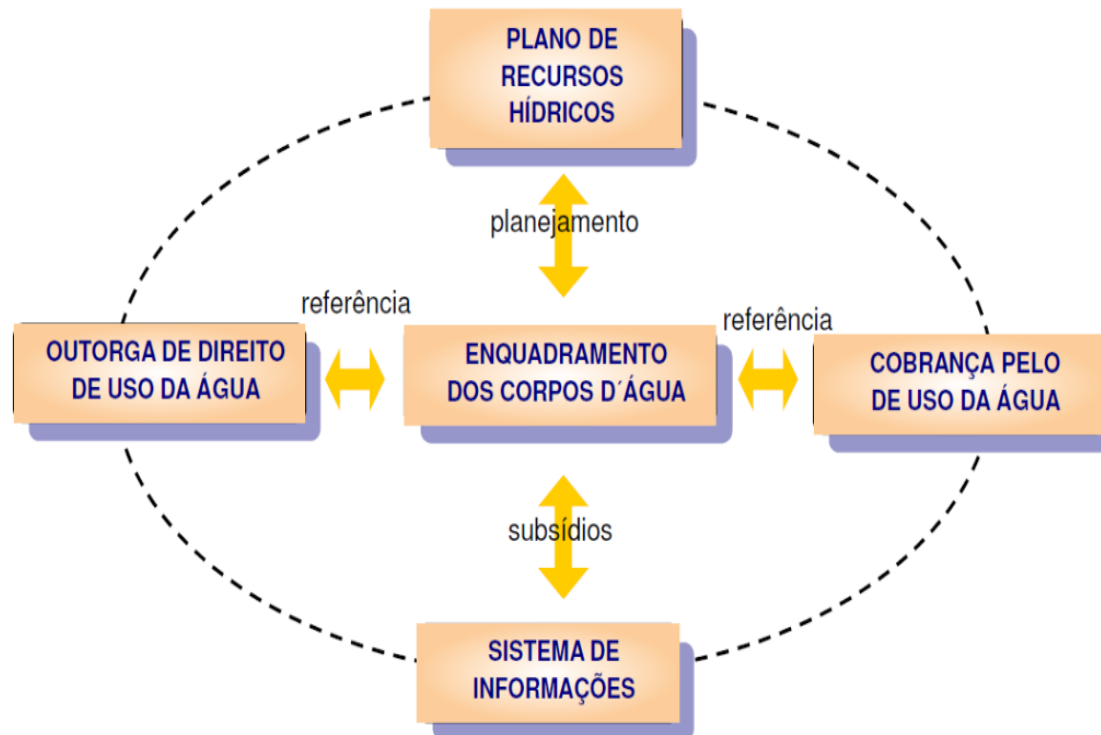
Limitações (técnicas, econômicas)

Fonte: Marcelo Pires da Costa (ANA)

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

Planejamento e gestão de recursos hídricos

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

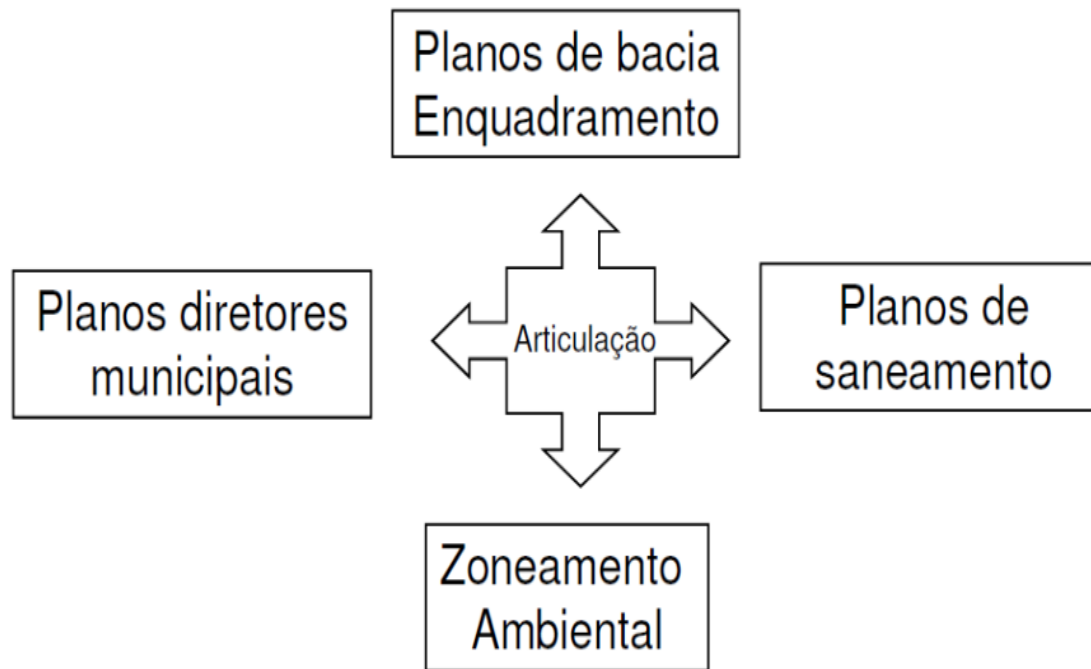


Cobrança pelo uso da água

COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO (COBRANÇA FEDERAL)					
Tipos de Usos	Unidade	Valores dos Preços Unitários Básicos (PUBs)			
		2013	2014	2015	2016
Captação, Extração e Derivação	R\$/m ³	0,0100	0,0108	0,0118	0,0127
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,0200	0,0217	0,0235	0,0255
Lançamento de carga orgânica (DBO _{5,20})	R\$/Kg	0,100	0,1084	0,1175	0,1274
Transposição de bacia	R\$/m ³	0,0150	0,0163	0,0176	0,0191

Fonte: <http://www.agenciapcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/cobranca-pelo-uso-da-agua>

Planejamento e gestão de recursos hídricos



Fonte: Marcelo Pires da Costa (ANA)

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

Impactos ambientais em obras para uso da água

■ Barragens e seus componentes 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

Impactos ambientais em obras para uso da água

■ Sistemas de irrigação

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



Impactos ambientais em obras para uso da água

■ 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.

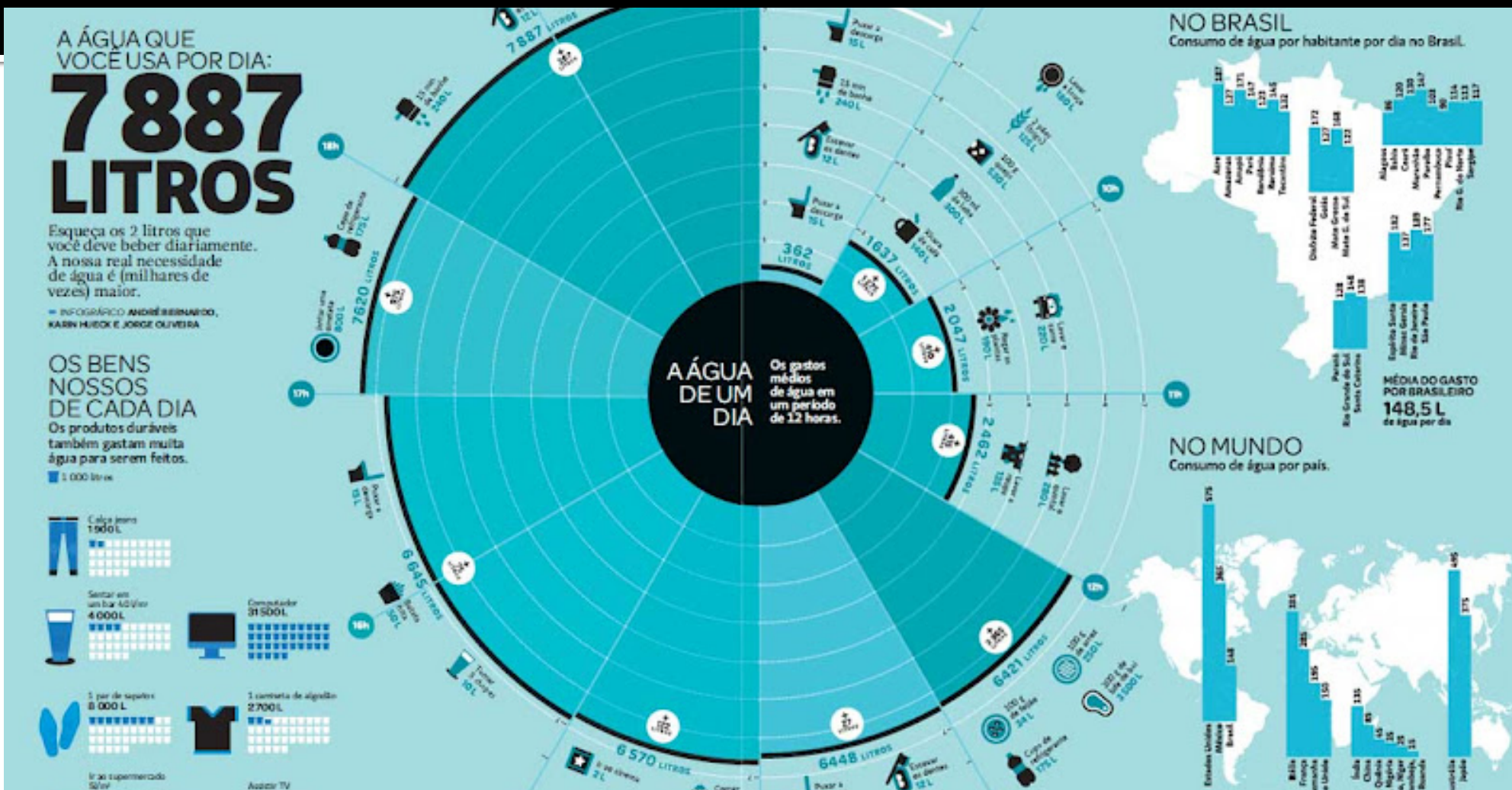


Impactos ambientais em obras para uso da água

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



Planejamento e gestão de recursos hídricos



Fonte: Marcelo Pires da Costa (ANA)