

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL



O MEIO AMBIENTE AQUÁTICO I

LOB1046 - Engenharia do Meio Ambiente
Profa. Débora Alvim

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS E AMBIENTAIS

Planeta Água

Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte
Serena do mundo
E que abre um
Profundo grotão
Água que faz inocente
Riacho e deságua
Na corrente do ribeirão...

Águas escuras dos rios
Que levam
A fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias
E matam a sede da
população...

Águas que caem das
pedras
No véu das cascatas
Ronco de trovão
E depois dormem tranquilas
No leito dos lagos
No leito dos lagos...

Água dos igarapés
Onde lara, a mãe d'água
É misteriosa canção
Água que o sol evapora
Pro céu vai embora
Virar nuvens de algodão...

Gotas de água da chuva
Alegre arco-íris
Sobre a plantação
Gotas de água da chuva
Tão tristes, são lágrimas
Na inundação...

Águas que movem moinhos
São as mesmas águas
Que encharcam o chão
E sempre voltam humildes
Pro fundo da terra
Pro fundo da terra...

Planeta Água

Guilherme Arantes

Terra! Planeta Água
Terra! Planeta Água
Terra! Planeta Água...

Água que nasce na fonte
Serena do mundo
E que abre um
Profundo grotão
Água que faz inocente
Riacho e deságua
Na corrente do ribeirão...

Águas escuras dos rios
Que levam a fertilidade ao
sertão
Águas que banham aldeias
E matam a sede da
população...

Águas que movem moinhos
São as mesmas águas
Que encharcam o chão
E sempre voltam humildes
Pro fundo da terra
Pro fundo da terra...

Terra! Planeta Água
Terra! Planeta Água
Terra! Planeta Água...

Terra! Planeta Água
Terra! Planeta Água
Terra! Planeta Água...

Pelas suas propriedades especiais, a água é para o homem um dos compostos químicos mais importante na superfície da Terra.

A água desempenha um papel decisivo na nossa saúde, no clima, nos sistemas ecológicos, assim como na economia, no desenvolvimento ou no combate aos incêndios.

Água

Impacto Ambiental

Água

A importância de água para a manutenção da vida

Quantidade
de água disponível

Qualidade da água
disponível

Controle da poluição

População Mundial Atual \approx 8,062 bilhões

Estimativa:

2050 ç 9,7 bilhões

2100 ç 11 bilhões

Previsão de Crescimento até 2050:

Econômico -t- 200%

Demanda de Alimentos -t- 60 a 70%

Demanda de Energia -t- 30 a 60%

Demanda de Água -t- 55%

Água na Terra

Imagem: Jonathan Billinger /
Creative Commons Attribution-Share
Alike 2.0 Generic license.



Água salgada

Aproximadamente, 71% da superfície da Terra é coberta por água em estado líquido. Desse total, 97% aproximadamente está nos oceanos; e os outros 3% são água doce.



Água doce

Imagem: Stephen Horncastle / Creative Commons Attribution-Share
Alike 2.0 Generic license.

Água Doce – 3 %

Distribuição aproximada da água doce na Terra

Imagem: Disponibilizado por
Tout-pour-la-science /
Creative Commons
Attribution-Share Alike 2.5
Generic, 2.0 Generic and
3.0 Creative Commons License.

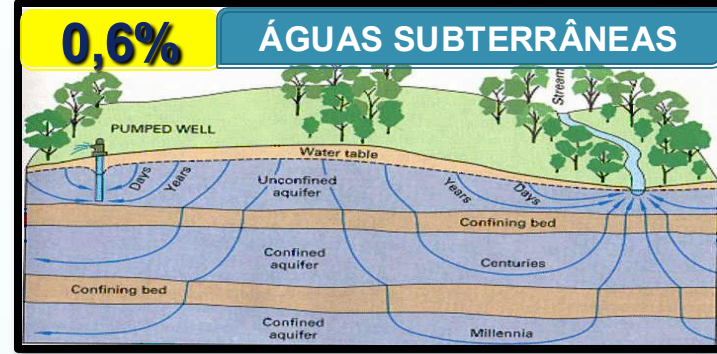


Imagem: Original uploader
foi KrisK no en.wikipedia /
Domínio Público.

Imagem: Fotografado por
Geotek, disponibilizado por
Avicennasis / Domínio
Público.



Imagem: Crédito da foto:
National Oceanic and
Atmospheric Administration/
Department of Commerce,
disponibilizada por Gridge /
Domínio Público.

A quantidade de água doce disponível para consumo é extremamente escassa

Distribuição da água no planeta	A cada 1000 L
97,5% nos oceanos	975 L
1,8% em geleiras	18 L
0,6% nas camadas subterrâneas	6 L
0,015% nos lagos e rios	150 mL
0,005% de umidade no solo	50 mL
0,0009% em forma de vapor na atmosfera	9 mL
0,00004% na matéria viva	0,4 mL

Quantidade de água disponível

Quantidade de água disponível

1000 L de água  6,15L (para consumo humano)



69 % = 4,24 L

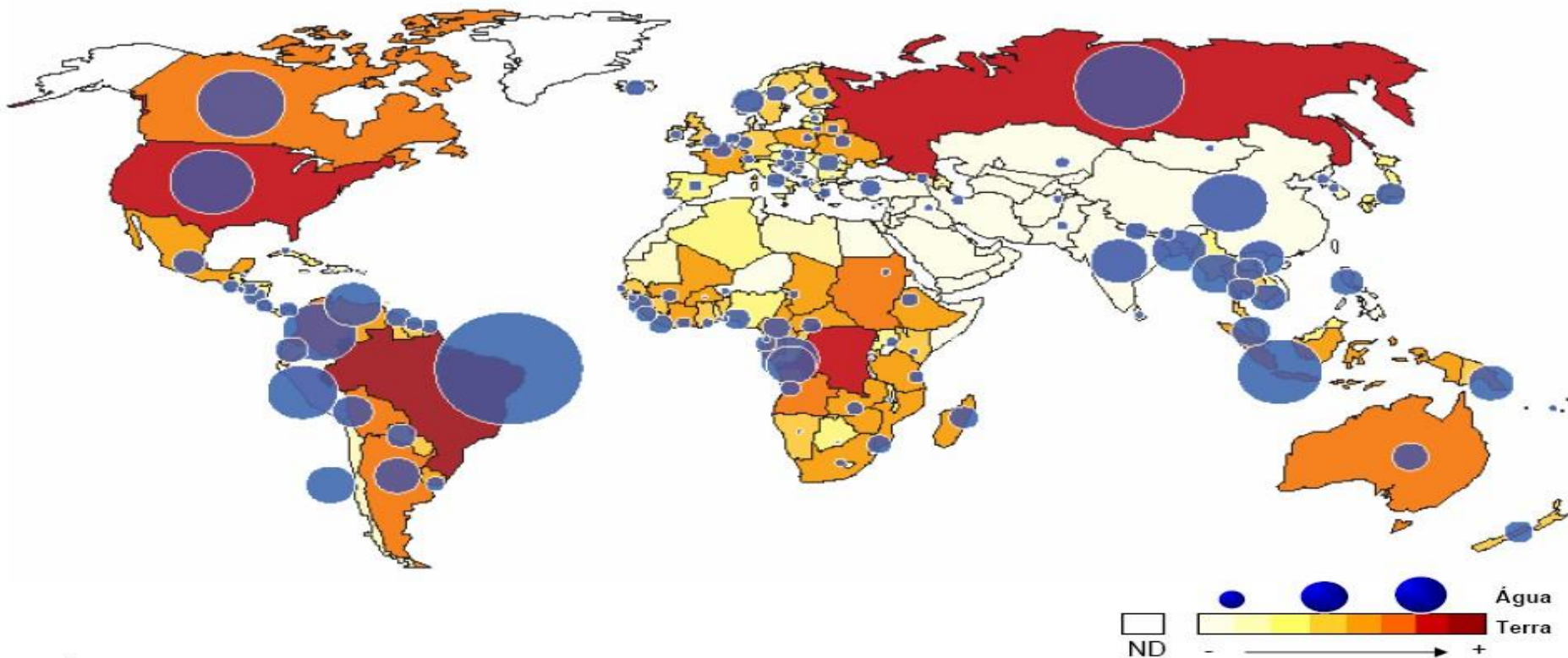


23 % = 1,42 L



8 % = 0,49 L

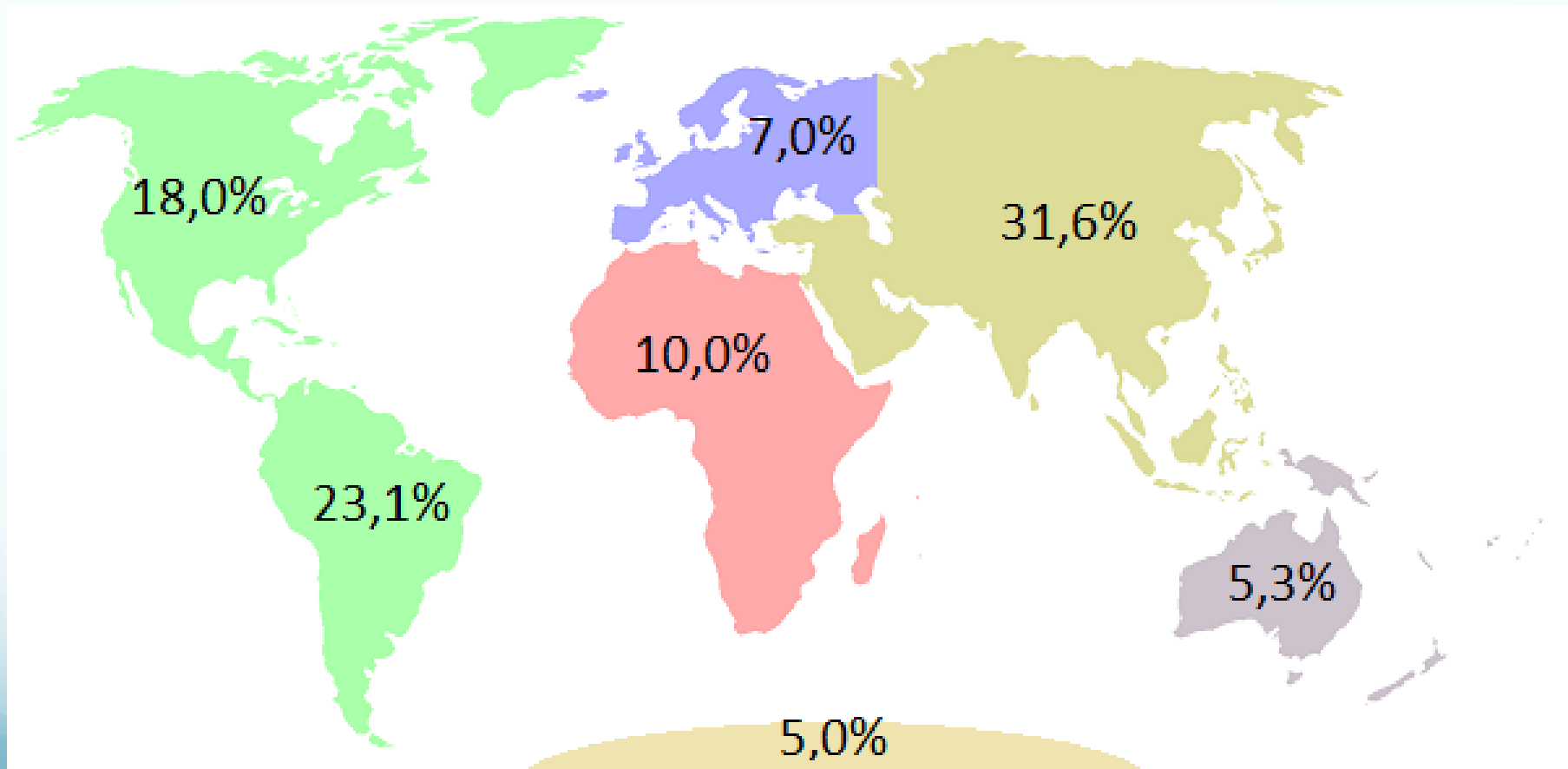
Disponibilidade de água e terra



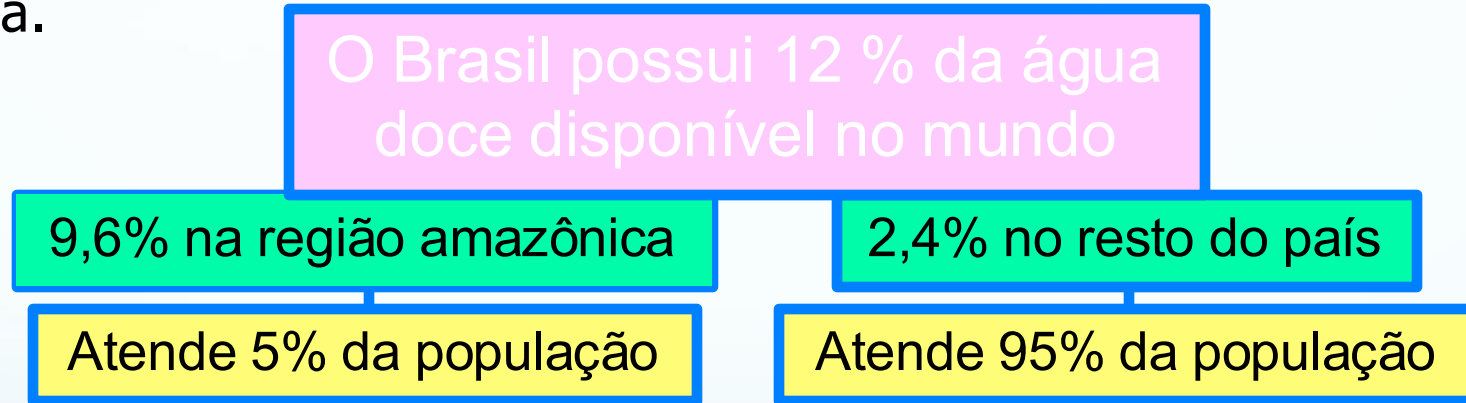
Nota: Área colhida em 2004. Terras aráveis em equivalente potencial.

Fonte: FAO (2000); FAO (2007). Elaboração: ICONE.

Mapa elaborado com auxílio do programa Philcarto, disponível em <http://perso.club-internet.fr/philgeo>



- Nos últimos 15 anos a oferta de água limpa disponível/habitante diminuiu \cong 40%.
- O uso da água na agricultura deverá aumentar nos próximos anos. Em 20 anos deverá ocorrer uma crise relacionada a disponibilidade de água.

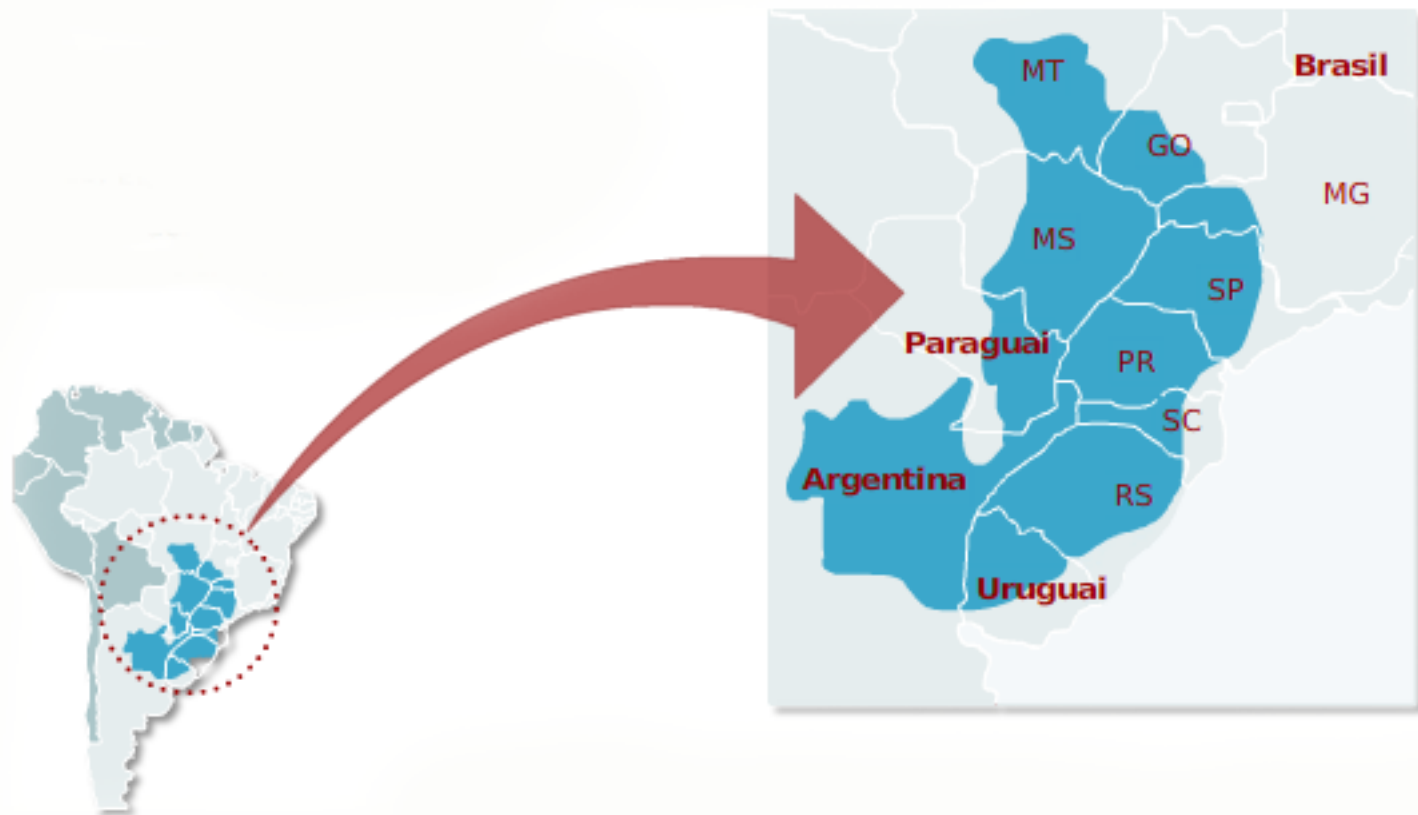


- Acesso a água tratada → melhoria sensível, ou seja 96%.

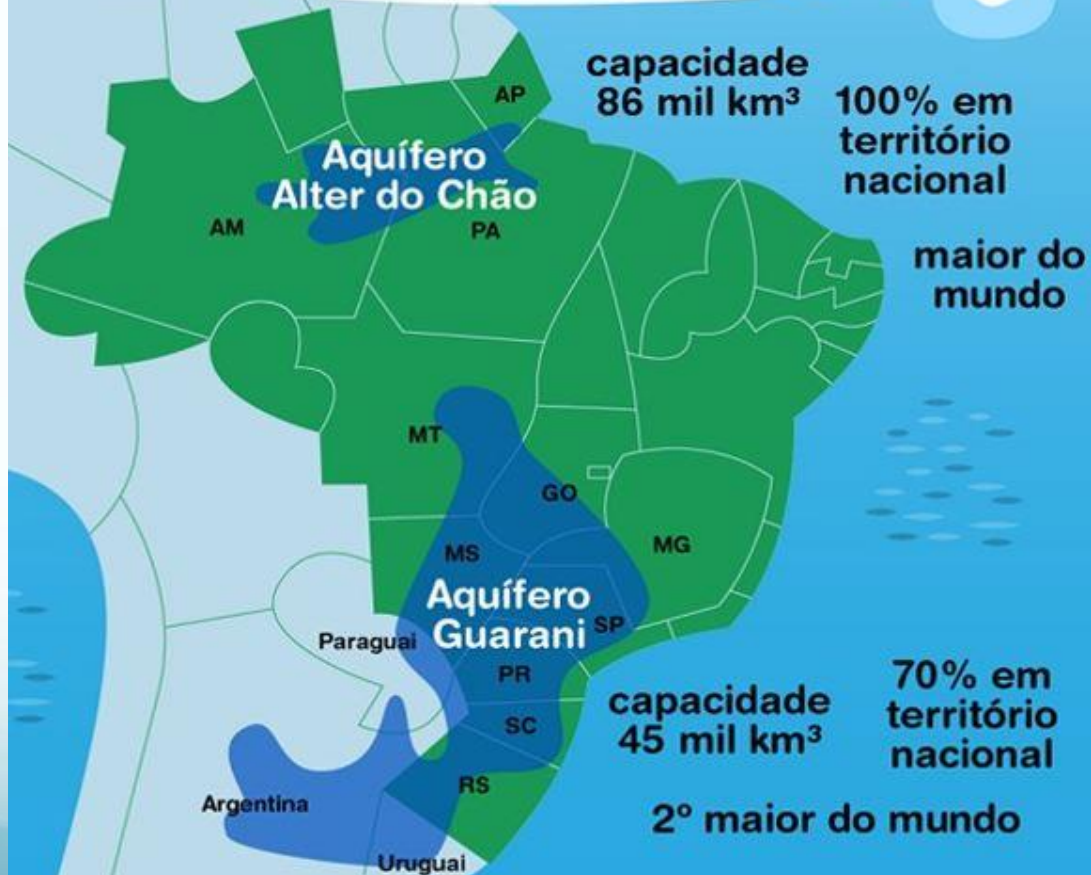
Aquifero Guarani – Água Subterrânea

Quantidade suficiente para abastecimento total por 100-150 anos

O Aquífero Guarani



Aquíferos do Brasil



Água Doce no Brasil



- 12 % das águas doces do planeta estão no Brasil.

Divisão Hidrográfica do Brasil

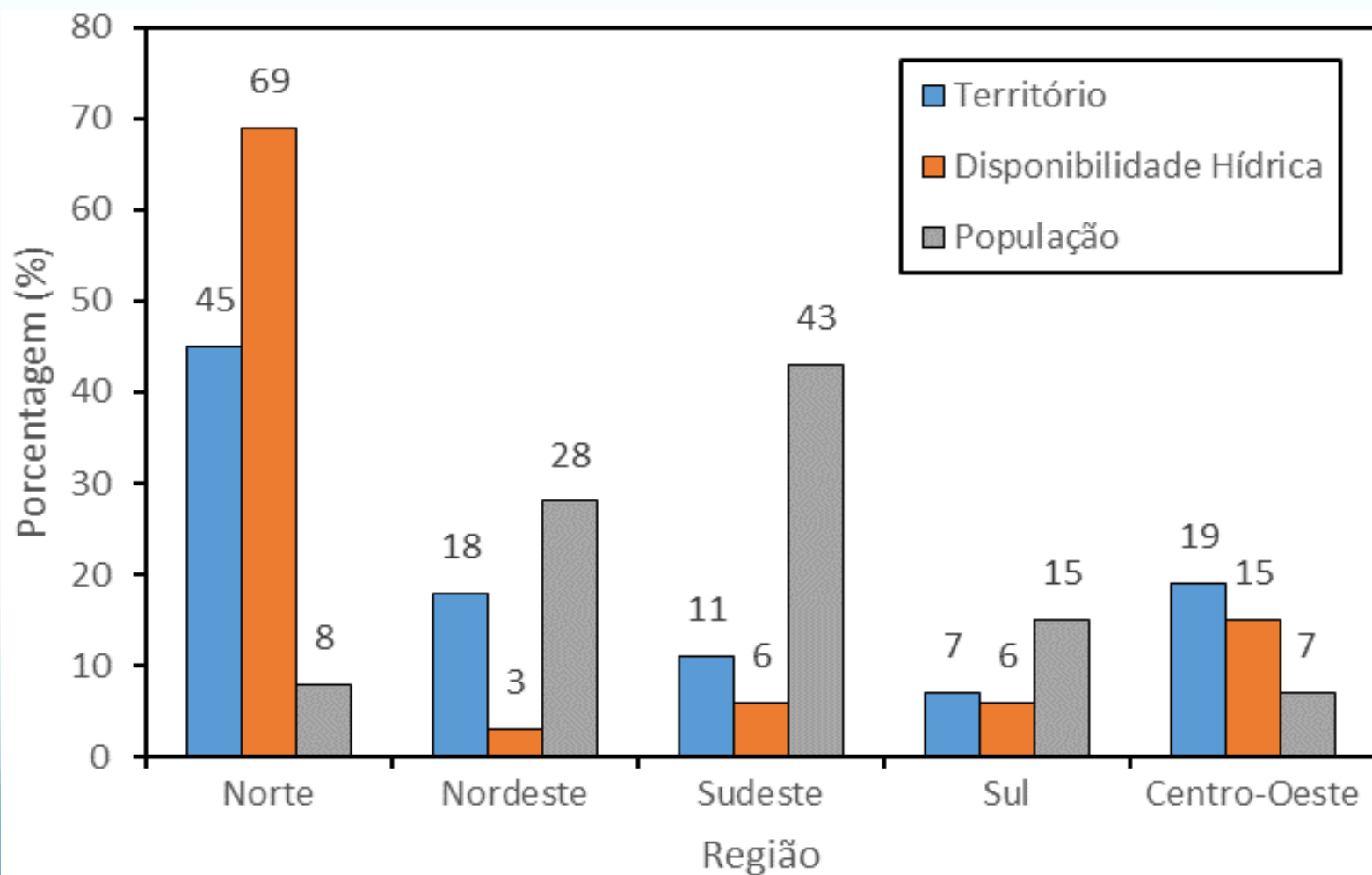
Disponibilidade Hídrica

- Distribuição da água doce no Brasil:
 - 80 % na Região Amazônica \Leftrightarrow 5% da população
 - 20 % no restante do Brasil \Leftrightarrow 95% da população

Região Hidrográfica	População (10 ⁶ hab)	Disponibilidade Específica (m ³ /ano xhab)
Amazônia	8,5	484.748
Atlântico Sudeste	28,8	3.481
Paraná	61	5.899
Atlântico Nordeste Oriental	24	1.013 (1)

Fonte: Adaptado de ANA, 2007, IBGE 2010

(1) Disponibilidade hídrica recomendada pela ONU: **2.500 m³/ano xhab**. Valores abaixo de 1.500 m³/habxano podem ser considerados críticos.



Disponibilidade hídrica per capita (m ³ /hab/ano)	Estados	Situação
> 20.000	AC, AM, AP, GO, MS, MT, PA, RO, RR, RS e TO	Riquíssimo
> 10.000	MA, MG, SC e PR	Muito Rico
> 5.000	ES e PI	Rico
> 2.500	BA e SP	Situação adequada
< 2.500	CE, RJ, RN, DF, AL e SE	Pobres
< 1.500	PB e PE	Situação crítica

DISPONIBILIDADE HÍDRICA – REGIÃO NORTE



- **68 % de toda a água**
- **7 % da população**
- **Água concentrada na Bacia do rio Amazonas**
- **Novas Usinas Hidrelétricas**

DISPONIBILIDADE HÍDRICA – SUL E SUDESTE



- **13 % de toda a água**
- **58 % da população**
- **Contaminação urbana e industrial nas regiões metropolitanas**
- **Crise hídrica agravada em 2014**



DISPONIBILIDADE HÍDRICA – REGIÃO NORDESTE



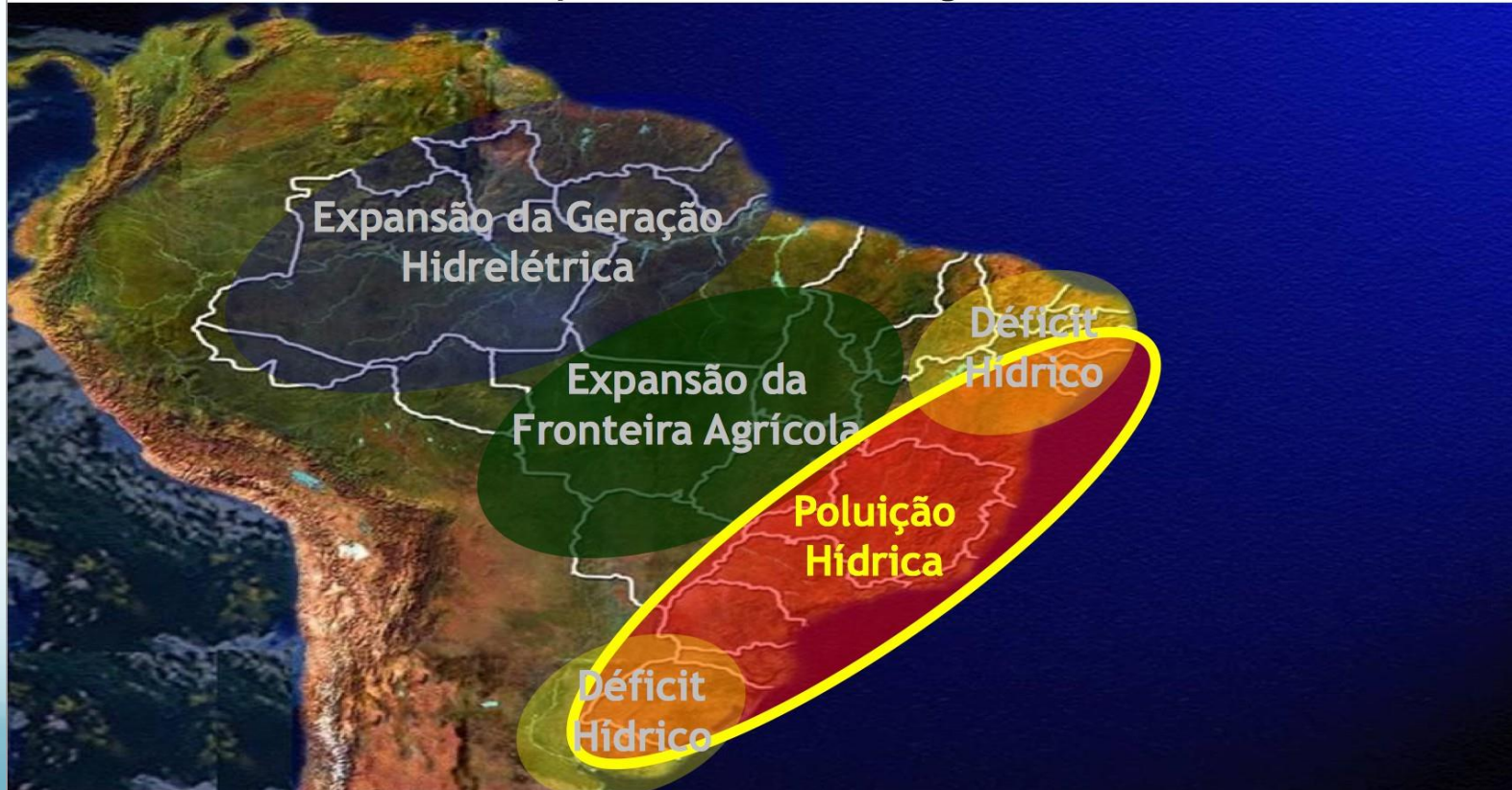
- 3% de toda a água
- 29 % da população
- Escassez de Água – convivência com a seca
- Região Nordeste e Norte de Minas Gerais – baixos índices sociais

DISPONIBILIDADE HÍDRICA – CENTRO-OESTE



- **16 % de toda a água**
- **6% da população**
- **Nova fronteira agrícola**

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - Principais Desafios Regionais





Água

82,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada. Isso significa que 35 milhões de brasileiros sem o acesso a este serviço básico

37% da água no Brasil é perdida, seja com vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas no consumo de água. Resultando no prejuízo de R\$ 8 bilhões.

Coleta de Esgoto



48,6% da população têm acesso à coleta de esgoto.

Mais de **90** Milhões de brasileiros não tem acesso a este serviço.

Tratamento de Esgoto

Apenas 39 % dos esgotos do país são tratados.

O tratamento de esgotos consiste na remoção de poluentes e o método a ser utilizado depende das características físicas, químicas e biológicas.

Video explicativo: <https://youtu.be/f61JxBM8wrY>



Saúde

Em 2013, segundo o Ministério da Saúde (DATASUS), foram notificadas mais de 340 mil internações por infecções gastrointestinais no país;



O custo de uma internação por infecção gastrointestinal no Sistema Único de Saúde (SUS) foi de cerca de R\$ 355,71 por paciente na média nacional.



Gráfico 1 – Internações gerais por doenças associadas à falta de saneamento em 2019

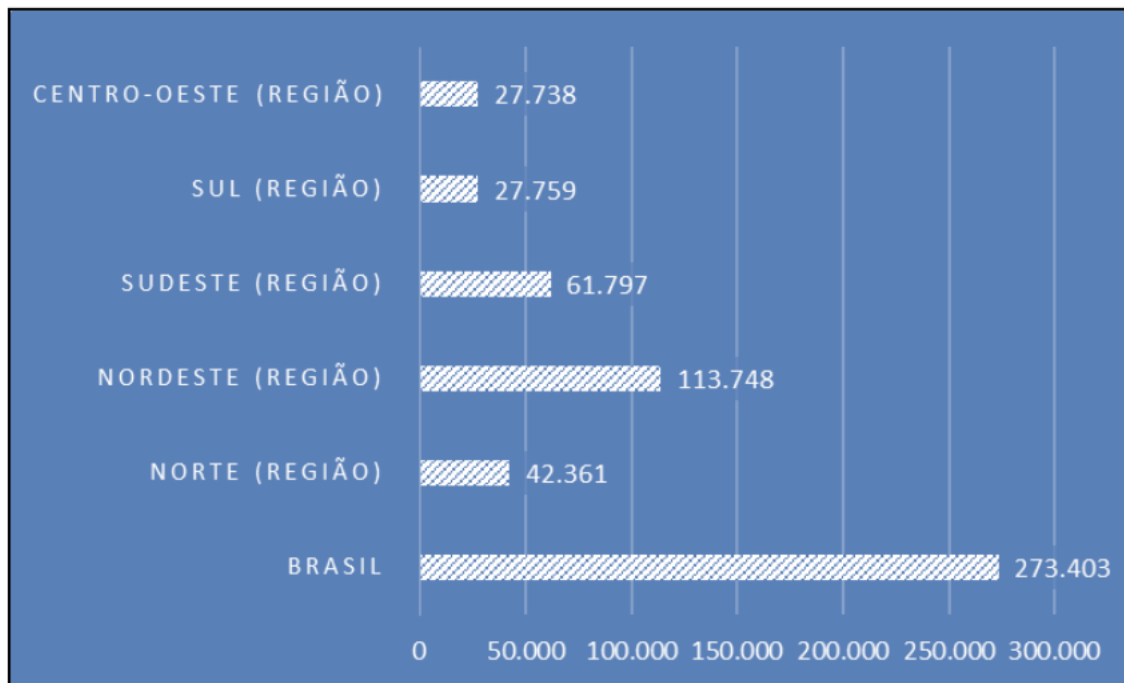
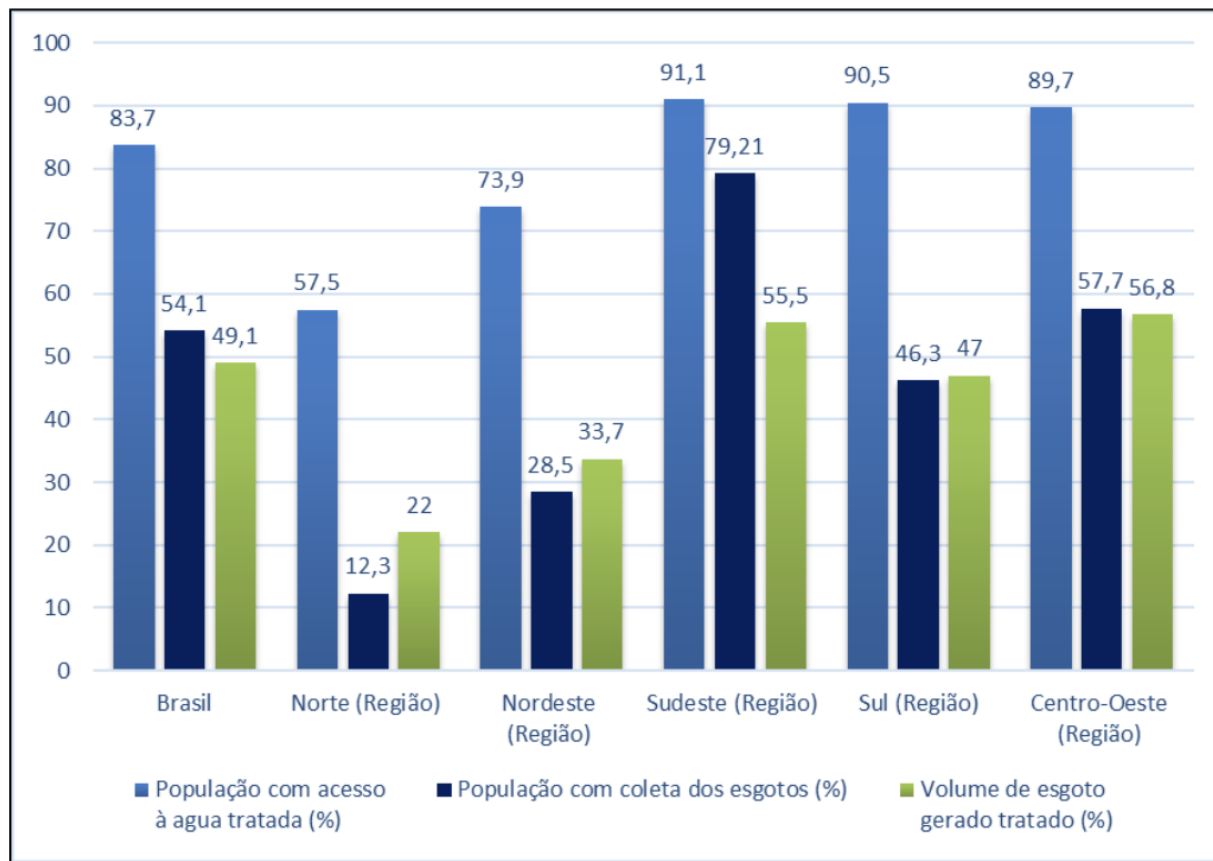


Gráfico 3 – Indicadores de acesso à água e esgotamento sanitário nas regiões brasileiras em 2019

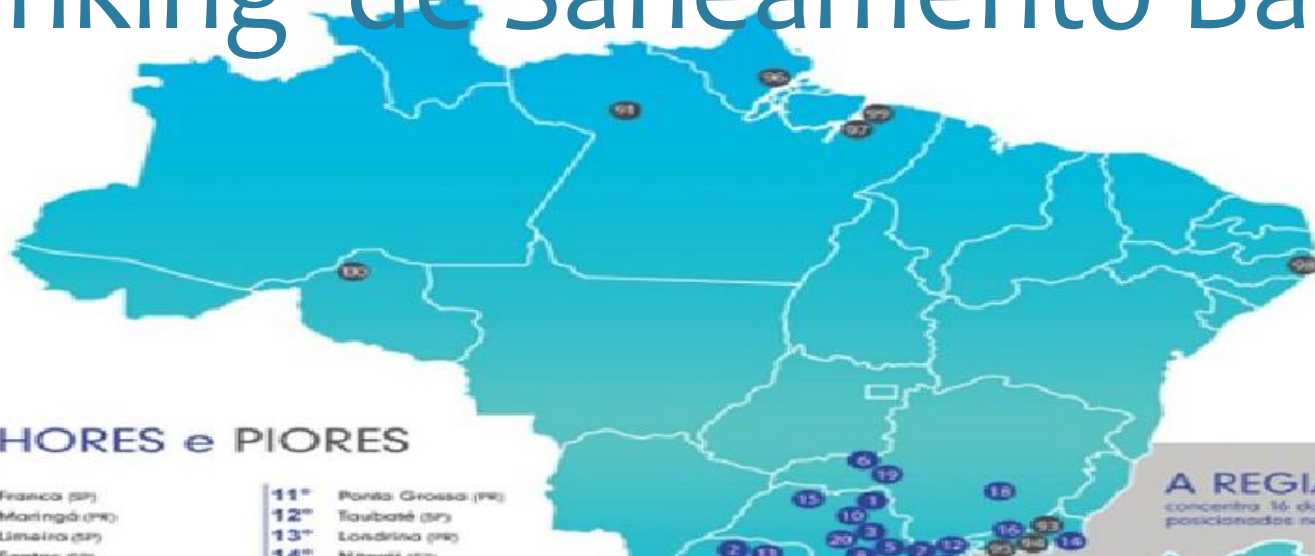


Fonte: SNIS/Painel Saneamento Brasil

As 20 melhores e as 10 piores em Saneamento Básico

Avaliação dos serviços nas 100 maiores cidades brasileiras

Ranking de Saneamento Básico



MELHORES e PIORES



- 1ª Franca (SP)
- 2ª Maringá (PR)
- 3ª Umuarama (PR)
- 4ª Santos (SP)
- 5ª Jundiaí (SP)
- 6ª Uberlândia (MG)
- 7ª São José dos Campos (SP)
- 8ª Sorocaba (SP)
- 9ª Curitiba (PR)
- 10ª Ribeirão Preto (SP)



- 91ª Santarém (PA)
- 92ª Gravataí (RS)
- 93ª Duque de Caxias (RJ)
- 94ª São João del-Rei (MG)
- 95ª Nova Iguaçu (RJ)

- 11ª Ponta Grossa (PR)
- 12ª Taubaté (SP)
- 13ª Londrina (PR)
- 14ª Niterói (RJ)
- 15ª São José do Rio Preto (SP)
- 16ª Volta Redonda (RJ)
- 17ª Praia Grande (SP)
- 18ª Belo Horizonte (MG)
- 19ª Uberaba (MG)
- 20ª Piracicaba (SP)

- 96ª Macapá (AP)
- 97ª Belém (PA)
- 98ª Jaboatão dos Guararapes (PE)
- 99ª Aracaju (SE)
- 100ª Porto Velho (RO)

A REGIÃO SUDESTE

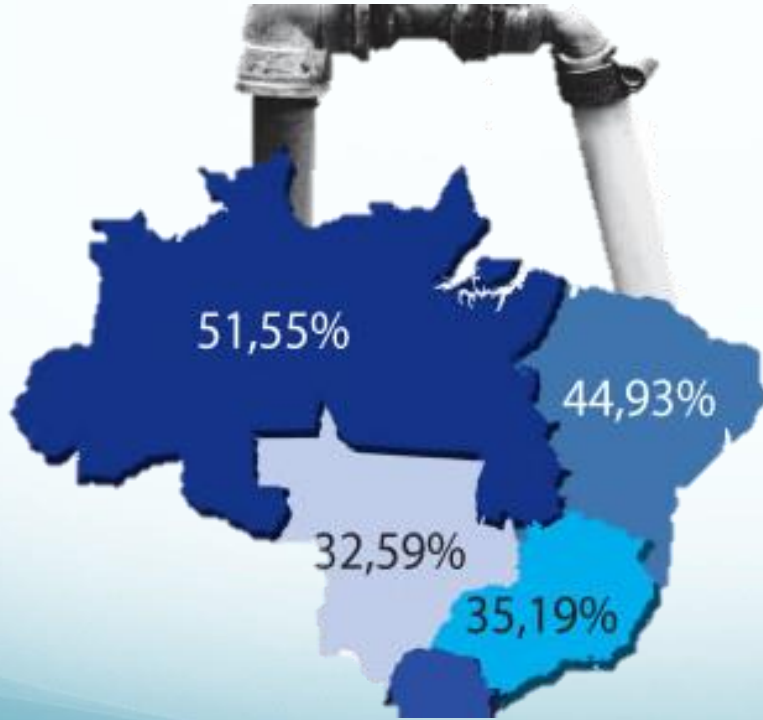
concentra 16 das 20 municípios mais bem posicionados no Ranking do Saneamento.




Problema Ambiental

Uma redução de perdas de apenas 10%

= R\$ 1,3 bilhão à
receita operacional com
água = 42 % do investimento
realizado em abastecimento
de água em 2010 para todo
o país.



Conclusão

- O Brasil possui quase 13 % dos recursos hídricos superficiais do planeta.
- A região com menor consumo é o Nordeste, com 131,2 litros por habitante por dia; já a região com maior consumo é a região Sudeste, com 194,8 litros por habitante por dia;
- Era necessário R\$ 304 bilhões para que o Brasil tivesse os serviços de água tratada, coleta e tratamento de esgotos universalizados em 20 anos (até 2033), mas investiu apenas 70 bilhões (2014-2033).
- A universalização do acesso à coleta de esgoto e água tratada traria uma redução de  6,8% no atraso escolar dos alunos que vivem em regiões sem saneamento;

Bacias Hidrográficas São Paulo



Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

Fonte: CORHI, 2010

21– Peixe

22– Pontal do Paranapanema

1– Mantiqueira

2– Paraíba do Sul

3 – Litoral Norte

4– Pardo

5– Piracicaba, Capivari e Jundiaí

6 – Alto Tietê

7 – Baixada Santista

8 – Sapucaí / Grande

9 – Mogi-Guaçu

10– Sorocaba / Médio Tietê

11– Ribeira de Iguape / Litoral Sul

12 – Baixo Pardo / Grande

13– Tietê / Jacaré

14– Alto Paranapanema

15 – Turvo / Grande

16– Tietê / Batalha

17– Médio Paranapanema 18 – São

José dos Dourado 19 – Baixo Tietê

20 – Aguapeí

Disponibilidade Hídrica e Demandas – Estado de São Paulo

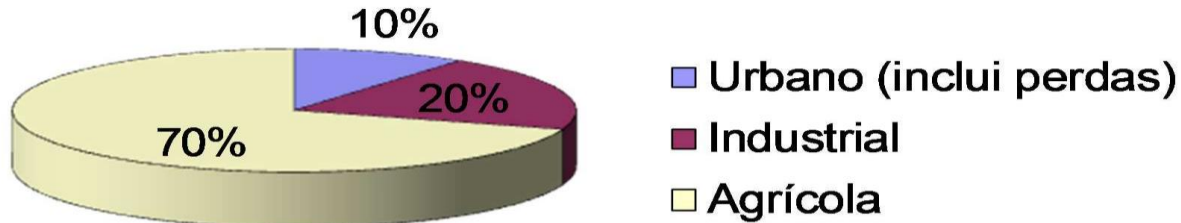
UGRHI	População em 2010 (hab)	Disponibilidade Específica (m ³ /anoxhab)	Vazão Média (m ³ /s)
03 - Litoral Norte	281.7796	11.975,17	107
05 - Piracicaba / Capivari / Jundiaí	5.080.199	1.067,71 (1)	172
06 - Alto Tietê	19.521.971	135,69 (1)	84
10 - Tietê Sorocaba	1.845.410	1.828,51	107
11 – Ribeira do Iguape e Litoral Sul	365.189	45.422,88	526
22 - Pontal do Paranapanema	478.682	6.061,04	92

Fonte: Adaptado de DAEE, 2005, IBGE 2010

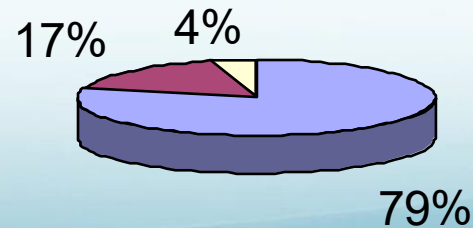
(1) Disponibilidade hídrica recomendada pela ONU: 2.500 m³/anoxhab. Valores abaixo de 1.500 m³/habxano podem ser considerados críticos

Consumo de Água Doce

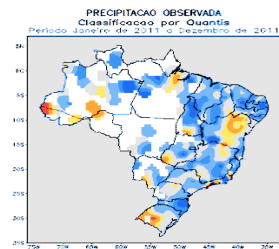
Consumo Brasil



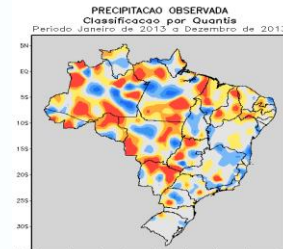
Consumo UGRHI 6 - Alto Tietê – Grande São Paulo



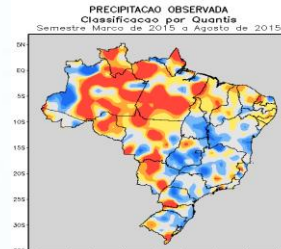
CRISE HÍDRICA NO BRASIL



2011

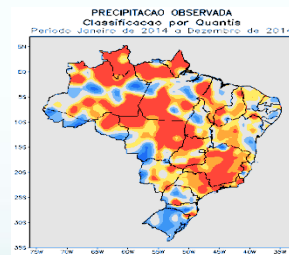
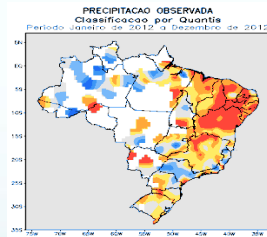
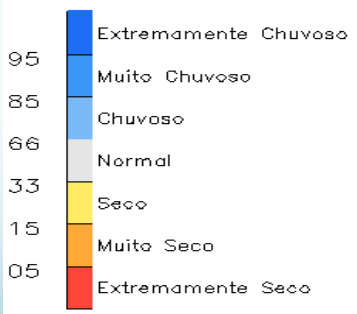


2013



2015

1 semestre



**O maior
El Niño do
século !**

Fonte: Conferência Nacional de Segurança Hídrica
Gisela Forattini

Fonte: INMET

A CRISE NO SISTEMA CANTAREIRA



Antes
(maio 2012)



Depois
(abril 2014)

Fonte: Brasil Post

Fonte: Conferência Nacional de Segurança Hídrica
Gisela Forattini





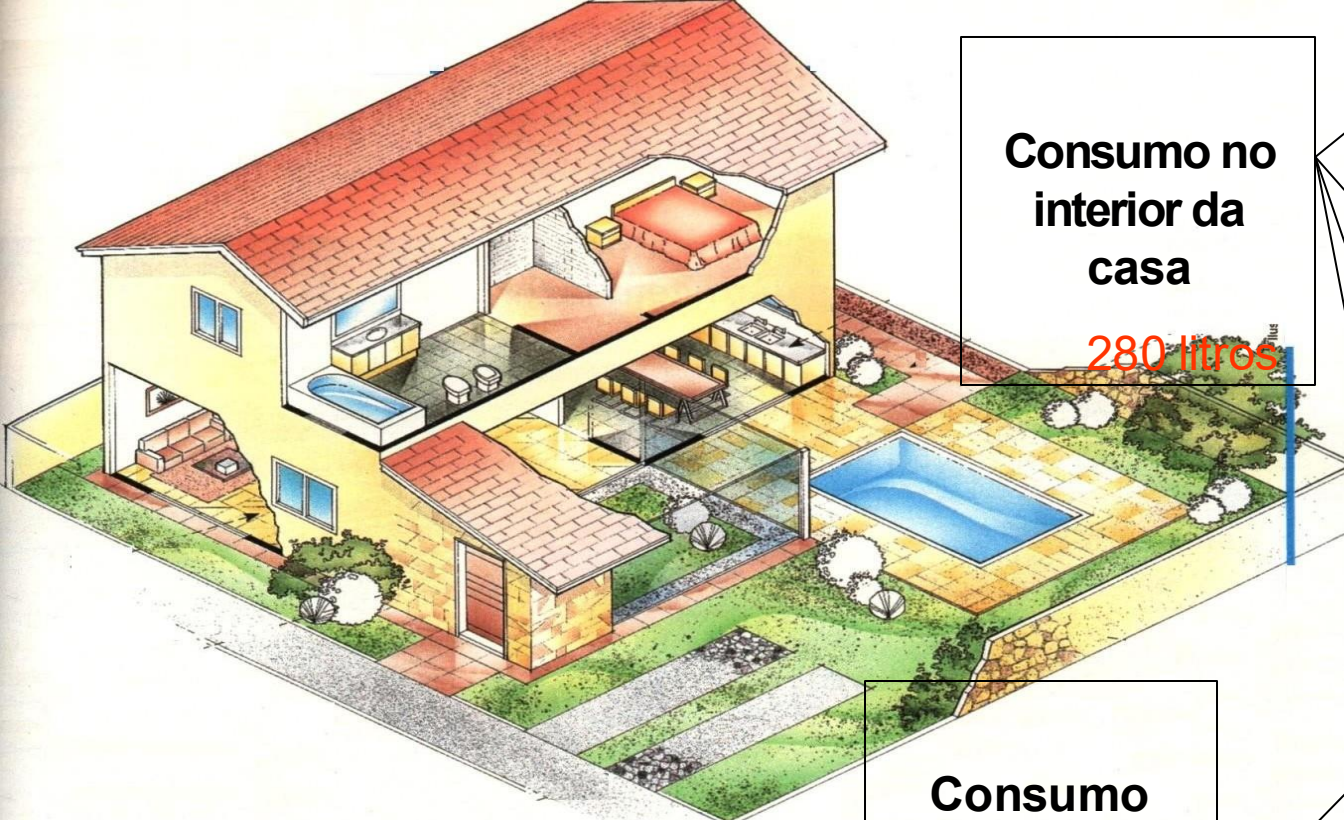
Volume morto concentra 28 % da capacidade do Sistema Cantareira, e inicialmente serão usados 18,2 %. Essa reserva técnica fica abaixo do nível das comportas, e bombas flutuantes serão utilizadas para captação da água (Ilustração: Reprodução/TV Globo)





Estados Unidos: 600 L por habitante
dia

Sertão: 10 L por habitante
dia



Consumo no interior da casa

280 litros

Consumo fora da casa

280 litros

Toaletes
126 litros

45 %

Banho e uso pessoal
84 litros

30 %

Lavanderia e Cozinha
56 litros

20 %

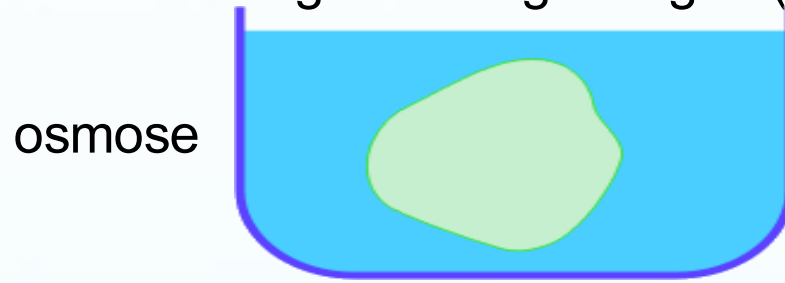
Água para beber e cozinhar
14 litros

5 %

**Lavagem quintal
irrigação
Piscina**

Lavagem de carro

- Os oceanos contêm a maior parte da água do planeta (975 litros a cada 1.000).
- Uma molécula de água passa 98 anos a cada 100 em meio ao oceano.
- A água do mar apresenta ~ 3,3% de sais dissolvidos (principalmente $\text{NaCl}_{(aq)}$).
- Uma pessoa pode beber água com até 5 g de sal/kg de água.
- Os oceanos contêm 35 g de sal/kg de água (7 vezes mais).



- Uma pessoa que bebe apenas água do mar acabará morrendo.
- A água do mar também não pode ser usada na agricultura ou na indústria.
- O excesso de sal mataria as plantações (também por osmose);
- deterioraria maquinários, entupiria válvulas e explodiria caldeiras.

DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUAS

TECNOLOGIA

A tecnologia utilizada no processo de dessalinização de águas salinas é a osmose inversa (reversa) (concentrações salinas variando de 1000 à 15000 ppm);

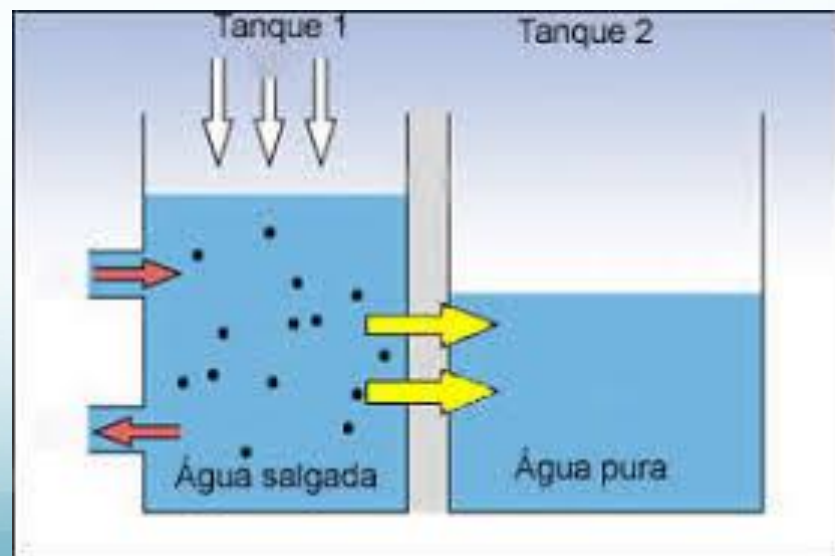
- A organização mundial de saúde -
- OMS, considera água potável para consumo,
- aquela com concentração de sais inferior a 500 ppm;
- O custo do m³ da água tratada por sistema de dessalinização por osmose inversa varia de US\$ 0,20 a US\$ 1,30.



Osiose Reversa – Dessalinização

Na natureza, a osiose é o deslocamento de um fluído através de uma membrana semipermeável, no sentido do meio menos concentrado para o mais concentrado, buscando o equilíbrio entre os dois fluidos.

A osiose reversa exige um sistema de bombeamento capaz de exercer pressão superior à encontrada na natureza, para vencer o sentido natural do fluxo. Dessa forma, a água salgada ou salobra, que é o meio mais concentrado, se desloca no sentido do meio menos concentrado. A membrana semipermeável permite somente a passagem de líquidos, retendo partículas sólidas.



USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA MARINHA

LOCALIZAÇÃO:

Praia do Futuro

CAPACIDADE DE
PRODUÇÃO DE ÁGUA:

1 m³/s

RESERVATÓRIOS:

**Morro Santa
Terezinha e Aldeota**

Distribuição para: Papicu, Varjota, Cidade 2000, Praia do Futuro, Caça e Pesca, Cais do Porto, Serviluz, Vicente Pinzón e Dunas, Aldeota e adjacências.

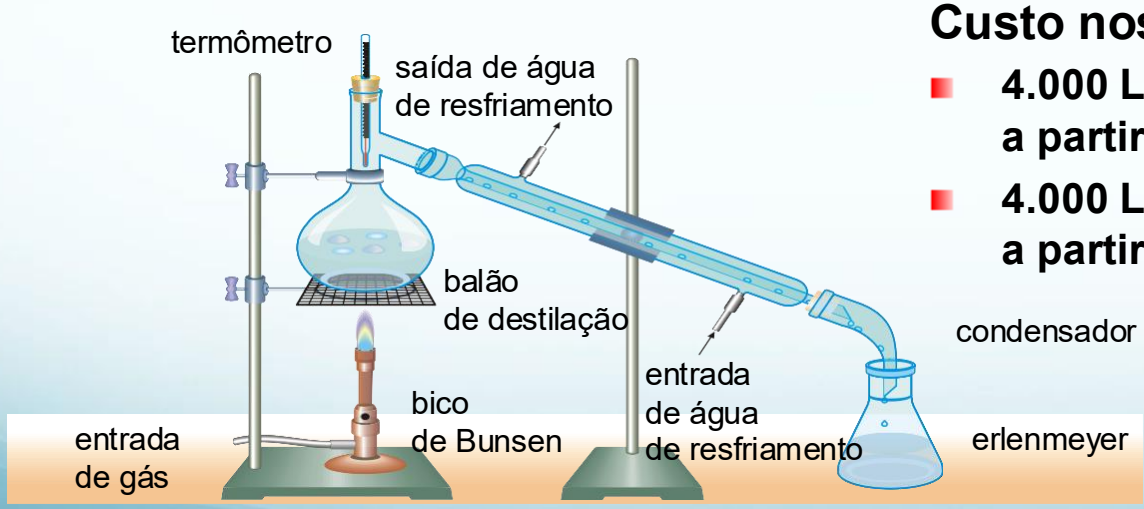
POPULAÇÃO BENEFICIADA: **720 mil pessoas**

INÍCIO DE OPERAÇÃO: **2025**





- Para que a água dos oceanos possa ser usada é necessário que o sal seja retirado.
- Todos os métodos de dessalinização consomem grandes quantidades de energia.
- Só podem ser usados em regiões secas próximas ao litoral.



Custo nos Estados Unidos

- 4.000 L de água doce a partir da água do mar } ≈ 1 dólar
- 4.000 L de água doce a partir de mananciais } $\approx 0,30$ dólar

Água

Impacto Ambiental

Conceito de poluição

A importância de água para a manutenção da vida

Quantidade
de água disponível

**Qualidade da água
disponível**

Controle da poluição

- A poluição das águas devido as atividades humanas aumentou vertiginosamente nos últimos 50 anos.
- De acordo com a legislação, a poluição da água pode ser:

Pontual

Descarga de efluentes a partir de indústrias e de estações de tratamento de esgoto

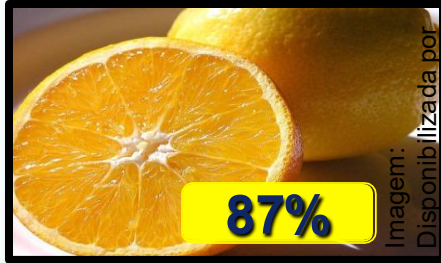
São bem localizadas, fáceis de identificar e de monitorar

Difusa

Escoamento superficial urbano, escoamento superficial de áreas agrícolas e deposição atmosférica

Espalham-se por toda a cidade, são difíceis de identificar e tratar

Água nos Seres Vivos - VEGETAIS



87%

Imagem: Disponível para Dodo / Domínio Público.



7%

Imagem: User Anthony DiPiero no en.wikipedia / Domínio Público



92%



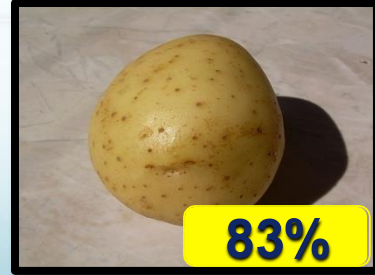
90%

Imagem: Kander / Domínio Público.



88%

Imagem: Herr stahlhoefer / Domínio Público.



83%

Imagem: n2 west de Boxborough, MA, disponibilizada por Palosirka / Creative Commons Attribution 2.0 Generic license.

Imagem: Disponível para Albert Cahalan / Domínio Público.

Água nos Seres Vivos – animais

Imagem: Original uploader foi Profberger no en.wikipedia / GNU Free Documentation License.

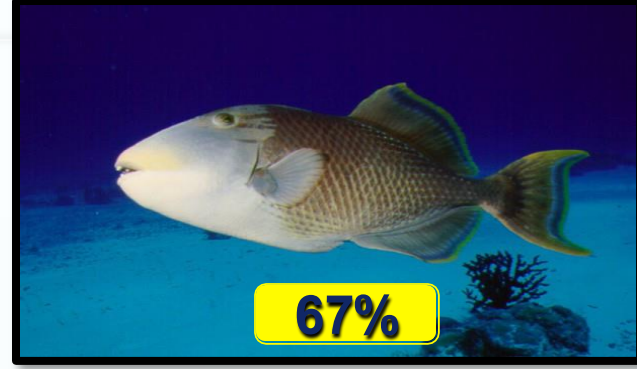
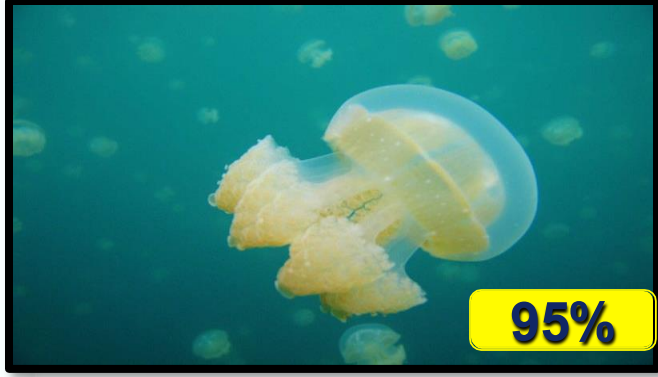


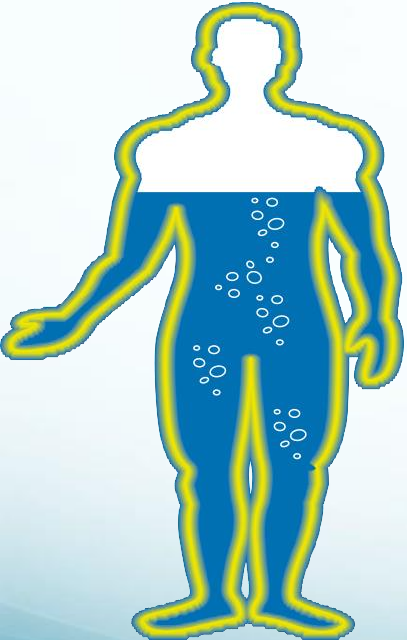
Imagem: Alexander Kastler, disponibilizada por Rafiq / Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic license.

Imagem: EliasTheHorse / Domínio Público.



Imagem: sarefo / GNU Free Documentation License.

Água no corpo humano



- A água representa 70% da massa do corpo humano.
- Sintomas de desidratação:
 - Perda de 1% a 5% de água
 - Sede, pulso acelerado, fraqueza
 - Perda de 6% a 10% de água
 - Dor de cabeça, fala confusa, visão turva
 - Perda de 11% a 12% de água
 - Delírio, língua inchada, morte
- Uma pessoa pode suportar até 50 dias sem comer, mas apenas 4 dias sem beber água.

Água no ser humano



Imagem: Ümit Yaldiz, 2005, uploader original foi Immanuel Giel / GNU Free Documentation License.



Imagem: by Koshyk, disponibilizada por Isageum / Creative Commons Attribution 2.0 Generic license.

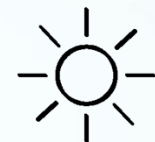
Água no ser humano

DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO ORGANISMO

Cérebro	85 %
Pulmões	80 %
Rins	80 %
Sangue	79 %
Coração	77 %
Músculo	73 %
Fígado	73 %
Pele	71 %
Osso	22 %
Gordura	30 %
Dentes	10 %



Alteração da Qualidade da Água



A água é um dos bens naturais mais utilizados, sendo determinante para manutenção da vida, pelo que este recurso deve estar no meio ambiente em quantidade e qualidade apropriadas. O ser humano, desde os tempos mais remotos, utiliza a água não só para suprir as suas necessidades metabólicas, mas também para muitas outras atividades.

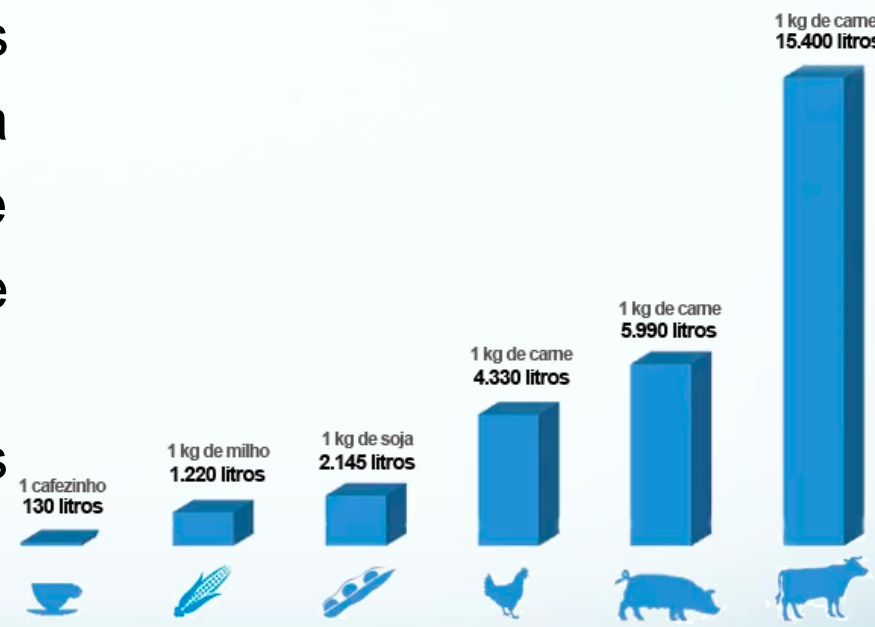
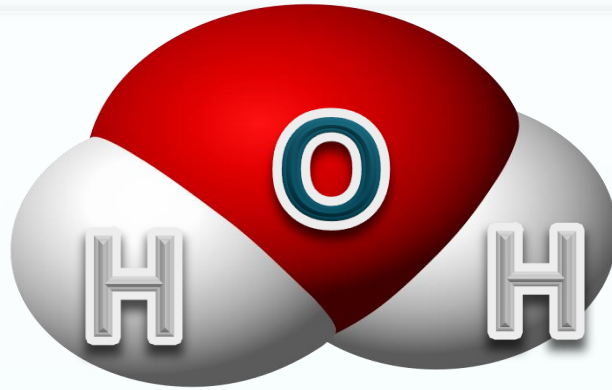


Figura 1 – Consumo médio de água para a produção de alguns produtos
(Fonte: Water Footprint Network)

Composição da Água



A água é uma substância importante para os seres vivos e pode ser encontrada dentro e fora de organismos. É formada por dois átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O).

Propriedades da água

■ Na natureza a água pode ser encontrada em todas as fases de agregação: sólida, líquida e gasosa.

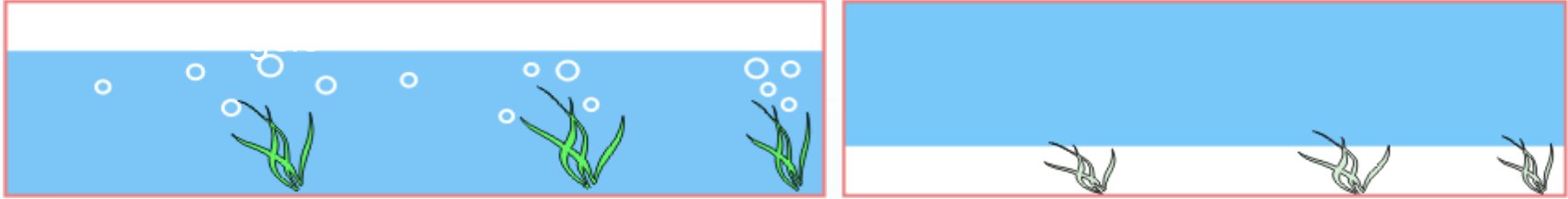
Substância	CH ₄	NH ₃	H ₂ O	HF	H ₂ S
Ponto de fusão/°C	-182	-78	0	-83	-86
Ponto de ebulição/°C	-164	-33	100	+19	-61

■ Sua capacidade de conduzir calor (condutividade térmica) e de estocar calor (capacidade calorífica) também é única.

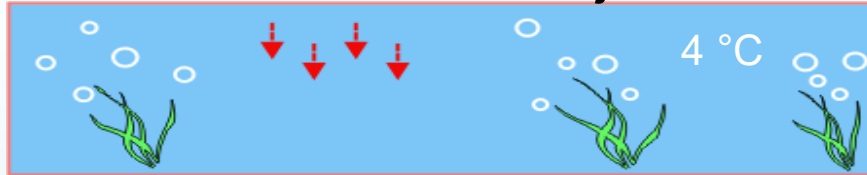
- É necessário 1 caloria para elevar de 1 °C a temperatura de 1 g de água líquida.
- São necessários 540 calorias para evaporar 1 g de água.

Propriedades da água

- A densidade da água na fase líquida é maior que na fase sólida.



- A mistura de águas e recirculação de nutrientes só ocorre porque a água tem densidade máxima em 4 °C, ou seja, na fase líquida.



- A água é um solvente universal.
- É o destino final de todo poluente que tenha sido lançado, não apenas diretamente na água, mas também no ar e no solo

Propriedades da Água

✓ ESTADOS FÍSICOS:

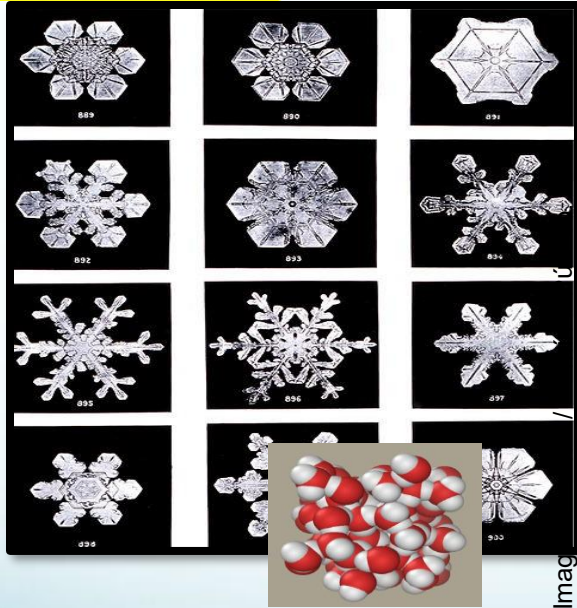
✓ **LÍQUIDO, GASOSO E SÓLIDO;**

✓ PRESSÃO;

✓ SOLUBILIDADE.

Estados Físicos da Água

SÓLIDO

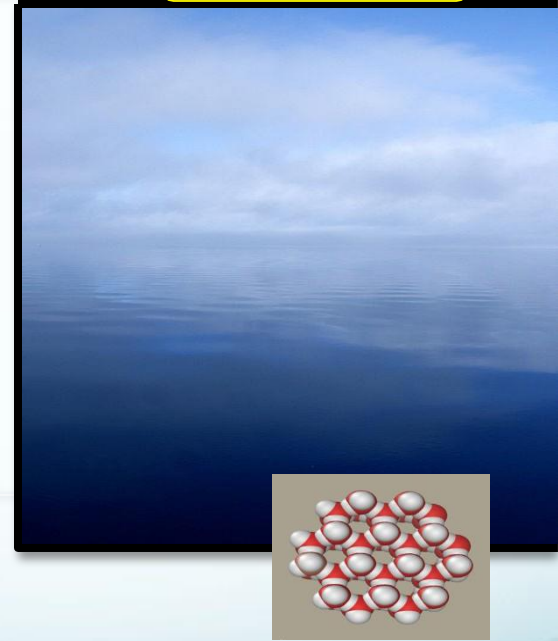


LÍQUIDO



Imagem: Wilson Bentley, original uploader foi Ranveig / Domínio Público.

GASOSO



Em nosso planeta, podemos encontrar água nos estados físicos **SÓLIDO**, **LÍQUIDO** e **GASOSO**.

Água – no estado LÍQUIDO

A água no estado líquido está presente nos oceanos, mares, rios, lagos, subsolo, nuvens e nos seres vivos.

Imagem: Cusack5239 /
Pria do leste, Saint
John, NB / Creative
Commons Attribution-
Share Alike 3.0



Imagem: Gengiskanhg / El
Descabezadero, rioo
Actopan / GNU Free



por Albasmailko / Vista do
Lago Lácar, nos ao
redores de San Martín de
los Andes, Provincia de
Neuquén, República
Argentina / Dominio
Público.



Imagem: Yamato7 GNU
Free Documentation
License.

Água – no estado GASOSO

A água no estado gasoso pode ser encontrada no ambiente em forma de vapor d' água.



Imagem: Wing-Chi Poon / Creative Commons -
Atribuição - Partilha nos Mesmos Termos 2.5
Genérica.

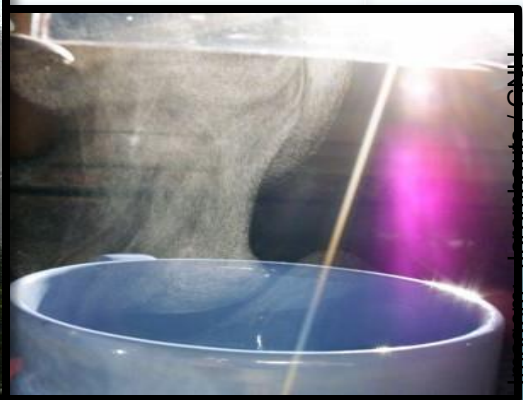


Imagem: Jarombouts / GNU

Free Documentation
License.

Água – no estado SÓLIDO

A água no estado sólido pode ser encontrada na forma de granizo, neve, iceberg, geleiras e geadas.

Imagem: ERZ / O centro de uma pedra de granizo grande com camadas alternadas de gelo opaco e transparente / GNU Free Documentation



Imagem: Kim Hansen / Iceberg com um buraco no estreito entre Langø e o sul de Sanderson Hope de Upernavik, Groenlândia / GNU Free Documentation.



Scheridon de Moraes (Scheridon) / Nevão / Nevasca nas Penhas da Saúde, município da Covilhã - Serra da Estrela, Portugal / GNU Free Documentation License.



Imagem: User:vicrogo, disponibilizada por BetacommandBot / Domínio Público.

PRESSÃO

Quando a torneira é aberta, a água entra no balão e exerce pressão contra as paredes dele.

Nesse caso, a pressão da água estica o balão, aumentando as suas dimensões.



Imagem: Kim Hansen / Balões de água cheios de água e prontos para uso / GNU Free Documentation License.

PRESSÃO

Imagem: Sven Teeuwen / GNU Free Documentation License.



As setas azuis indicam a pressão exercida pela água sobre o peixe. As setas verdes indicam a pressão exercida pela água nas paredes do aquário.

A água exerce pressão. Por isso, todo o corpo que se encontra mergulhado na água recebe pressão por todos os lados. Veja imagem ao lado.

PRESSÃO

Quanto mais profundo o corpo mergulhado estiver, maior será a pressão exercida pela água sobre ele. Quando a pressão exercida pela água é maior do que a exercida pelo corpo, ele se deforma.



Estadão



2.933 × 1.955

Destroços do submarino que buscava o Titanic são recuperados após implosão; veja fotos - Estadão

[Visitar >](#)



Fortuna dos tripulantes mortos em submarino desaparecido soma US\$ 2,6 bilhões

[Visitar >](#)

SOLUBILIDADE



Imagem: User: Bijungle / Creative Commons
Attribution-Share Alike 2.0 Generic license.

Embora a água seja considerada um solvente universal, nem todas as substâncias se dissolvem na água, a exemplo do óleo de cozinha.

CICLO HIDROLÓGICO

Representa o conjunto de processos físicos que envolvem a circulação e movimentação da água na superfície terrestre e na atmosfera

Fenômeno global



Envolve diversos componentes

- Precipitação
- Evaporação
- Transpiração vegetal e animal
- Interceptação
- Infiltração
- Percolação
- escoamento superficial
- escoamento subterrâneo.



De modo geral, esses processos são impulsionados, principalmente, pela **energia térmica solar**, pela **força dos ventos** e pela **força da gravidade**.



Água armazenada na atmosfera

Condensação

Água armazenada em neve e geleiras

Sublimação

Transpiração

Evaporação

Precipitação

Derretimento de neve e geleiras

Interceptação

Evaporação

Escoamento superficial

Infiltração

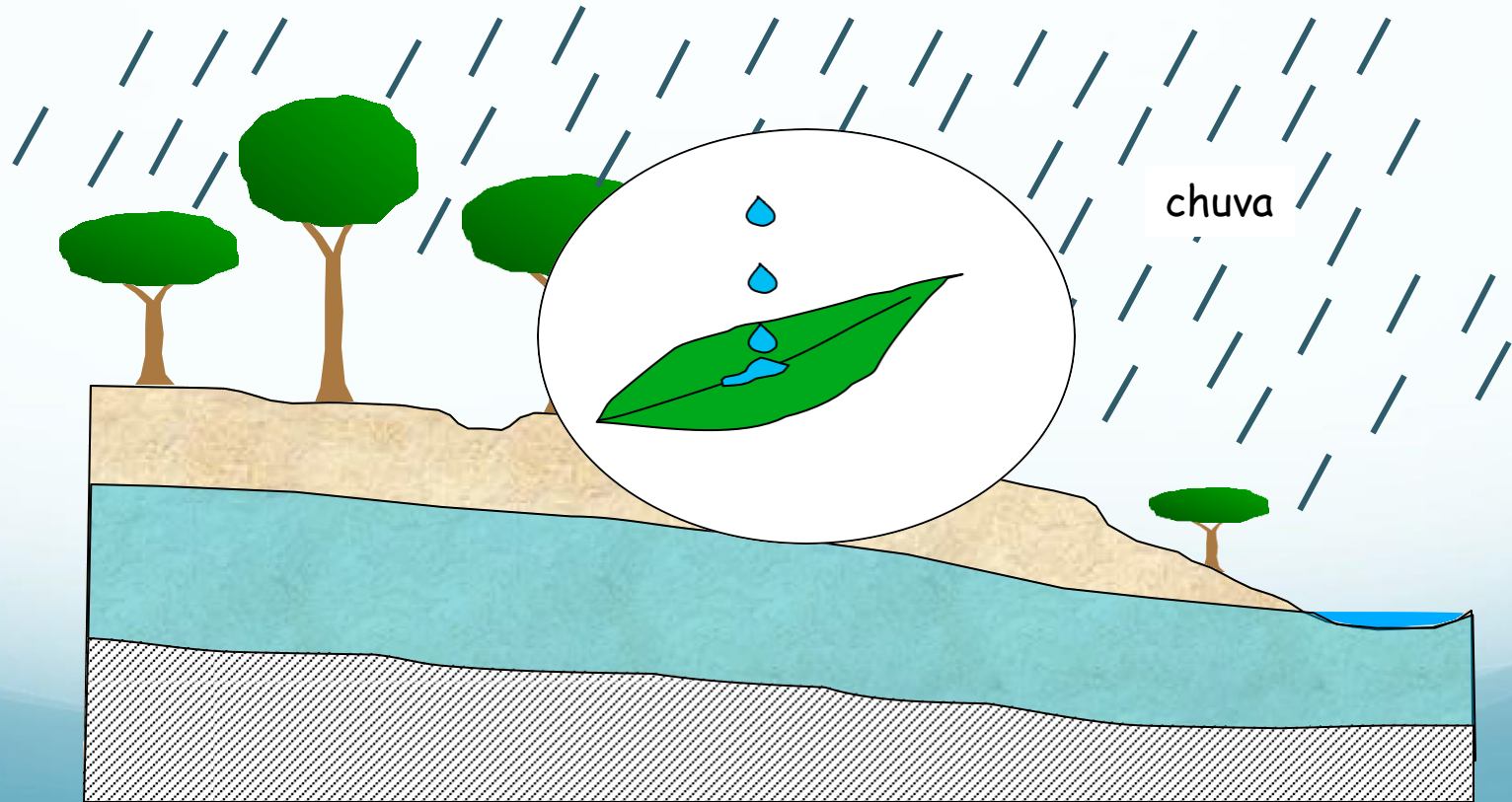
Nascentes

Água armazenada nos oceanos

Água superficial

Afloramento de água subterrânea

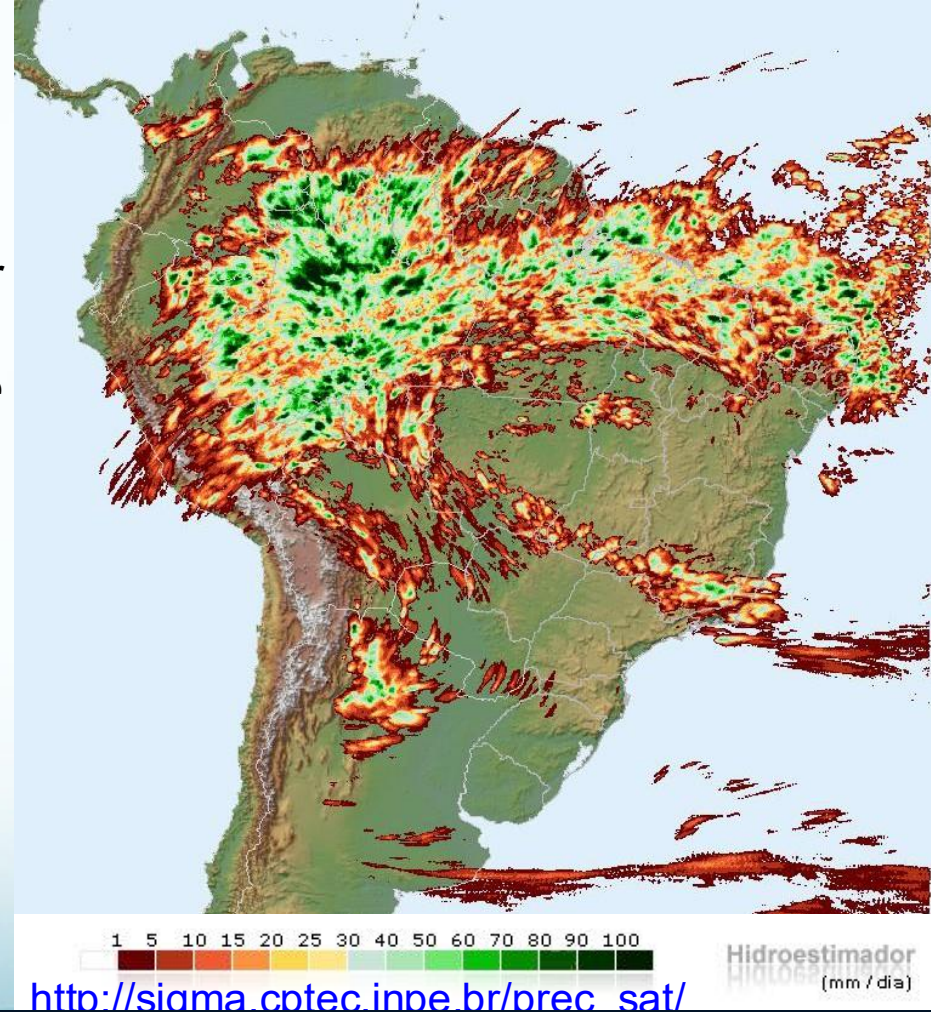
Componentes do Ciclo Hidrológico



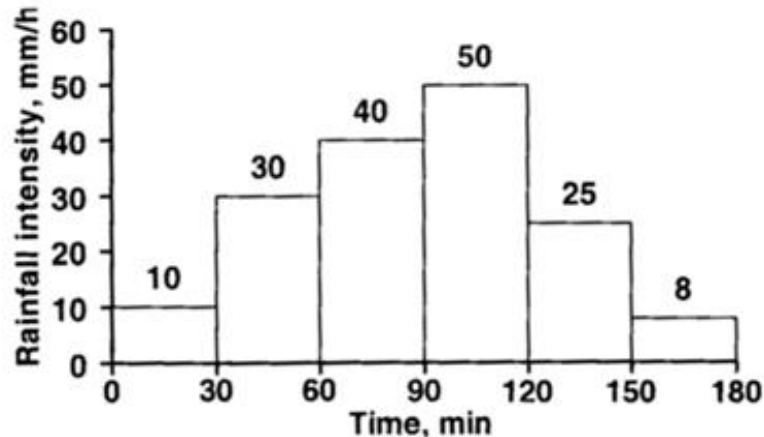
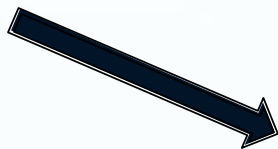
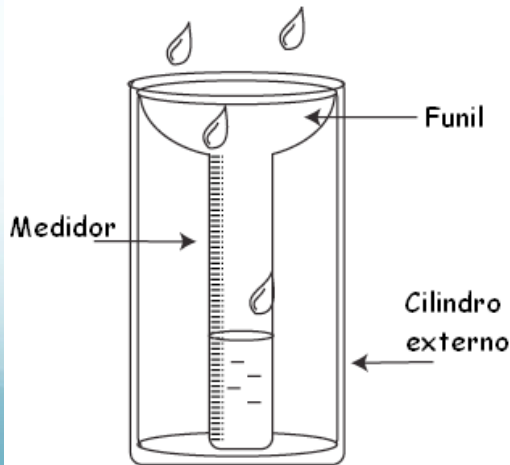
Precipitação (Chuva)

Fator controlador do ciclo hidrológico de uma região.

As medidas de precipitação podem ser obtidas a partir de estimativas baseadas em sensoriamento remoto (satélite e radar) e estações de superfície (pluviógrafos, pluviômetros convencionais e automáticos);



A precipitação é representada graficamente por **histogramas**, que relacionam a quantidade precipitada com o tempo.



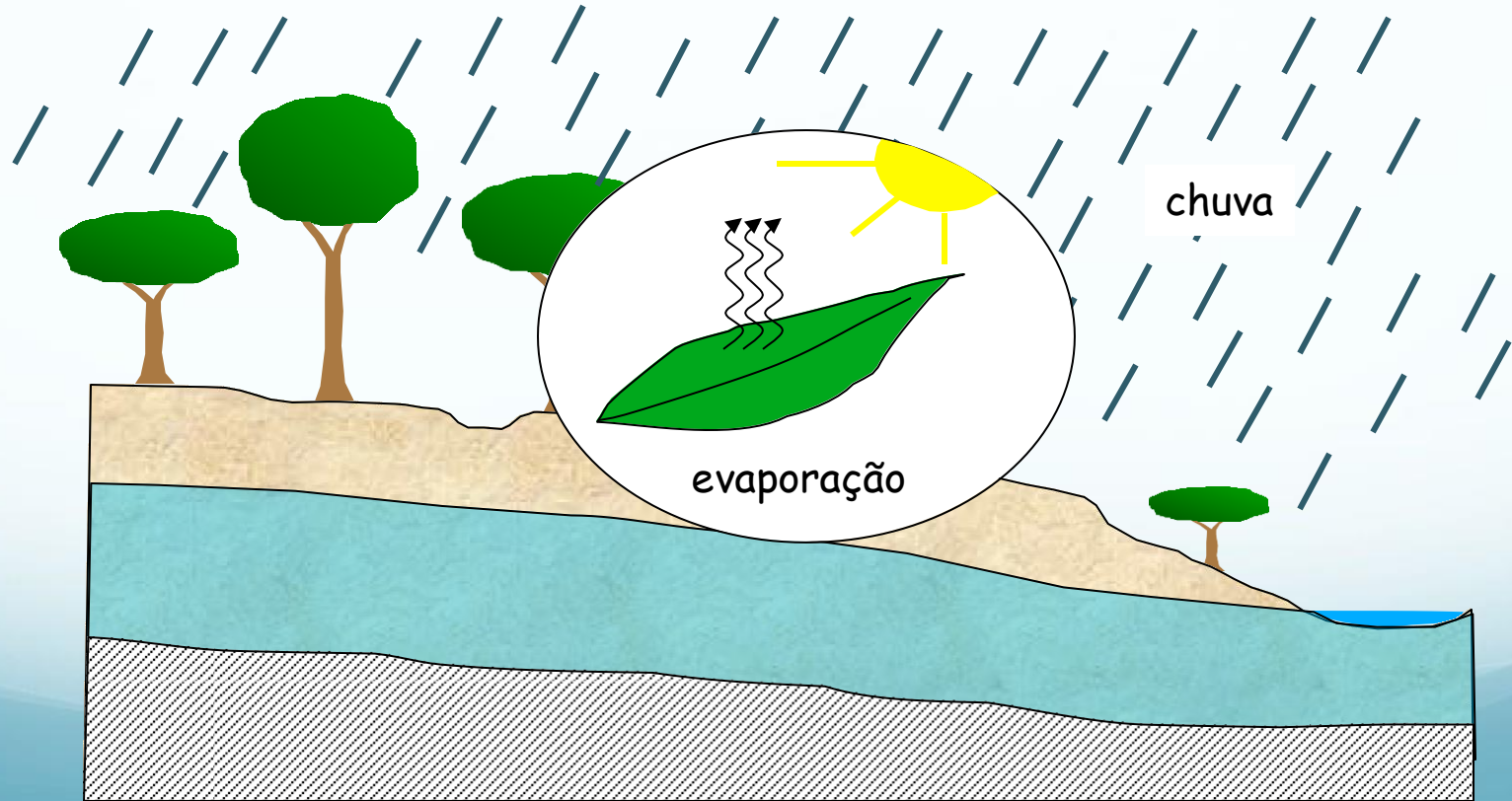
<http://www.inmet.gov.br/>

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

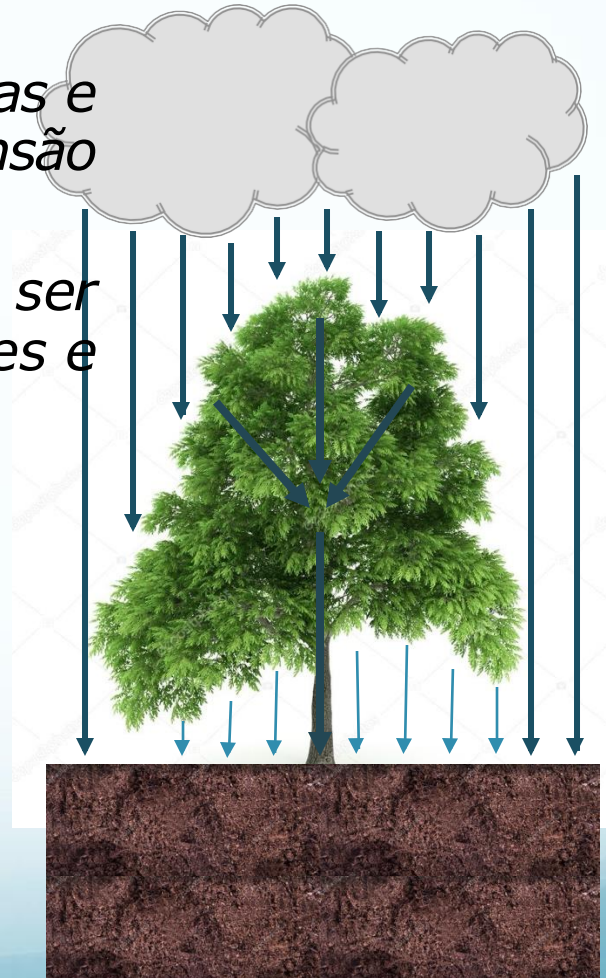
<http://bancodedados.cptec.inpe.br/>

Componentes do Ciclo Hidrológico



Interceptação

- A água da chuva molha a superfície das folhas e armazena devido às concavidades e a tensão superficial – retendo certa lâmina precipitada;
- A capacidade de interceptação pode ser ultrapassada – água escoa pelas folhas, caules e tronco

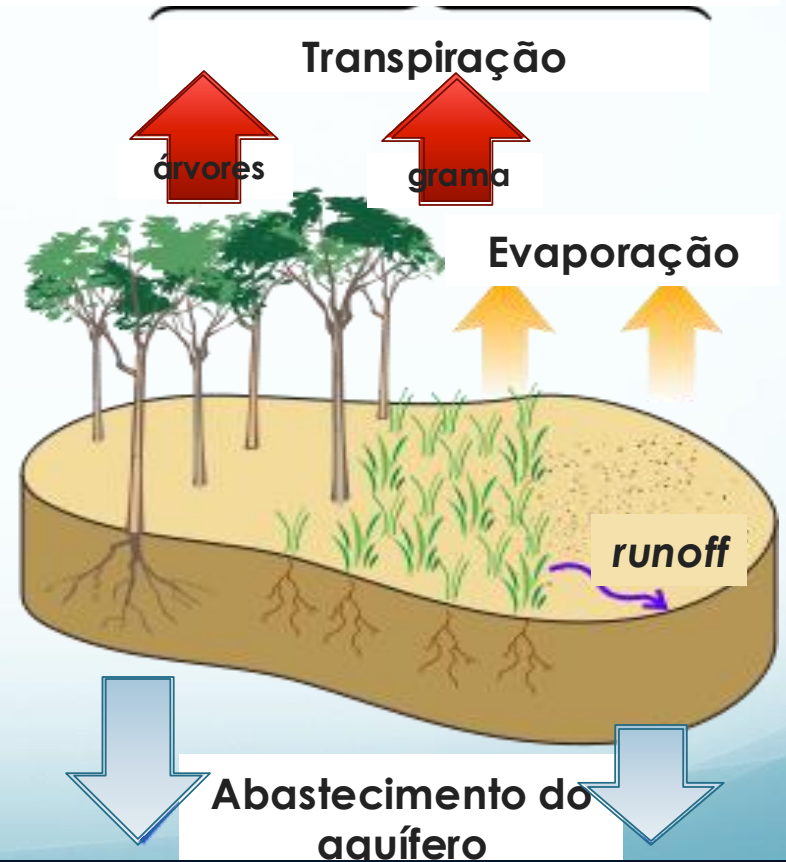


Evapotranspiração

Conversão de água líquida para vapor

Envolve dois mecanismos: evaporação e transpiração

Evapotranspiração = transpiração + evaporação



Conceito Geral

Evaporação (E) – Processo pelo qual se transfere água do solo e das massas líquidas para a atmosfera. No caso da água no planeta Terra ela ocorre nos oceanos, lagos, rios e solo.

Transpiração (T) – Processo de evaporação que ocorre através da superfície das plantas. A taxa de transpiração é função dos estômatos, da profundidade radicular e do tipo de vegetação.

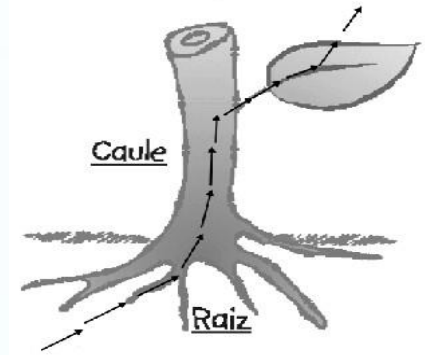
Fatores que afetam a Evaporação (E)

- umidade do ar
- temperatura
- Radiação solar
- tipo de solo
- vento

Definições

Processo de Transpiração no Sistema Solo Planta Atmosfera.

A transpiração ocorre desde as raízes até as folhas, pelo sistema condutor, pelo estabelecimento de um gradiente de potencial desde o solo até o ar. Quanto mais seco estiver o ar (menor Umidade Relativa), maior será esse gradiente.

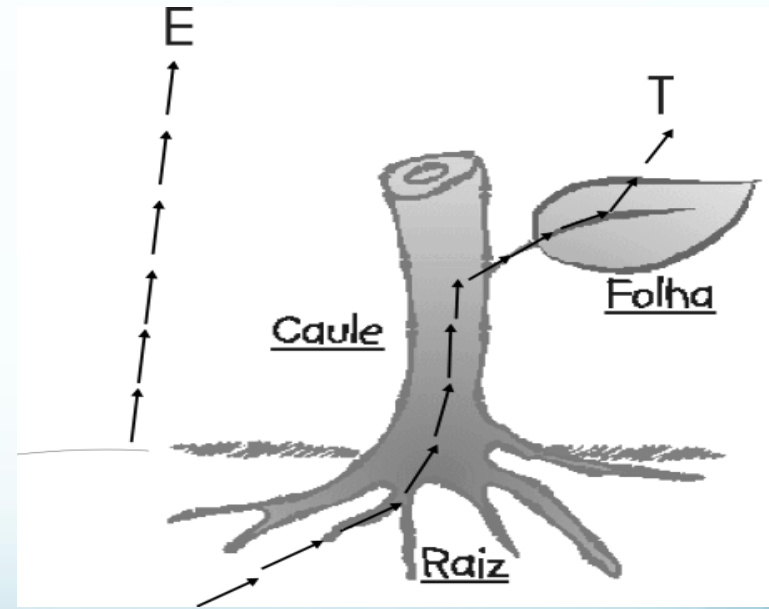


Definições

Evapotranspiração (ET) –

Processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera através da evaporação (E) e da transpiração (T)

$$ET = E + T$$



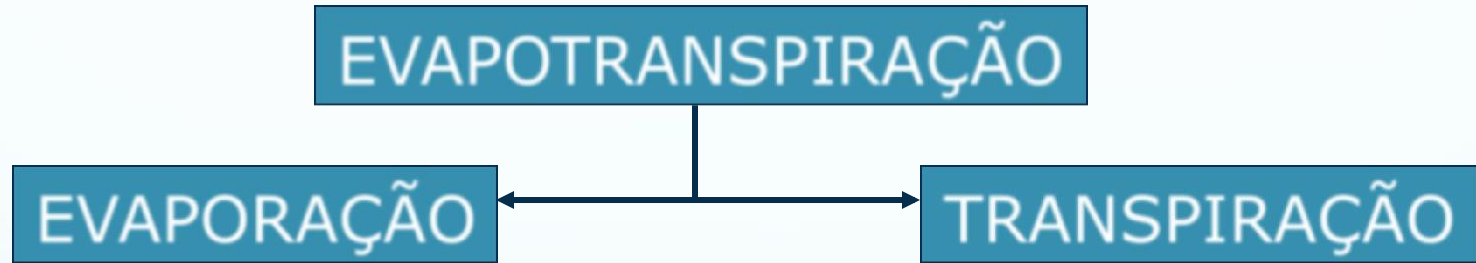
Definições

Evapotranspiração Potencial (ETP) – quantidade de água transferida para a atmosfera por evaporação e transpiração, em uma unidade de tempo, de uma superfície extensa, completamente coberta de vegetação de porte baixo e bem suprida de água

Evapotranspiração real (ETR) – quantidade de água transferida para a atmosfera por evaporação e transpiração, nas condições reais (existentes) de fatores atmosféricos e umidade do solo. A ETR é igual ou menor que a evapotranspiração potencial

- *Evapotranspiração:*

É o processo conjunto da evaporação do solo mais a transpiração das plantas.



Transpiração:

É o resultado da extração de água contida no solo pelas raízes das plantas e liberação para a atmosfera pelos poros.

- **Evapotranspiração potencial**

Perda de água observada por evaporação e transpiração de uma superfície natural tal que esteja totalmente coberta e o teor de umidade supere a capacidade de campo.

A ETP é um conceito bastante utilizado na irrigação, pois define a máxima quantidade de água para uma planta, sendo função também do seu consumo.

- **Evapotranspiração real**

Perda de água observada por evaporação e transpiração nas condições reinantes (atmosféricas e de umidade do solo).

Evapotranspiração:

Compreende:

1. Evaporação dos corpos de água;
2. Evaporação da água do solo;
3. Evaporação da água interceptada das plantas;
4. Transpiração das plantas.

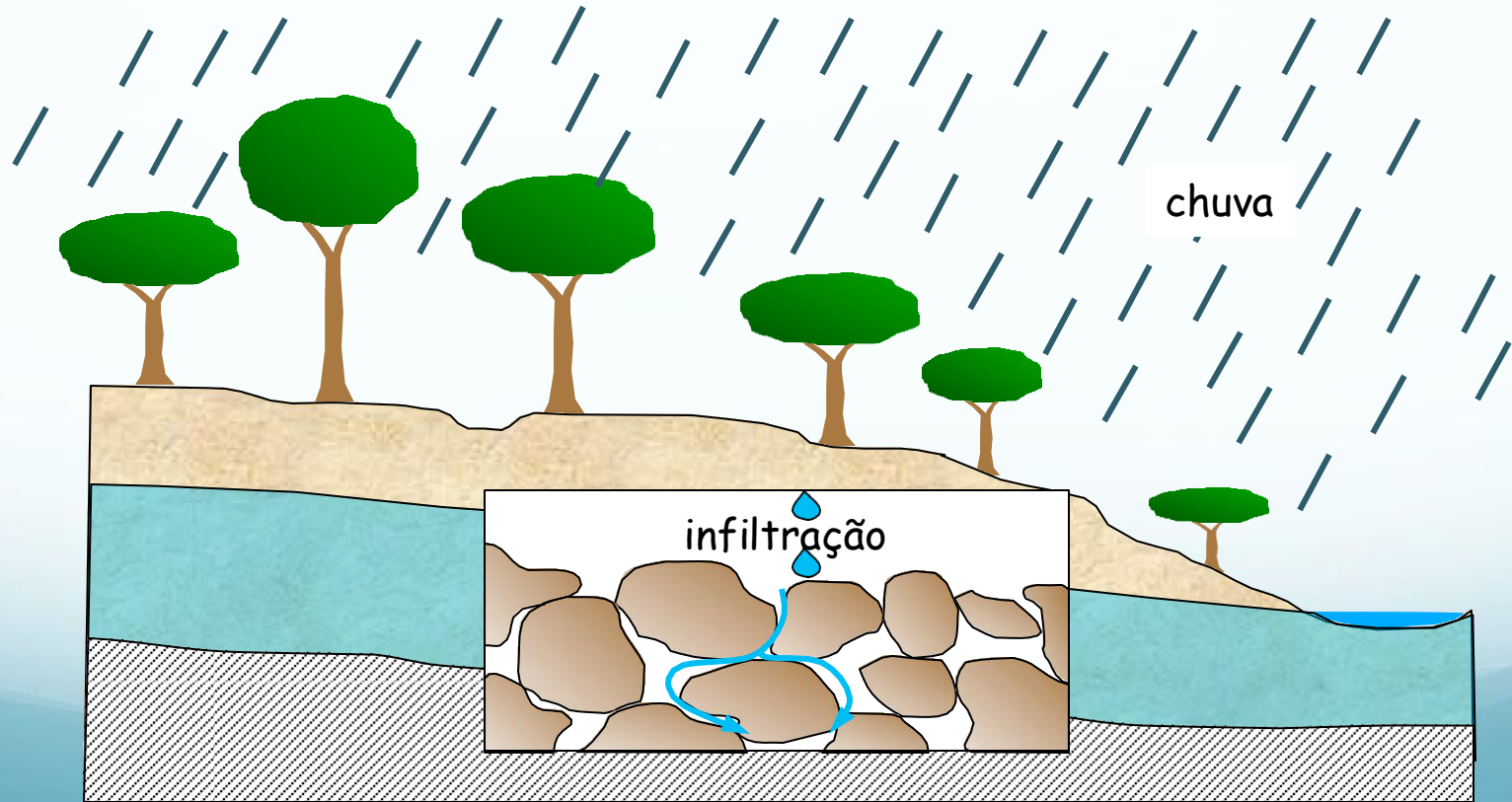
Depende da:

1. **Disponibilidade de água** → se não existir água para o processo se desenvolver, não haverá uma evaporação e nem transpiração;
2. **Presença da vegetação** → se não existir vegetação não ocorrerá a transpiração;
3. **Radiação solar e ação dos ventos** → definem o poder de evaporação da atmosfera que é condicionada a absorver vapor dependendo da pressão reinante

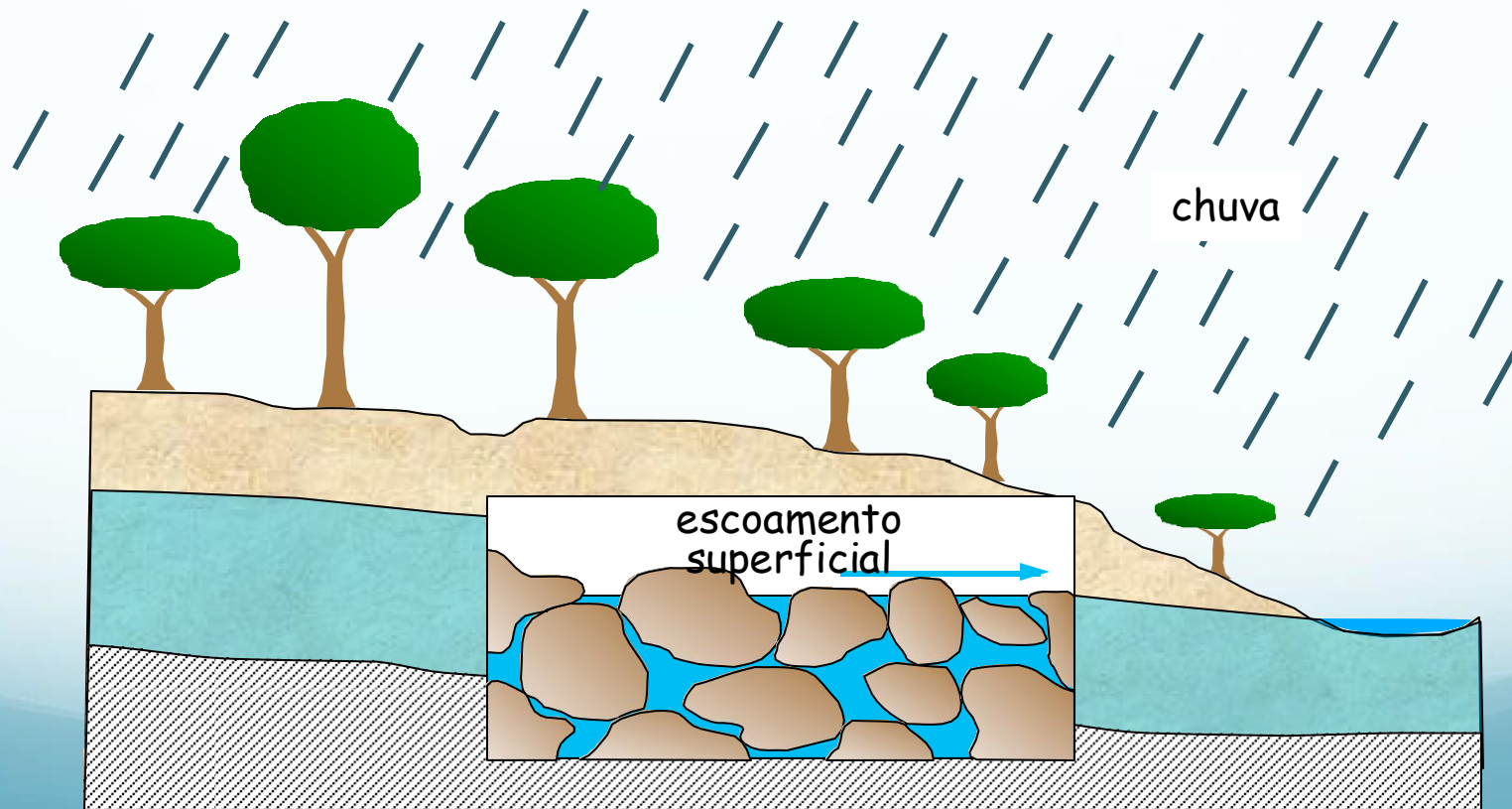
Fatores que afetam

- Umidade do ar
- Temperatura do ar
- Velocidade do vento
- Radiação solar
- Tipo de solo
- Vegetação (transpiração)

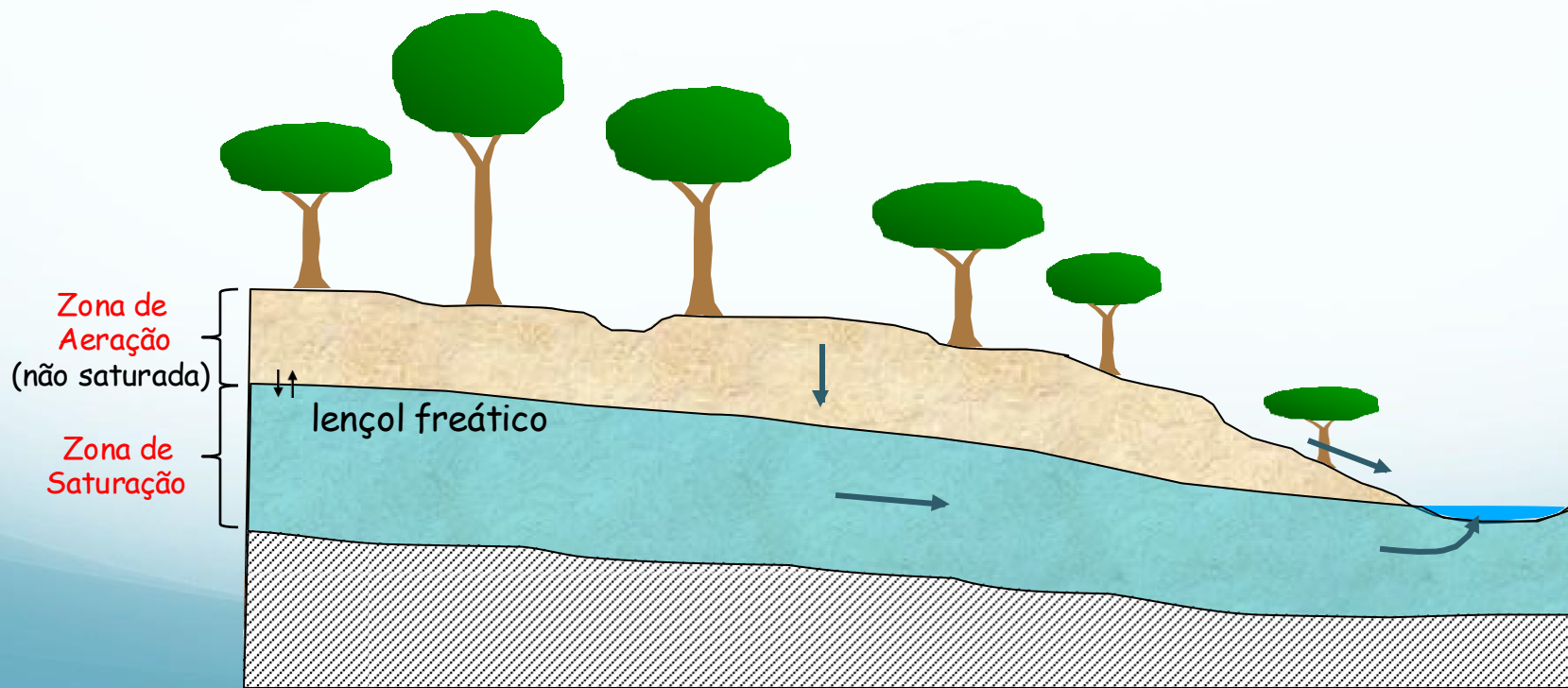
Componentes do Ciclo Hidrológico



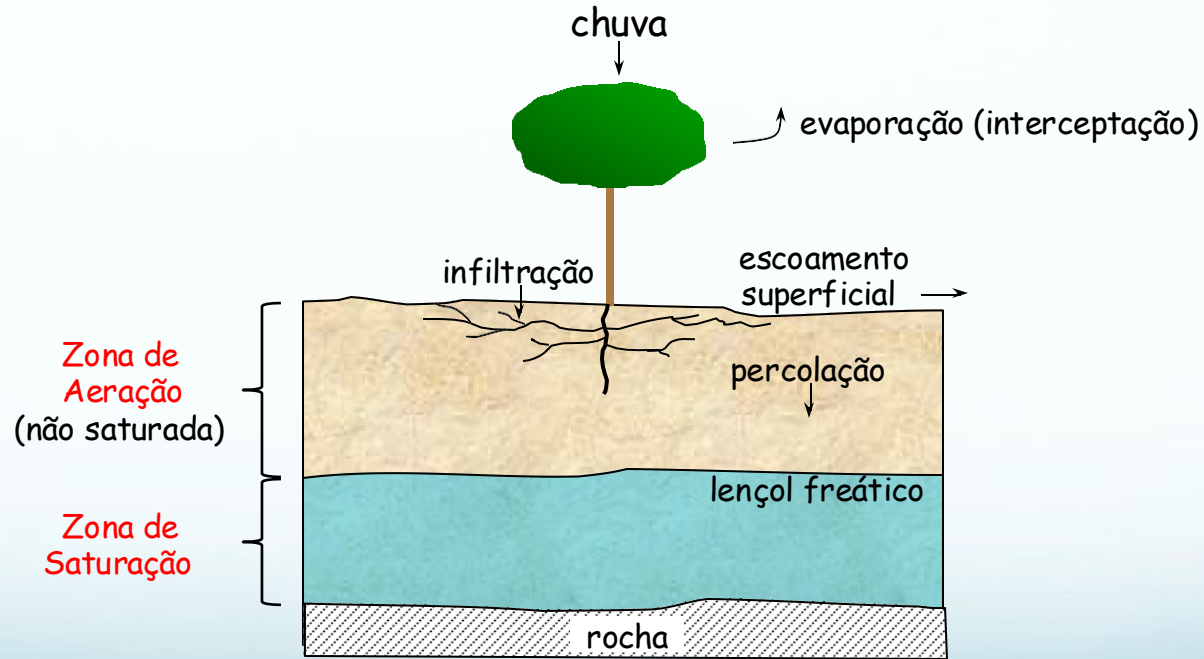
Componentes do Ciclo Hidrológico



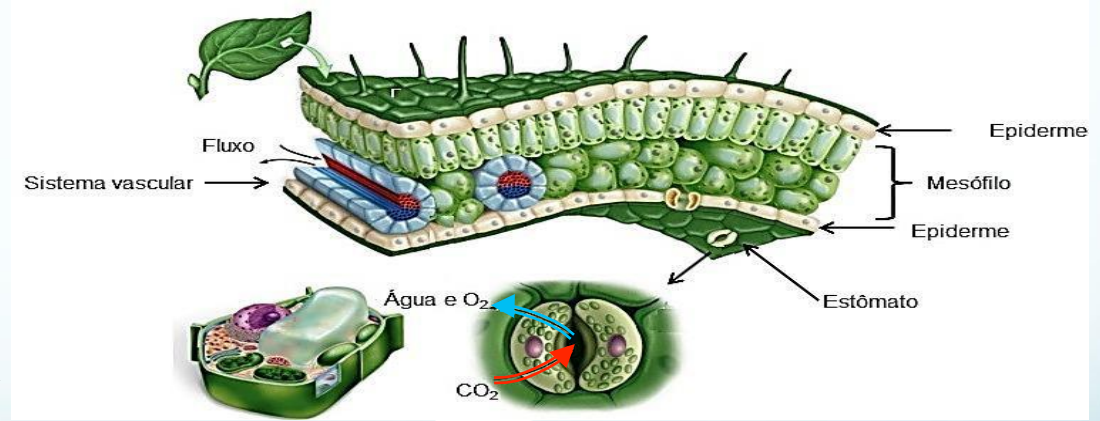
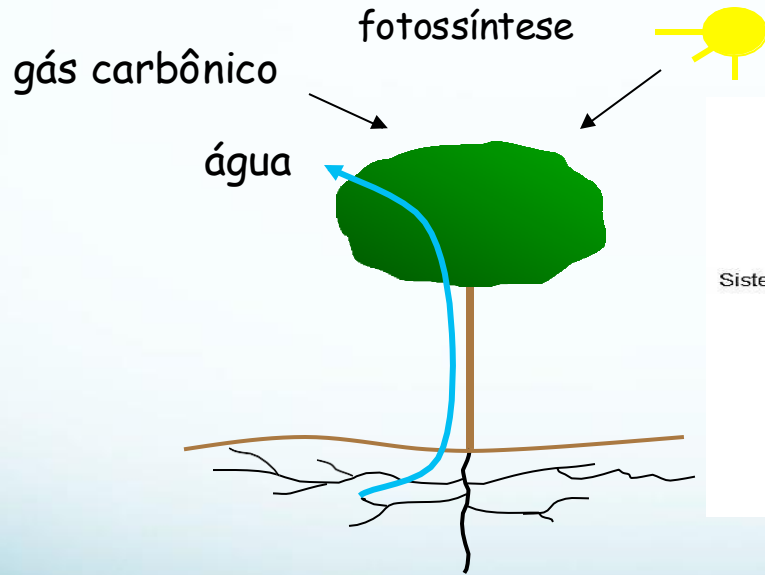
Componentes do Ciclo Hidrológico



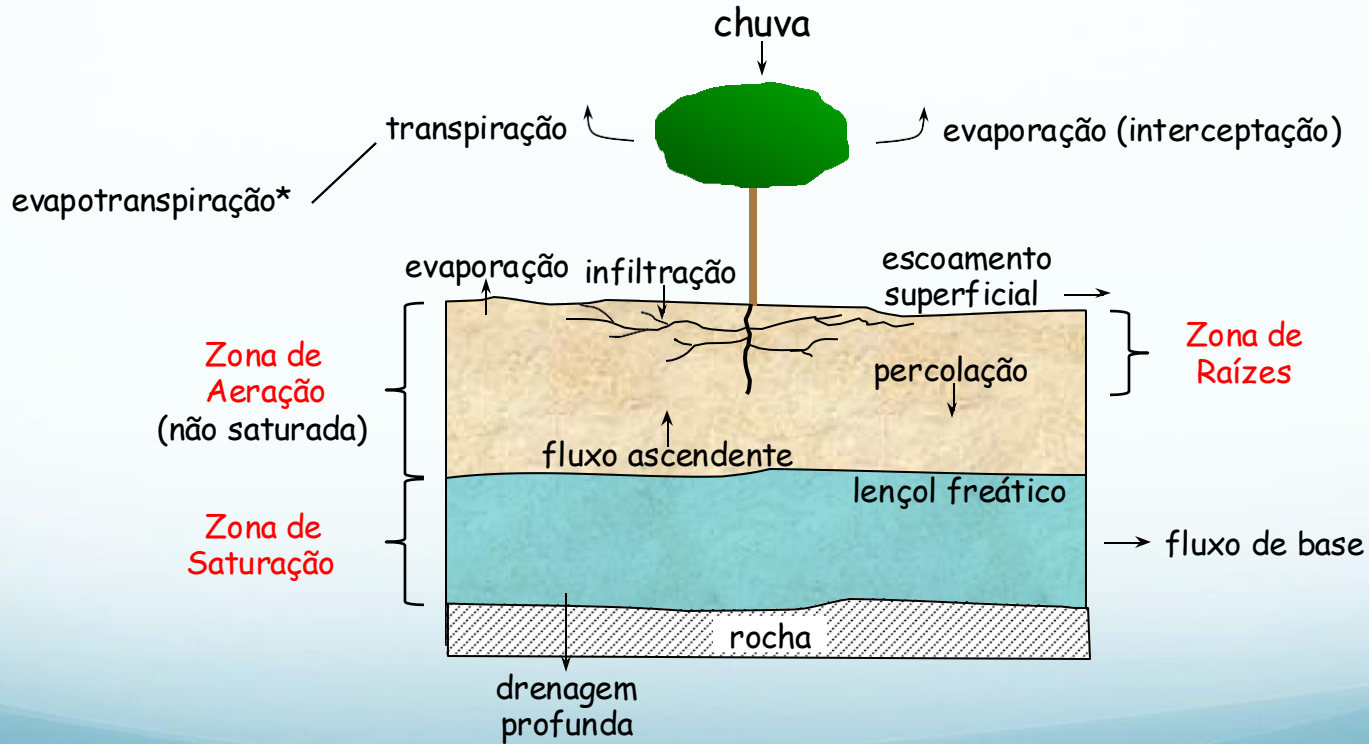
Componentes do Ciclo Hidrológico



Componentes do Ciclo Hidrológico



Componentes do Ciclo Hidrológico



* Alguns modelos consideram a evaporação por interceptação com parte da evapotranspiração

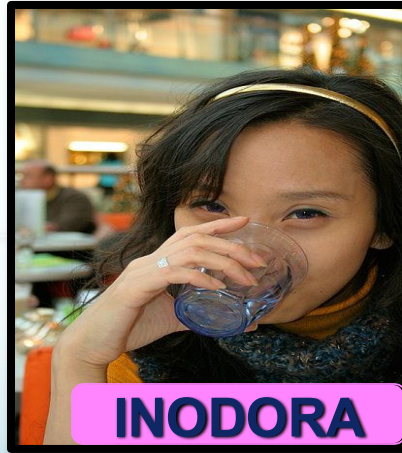
Tipos de Água

ÁGUA POTÁVEL

Destinada ao consumo humano por apresentar as condições ideais para a saúde. Pode ser tratada ou retirada de fontes naturais, desde que seja pura.



INCOLOR



INODORA



INSÍPIDA

Deve ser **INCOLOR** (sem cor), **INODORA** (sem cheiro) e **INSÍPIDA** (sem sabor); livre de micróbios e ter pH neutro.

Tipos de Água

ÁGUA SALOBRA

Uma água de aparência turva possui grandes quantidades de sal ou outra substância dissolvida. Não deve ser consumida pelo ser humano. É muito encontrada em regiões de mangue (áreas alagadas próximas ao litoral).



Imagem: Brian Green / Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic license.

Tipos de Água

ÁGUA DOCE

Possui baixa quantidade de minerais e algumas impurezas (caso esteja contaminada). É uma água de cor marrom, pois possui também grande quantidade de terra dissolvida. Para ser consumida precisa passar por processo de tratamento específico. Quando está limpa, costuma abrigar grandes quantidades de peixes.



Tipos de Água

ÁGUA SALGADA

É a conhecida água do mar. Possui grande quantidade de sais, principalmente o famoso sal de cozinha (cloreto de sódio). Seu consumo é prejudicial à saúde humana.



Tipos de Água

ÁGUA CONTAMINADA

Geralmente presente em rios e lagos que recebem esgotos ou resíduos industriais. Não deve ser consumida, pois apresenta microrganismos que transmitem doenças ou produtos químicos, que prejudicam a saúde humana. Dificilmente encontramos baixa existência de vida animal neste tipo de água.



Tipos de Água

ÁGUA DESTILADA

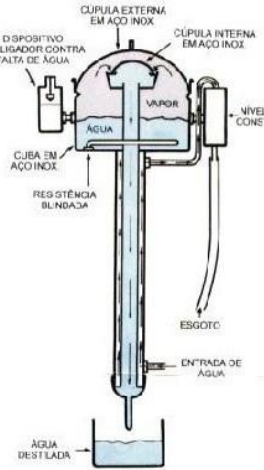
Água com baixíssima quantidade de sais. A destilação da água consiste na evaporação seguida pela condensação (fazer voltar ao estado líquido) da água. É uma água muito usada em baterias de automóveis ou como reagente industrial e laboratórios. Não pode ser consumida.



Imagem: DP-1 / GNU Free Documentation License.

Tipos de Água

ÁGUA DESTILADA



Esses destiladores possuem rendimento de 1:20, quer dizer que para 1 litro de água destilada são descartados para o esgoto 20 litros de água. Além do grande desperdiço da água potável, há um grande consumo de energia elétrica

Tipos de Água

ÁGUA MINERAL

Água que possui grande quantidade de minerais oriundos da natureza. Algumas destas águas possuem propriedades terapêuticas. Certos tipos de água mineral são próprios para o consumo, tanto que é envasada e vendida por empresas.



Tipos de Água

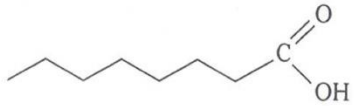
ÁGUA DURA

Muitas águas contêm os cátions cálcio ($\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$), magnésio ($\text{Mg}^{2+}_{(aq)}$) e ferro II ($\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$), que vêm acompanhados dos ânions carbonato, bicarbonato, cloreto e ou sulfato. É a quantidade dos cátions citados, principalmente o cálcio e o magnésio, que determina a dureza da água.

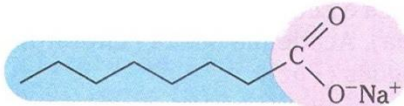
Se a água estiver apresentando teores desses cátions acima de 150 mg/L, então a água é dura; se estiver abaixo de 75mg/L, a água é mole; e se for entre 75 e 150 mg/L, a água é moderada.

Tipos de Água

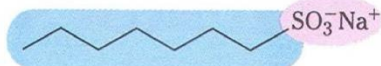
ÁGUA DURA



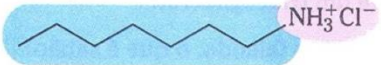
Ácido carboxílico de cadeia longa e seu sal (um sabão)



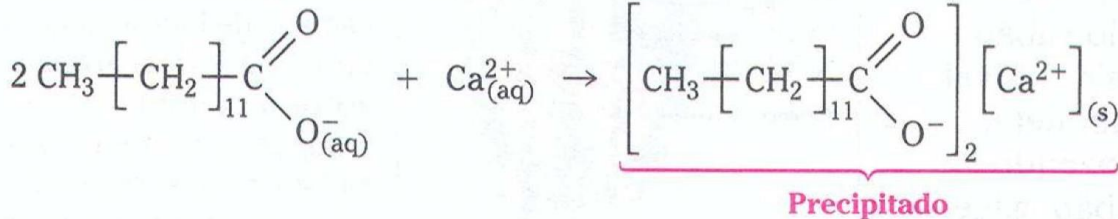
Ácido sulfônico de cadeia longa e seu sal (um detergente)



Amina de cadeia longa e seu sal (um detergente)



Em certas regiões a água é rica em íons Ca^{2+} e/ou Mg^{2+} . Esse tipo de água é chamado de água dura. Nela, os sabões não atuam de modo satisfatório, pois ocorre uma reação entre esses cátions e o ânion do sabão, formando um precipitado (composto insolúvel). Isso pode diminuir ou até mesmo anular completamente a eficiência da limpeza.



Tipos de Água

ÁGUA POLUÍDA

A poluição da água é causada pela introdução de matéria contaminante, que pode, ou não, alterar o curso da água. Suas características físicas, químicas e biológicas também são alteradas, o que torna esta água nociva ao homem, à fauna e à flora.



Toda água deve ser tratada?

→ Depende da finalidade para qual a água se destina.

◇ Substituir parte da água potável para destinos com padrões menos restritivos, por uma de qualidade inferior.

- *Urbano*
- *Agrícola*

- *Industrial*
- *Recreação*



Água para abastecimento - Fontes

→ Águas superficiais

◇ Lagos, rios, riachos.

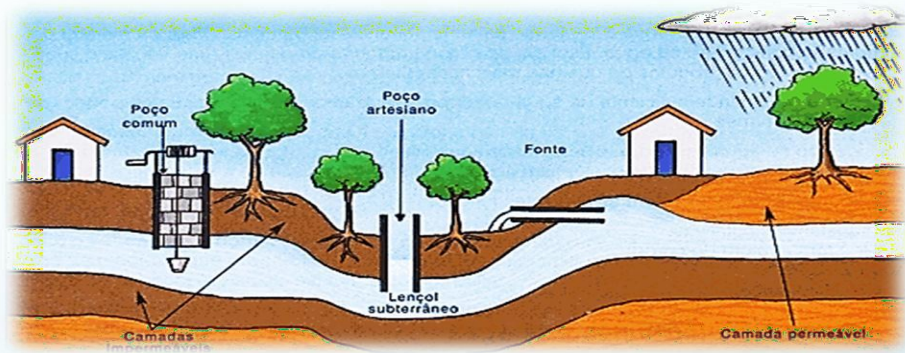
◇ Mais expostas à poluição



→ Águas subterrâneas:

◇ Aquíferos

◇ Poços, minas, ...



→ Fontes não Potáveis

◇ Estação de Tratamento

→ Fontes Potáveis

◇ Desinfecção

Estação de Tratamento de Água (ETA)



→ Principais objetivos:

- A remoção de material particulado, bactérias e algas;
- Remoção da matéria orgânica dissolvida;
- Remoção ou destruição de organismos patogênicos.

→ Os processos envolvidos podem sofrer variações dependendo da fonte de água e dos padrões de qualidade a serem alcançados.



ETA - Esquema simplificado



Etapas do tratamento da água

Captação e bombeamento

- ◇ A água passa por um sistema de grades que impede a entrada de elementos macroscópicos, como folhas, galhos e outros detritos.
- ◇ Após a captação, a água é bombeada com vazões controladas até as estações de tratamento da água.

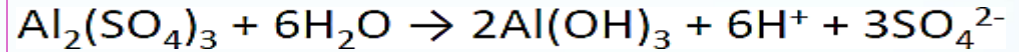


Pré-tratamento

- **Cloração:** a presença do cloro deixa os metais menos solúveis e destrói partes dos microrganismos.
 - A pré-cloração hoje está sendo evitada, pois o cloro reage com substâncias orgânicas presentes na água produzindo trialometanos (THM): CHX_3 (X = cloro, bromo).
 - Os THM não são removidos da água através do tratamento convencional.
 - ◊ **Deve-se assegurar que a matéria orgânica esteja ausente da água que vai ser submetida à cloração !**
- Alcalinização: adição de CaO (cal) para adequar o valor de pH para as fases seguintes do tratamento.

Coagulação

Adição de um coagulante, geralmente **sulfato de alumínio**, seguido de uma agitação violenta da água para provocar a desestabilização das partículas de sujeira, facilitando sua agregação.



Os hidróxidos gelatinosos insolúveis formados vão encapsular as partículas suspensas na água.

Floculação

Em tanques menores, válvulas provocam uma suave turbulência na água.

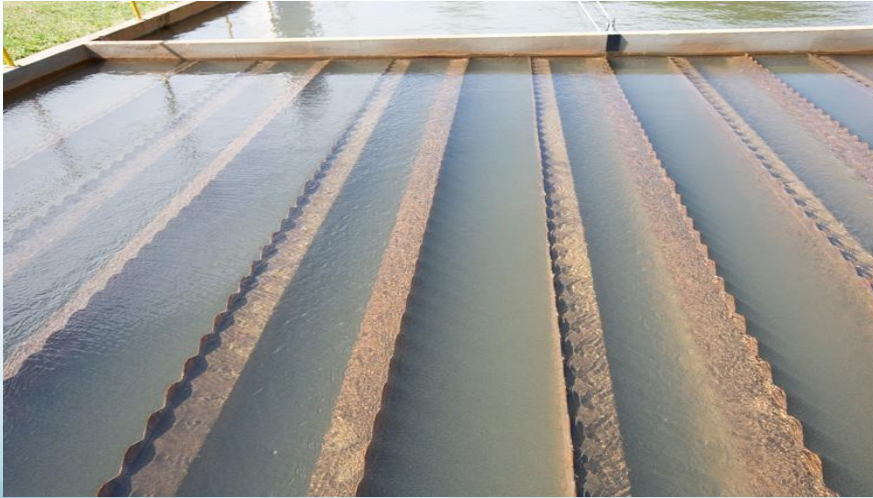
→ as partículas de sujeira desestabilizadas pela coagulação colidem umas com as outras e vão se unindo, formando flocos maiores.



A floculação ocorre em um tempo muito maior do que a coagulação.

Decantação

É um processo de separação física das partículas em suspensão, clarificando a água e reduzindo em grande porcentagem as impurezas.



O material sedimentado constitui o **lodo**, onde predominam matéria orgânica, hidróxido de alumínio e impurezas diversas.

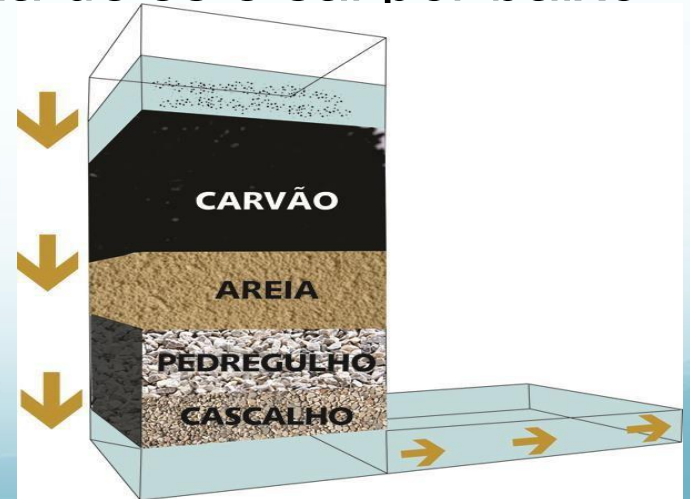
→ Estação de tratamento de sólidos

Filtração

Na filtração, a água passa por várias **camadas filtrantes** onde ocorre a retenção das impurezas não retidas pelos decantadores.



A água da superfície do decantador é recolhida por canaletas e levada a dezenas de **filtros verticais**: a água entra por cima deles e sai por baixo



Nesta fase, todas as partículas de impurezas são removidas deixando a água límpida.



◇ Mas ainda não está pronta para ser usada.

◇ Para garantir a qualidade da água, após a clarificação é feita a **desinfecção**.

◇ O método mais econômico e usual para a desinfecção da água em sistemas públicos é a **cloração**.

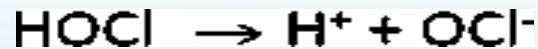
Desinfecção - Cloração

→ Usado para destruição de microorganismos presentes na água, que não foram retidos nas etapas anteriores.

◇ O cloro é aplicado em forma de gás ou em soluções de hipoclorito.



◇ O gás cloro reage quase completamente com a água formando o ácido hipocloroso.



◇ Em pH mais alcalinos, o ácido hipocloroso se dissocia

→ É um método confiável, de relativo baixo custo, simplicidade operacional.

◇ O excesso no tratamento favorece a biossegurança no transporte e armazenamento da água tratada.



◇ O composto de maior preocupação que pode ser formado quando usa a desinfecção com cloro é o CHCl_3 : clorofórmio

◇ Produto da reação do HOCl com **matéria orgânica**.

Fluoretação

→ A aplicação do flúor pode uma etapa adicional, e tem como função de colaborar para redução da incidência da cárie dentária.



→ O flúor é aplicado na água usando como produtos fluorsilicato de sódio ou ácido fluorsilícico.

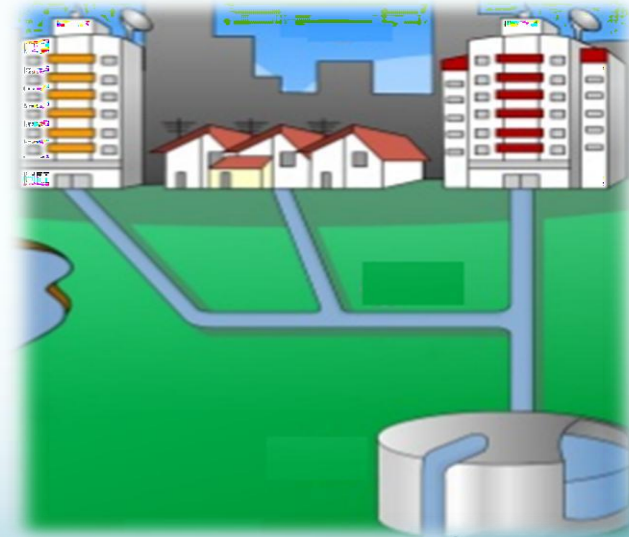
Etapas finais

Análises físico-químicas e microbiológicas para atestar a qualidade da água.

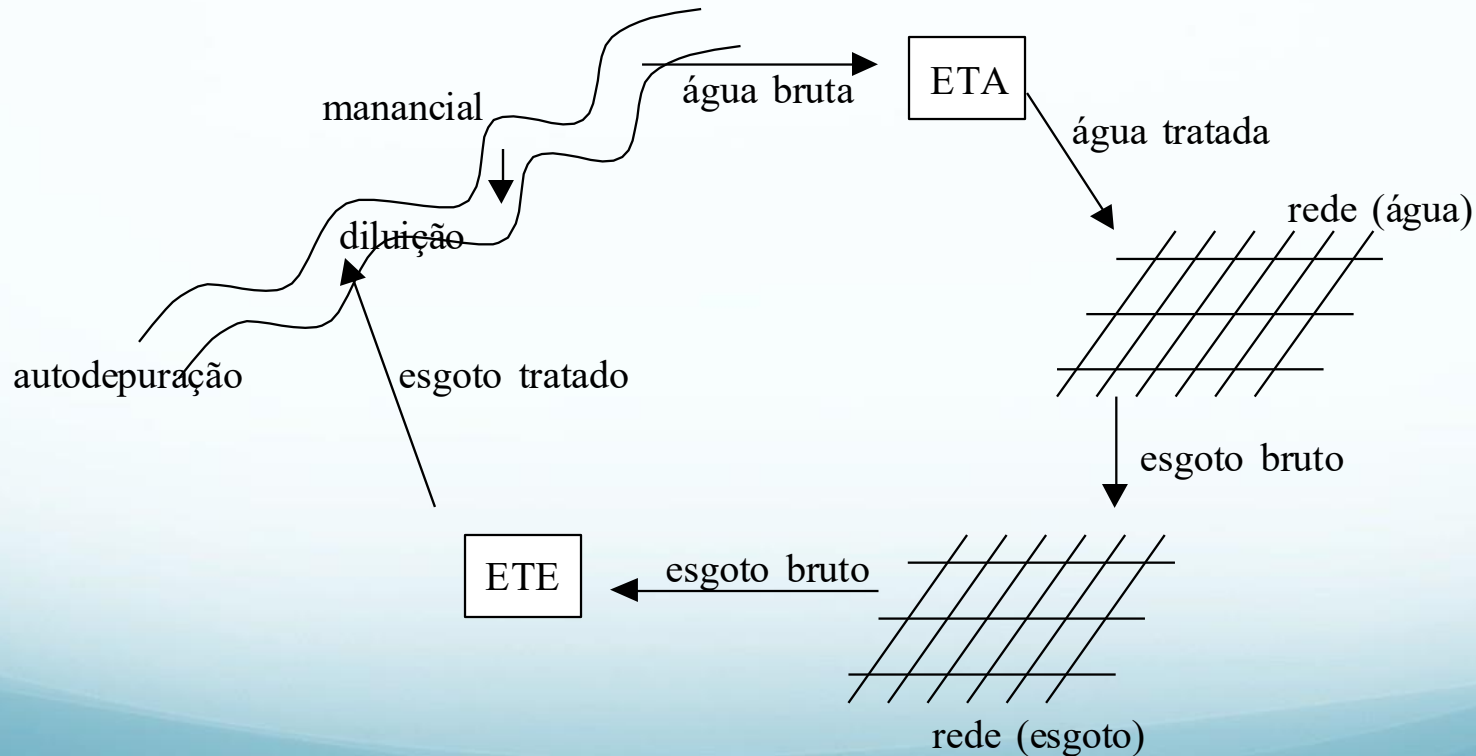


Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011.

Reservatório → Distribuição



Ciclo do uso da água





POLUIÇÃO DAS ÁGUAS



Uso e Ocupação do solo



Concentração da População em Grandes Centros



Uso e Ocupação do solo

- Emissão de gases
- Emissão de particulados
- Descarte de efluentes
- Geração de resíduos sólidos

- Efluentes domésticos
- Descarte de lixo em cursos d'água

- Emissão de gases
- Proliferação de vetores
- Percolação de chorume
- Lixiviação de Metais Pesados

- Lixiviação de agrotóxicos
- Geração de resíduos



Fonte de Poluição das Águas



Ocupação de Áreas Ribeirinhas



Manguinhos, Rio de Janeiro

Enchentes Urbanas



Fonte de Poluição das Águas



Lixões



Fonte de Poluição das Águas



Agricultura

Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos

Abastecimento público



Irrigação



Indústria



Dessedentação de
animais



Aquicultura

Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos

Recreação e lazer



Energia elétrica



Harmonia



Navegação

Diluição de despejos

A água não tratada é porta aberta para várias doenças

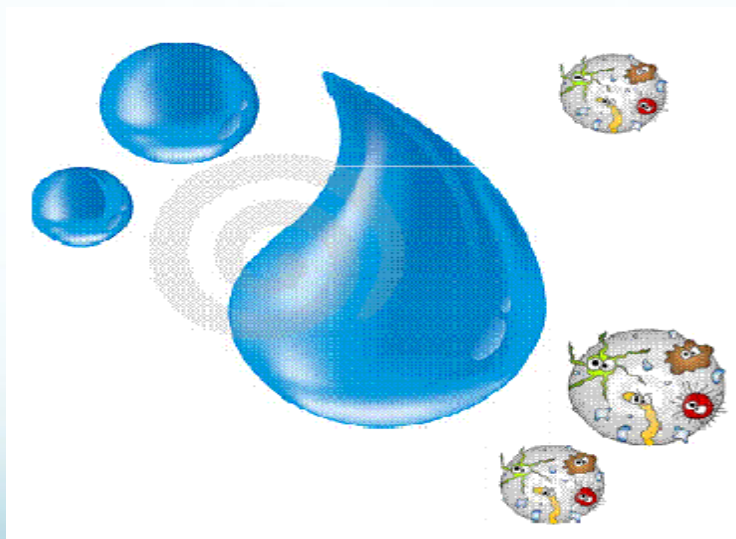
Doenças de veiculação hídrica



Fonte: http://www.agua.bio.br/quadro_5.htm

A água não tratada é porta aberta para várias doenças

Doenças de veiculação hídrica



- ✓ Amebíase
- ✓ Giardíase e
Criptosporidíase
- ✓ Gastroenterite
- ✓ Febre tifóide e paratifóide
- ✓ Hepatite infecciosa
- ✓ Cólera

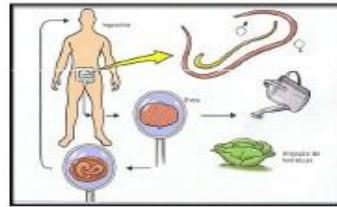
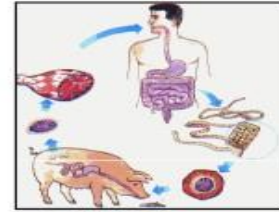
A água não tratada é porta aberta para várias doenças

Verminoses

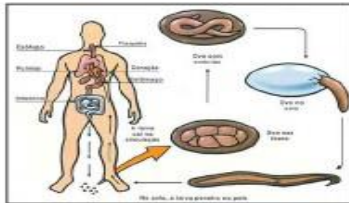
Oxiuríase



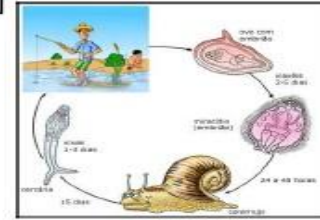
Taeníase (solitária)



Ascaridíase
(lombriga)



Ancilostomíase
(amarelão)

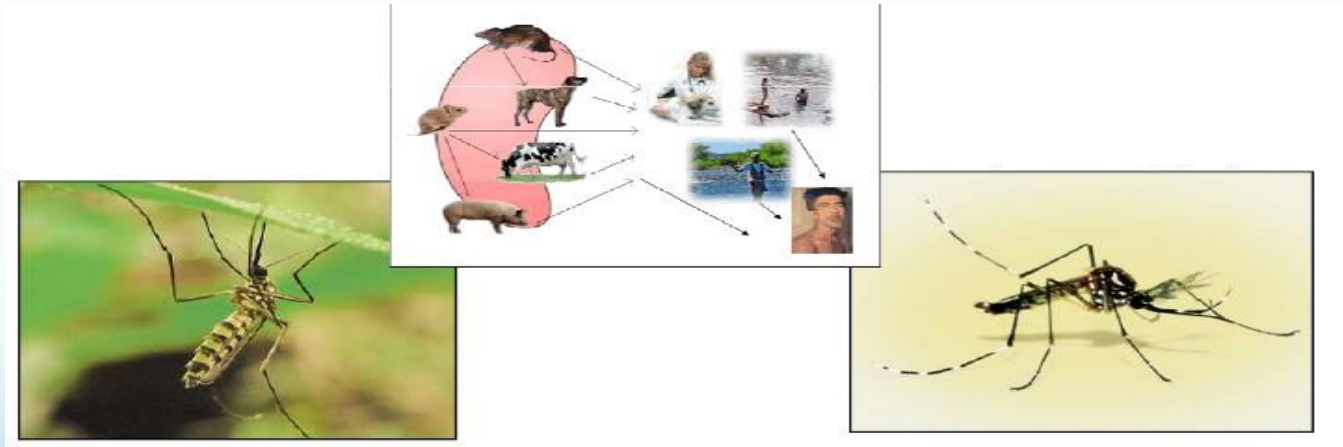


Esquistossomose
(xistosa)

A água não tratada é porta aberta para várias doenças

Vetores Transmissores de doenças

Leptospirose (rato)



Malária (Anopheles)

Dengue e Febre Amarela
(Aedes aegypti)

A água não tratada é porta aberta para várias doenças

Metais Pesados



Contaminação de água por As
(arsênio) em Bangladesh

Poluição da Água



Resulta na introdução de resíduos na mesma (matéria ou energia) de modo a torná-la prejudicial às formas de vida, ou impróprias para um determinado uso estabelecido para ela

CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

1. Elevação da temperatura

Consequências:

- aumento das reações químicas e biológicas
- redução do teor de oxigênio dissolvido
- diminuição da viscosidade da água
- aumento da ação tóxica de alguns compostos

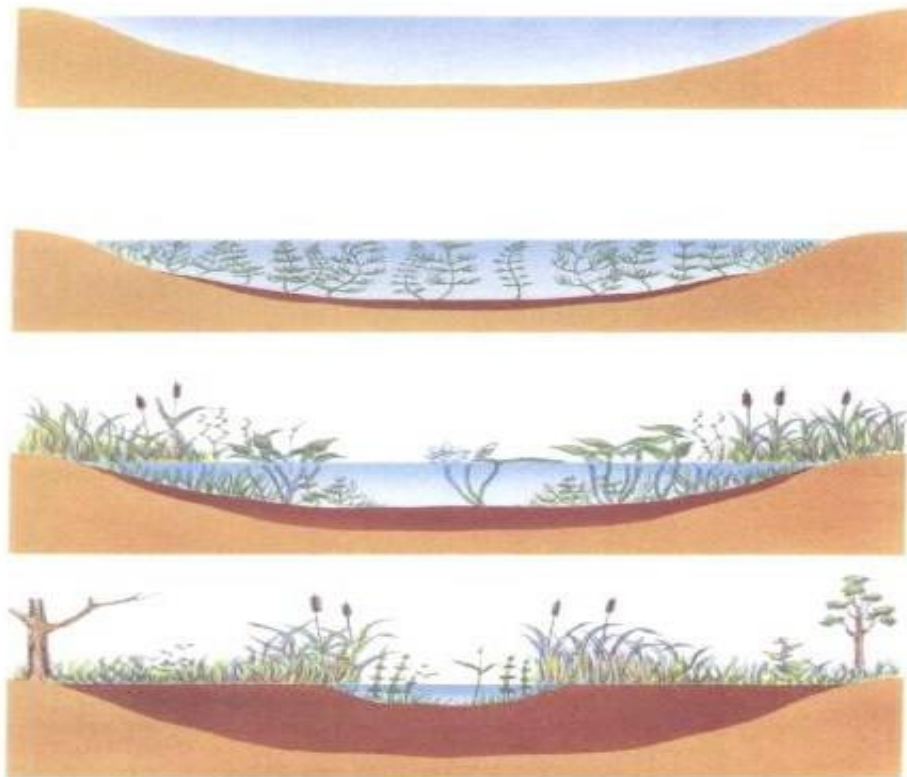
CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

2. Sólidos dissolvidos totais

Consequências:

- Assoreamento de ambientes aquáticos (enchentes)
- soterramento de ovos, invertebrados e peixes
- aumento da turbidez da água

ASSOREAMENTO



a) Fundo de rio com baixa deposição de sedimento

Muitos locais para
pequenos peixes

Bactérias, protozoários e
larvas de insetos ligados
às rochas

Penetração de luz,
fotossíntese de
algas perifíticas

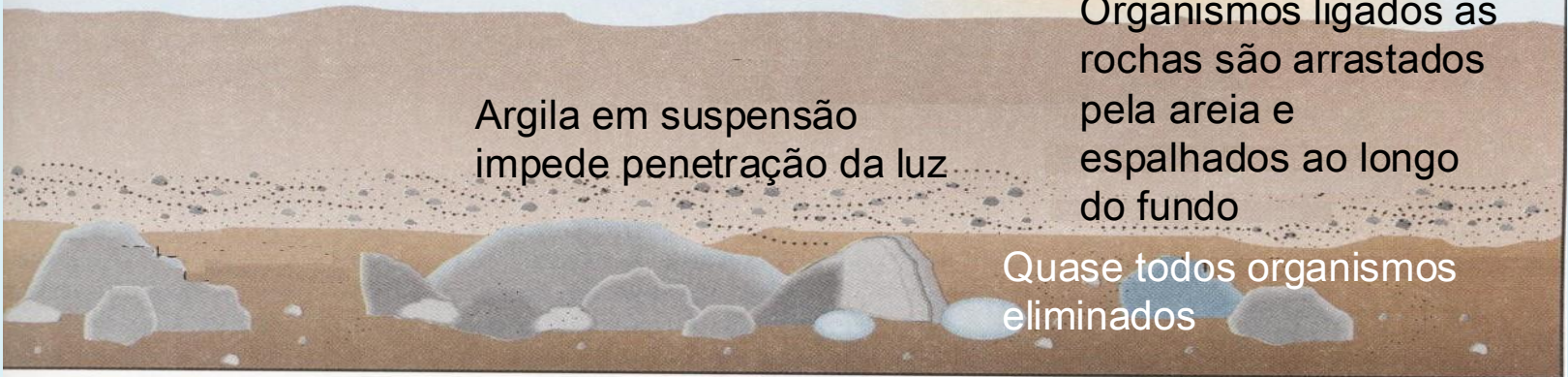


b) O mesmo rio com alta deposição de sedimento

Argila em suspensão
impede penetração da luz

Organismos ligados às
rochas são arrastados
pela areia e
espalhados ao longo
do fundo

Quase todos organismos
eliminados



CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

3. Matéria orgânica

Consequências:

- **redução do oxigênio dissolvido (decomposição bacteriana aeróbia)**
- **maus odores (decomposição bacteriana anaeróbia)**

CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

4. Microrganismos patogênicos

Consequências:

- **transmissão de doenças ao homem**

CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

5. Nutrientes

Consequências:

- eutrofização da água

eutrofização

OLIGOTRÓFICO

pobre em
nutrientes



águas claras
grande
penetração da luz

ENTRADA DE NUTRIENTES

rico em
nutrientes



turbidez da água
vegetação
aquática
submersa inibida

rico em
nutrientes
acumulação de
detritos de algas
mortas



EUTRÓFICO

depleção do
oxigênio dissolvido
peixes, moluscos e
crustáceos
sufocando

CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

6. Mudanças de pH

Consequências:

- efeitos sobre a flora e a fauna
- restrições de uso da água na agricultura
- aumento da toxicidez de certos compostos (amônia, metais pesados, gás sulfídrico)

CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

7. Compostos tóxicos

Consequências:

- danos à saúde humana
- danos aos animais aquáticos



CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

8. Corantes

Consequências:

- cor na água
- redução da transparência da água ⇒ diminuição da atividade fotossintética ⇒ redução do oxigênio dissolvido ⇒ prejuízos à vida aquática

CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

9. Substâncias tensoativas (advindos de processos industriais)

Consequências:

- redução da viscosidade
- redução da tensão superficial da água
- danos à fauna
- espumas
- toxidez

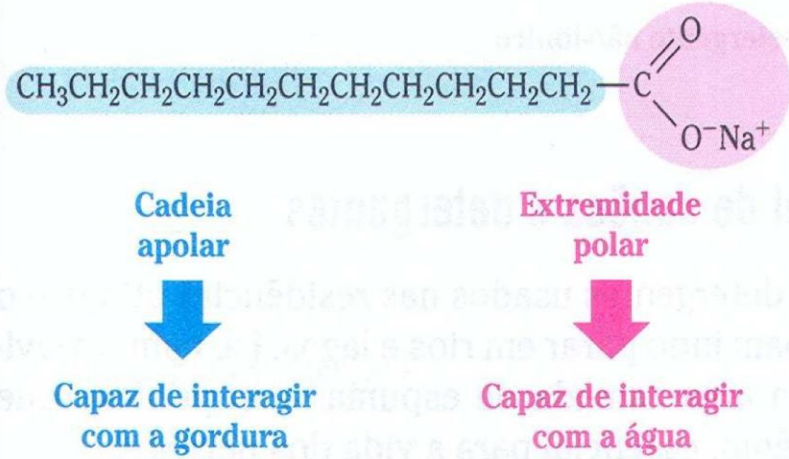
CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

9. Substâncias tensoativas (advindos de processos industriais)

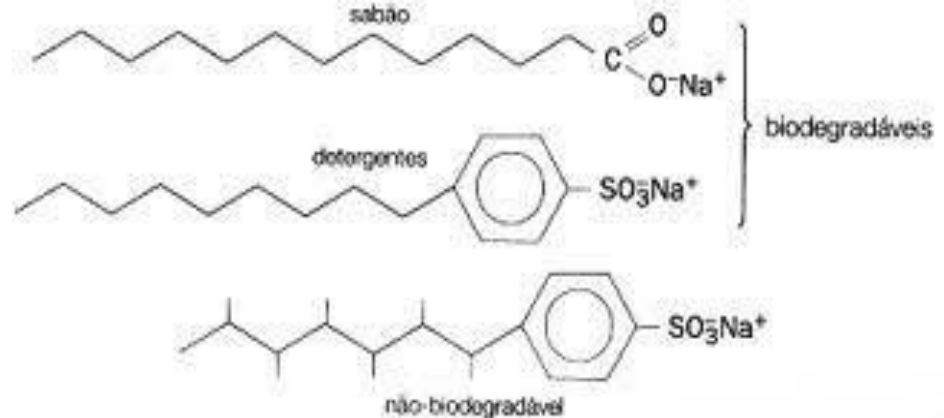
O lauril sulfato de sódio é o agente surfactante mais utilizado pela indústria de higiene e limpeza e de fabricação de produtos cosméticos. A legislação brasileira obriga a fabricação de detergentes com base em estruturas carbônicas lineares, e sujeitos a degradação por ação de organismos decompositores, configurando o que se conhece como "detergente biodegradável". Diferentemente, detergentes fabricados com base em cadeias carbônicas ramificadas mantêm-se refratários e persistentes à degradação biológica, assumindo maior potencial para a poluição das águas.

CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

9. Substâncias tensoativas (advindos de processos industriais)



Os microrganismos existentes na água produzem enzimas capazes de quebrar as moléculas de cadeias lineares presentes nos detergentes biodegradáveis. Mas essas mesmas enzimas não reconhecem as cadeias ramificadas presentes nos detergentes não biodegradáveis, por esse motivo eles permanecem na água sem sofrer decomposição.



CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

9. Substâncias tensoativas (advindos de processos industriais)



CONSEQUÊNCIAS DA POLUIÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS

10. Substâncias radioativas

Consequências:

- danos à saúde humana
- danos aos animais aquáticos

INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

CONTEXTO DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS:

Mesmo separando os poluentes em grupos,

a diversidade das indústrias existentes aumenta, ainda mais, a **variabilidade dos contaminantes aportados nos corpos de água**

IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS

o Causas

- **Desmatamento**
- **Mineração**
- **Construção de rodovias**
- **Despejo de resíduos domésticos e industriais**
- **Introdução de peixes exóticas**
- **Construção de reservatórios**

o Conseqüências

- **Eutrofização**
- **Assoreamento**
- **Perda de diversidade biológica**
- **Alterações no nível da água e no ciclo hidrológico**
- **Expansão de doenças causadas por veiculação hídrica**
- **Toxicidade**

Eutrofização

O termo vem do grego:

- “eu”, o que significa BOM, verdadeiro;
- “trophein”= nutrir Assim,

eutrófico significa:

- **“BEM NUTRIDO”**

Enriquecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, resultante das descargas naturais ou antropogênicas nos sistemas aquáticos.

Eutrofização

Natural: tempo geológico (lento)

Artificial: ação do homem (rápido)



Florações de cianobactérias



CONSEQUÊNCIAS



Ambiente

x



Saúde Pública

Assim, eutrofização

É o incremento da produtividade aquática, dado pelo aumento da biomassa de organismos fotossintetizantes, de forma a alterar o equilíbrio original do ambiente aquático, gerando prejuízos aos demais níveis tróficos.

Características tróficas dos sistemas aquáticos



- **Oligotrófico - lagos com baixa produtividade (geralmente claros)**
- **Mesotrófico - lagos com produtividade intermediária**
- **Eutrófico - lagos com elevada produtividade (geralmente escuros)**

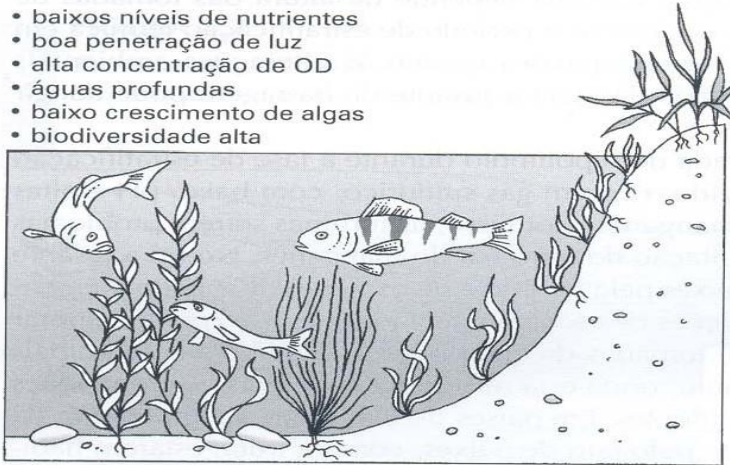
Processo natural de eutrofização

FIGURA 8.9

O processo natural de eutrofização.

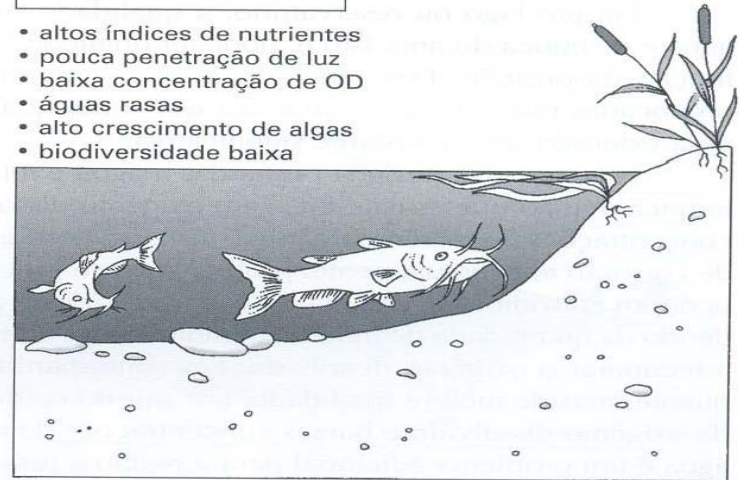
Lago oligotrófico

- baixos níveis de nutrientes
- boa penetração de luz
- alta concentração de OD
- águas profundas
- baixo crescimento de algas
- biodiversidade alta



Lago eutrófico

- altos índices de nutrientes
- pouca penetração de luz
- baixa concentração de OD
- águas rasas
- alto crescimento de algas
- biodiversidade baixa





MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Definição dos limites de fósforo total, clorofila-a e densidade de cianobactérias no processo de revisão da Resolução Conama 20/86, atual Resolução Conama 357/2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CLASSES	Clorofila a (µg/L)	Cianobactéria (cél./mL)	P Total (mg/L)
I (abastecimento humano após tratamento simplificado, recreação contato primário, irrigação hortaliças consumidas cruas);	10	20.000	0,020
II (abastecimento após tratamento convencional, recreação de contato primário, irrigação hortaliças e frutíferas, aquicultura e pesca);	30	50.000	0,030
III (abastecimento após tratamento convencional ou avançado, recreação de contato secundário, dessedentação de animais);	60	100.000	0,05

Eutrofização Antropogênica

- **Proveniente dos despejos de esgotos domésticos e industriais e da descarga de fertilizantes aplicados na agricultura, neste caso há uma aceleração do processo de enriquecimento das águas superficiais e subterrâneas**
- **Em lagos, represas e rios – ocorre um rápido desenvolvimento de plantas aquáticas, inicialmente cianobactérias (algas verdes azuis) – produzem substâncias tóxicas que podem afetar a saúde do homem e causar mortalidade de animais e intoxicações**

Eutrofização no Mundo e no Brasil



Eutrofização do lago Dianchi, na China. (Foto: J. G. Tundisi.)



Lagos utilizados para recreação: são muitos ao redor de todo o planeta. Este lago, em Nainital, na Índia, é um dos mais conhecidos locais de recreação, próximo ao Himalaia da Índia. (Foto: J. G. Tundisi.)



Eutrofização na represa de Barra Bonita, Estado de São Paulo. (Foto: J. G. Tundisi.)

Açudes do semi-árido

Assoreamento



Turbidez e Eutrofização



Salinidade



Ação do homem: usos múltiplos desordenados = DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Falta de controle rígido de efluentes agroindustriais



Falta de saneamento básico



Desmatamento e esgoto



ESGOTO E LIXO NA ÁREA DE BACIA



As fontes de eutrofização podem resultar de:

CARGAS PONTUAIS - provenientes de canais ou rios

CARGAS NÃO PONTUAIS – despejos difusos resultantes de ações dispersas na bacia hidrográfica - drenagem agrícola de áreas com excesso de fertilizantes na camada superficial do solo.

Consequências da eutrofização

- ✓ Liberação de gases com odor e muitas vezes tóxicos (H₂S e CH₄)
- ✓ Florescimento de algas e crescimento descontrolado de plantas aquáticas, especialmente macrófitas.
- ✓ Produção de toxinas por algas.
- ✓ Altas concentrações de matéria orgânica, as quais, se tratadas com cloro, podem produzir substâncias carcinogênicas.
- ✓ Acentuada queda na biodiversidade e no número de plantas e animais.

- ✓ Alteração na composição das espécies de peixes no reservatório e perda do valor comercial OU inapropriação para o consumo devido à contaminação. (E a vigilância sanitária?)
- ✓ Significativa diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, especialmente nas camadas mais profundas dos reservatórios de regiões temperadas, durante o outono.
- ✓ Diminuição do estoque pesqueiro causados pela depleção de oxigênio dissolvido na água nas regiões mais profundas dos lagos.
- ✓ Graves efeitos na saúde humana (crônicos e agudos) -

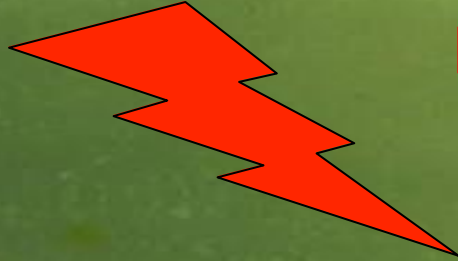
Florações ou Bloms

Perda da qualidade de água

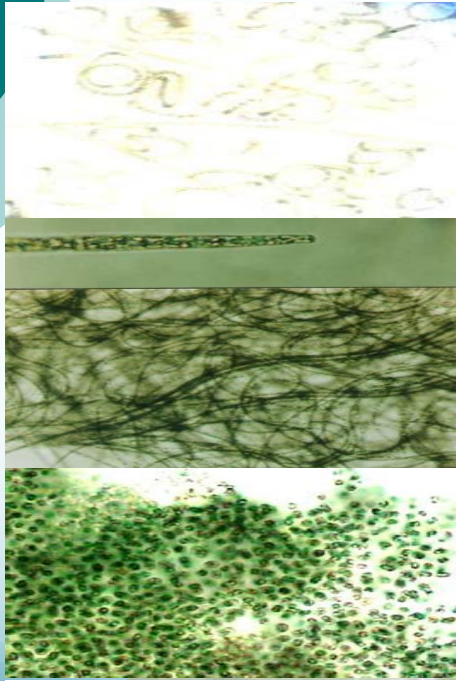


Grave Problema

Ambiental, Econômico e
Social



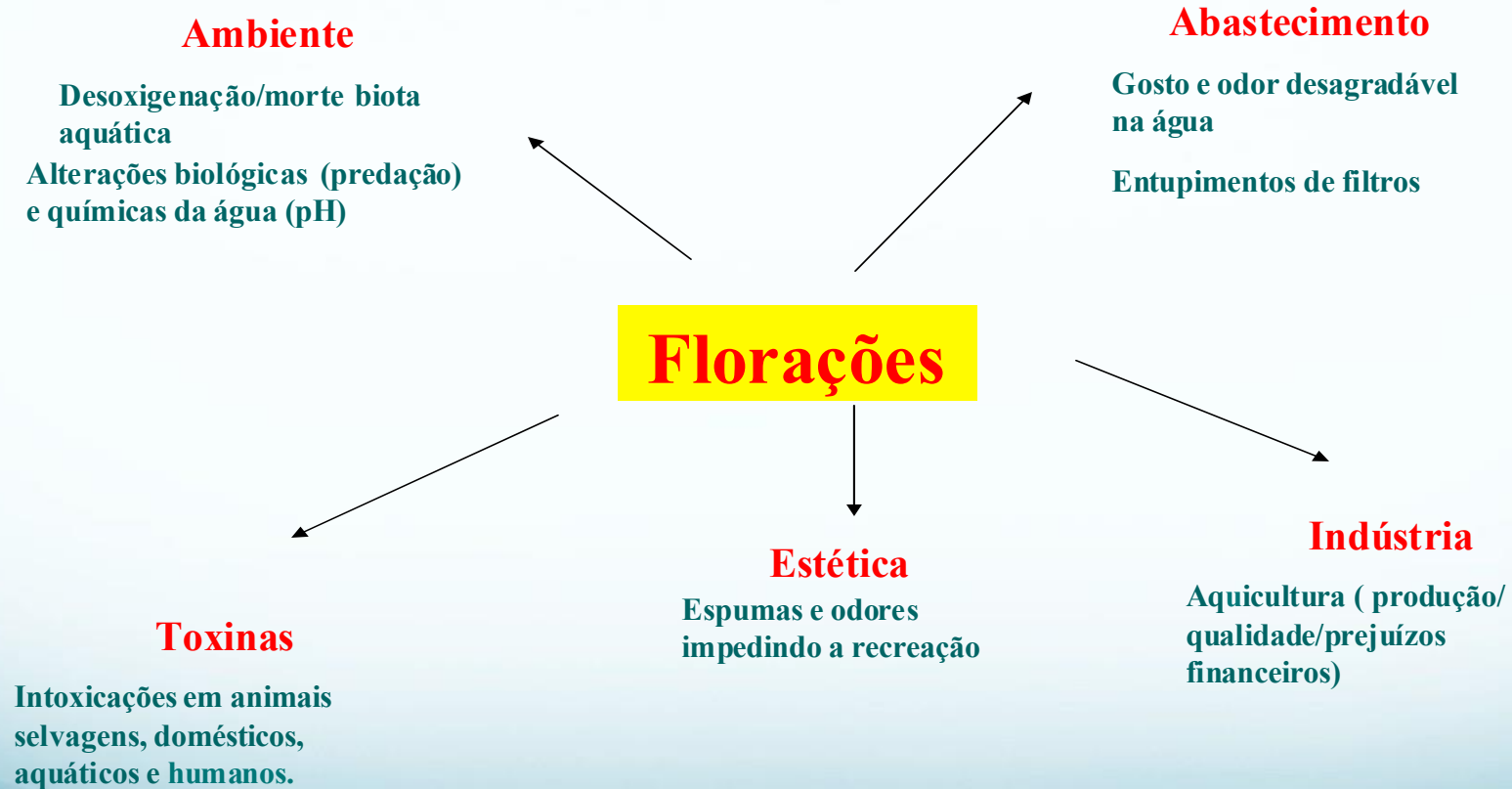
Florações de Cianobactérias: crescimento em excesso tingindo a água de verde

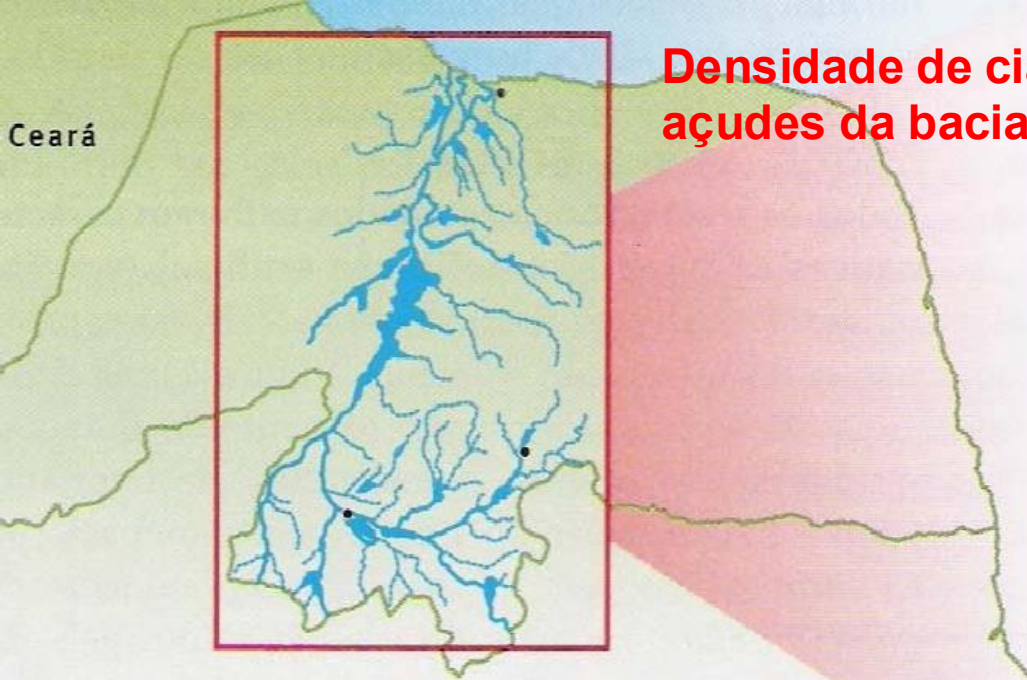


Cianobactérias coloniais vistas em microscópio.



Como as Cianobactérias afetam a qualidade da água?



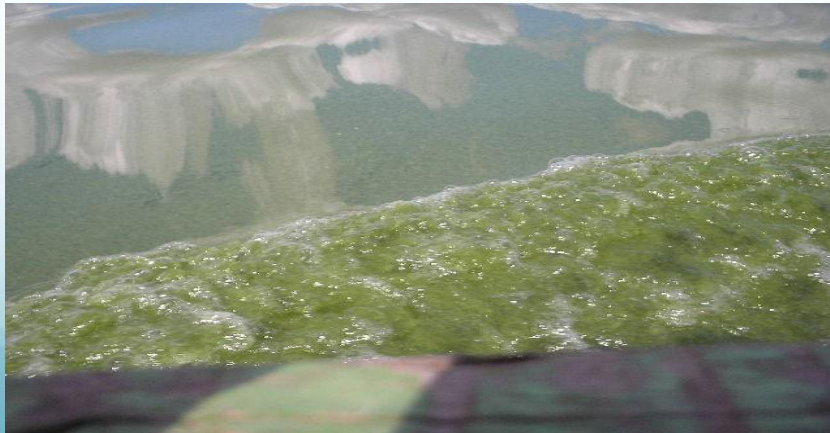


- Rios perenes
- Rios temporários
- Açudes, barragens e lagoas
- Principais centros urbanos

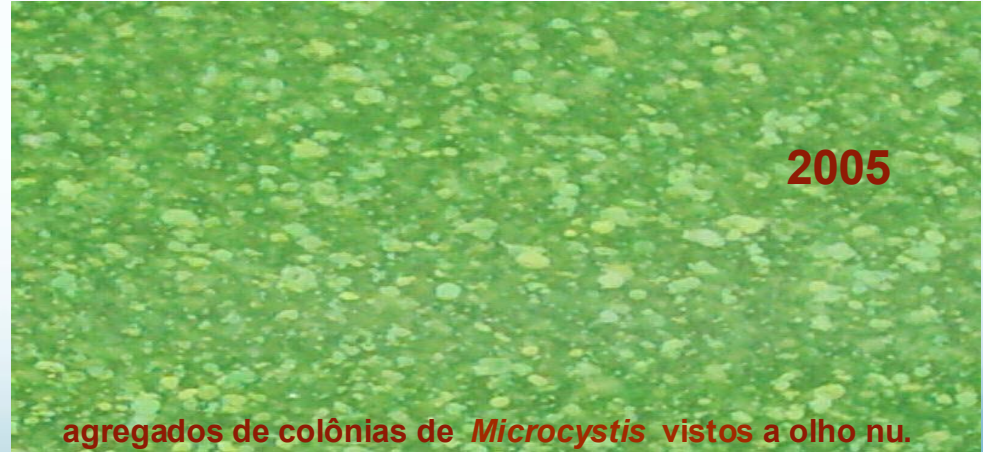
- Água com densidade de cianobactérias (células/L) próxima ao limite permitido pela norma 357/05 do Conama
- Água com densidade de cianobactérias (células/L) superior à norma 357/05 do Conama



Armando Ribeiro Gonçalves



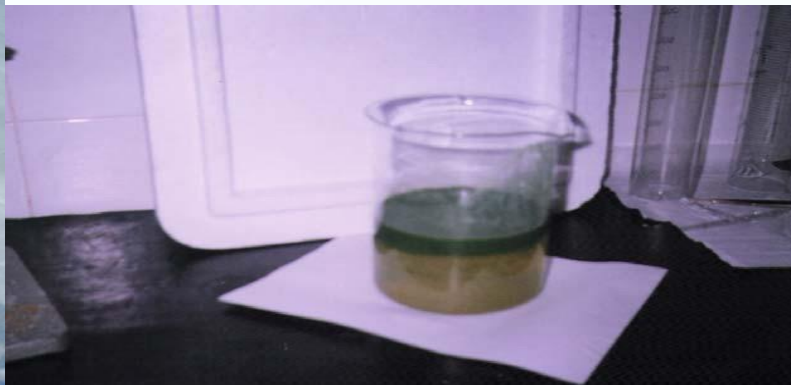
Açude Gargalheiras





Mortality of fishes and prawns







Impactos na Saúde Humana

Fitotoxinas e Cianotoxinas

(algas e cianobactérias)

- ▶ A maior parte das toxinas estão contidas dentro das células e são liberadas para água durante a lise celular ou senescência e aplicação de algicidas.
- ▶ São detectadas por bioensaios e análises químicas;
- ▶ A ingestão da água e pescado ou contato com água contendo toxinas.
- ▶ Não modificam o cheiro e o sabor;
- ▶ Irritações na pele, respostas alérgicas, diarreia, gastroenterites agudas e danos no fígado e rins.
- ▶ Não poder ser detectadas pelo pescadores ou consumidores;
- ▶ Produzem efeito mesmo em baixas concentrações de células (1000 cél/L).

Contaminação por Cianotoxinas

○ Ingestão

- Água
- Alimentos → **Pescado: peixes, camarão, mariscos**

○ Contato

○ Hemodiálise: **“Síndrome de Caruaru”** — **1996/PE**

OMS
Intoxicação
crônica
(0,04 µg. kg⁻¹/
dia)

Por que as cianobactérias são dominantes nas águas potiguares ?

o Fatores naturais: clima e solo

- Temperaturas elevadas
- Alta Insolação
- pH alcalino
- Solo desnudo com caatinga esparsa

o Ações do Homem

- Esgotos domésticos, industriais
- Resíduos agrícolas: fertilizantes e agrotóxicos
- Efluentes de criadouros de animais
- Efluentes de Viveiros de camarão
- Criação de peixes em tanques redes
- Lixo nas Bacias

Fatores naturais: Condições climáticas e geológicas favoráveis

Alta temperatura e intensidade luminosa



Vegetação esparsa ou ausente nas margens dos açudes e rios

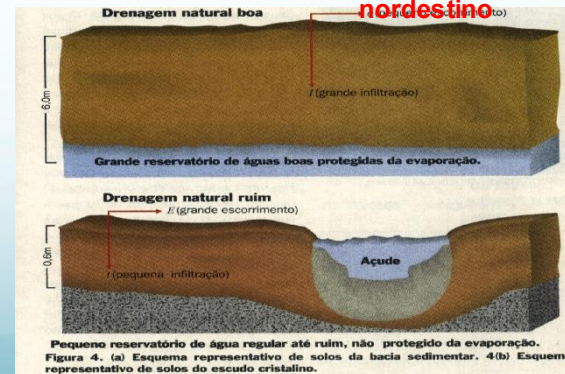


Foto (Marcelo Barroso:
<http://www.mineiropt.com.br>

Solos cristalinos com alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural - Vulnerável à salinização



Solos Cristalinos: 70% semi-árido





**ESCOTO NA ÁREA DA BACIA
DO PIRANHAS AÇU**

Fonte: Blog Jesus de Miudo/Acarí/RN

Consciência e Participação

- ▶ **É necessária a participação conjunta de instituições, governo e população para uma solução apropriada do problema causado pelas cianobactérias no semi-árido do estado.**
- ▶ **Existem diferentes dimensões (econômica, social, política e institucional) em níveis crescentes de complexidade a serem consideradas na definição de uma solução efetiva e emergencial.**
- ▶ **A compreensão das relações entre saúde pública, saneamento e meio ambiente constitui etapa inicial e importante no desenvolvimento de um modelo de planejamento de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.**

**TER ÁGUA É UM DIREITO!
PRESERVAR É UM DEVER!
(LEI:9.433)**

**VAMOS CONSERVAR A ÁGUA
DE FORMA CONSCIENTE!!!**

SEJA UM CIDADÃO AMBIENTAL



Não coloque lixo em terreno muito próximo ao rio, açude, lagoa ou barragem, respeite a distância estabelecida por lei, que varia a partir de 30 metros, para preservação das margens do rio;



Não despeje esgoto ou água servida em rios ou qualquer outra fonte de água. você pode contaminá-los;



Não destrua a mata ciliar. É ela que protege o rio contra o assoreamento ou aterramento das margens e nascentes;



Evite o plantio irregular próximo ao leito do rio, além de prejudicar a mata ciliar, você pode contaminar a água com agrotóxicos;



Não construa barramento, a água que você está retirando indevidamente, pode deixar outras pessoas sem água.



Obrigada!!!

