

Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe  
Departamento de Geodésia – IG/UFRGS

## A ÁGUA E SUA UTILIZAÇÃO

Texto original: [Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

Maio/2012

Tradução e ilustrações: [Iran Carlos Stalliviere Corrêa-IG/UFRGS](#)



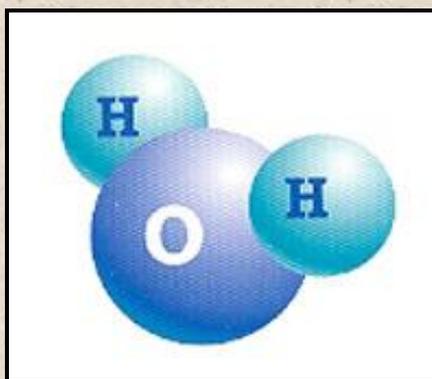
A **água** na natureza se encontra em seus três estados: líquido (*fundamentalmente nos oceanos*), sólido (*gelo nos glaciais, nas calotas polares e também como neve nas zonas frias*) e vapor (*invisível*) no ar.

O **ciclo hidrológico**: a **água** circula constantemente pelo planeta em um ciclo contínuo de evaporação, transpiração, precipitação e escoamento até o mar.



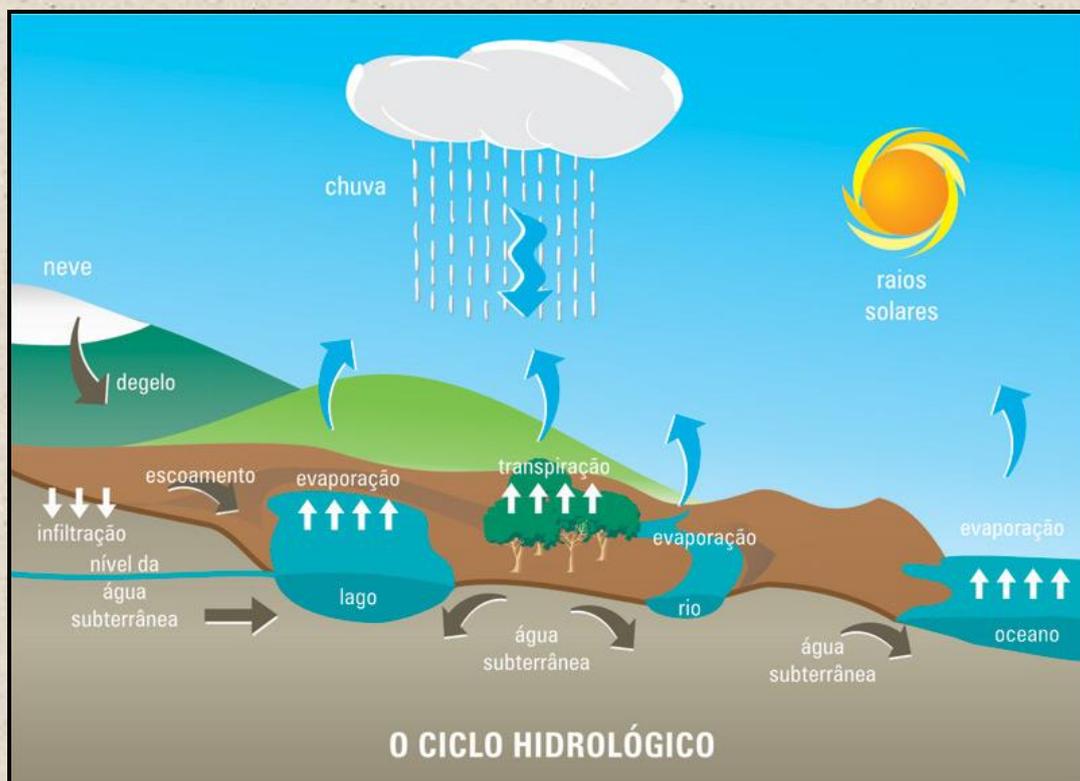
A **água** é um elemento essencial para manter a vida. O acesso a uma água potável segura nos garante imunidade frente às enfermidades. Necessidades vitais humanas como o abastecimento de alimentos dependem dela. Os recursos energéticos e as atividades industriais que necessitamos, também dependem da água.

A **água** (do latim *aqua*) é uma substância cuja molécula é formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio ( $H_2O$ ). É essencial para a sobrevivência de todas as formas conhecidas de vida. O termo **água**, geralmente se refere à substância em seu estado líquido, porém a mesma pode ser encontrada em sua forma sólida, chamada gelo, e na forma gasosa, denominada vapor. A **água** cobre 71% da superfície terrestre. Encontra-se distribuída principalmente nos oceanos onde se concentra 96,5% da água total, os glaciais e as calotas polares possuem 1,74%, os depósitos subterrâneos (*aquíferos*), os permafrost e os glaciais continentais suportam 1,72% e o restante, 0,04%, se repartem em ordem decrescente entre lagos, solos úmidos, atmosfera, represas, rios e seres vivos. A **água** é um elemento comum do sistema solar, fato confirmado em descobrimentos recentes. Pode ser encontrada, principalmente, na forma de gelo; este é o material base dos cometas e do vapor que compõe suas caudas.



Do ponto de vista físico, a **água** circula constantemente em um ciclo de evaporação ou transpiração (*evapotranspiração*), precipitação, e escoamento em direção ao mar. Os ventos transportam tanto vapor de água como o que verte nos mares mediante seu curso sobre a terra, em uma quantidade aproximada de 45.000 km<sup>3</sup> ao ano. Em terra firme, a evaporação e a transpiração contribuem com 74.000 km<sup>3</sup> anuais ao causar precipitações de 119.000 km<sup>3</sup> cada ano.

Estima-se que aproximadamente 70% da água doce é usada para agricultura. A **água** na indústria absorve uma média de 20% do consumo mundial, empregando-se em tarefas de refrigeração, transporte e como dissolvente de uma grande variedade de substâncias químicas. O consumo doméstico absorve os 10% restante.



A **água** é essencial para a maioria das formas de vida conhecidas pelo homem, incluindo a humana. O acesso à **água potável** tem aumentado durante as últimas décadas, na superfície terrestre. Entretanto estudos da FAO estimam que um de cada cinco países em vias de desenvolvimento terá problemas de escassez de **água** antes de 2030; nestes países se faz vital um menor gasto de **água** na agricultura, modernizando os sistemas de irrigação.

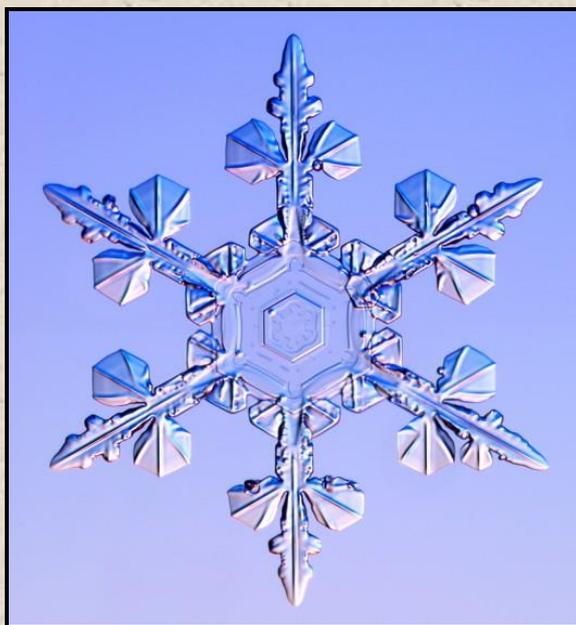
## Tipos de água

A **água** se apresenta em três estados sendo uma das poucas substâncias que pode ser encontrada em seus três estados de forma natural. A **água** adota formas muito distintas sobre a terra: como vapor de água, formando nuvens no ar; como água marinha, eventualmente na forma de icebergs nos oceanos; em glaciais e rios nas montanhas, e nos aquíferos subterrâneos sob a forma líquida.

A **água** pode dissolver muitas substâncias, dando-lhe diferentes sabores e cores. Como consequência de seu papel imprescindível para a vida, o ser humano, entre outros muitos animais, desenvolveu sentidos capazes de avaliar a potabilidade da **água**, evitando o consumo de água salgada ou podre. Os humanos também preferem consumir **água** fria à morna, devido que a **água** fria é menos propensa a conter micróbios. O sabor perceptível entre a **água de degelo** e a **água mineral** se deve a presença de minerais dissolvidos nela; de fato a água pura é insípida. Para o consumo humano, se calcula a pureza da água em função da presença de toxinas, agentes contaminantes e microorganismos. A **água** recebe diversos nomes, segundo sua forma e características:



*Esta gota se forma pela elevada tensão superficial da água.*



*Floco de neve visto através de um microscópio.*

- Segundo seu **estado físico**:
  - Gelo (estado sólido)
  - Água (estado líquido)
  - Vapor (estado gasoso)
- Segundo sua **posição no ciclo da água**:
  - Hidrometeorica
    - Precipitação

### **Precipitação segundo deslocamento**

- precipitação vertical
  - chuva
  - chuva congelada
  - chuvisqueiro
  - chuva gelada
  - neve
  - granizo moderado
  - grânulos de neve
  - pedras de gelo
  - aguaneve
  - pedregulho
  - cristal de gelo
- precipitação horizontal (assentada)
  - orvalho
  - geada
  - congelamento atmosférico
  - gelo glacial
- precipitação mista
  - com temperaturas em torno de 0 °C
    - partículas em suspensão
      - nuvens
      - nevoeiro
      - bruma
    - partículas em ascenso (impulsionadas pelo vento)

### **Precipitação segundo o estado**

- precipitação líquida
  - chuva
  - chuva gelada
  - chuvisqueiro
  - chuvisqueiro gelado
  - orvalho
- precipitação sólida
  - nevasca
  - granizo moderado
  - grânulos de neve
  - pedras de gelo
  - chuva gelada
  - granizo
  - prismas de gelo
  - geada
  - congelamento atmosférico
  - gelo glacial
  - aguaneve

- nevasca
- *neve revolvida*

- **segundo sua circunstância**

- água subterrânea
- água de degelo
- água meteórica
- água inerente – a que forma parte de uma rocha
- água fóssil
- água doce
- água superficial
- água mineral – rica em minerais
- água salobra ligeiramente salgada
- água morta – estranho fenômeno que ocorre quando uma massa de água doce ou ligeiramente salgada circula sobre uma massa de água mais salgada, mesclando-se ligeiramente. São perigosas para a navegação.
- água do mar
- salmoura - de elevado conteúdo em sais, especialmente cloreto de sódio.

- **segundo seus usos**

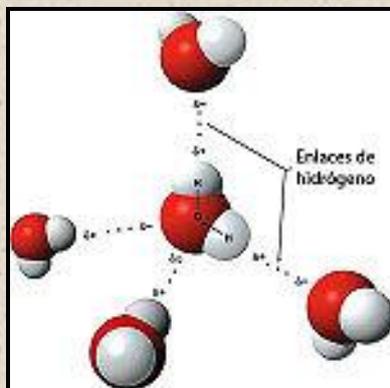
- água encanada
- água engarrafada
- água potável – a apropriada para o consumo humano, contem um valor equilibrado de minerais que não são danosos para a saúde.
- água purificada – corrigida em laboratório ou enriquecida com algum agente – São águas que foram tratadas para usos específicos em laboratórios. Habitualmente são de três tipos:
  - água destilada
  - água de dupla destilação
  - água deionizada

- **atendendo a outras propriedades**

- água macia – pobre em minerais
- água dura – de origem subterrânea contém um elevado valor mineral

- água de cristalização — é a que se encontra dentro das redes cristalinas.
  - hidratos — água impregnada em outras substâncias químicas
  - água pesada – é uma água elaborada com átomos pesados de hidrogênio-deutério. Em estado natural, forma parte da água normal em uma concentração muito reduzida. Foi utilizada para a construção de dispositivos nucleares, como reatores.
  - água de trítio
  - água negra
  - águas cinza
  - água disfórica
- **segundo a microbiologia**
    - água potável
    - água residual
    - água de chuva ou água de superfície
- A **água** é também protagonista de numerosos ritos religiosos. Sabe-se de infindades de cerimônias ligadas a água. O cristianismo, por exemplo, tem atribuído tradicionalmente certas características a **água benta**. Existem também outros tipos de água que depois de certo processo adquirem supostas propriedades, como a **água vitalizada**.

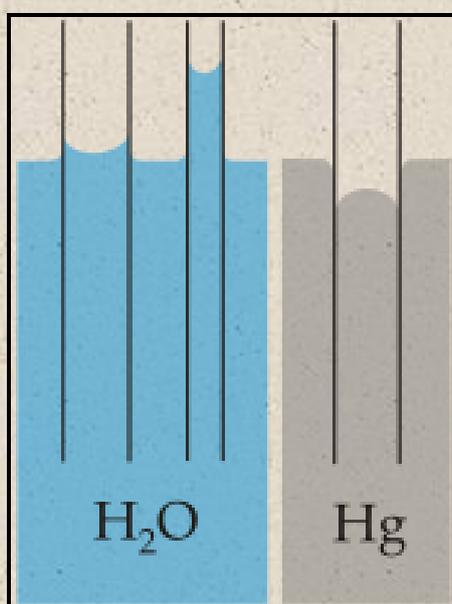
## Propiedades físicas e químicas



*Modelo mostrando os enlaces de hidrogênio entre moléculas de água.*



*O impacto de uma gota sobre a superfície da água provoca ondas características, chamadas ondas capilar.*



*Ação capilar da água e do mercúrio.*

A **água** é uma substância que quimicamente se formula como  $H_2O$ ; isto quer dizer, que uma molécula de água se compõe de dois átomos de hidrogênio enlaçados covalentemente a um átomo de oxigênio.

Foi *Henry Cavendish* quem descobriu em 1781 que a **água** é uma substância composta e não um elemento, como se pensava desde a antiguidade. Os resultados de tal descobrimento foram desenvolvidos por *Antoine Laurent de Lavoisier* dando a conhecer que a **água** estava formada por oxigênio e hidrogênio. Em 1804, o químico francês *Joseph Louis Gay-Lussac* e o naturalista e geógrafo alemão *Alexander von Humboldt* demonstraram que a **água** era formada por dois volumes de hidrogênio por cada volume de oxigênio ( $H_2O$ ).

As propriedades físico-químicas mais notáveis da **água** são:

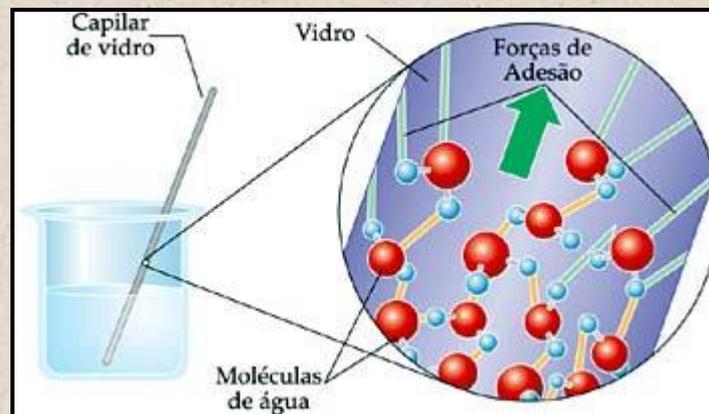
- A **água** é insípida e inodora em condições normais de pressão e temperatura. A cor da **água** varia segundo seu estado: como líquida, pode parecer incolor em pequenas quantidades, ainda que em um espectrógrafo se prova que tem um ligeiro tom de azul esverdeado. O **gelo** também tende ao azul e no estado gasoso (*vapor de água*) é incolor. A **água** bloqueia ligeiramente a radiação solar UV forte, permitindo que as plantas aquáticas absorvam sua energia.



*Cor azulada da água*

- Já que o oxigênio tem uma eletronegatividade superior a do hidrogênio, a **água** é uma molécula polar. O oxigênio tem uma leve carga negativa, enquanto que os átomos de hidrogênio têm uma carga levemente positiva do que resulta um forte momento dipolar elétrico. A interação entre os diferentes dipolos elétricos de uma molécula causa uma atração em rede que explica o elevado índice de tensão superficial da **água**.
- A força de interação da tensão superficial da **água** é a força de *van der Waals* entre moléculas de água. A aparente elasticidade causada pela tensão superficial explica a formação de ondas capilares. A pressão constante, o índice de tensão superficial da **água** diminui com o aumento da temperatura. Também tem um alto valor adesivo graças a sua natureza polar.

- A capilaridade se refere à tendência da **água** de mover-se por um tubo estreito em contra da força da gravidade. Esta propriedade é aproveitada por todas as plantas vasculares, como as árvores.
- Outra força muito importante que reforça a união entre moléculas de **água** é o enlace por ponte de hidrogênio.
- O ponto de ebulição da **água** (e de qualquer outro líquido) está diretamente relacionado com a pressão atmosférica. Por exemplo, no pico do Everest, a **água** ferve a 68°C, enquanto que ao nível do mar este valor sobe para 100°C. Do mesmo modo, a **água** em torno de fontes geotérmicas pode alcançar temperaturas de centenas de graus centígrados e seguir sendo líquida. Sua temperatura crítica é de 373,85°C (647,14 K), seu valor específico de fusão é de 0,334 kJ/g e seu índice específico de vaporização é de 2,23kJ/g.



*Capilaridade da água*

- A **água** é um solvente muito potente, e é catalogada como o solvente universal, e afeta a muitos tipos de substâncias distintas. As substâncias que se misturam e se dissolvem bem na **água**, como os sais, açúcar, ácidos, álcalis, e alguns gases (como o oxigênio ou o dióxido de carbono, mediante carbonização), são chamadas **hidrófilas**, enquanto que as que não combinam bem com a **água**, como lipídios e gorduras, se denominam substâncias **hidrofóbicas**. Todos os componentes principais das células de proteínas, ADN e polissacarídeos se dissolvem em **água**. Pode formar um azeótropo com muitos outros solventes.
- A **água** é miscível com muitos líquidos, como o etanol, e em qualquer proporção, formando um líquido homogêneo. Por outro lado, os azeites são *imiscíveis* com a **água**, e formam capas com densidades variáveis sobre a superfície da água. Como qualquer gás, o **vapor de água** é miscível completamente com o ar.

- A **água pura** tem uma condutividade elétrica relativamente baixa, porém esse valor se incrementa significativamente com a dissolução de uma pequena quantidade de material iônico, como o cloreto de sódio.
- A **água** tem o segundo índice mais alto de capacidade calorífica específica, só fica atrás do amoníaco, assim como uma elevada entalpia de vaporização ( $40,65 \text{ kJ mol}^{-1}$ ); ambos os fatores se devem ao enlace do hidrogênio entre moléculas. Estas duas inusuais propriedades são as que fazem com que a água "modere" as temperaturas terrestres, reconduzindo grandes variações de energia.
- A densidade da **água** líquida é muito estável e varia pouco com as trocas de temperatura e pressão. A pressão normal (*1 atmosfera*), a **água líquida** tem uma densidade mínima ( $0,958 \text{ kg/l}$ ) aos  $100^\circ\text{C}$ . Ao baixar a temperatura, aumenta a densidade (*por exemplo, a  $90^\circ\text{C}$  tem  $0,965 \text{ kg/l}$* ) e esse aumento é constante até chegar aos  $3,8^\circ\text{C}$  aonde alcança uma densidade de  $1 \text{ kg/l}$ . Essa temperatura ( $3,8^\circ\text{C}$ ) representa um ponto de inflexão aonde alcança sua máxima densidade (*a pressão mencionada*). A partir desse ponto, ao baixar a temperatura, a densidade começa a diminuir, ainda que muito lentamente (*quase nada na prática*), até que aos  $0^\circ\text{C}$  diminui até  $0,9999 \text{ kg/l}$ . Quando passa ao estado sólido (*a  $0^\circ\text{C}$* ), ocorre uma brusca diminuição da densidade passando de  $0,9999 \text{ kg/l}$  a  $0,917 \text{ kg/l}$ .
- A **água** pode ser decomposta em partículas de hidrogênio e oxigênio mediante eletrólises.
- Como um óxido de hidrogênio, a **água** se forma quando o hidrogênio ou um composto contendo hidrogênio é queimado ou reage com oxigênio, ou um composto de oxigênio. A **água** não é combustível, posto que seja um produto residual da combustão do hidrogênio. A energia requerida para separar a **água** em seus dois componentes mediante eletrólise é superior à energia liberada pela recombinação de hidrogênio e oxigênio. Isto faz com que a **água**, em contra aos que sustentam alguns rumores, não seja uma fonte de energia eficaz.
- Os elementos que têm maior eletropositividade que o hidrogênio, como o lítio, o sódio, o cálcio, o potássio e o céσιο, deslocam o hidrogênio da **água**, formando hidróxidos. Dada sua natureza de

gás inflamável, o hidrogênio liberado é perigoso e a reação da **água** combinada com os mais eletropositivos destes elementos é uma violenta explosão.

Atualmente se segue investigando sobre a natureza deste composto e suas propriedades, às vezes ultrapassando os limites da ciência convencional. Neste sentido, o investigador John Emsley disse em certa ocasião da água que "*(É) uma das substâncias químicas mais investigadas, porém segue sendo a menos entendida*".

## Distribuição de água na natureza

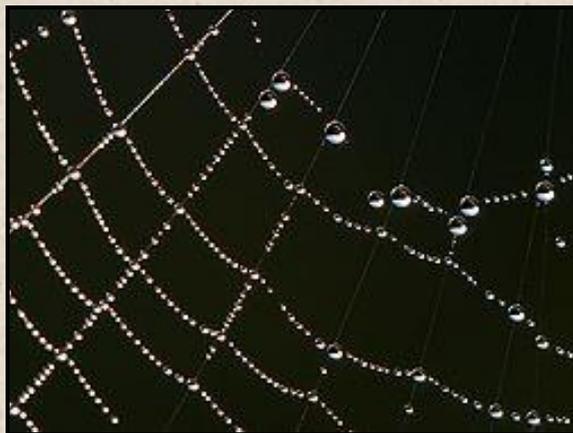
### A Água no Universo

Contrária à crença popular, a **água** é um elemento bastante comum em nosso sistema solar, é mais ainda no universo; principalmente na forma de gelo e, pouco menos, de vapor. Constitui uma grande parte do material que compõe os cometas e, recentemente, foram encontrados importantes jazimentos de gelo na lua. Alguns satélites como Europa e Encélado possuem possivelmente **água líquida** sob sua grossa capa de gelo. Isto permite a estas luas terem uma espécie de tectônica de placas onde a **água líquida** cumpre o rol do magma na terra, enquanto que o gelo seria o equivalente à crosta terrestre.

A maioria da **água** que existe no universo pode ter surgido como derivado da formação de estrelas que posteriormente expulsaram o **vapor de água** ao explodirem. O nascimento das estrelas pode ter causado um forte fluxo de gases e poeira cósmico. Quando este material colide com o gás das zonas exteriores, as ondas de choque produzidas comprimem e aquecem o gás. Imagina-se que a **água** é produzida neste gás quente e denso. Foi detectada a presença de **água** em nuvens interestelares dentro de nossa galáxia, a Via Láctea. Estas nuvens interestelares podem se condensarem, eventualmente, na forma de uma nebulosa solar. Ademais, se pensa que a **água** pode ser abundante em outras galáxias, dado que seus componentes (*hidrogênio e oxigênio*) estão entre os mais comuns do universo.

Em julho de 2011, a revista *Astrophysical Journal Letters*, publicou o **allazgo**, em uma nuvem de **vapor de água** que rodeia o quasar APM 08279+5255 do que para o momento se configura como a maior reserva de **água** no Universo. O descobrimento se deve a um grupo de astrônomos do *Jet Propulsion Laboratory (JPL)* da NASA e do *California Institute of Technology (CALTECH)*.

Detectou-se **vapor de água** em:



*Gotas de orvalho suspensas em uma teia de aranha.*

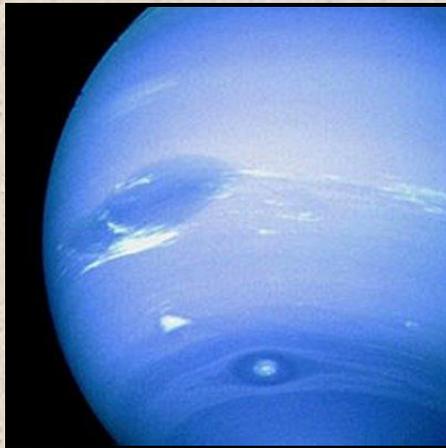
- Mercúrio - Uns 3,4% de sua atmosfera contém água e grandes quantidades na exosfera.
- Vênus - 0,002% na atmosfera
- Terra - quantidades reduzidas na atmosfera (*sujeita a variações climáticas*)
- Marte - 0,03% na atmosfera
- Júpiter - 0,0004% na atmosfera
- Saturno - só na forma de camadas de gelo
- Encélado (*lua de Saturno*) - 91% de sua atmosfera
- Exoplanetas conhecidos, como o HD 189733 b e HD 209458 b.

A **água** em seu estado líquido está presente na:

- Terra - 71% de sua superfície
- Lua - em 2008 se encontraram pequenas quantidades de **água** no interior de bolas vulcânicas trazidas a Terra pela expedição da Apolo 15, de 1971.
- Encélado (*lua de Saturno*) e em Europa (*lua de Júpiter*) existem indícios de que a **água** poderia existir no estado líquido.

Detectou-se **gelo** em:

- Terra, sobre tudo nas calotas polares.
- Marte, nas calotas polares, ainda que estejam compostas principalmente de **gelo seco**.
- Titã
- Europa
- Encélado
- Em cometas e objetos de procedência meteórica, vindos, por exemplo, desde o Cinturão de Kuiper ou a Nuvem de Oort.
- Poderia aparecer no estado de **gelo** na Lua, Ceres e Tetis.
- É provável que a **água** forme parte da estrutura interna de planetas como Urano e Netuno.
- 



*Água em Netuno*

## A água e a zona habitável

A existência de **água** no estado líquido, e em menor quantidade nas suas formas de gelo ou vapor, sobre a Terra é vital para a existência da vida tal como a conhecemos. A Terra está situada em uma área do sistema solar que reúne condições muito específicas, porém se estivéssemos um pouco mais perto do Sol, uns 5%, ou seja, 8 milhões de quilômetros, já bastariam para dificultar enormemente a existência dos três estados da **água** conhecidos. A massa da Terra gera uma força de gravidade que impede que os gases da atmosfera se dispersem. O **vapor de água** e o dióxido de carbono se combinam, causando o que tem sido chamado "**efeito estufa**". Embora se atribua a este termo conotações negativas, o efeito estufa é o que mantém a estabilidade das temperaturas, atuando como uma capa protetora da

vida no planeta. Se a Terra fosse menor, a menor gravidade exercida sobre a atmosfera faria com que esta fosse mais delgada, o que redundaria em temperaturas extremas, evitando a acumulação de **água**, exceto nas calotas polares (*tal como ocorre em Marte*). A temperatura superficial da terra tem estado em constante variação através das eras geológicas, apesar dos variáveis níveis de radiação solar. Isto tem motivado que alguns pesquisadores acreditem que o planeta está termorregulado mediante a combinação de gases do efeito estufa e o albedo atmosférico e superficial. Esta hipótese, conhecida como **a teoria de Gaia**, não é, entretanto, a posição mais adotada entre a comunidade científica. O estado da **água** também depende da gravidade de um planeta. Se um planeta é bastante grande, a **água** que exista sobre ele permaneceria em estado sólido inclusive a altas temperaturas, devido à elevada pressão causada pela gravidade.

## A água na Terra

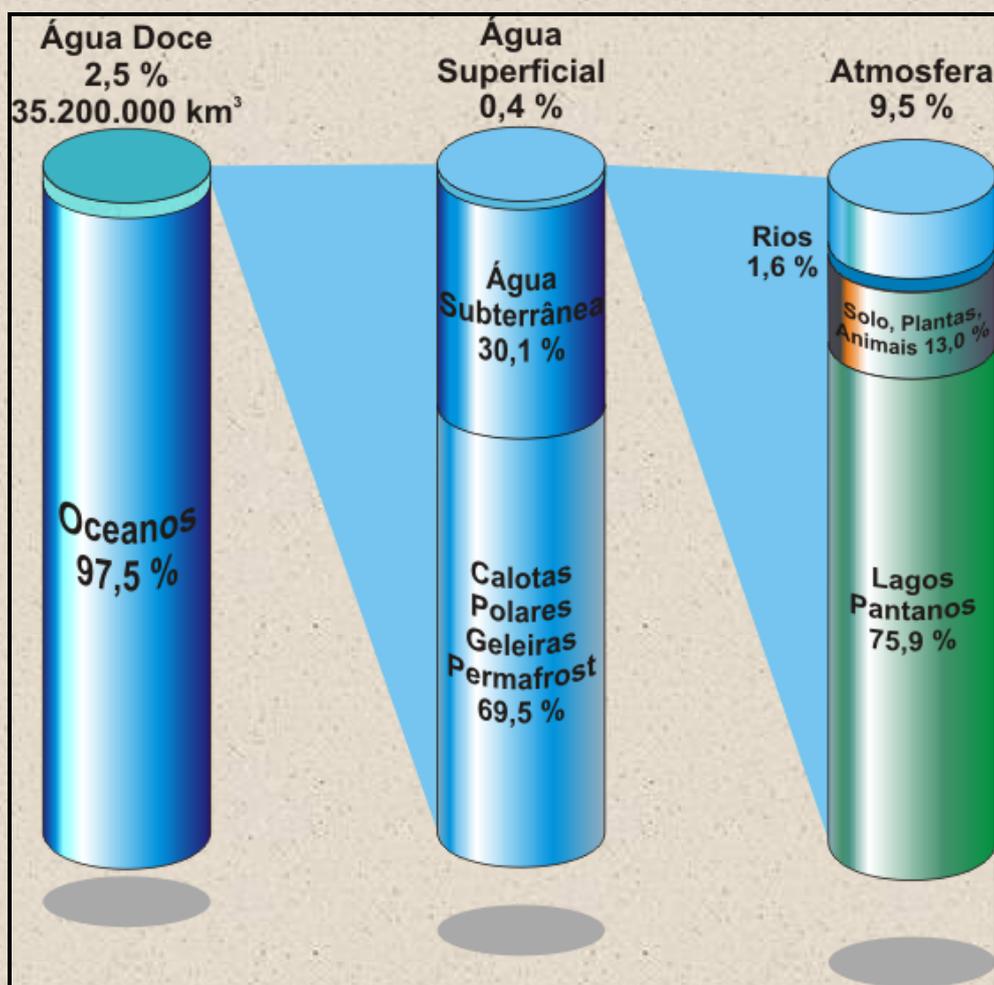
A **água** é fundamental para todas as formas de vida conhecidas. Os humanos consomem **água potável**. Os recursos naturais vêm ficando escassos com o crescente aumento da população mundial e suas distribuições em várias regiões habitadas é a preocupação de muitas organizações governamentais.

## Origem da água terrestre

Durante a formação da Terra, a energia liberada pelo choque dos planetesimais, e sua posterior contração por efeito do incremento da força gravitacional, provocou o aquecimento e fusão dos materiais do jovem planeta. Este processo de acreção e diferenciação fizeram com que os diferentes elementos químicos se reestruturassem em função de suas densidades. O resultado foi a desgaseificação do magma e a liberação de uma enorme quantidade de elementos voláteis para as zonas mais externas do planeta, que originaram a proto-atmosfera terrestre. Os elementos mais leves, como o hidrogênio molecular, escaparam indo de regresso ao espaço exterior. Entretanto, outros gases mais pesados ficaram retidos pela atração gravitacional. Entre eles se encontrava o **vapor de água**. Quando a temperatura terrestre diminuiu o suficiente, o vapor de água, que é um gás menos volátil que

o CO<sub>2</sub> ou o N<sub>2</sub> começou a condensar-se. Deste modo, as bacias começaram a ser preenchidas com **água ácida e quente** (entre 30°C e 60°C). Esta **água ácida** era um eficaz solvente que começou a arrancar íons solúveis das rochas da superfície e, pouco a pouco, começou a aumentar sua salinidade. O volume de **água** liberada para a atmosfera, por este processo e o que precipitou na superfície, foi de aproximadamente 1,37 x 10<sup>9</sup> km<sup>3</sup>, se bem que existam cientistas que sustentam que parte da **água** do planeta provém do choque de cometas contra a prototerra nas fases finais do processo de acreção. Neste sentido existem cálculos que parecem indicar que se unicamente 10% dos corpos que se chocaram contra a Terra, durante o processo de acreção final, tivessem sido cometas, toda a **água** planetária poderia ser de origem cometária, ainda que estas idéias sejam especulativas e objeto de debate entre os especialistas.

## Distribuição atual da água na Terra



*Representação gráfica da distribuição de água terrestre.*



*Os oceanos cobrem 71% da superfície terrestre:  
a água salgada é 96,5% da água do planeta.*



*Os 70% da água doce da Terra se encontra na forma sólida (Glaciar perito Moreno).*

O total da **água** presente no planeta, em todas suas formas, se denomina hidrosfera. A **água** cobre 3/4 partes (71%) da superfície da Terra. Pode-se encontrar esta substância em praticamente qualquer lugar da biosfera e em seus três estados de agregação da matéria: sólido, líquido e gasoso.

Os 97% é **água salgada**, a qual se encontra, principalmente, nos oceanos e mares; só 3% de seu volume é **água doce**. Deste último, 1% está no estado líquido. Os 2% restante se encontram no estado sólido em capas, campos e plataformas de gelo ou mar de gelo em latitudes próximas dos polos. Fora das regiões polares a **água doce** se encontra principalmente em terras e, subterraneamente, em aquíferos.

A **água** representa entre 50 e 90% da massa dos seres vivos (aproximadamente 75% do corpo humano é **água**; no caso das algas, a porcentagem é de 90%).

Na superfície da Terra tem 1.386.000.000 km<sup>3</sup> de **água** que se distribui da seguinte forma:

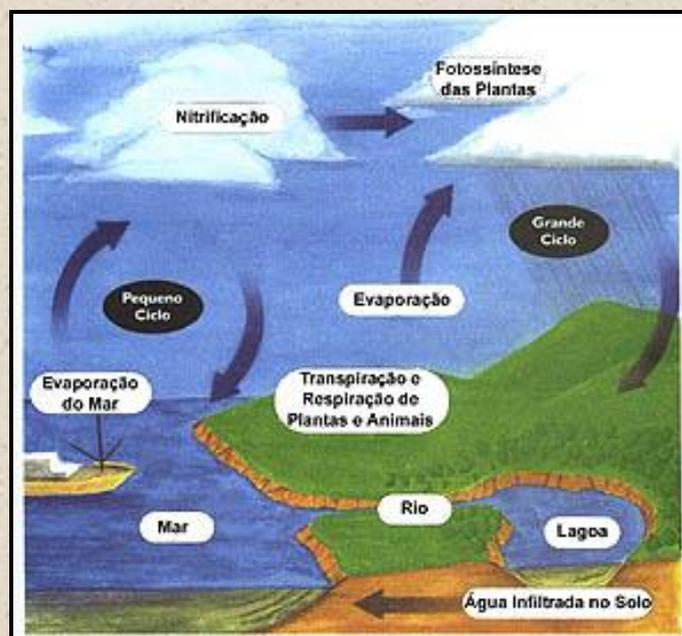
### Distribuição da água na Terra

Situação da água	Volume em km <sup>3</sup>		Porcentagem	
	Água doce	Água salgada	de água doce	de água total
Oceanos e mares	-	1.338.000.000	-	96,5
Calotas e glaciais polares	24.064.000	-	68,7	1,74
Água subterrânea salgada	-	12.870.000	-	0,94
Água subterrânea doce	10.530.000	-	30,1	0,76
Glaciais continentais e Permafrost	300.000	-	0,86	0,022
Lagos de água doce	91.000	-	0,26	0,007
Lagos de água salgada	-	85.400	-	0,006
Umidade do solo	16.500	-	0,05	0,001
Atmosfera	12.900	-	0,04	0,001
Reservatórios	11.470	-	0,03	0,0008
Rios	2.120	-	0,006	0,0002
Água biológica	1.120	-	0,003	0,0001
<b>Total água doce</b>	<b>35.029.110</b>		<b>100</b>	<b>-</b>
<b>Total água na terra</b>	<b>1.386.000.000</b>		<b>-</b>	<b>100</b>

A maior parte da **água terrestre** está contida nos mares, e apresenta um elevado conteúdo de sal. As **águas subterrâneas** se encontram em jazimentos subterrâneos chamados aquíferos e são potencialmente úteis ao homem como recursos. No estado líquido compõe massas de água como oceanos, mares, lagos, rios, arroios, canais, mananciais e lagoas.

A **água** desempenha um papel muito importante nos processos geológicos. As correntes subterrâneas de **água** afetam diretamente as camadas geológicas, influenciando na formação de falhas. A **água** localizada no manto terrestre também afeta à formação de vulcões. Na superfície, a **água** atua como um agente muito ativo sobre processos químicos e físicos de erosão. A **água** em seu estado líquido e, em menor quantidade, na forma de gelo, também é um fator essencial no transporte de sedimentos. O depósito desses sedimentos é uma ferramenta utilizada pela geologia para estudar os fenômenos de formação ocorridos na Terra.

## O ciclo da água



*O ciclo da água implica uma série de processos físicos contínuos.*

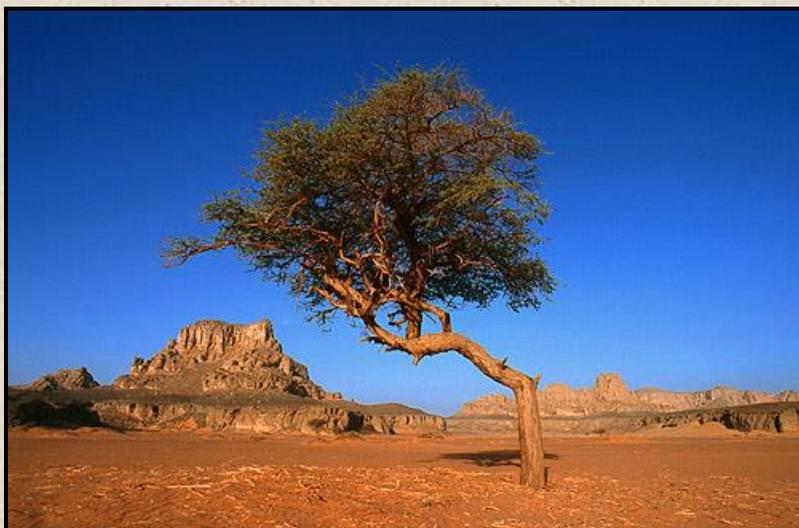
Como **ciclo da água**, conhecido cientificamente como o *ciclo hidrológico*, se denomina ao contínuo intercâmbio da **água** dentro da hidrosfera, entre a atmosfera, a água superficial e subterrânea e os organismos vivos. A **água** troca constantemente sua posição de uma a

outra parte do **ciclo da água**, implicando basicamente os seguintes processos físicos:

- **evaporação** dos oceanos e outras massas de água e transpiração dos seres vivos (*animais e plantas*) até a atmosfera,
- **precipitação**, originada pela condensação de vapor de água, e que pode adaptar múltiplas formas,
- **escoamento**, ou movimento das águas superficiais até os oceanos.

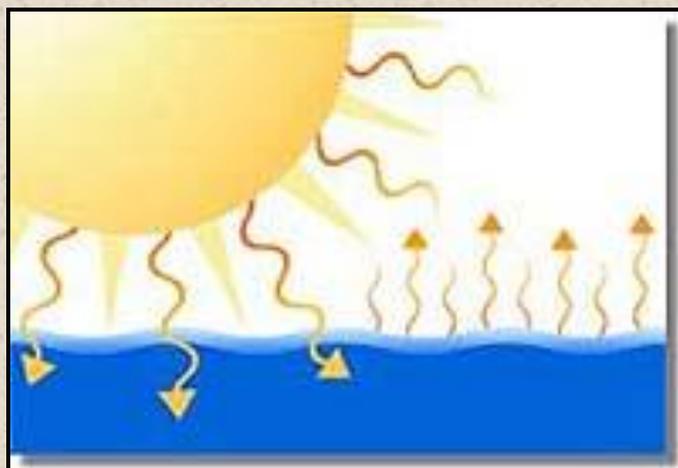
A energia do sol aquece a terra, gerando correntes de ar que fazem com que a **água** evapore, subindo para a atmosfera e se condensando em altas altitudes, para logo cair em forma de chuva. A maior parte do **vapor de água** que se desprende dos oceanos volta ao mesmo, porém o vento desloca massas de vapor até terra firme, na mesma proporção em que a **água** se precipita novamente desde a terra até os mares (*uns 45.000 km<sup>3</sup> anuais*). Já em terra firme, a evaporação de corpos aquáticos e a transpiração de seres vivos contribui a incrementar o total de **vapor de água** em outros 74.000 km<sup>3</sup> anuais. As precipitações sobre terra firme, com um valor médio de 119.000 km<sup>3</sup> anuais, podem voltar à superfície em forma de líquido, como chuva, sólido, como neve ou granizo, ou de gás, formando nevoeiro ou névoa. A **água** condensada presente no ar é também a causa da formação do **arco-íris**: A refração da luz solar nas minúsculas partículas de vapor, que atuam como múltiplos e pequenos prismas. A **água** de escoamento normalmente formar bacias, e os cursos de **água** menores geralmente se unem formando rios. O deslocamento constante de massas de **água** sobre diferentes terrenos geológicos é um fator muito importante na formação do relevo. Ademais, ao arrastar minerais durante seu deslocamento, os rios cumprem um papel muito importante no enriquecimento do solo. Parte das **águas** desses rios se desvia para aproveitamento agrícola. Os rios desembocam no mar, depositando os sedimentos arrastados durante seu curso, formando deltas. O terreno destes deltas é muito fértil, graças à riqueza dos minerais concentrados pela ação do curso d'água. A **água** pode ocupar a terra firme com consequências desastrosas: As inundações se produzem quando uma massa de **água** excede suas margens habituais ou quando se comunicam com uma massa maior, como o mar, de

forma irregular. Por outra parte, e ainda que a falta de precipitações seja um obstáculo importante para a vida, é natural que periodicamente algumas regiões sofram seca. Quando a seca não é transitória, a vegetação desaparece ao mesmo tempo se acelera a erosão do terreno. Este processo se denomina **desertificação** e muitos países adotam políticas para frear seu avanço. Em 2007, a ONU declarou o dia 17 de junho como o *Dia mundial de luta contra a desertificação e a seca*".



*Área em processo de desertificação*

## O oceano



*Evaporação da água do oceano.*

O **oceano** engloba a parte da superfície terrestre ocupada pela **água marinha**. Formou-se há uns 4.000 milhões de anos quando a temperatura da superfície do planeta se esfriou até permitir que a **água** passasse ao estado líquido. Cobre 71% da superfície da Terra. A profundidade média é de uns 4 km. A parte mais profunda se encontra

na fossa das Marianas alcançando 11.033 m. Nos oceanos há uma capa superficial de água quente (12° a 30°C), que vai de algumas dezenas de metros até os 400 ou 500 m. Por debaixo desta capa a **água** encontra-se fria com temperaturas entre 5° e -1°C. A água está mais quente nas zonas temperadas, equatoriais e tropicais e mais fria nas cercanias dos polos.

Contém substâncias sólidas em dissolução, sendo as mais abundantes o sódio e o cloro que, em sua forma sólida, se combina para formar o **cloreto de sódio** ou sal comum e que junto com o magnésio, o cálcio e o potássio, constituem cerca de 90% dos elementos dissolvidos na água do mar.

O **oceano** está dividido, por grandes extensões de terra que são os continentes e grandes arquipélagos, em cinco partes que, a sua vez, também se chama **oceanos**: oceano Antártico, oceano Ártico, oceano Atlântico, oceano Índico e oceano Pacífico.

Denomina-se **mar** a uma massa de **água salgada** de tamanho inferior ao oceano. O termo também é utilizado para designar alguns grandes lagos.

## Marés



*Preamar e baixa-mar no Monte São Michele (França).*

As **marés** são movimentos cíclicos das grandes massas de água causadas pela força gravitacional da lua e do sol, em conjunção com os

oceanos. As **marés** se devem a movimentos de correntes de grandes massas de água, como mares, que oscilam em uma margem constante de horas. A **maré** é observada pela notável variação da altura do nível do mar, entre outras coisa, originada pelas posições relativas do Sol e da Lua em combinação com o efeito da rotação terrestre e a batimetria local. A faixa do mar submetida a estas trocas, exposta em baixa-mar e coberta em preamar, se denomina **zona entre marés** e representa um nicho ecológico de grande valor.

## A água doce na natureza

A **água doce** na natureza se renova graças à atmosfera que dispõe de 12.900 km<sup>3</sup> de vapor de água. Entretanto, se trata de um volume dinâmico que constantemente se está incrementando em forma de evaporação e diminuindo em forma de precipitações. Estima-se o volume anual, em forma de precipitação ou água de chuva, entre 113.500 e 120.000 km<sup>3</sup> no mundo. Estes volumes são a parte chave da renovação dos recursos naturais de **água doce**. Nos países de clima temperado e frio, a precipitação em forma de neve é uma parte importante do total.

Os 68,7% da **água doce** existente no mundo estão nos glaciais e mantos de gelo. Entretanto não são considerados recursos hídricos por serem inacessíveis (Antártida, Ártico e Groenlândia). Em troca, os glaciais continentais são considerados básicos no que tange aos recursos hídricos de muitos países.



*Água Doce*

As águas superficiais englobam lagos, reservatórios, rios e terras alagadiças e constituem somente 0,3% da **água doce** do planeta, entretanto representam 80% das **águas doce** renováveis anualmente, daí sua importância.

Também a **água subterrânea doce** armazenada, que representa 96% da **água doce** não congelada da Terra, é um importante recurso. Segundo Morris, o sistema de águas subterrâneas empregados no abastecimento de populações é suposto entre 25 e 40% da água potável total abastecida. Assim a metade das grandes megalópoles do mundo depende dela para seu consumo. Nas zonas aonde não se dispõe de outra fonte de abastecimento representa uma forma de abastecimento de qualidade a baixo custo.

A maior fonte de **água doce** do mundo, adequada para consumo, é o Lago Baikal, na Sibéria, que tem um índice muito reduzido em sal e cálcio e ainda não se encontra contaminado.

## Efeitos sobre a vida



*O arrecife de coral é um dos entornos de maior biodiversidade.*

Do ponto de vista da biologia, a **água** é um elemento crítico para a proliferação da vida. A **água** desempenha este papel permitindo aos compostos orgânicos diversas reações que, em último caso,

possibilitam a replicação de ADN. De um modo ou outro, todas as formas de vida conhecidas dependem da **água**. Suas propriedades a convertem em um ativo agente, essencial em muitos dos processos metabólicos que os seres vivos realizam. Desta perspectiva metabólica, podemos distinguir dois tipos de funções da **água**: anabolicamente, a extração de água de moléculas, mediante reações químicas enzimáticas que consomem energia, permite o crescimento de moléculas maiores, como os triglicerídeos ou as proteínas; enquanto no catabolismo, a **água** atua como um solvente dos enlaces entre os átomos, reduzindo o tamanho das moléculas (*como glicoses, ácidos gordurosos e aminoácidos*), fornecendo energia no processo. A **água** é por tanto um meio insubstituível, a nível molecular, para numerosos organismos vivos. Estes processos metabólicos não poderiam realizar-se em um ambiente sem **água**, pelo que alguns pesquisadores levantaram a hipótese de que tais mecanismos, absorção de gás e assimilação de minerais, poderiam manter a vida sobre o planeta.

A **água** é um composto essencial para a fotossíntese e a respiração. As células fotossintéticas utilizam a energia do sol para dividir o oxigênio e o hidrogênio presentes na molécula de água. O hidrogênio é combinado com  $\text{CO}_2$  (*absorvido do ar ou da água*) para formar glicose, liberando oxigênio no processo. Todas as células vivas utilizam algum tipo de "combustível" no processo de oxidação do hidrogênio e carbono para capturar a energia solar e processar a **água** e o  $\text{CO}_2$ . Este processo se denomina respiração celular.

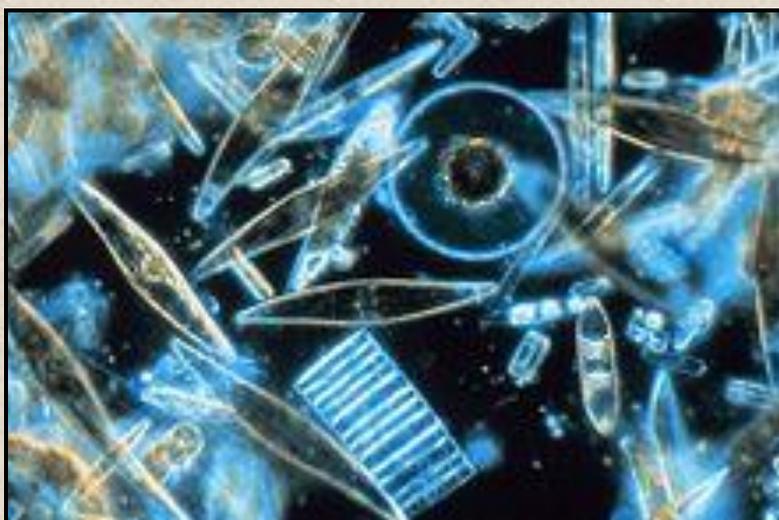


*Vegetação de um Oasis no deserto.*

A **água** é também o eixo das funções enzimáticas e a neutralidade em relação a ácidos e bases. Um ácido, um "**doador**" de íon de hidrogênio ( $H^+$ , *quer dizer, de um próton*) pode ser neutralizado por uma base, um "**receptor**" de prótons, como um íon hidróxido ( $OH^-$ ) para formar **água**. A **água** se considera neutra, com um pH de 7. Os ácidos têm valores de pH abaixo de 7, enquanto que as bases repassam esse valor. O ácido gástrico (HCl), por exemplo, é o que possibilita a digestão. Contudo, seu efeito corrosivo sobre as paredes do esôfago pode ser neutralizado graças a uma base como o hidróxido de alumínio, causando uma reação na qual se produzem moléculas de **água** e cloreto de sal de alumínio. A bioquímica humana relacionada com enzimas funciona de maneira ideal entorno de um valor de pH biologicamente neutro, de 7,4.

As diversas funções que um organismo pode realizar, segundo sua complexidade celular, determinam que a quantidade de **água** varie de um organismo a outro. Uma célula de *Escherichia coli* contém aproximadamente 70% de **água**, um corpo humano entre 60 e 70%, uma planta pode reunir até uns 90% de **água**, e a porcentagem de **água** de uma medusa adulta oscila entre uns 94 e 98%.

## Formas de vida aquática. Circulação vegetal



*Diatomáceas marinhas, um importante grupo de fitoplancton.*

As **águas** estão cheias de vida. As primeiras formas de vida apareceram na **água**, que na atualidade não só é o habitat de todas as espécies de peixes e também de alguns mamíferos e anfíbios. A **água** é

também essencial para o kelp, o plâncton e as algas, que são à base da cadeia trófica submarina, e provendo, por tanto, não só o meio se não o sustento de toda a fauna marinha.

Os animais aquáticos devem obter oxigênio para respirar, extraíndo-o da **água**, de diversas maneiras. Os grandes mamíferos, como as baleias, conservam a respiração pulmonar, tomando o ar fora da **água** e contendo a respiração ao submergir. Os peixes, entretanto, utilizam as guelras para extrair o oxigênio da **água** em vez de pulmões. Algumas espécies, como os peixes pulmonados, conservam ambos os sistemas respiratórios. Outras espécies marinhas podem absorver o oxigênio mediante respiração cutânea. O arrecife de coral é classificado, algumas vezes, como *"o animal vivo maior do mundo"*, e com seus mais de 2.600 km de extensão é possível ver-lo desde o espaço.



*Grande barreira de corais da Austrália*

A circulação vegetal de plantas terrestres também se efetua graças a determinadas propriedades da **água**, que faz possível a obtenção de energia a partir da luz solar.

## **Efeitos sobre a civilização humana**

A história mostra que as civilizações primitivas floresceram em zonas favoráveis à agricultura, como as bacias dos rios. É o caso da Mesopotâmia, considerada o berço da civilização humana, surgida no fértil vale do Eufrates e o Tigre; e também o do Egito, uma esplêndida civilização que dependia por completo do Nilo e suas periódicas cheias. Muitas outras grandes cidades, como Rotterdam, Londres, Montreal,

Paris, Nova York, Buenos Aires, Xangai, Tóquio, Chicago ou Hong Kong devem sua riqueza à conexão com alguma grande via de **água** que favoreceu seu crescimento e sua prosperidade. As ilhas que contavam com um porto natural seguro, como Singapura, floresceram pela mesma razão. Do mesmo modo, áreas em que a **água** é muito escassa, como o norte da África ou o Oriente Médio, tiveram historicamente dificuldades de desenvolvimento.



*Os rios Eufartes, Tigre e Nilo*

## ONU declara a água e o saneamento direito humano essencial

A Assembléia Geral das Nações Unidas, aprovou no dia 28 de julho de 2010, em seu sexagésimo quarto período de sessões, uma resolução que reconhece a **água potável** e o **saneamento básico** como direito humano essencial para o pleno desfrute da vida e de todos os direitos humanos.

A resolução foi adotada por iniciativa da Bolívia, depois de 15 anos de debates, com o voto favorável de 122 países e 44 abstenções. A Assembléia das Nações Unidas se mostrou "profundamente preocupada porque aproximadamente 884 milhões de pessoas carecem de acesso à **água potável** e mais de 2.600 milhões de pessoas não têm acesso ao saneamento básico e preocupada, também, porque a cada ano morrem aproximadamente 1,5 milhões de crianças menores de 5 anos e se

perdem 443 milhões de dias letivos a consequência de enfermidades relacionadas com a **água** e o **saneamento**". A adoção desta resolução esteve precedida de uma ativa campanha liderada pelo presidente do Estado Plurinacional da Bolívia, Evo Morales Ayma.

## Água para beber: necessidade do corpo humano



*Uma criança bebendo água engarrafada.*

O corpo humano está composto de 55% a 78% de **água**, dependendo de seu tamanho. Para evitar desordens, o corpo necessita em torno de **sete litros diários de água**; a quantidade exata varia em função do nível de atividade, da temperatura, da umidade e outros fatores. A maior parte desta **água** se absorve com a comida ou bebida, não estritamente água. Não se tem determinado a quantidade exata de **água** que deve tomar uma pessoa sã, ainda uma maioria de expertos considera que uns 6-7 copos de **água** diários (*aproximadamente dois litros*) é o mínimo necessário para manter uma adequada hidratação. A literatura médica defende um menor consumo, tipicamente um litro de **água** diário para um indivíduo adulto, excluindo outros requerimentos possíveis devido à perda de líquidos causada por altas temperaturas ou exercício físico. Uma pessoa com os rins em bom estado terá dificuldades para beber muita água, porém, em climas quentes e úmidos, ou durante o exercício, beber pouca também pode ser perigoso. O corpo humano é capaz de beber muito mais água da que necessita quando se exercita, chegando até a por-se em perigo por hiper-hidratação, ou **intoxicação de água**. O feito comumente aceito de que um indivíduo adulto deve consumir oito copos diários de **água** não tem nenhum fundamento científico. Há outros mitos sobre a relação entre **água e saúde** que pouco a pouco vão sendo esquecidas.

Uma recomendação sobre o consumo de **água** da *Plataforma de Alimentação e Nutrição* assinalava:

*"Uma quantidade ordinária para distintas pessoas é de 1 mililitro de água por cada caloria de comida. A maior parte desta quantidade já está contida nos alimentos preparados"*

FNB, Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos, 1945

A última referência dada por este mesmo organismo fala de 2,7 litros de **água diários** para uma mulher e 3,7 litros para um homem, incluindo o consumo de **água** através dos alimentos. Naturalmente, durante a gravidez e a amamentação a mulher deve consumir mais **água** para manter-se hidratada. Segundo o Instituto de Medicina, que recomenda uma média de 2,2 litros/dia para uma mulher e 3,0 litros/dia para um homem, no caso de uma mulher grávida, esta deve consumir 2,4 litros, e até 3 litros durante a amamentação, considerando a grande quantidade de líquido que se perde durante a amamentação. Também se assinala que normalmente, em torno de uns 20% da **água** se absorve com a comida, enquanto que o resto se adquire mediante o consumo de **água** e outras bebidas. A **água** se expulsa do corpo de várias formas: através da urina, das fezes, na forma de suor, em forma de vapor de água ou por exalação através da respiração. Uma pessoa enferma, ou exposta diretamente a fontes de calor, perderá muito mais líquido.

## Desinfecção da água potável



*População com acesso a água potável no mundo:*



*Uma menina com uma garrafa de água na África aonde a diarreia é frequente nas crianças. A escassez de água e a deficiente infra-estrutura causam mais de 5 milhões de mortes ao ano por consumo de água contaminada.*

A **água** é um dos principais transmissores de microorganismos causadores de enfermidades, principalmente bactérias, vírus e protozoários intestinais. As grandes epidemias da humanidade prosperaram pela contaminação da **água de beber**. Sabe-se que era recomendado ferver a água desde quinhentos anos antes de nossa era.

Atualmente nos países desenvolvidos estão praticamente controlados os problemas que eram ocasionados pelas **águas contaminadas**. Os processos de filtração e desinfecção mediante aplicação de cloro a **água** antes do consumo humano foram impostos no século XX e se estima que são os causadores de 50% de aumento da expectativa de vida dos países desenvolvidos no século passado. A cloração e filtração da água foram consideradas pela revista Life, provavelmente o mais importante progresso de saúde pública do milênio. O cloro é o material mais usado como desinfetante da **água**. A hipótese mais aceita de como atua e destrói estes microorganismos patogênicos é que produz alterações físicas, químicas e bioquímicas na membrana ou parede protetora das células ocasionando o fim de suas funções vitais.

O cloro pode ocasionar irritação às mucosas e a pele por isso sua utilização está estritamente vigiada. A proporção usada varia entre 1ppm, quando se trata de **purificar a água** para o consumo, e entre 1-2 ppm para a preparação de **água de banho**. A aplicação inadequada de componentes químicos na **água** pode resultar em

problemas de saúde. A aplicação de cloro como desinfetante teve início em 1912 nos Estados Unidos. No ano seguinte Wallace e Tiernan desenvolveram equipamentos que podiam medir o gás cloro e formar uma solução concentrada que se adiciona a **água** a ser tratada. Desde então a técnica de cloração tem seguido progredindo. Além de sua capacidade destruidora de germes, sua capacidade oxidante é muito grande e sua ação também é muito benéfica na eliminação do ferro, manganês, sulfídricos, sulfurosos e outras substâncias redutoras da **água**. Muitos países em suas normativas estabelecem desinfecções mediante cloro e exige o manter uma determinada concentração residual de desinfetante em suas redes de tubulação de distribuição de **água**. Às vezes se emprega cloraminas como desinfetante secundário para manter durante mais tempo uma determinada concentração de cloro no sistema de abastecimento de **água potável**.

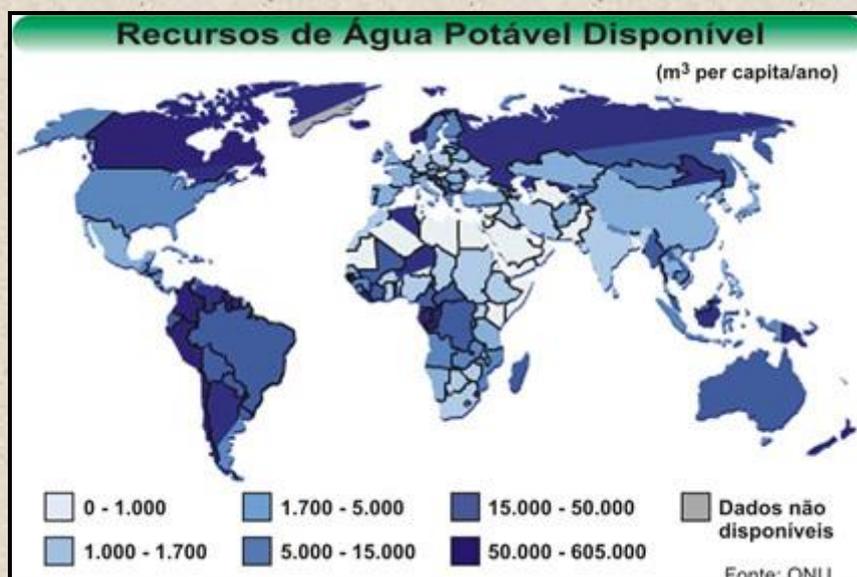
## **Dificuldades no mundo para se ter acesso a água potável**

A **água** adequada para o consumo humano é denominada de **água potável**. Como já se explicou a água que não reúne as condições adequadas para o consumo pode ser potabilizada mediante filtração ou mediante outros processos físico-químicos.

A população mundial passou de 2.630 milhões em 1950 para 6.671 milhões em 2008. Neste período (*de 1950 a 2010*) a população urbana passou de 733 milhões para 3.505 milhões. É nos assentamentos humanos aonde se concentra o uso da **água** não agrícola e aonde se contraem a maioria das enfermidades relacionadas com a **água**.

Ante a dificuldade de dispor de **água potável** para o consumo humano em muitos lugares do planeta, se consolidou um conceito intermédio, a **água segura** como a **água** que não contém bactérias perigosas, metais tóxicos dissolvidos ou produtos químicos danosos à saúde, é por tanto considerada segura para beber, por tanto se emprega quando o fornecimento de **água potável** está comprometido. É uma **água** que não resulta prejudicial para o ser humano, ainda que não reúna as condições ideais para seu consumo.

Por diversos motivos, a disponibilidade de **água** resulta problemática em boa parte do mundo, e por isso se converteu em uma das principais preocupações dos governos em todo o mundo. Atualmente, se estima que ao redor de mil milhões de pessoas têm um deficiente acesso a **água potável**. Esta situação se agrava pelo consumo de **águas** em más condições, que favorece a proliferação de enfermidades e surtos epidêmicos. Muitos dos países reunidos em Evian na XXIXª Conferência do G-8, marcaram 2015 como data limite para conseguir o acesso universal a **água** em melhores condições em todo o mundo. Inclusive se este difícil objetivo for logrado, se calcula que ainda teríamos ao redor de 500 milhões sem acesso a **água potável**, e mais de mil milhões careceriam de um adequado sistema de saneamento. A má qualidade da **água** e o saneamento irregular afetam gravemente o estado sanitário da população: só o consumo de **água** contaminada causa 5.000.000 de mortes ao ano, segundo informes das Nações Unidas, que declararam 2005-2015 a "*Década da ação*". A OMS estima que a adoção de políticas de **água segura** poderia evitar a morte de 1.400.000 crianças ao ano, vítimas de diarreia. Cinquenta países que reúnem quase um terço da população mundial carecem de um adequado fornecimento de **água** e 17 deles extraem anualmente mais **água** de seus aquíferos da que pode renovar-se naturalmente. A contaminação, por outra parte, não só contaminam a **água** de rios e mares, se não também os recursos hídricos subterrâneos que servem de abastecimento ao consumo humano.



## O uso doméstico da água



*Menina em Mali abastecendo-se para seu consumo doméstico de água do sub-solo mediante uma bomba manual.*

Além dos seres humanos precisarem da **água** para sua existência precisa da **água** para seu próprio asseio e limpeza. Estima-se que os humanos consomem «*diretamente ou indiretamente*» ao redor de uns 54% de **água doce superficial** disponível no mundo. Esta porcentagem se divide em:

- Uns 20%, utilizado para manter a fauna e a flora, para o transporte de bens (*barcos*) e para a pesca.
- E os 34% restante, utilizado da seguinte maneira: 70% em irrigação, 20% na indústria e 10% nas cidades e nos lares.



*Transporte de bens ou pesca*



*Irrigação*

O consumo humano representa uma porcentagem reduzida do volume de **água** consumido diariamente no mundo. Estima-se que um habitante de um país desenvolvido consuma em torno 5 litros diários em forma de alimentos e bebidas. Estas cifras se elevam dramaticamente se consideramos o consumo industrial doméstico. Um cálculo aproximado de **consumo de água** por pessoa/dia em um país desenvolvido, considerando o consumo industrial doméstico chega aos seguintes dados:

### **Consumo aproximado de água por pessoa/dia**

<b>Atividade</b>	<b>Consumo de água</b>
<b>Lavar a roupa</b>	<b>60-100 litros</b>
<b>Limpar a casa</b>	<b>15-40 litros</b>
<b>Limpar a louça com a máquina</b>	<b>18-50 litros</b>
<b>Limpar a louça a mão</b>	<b>100 litros</b>
<b>Cozinhar</b>	<b>6-8 litros</b>
<b>Tomar uma ducha</b>	<b>35-70 litros</b>
<b>Tomar banho</b>	<b>200 litros</b>
<b>Lavar-se os dentes</b>	<b>30 litros</b>
<b>Lavar-se os dentes (fechando a torneira)</b>	<b>1,5 litros</b>
<b>Lavar-se as mãos</b>	<b>1,5 litros</b>
<b>Fazer a barba</b>	<b>40-75 litros</b>
<b>Fazer a barba (fechando a torneira)</b>	<b>3 litros</b>
<b>Lavar o carro com mangueira</b>	<b>500 litros</b>
<b>Descarga do banheiro</b>	<b>10-15 litros</b>
<b>Meia descarga do banheiro</b>	<b>6 litros</b>
<b>Regar um jardim pequeno</b>	<b>75 litros</b>
<b>Regar plantas domésticas</b>	<b>15 litros</b>
<b>Beber</b>	<b>1,5 litros</b>

Estes hábitos de consumo e o aumento da população no último século têm causado, às vezes, um aumento no consumo de **água**. Isto

provocou que as autoridades realizem campanhas pelo uso correto da **água**. Atualmente, a conscientização é uma tarefa de enorme importância para garantir o futuro da **água no planeta** e como tal, é objeto de constantes atividades tanto a nível nacional como municipal. De outra parte, as enormes diferenças entre o consumo diário por pessoas em países desenvolvidos e países em vias de desenvolvimento assinalam que o modelo hídrico atual não é só ecologicamente inviável: também o é do ponto de vista humanitário, pelo que numerosas ONGs se esforçam por incluir o direito a **água** entre os Direitos humanos. Durante o V Foro Mundial da água, ocorrido em 16 de março de 2009 em Istambul (*Turquia*), Loic Fauchon (*Presidente do Conselho Mundial da Água*) sublinhou a importância da regulação do consumo nestes termos:

*"A época da **água** fácil já terminou...há 50 anos as políticas da **água** no mundo consistiam em obter sempre mais **água**. Temos que entrar na política de regulamentação da demanda"*

## A água na agricultura



*Sistema de irrigação de Dujiangyan (China) realizado no século III a. C. Varias eclusas desviam parte do rio Min a um canal até Chengdu. Desde então funciona.*



*Irrigação mediante um Pivô em um campo de algodão.*

A maior parte da **água** se destina à agricultura, e é utilizada para irrigar os cultivos. A relação direta entre recursos hídricos e produção de alimentos é crítica, por tanto para uma população humana em constante crescimento. A **irrigação** absorve até 90% dos recursos hídricos de alguns países em desenvolvimento. A agricultura é um sistema de produção tão antigo que se adaptou aos diferentes regimes hídricos de cada país. Assim, em zonas aonde se tem abundantes precipitações são realizados cultivos de **irrigação**, entretanto em zonas mais secas são comuns os cultivos de seca. Mais recentemente, e em regiões mais adversas, como o deserto, se tem experimentado com novas formas de cultivo, centradas em minimizar o consumo de **água**. Na atualidade uma das vertentes mais ativas da investigação genética intenta aperfeiçoar as espécies que o homem usa como alimento. Também se tem iniciado a falar de **agricultura espacial** para referir-se aos experimentos destinados a difundir a agricultura por outros planetas.

Atualmente a agricultura impõe uma pressão sobre as massas naturais de **água**, tanto em quantidade como em qualidade. Assim, a **água** necessária para as irrigações ocasionam uma diminuição dos caudais naturais dos rios e uma diminuição dos **níveis das águas** subterrâneas que ocasionam um efeito negativo nos ecossistemas aquáticos. Por exemplo, na Espanha se irriga 3,4 milhões de hectares

que corresponde a 7% da superfície nacional e emprega 80% dos recursos hídricos disponíveis.

Também o uso de nitratos e pesticidas nos trabalhos agrícolas assume a principal **contaminação** difusa das massas de **água** tanto superficial como subterrânea. A mais significativa é a contaminação por nitratos que produz a **eutrofização das águas**. Na Espanha o consumo anual de fertilizantes é estimado em 1.076.000 toneladas de nitrogênio, 576.000 toneladas de fósforo e 444.000 toneladas de potássio. A maior parte dos fertilizantes são absorvidos pelos cultivos, o resto é um potencial contaminante das **águas**.



*Contaminação das águas*

## O uso da água na indústria

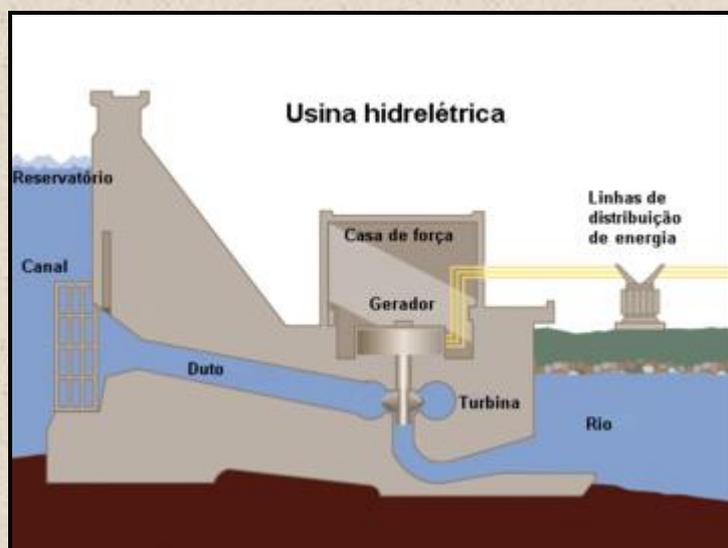
A indústria precisa da **água** para múltiplas aplicações, para esquentar e para resfriar, para produzir **vapor de água** ou como solvente, como matéria prima ou para limpeza. A maior parte, depois de usada, se elimina devolvendo-a novamente para a natureza. Estas **águas**, às vezes são tratadas, porém em outras vezes a **água residual** industrial volta ao **ciclo da água** sem tratamento adequado. A qualidade da **água** de muitos rios do mundo está se deteriorando e está afetando negativamente ao meio ambiente aquático pelos efluentes industriais de metais pesados, substâncias químicas ou matéria orgânica. Também se pode produzir uma contaminação indireta: resíduos sólidos podem levar **água** contaminada ou outros líquidos, o lixiviado, que acabam se infiltrando ao terreno e

contaminando aquíferos se os resíduos não são isolados adequadamente.

Os maiores consumidores de **água** para a indústria no ano 2000 foram: EE.UU. 220,7 km<sup>3</sup>; China 162 km<sup>3</sup>; Federação Russa 48,7 km<sup>3</sup>; Índia 35,2 km<sup>3</sup>; Alemanha 32 km<sup>3</sup>; Canadá 31,6 km<sup>3</sup> e França 29,8 km<sup>3</sup>. Nos países de língua hispânica, Espanha 6,6 km<sup>3</sup>; México 4,3 km<sup>3</sup>; Chile 3,2 km<sup>3</sup> e Argentina 2,8 km<sup>3</sup>.

Em alguns países desenvolvidos e sobre tudo na Ásia Oriental e na África subsaariana, o consumo industrial de **água** pode superar em grande parte ao doméstico.

A **água** é utilizada para a geração de energia elétrica. A hidroeletricidade é a que se obtém através da energia hidráulica. A energia hidroelétrica se produz quando a **água** represada previamente em uma represa cai por gravidade em uma central hidroelétrica, fazendo girar uma turbina acoplada a um alternador de energia elétrica. Este tipo de energia é de baixo custo, não produz contaminação e é renovável.



*Usina hidroelétrica*

A **água** é fundamental para vários processos industriais e maquinarias, como a turbina a vapor e também, seu uso como solvente químico. As **águas** residuais procedentes de processos industriais causam vários tipos de contaminação como: a contaminação hídrica

causada por descargas de solutos e a contaminação térmica causada pela descarga de refrigeração.

Outra das aplicações industriais é a **água pressurizada**, a qual se emprega em equipamento de hidrodemolição, em máquinas de corte com jato de água, e também se utiliza em pistolas de **água** com alta pressão para cortar de forma eficaz e precisa vários materiais como aço, concreto, concreto armado, cerâmica, etc. A **água a pressão** também é usada para evitar o aquecimento de maquinário como as serras elétricas ou entre elementos submetidos a uma intensa fricção.

## A água como transmissor de calor

A **água** e o **vapor** são usados como transmissores de calor em diversos sistemas de intercâmbio de calor, devido a sua disponibilidade, por sua elevada capacidade calorífica, e também por sua facilidade de resfriar e aquecer. O vapor condensado é um aquecedor eficiente devido a seu elevado calor de vaporização. Uma desvantagem da **água** e do **vapor**, de certa maneira, é que são corrosivos. Na maioria das centrais elétricas, a **água** é utilizada como refrigeração, a qual posteriormente se evapora e nas turbinas de vapor se gera energia mecânica, permitindo o funcionamento dos geradores que produzem eletricidade.

Na indústria nuclear, a **água** pode ser usada como moderador nuclear. Em um reator de **água a pressão**, a **água** atua como resfriador e moderador. Isto aumenta a eficácia do sistema de segurança passivo da central nuclear, já que a **água** retarda a reação nuclear, mantendo a reação em cadeia.

## Processamento de alimentos

A **água** desempenha um papel crucial na tecnologia de alimentos. A **água** é básica no processamento de alimentos e suas características influenciam na qualidade dos alimentos.

Os solutos que se encontram na **água**, tais como os sais e os açúcares, afetam as propriedades físicas da **água** e também alteram o

ponto de ebulição e de congelamento da **água**. Um mol de sacarose (*açúcar*) aumenta o ponto de ebulição da **água** de 0,52°C, e um mol de cloreto de sódio aumenta o ponto de ebulição de 1,04°C da mesma, que diminui o ponto de congelamento da **água**. Os solutos da água também afetam a atividade desta e a sua vez afetam muitas reações químicas e o crescimento de microorganismos nos alimentos. Denomina-se **atividade da água** à relação que existe entre a pressão de vapor da solução e a pressão de vapor da **água** pura. Os solutos na **água** diminuem a atividade aquosa, e é importante conhecer esta informação devido que a maior parte do crescimento bacteriano cessa quando existem níveis baixos de atividade aquosa. O crescimento de micróbios não é o único fator que afeta a segurança dos alimentos, também existem outros fatores como a preservação e o tempo de validade dos alimentos.

Outro fator crítico no processamento de alimentos é a **dureza da água**, já que esta pode afetar drasticamente a qualidade de um produto já que a mesma exerce um papel nas condições de salubridade. A **dureza da água** mede a concentração de compostos minerais que tem em uma determinada quantidade de **água**, especialmente carbonato de cálcio e magnésio. A **dureza da água** se classifica em:

- Água mole,  $\leq 17$  mg/l
- Moderadamente dura,  $\leq 120$  mg/l
- Água dura,  $\leq 180$  mg/l

A **dureza da água** pode ser alterada ou tratada mediante o uso de um sistema químico de intercâmbio iônico. O nível do **pH da água** se vê alterado por sua dureza, jogando um papel crítico no processamento de alimentos. Por exemplo, a **água dura** impede a produção eficaz de bebidas cristalinas. A **dureza da água** também afeta a salubridade; na verdade, quando a dureza aumenta, a **água** perde sua efetividade desinfetante.

Alguns métodos populares utilizados no cozimento de alimentos são: a ebulição, o cozimento a vapor e ferver a fogo lento. Estes

procedimentos culinários requerem a imersão dos alimentos na **água** quando esta se encontra em seu estado líquido ou de vapor.



*Cozimento em água*

## Aplicações químicas

As reações orgânicas geralmente se **tiemplan** com **água** ou com uma **solução aquosa** que pode ser composta por ácido, por uma base ou por um tampão químico. A **água** é geralmente eficaz para eliminar sais inorgânicos. Nas reações inorgânicas a **água** é um solvente comum, devido a que não dissolve os reativos em sua totalidade, também é **anfótera** (*pode reagir em seu estado ácido e básico*) e **nucleófila**. Entretanto, estas propriedades as vezes são desejadas. Também se tem observado que a **água** causa uma aceleração na reação de Diels-Alder. Os fluidos supercríticos estão sendo investigados na atualidade, já que a **água supercrítica** (*saturada em oxigênio*) faz combustão nos contaminantes de maneira eficiente.

## A água empregada como solvente

A **água** é descrita muitas vezes como o solvente universal, porque dissolve muito dos compostos conhecidos. Entretanto não chega a dissolver todos os compostos.

Em termos químicos, a **água** é um solvente eficaz porque permite dissolver íons e moléculas polares. A imensa maioria das substâncias

podem ser dissolvidas em **água**. Quando a **água** é empregada como solvente se obtém uma **dissolução aquosa**; por tanto, a substância dissolvida se denomina soluto e o meio que a dispersa se chama solvente. No processo de dissolução, as moléculas de **água** se agrupam ao redor dos íons ou moléculas da substância para mantê-las afastadas ou dispersadas. Quando um composto iônico se dissolve em **água**, os extremos positivos (*hidrogênio*) da molécula de **água** são atraídos pelos anions que contém íons com carga negativa, enquanto que os extremos negativos (*oxigênio*) da molécula são atraídos pelos cátions que contém íons com carga positiva. Um exemplo de dissolução de um composto iônico em **água** é o cloreto de sódio (*sal de cozinha*), e um exemplo de dissolução de um composto molecular em **água** é o açúcar.

As propriedades da **água** são essenciais para todos os seres vivos, sua capacidade como solvente a converte em um componente necessário dos fluidos vitais como o citoplasma do sangue, a seiva das plantas, entre outros. Na verdade, o citoplasma está composto de uns 90% de **água**, as células vivas têm 60 a 90% de **água**, e as células inativas de 10% a 20%.

A solvatação ou a suspensão se emprega diariamente para a lavagem, tais como, vestimenta, pisos, alimentos, mascotes, automóveis e o corpo humano. Os resíduos humanos também são conduzidos pela **água** às instalações de tratamento de **águas residuais**. O uso da **água** como solvente de limpeza consome uma grande quantidade da mesma nos países industrializados.

A **água** facilita o processamento biológico e químico das **águas residuais**. O ambiente aquoso ajuda a decompor os contaminantes, devido a sua capacidade de se tornar uma solução homogênea, que pode ser tratada de maneira flexível. Os microorganismos que vivem na **água** podem ter acesso aos resíduos dissolvidos e podem se alimentar deles, decompondo-se em substâncias menos contaminantes. Para isso são utilizados os tratamentos aeróbicos de forma generalizada acrescentando oxigênio ou ar à solução, aumentando a velocidade de decomposição e reduzindo a reatividade das substâncias nocivas que o compõem. Outros exemplos de sistemas biológicos para o tratamento das **águas residuais** são os biodigestores anaeróbicos. Dependendo de

sua composição, o resíduo restante pode ser seco e utilizado como fertilizante se suas propriedades são benéficas, ou pode ser eliminado em um vertedouro ou incinerado.

## Outros usos

### A água como extintor de incêndio



*A água também é utilizada para apagar incêndios florestais.*

A **água** possui um elevado calor latente de vaporização e é relativamente inerte, convertendo-se em um fluido eficaz para apagar incêndios. O calor do fogo é absorvido pela **água** para logo evaporar-se, extinguindo o fogo por resfriamento. Contudo, a **água** não deve ser utilizada para apagar o fogo de equipamentos elétricos, devido que a **água impura** é um bom condutor de eletricidade. Também, não deve ser usada para extinguir combustíveis líquidos ou solventes orgânicos, devido que os mesmos flutuam na **água** e a ebulição explosiva da água tende a propagar o fogo.

Quando se utiliza a **água** para apagar incêndios se deve considerar o risco de uma explosão de vapor, já que pode ocorrer quando se a utiliza em espaços reduzidos e em incêndios superaquecidos. Também se deve levar em conta o perigo de uma explosão de hidrogênio, que ocorre quando certas substâncias, como metais ou grafite aquecidos, se decompõem na **água** produzindo

hidrogênio. O acidente de Chernobyl é um claro exemplo da potência deste tipo de explosões, ainda que neste caso a **água** não viesse dos esforços em combater o fogo, mas sim do próprio sistema de resfriamento do reator, ocasionando uma explosão de vapor causada pelo sobreaquecimento do núcleo do reator. Também existe a possibilidade de que pode ter ocorrido uma explosão de hidrogênio causada pela reação química entre o vapor e o zircônio aquecido.

## Esporte e diversão

Os humanos utilizam a **água** para vários propósitos recreativos, entre os quais se encontram o exercício e a prática de esportes. Alguns destes esportes incluem a natação, o esqui aquático, a navegação, o surf e o salto. Existem ainda outros esportes que se praticam sobre uma superfície de **gelo** como o hockey sobre gelo, e a patinagem sobre gelo.



*Esportes aquáticos*

As margens dos lagos, as praias, e os parques aquáticos são lugares populares de relaxamento e diversão. Algumas pessoas consideram que o barulho do fluxo de **água** tem um efeito tranquilizante. Outras pessoas têm aquários ou tanques com peixes por diversão, companhia, ou para exposições. Os humanos também praticam esportes na neve como o esqui ou o snowboarding. Também se utiliza para jogos mediante o lançamento de bolas de neve, balões de **água**, e inclusive com o uso de pistolas de **água**. Outra das aplicações da **água** é para decorar lugares públicos ou privados com a construção de fontes ou chafariz de água.



*Fontes aquáticas*

## Como um padrão científico

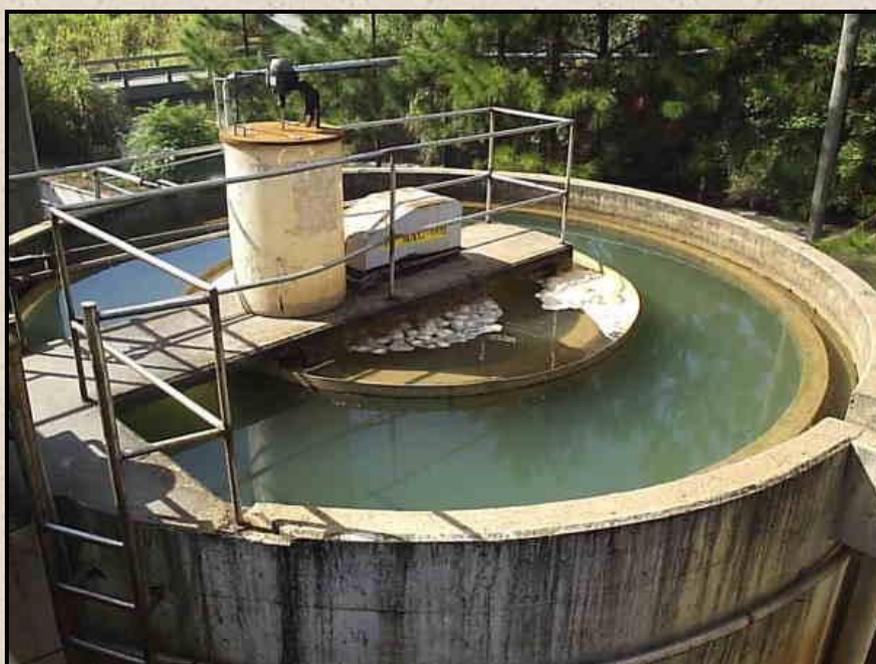
Em 7 de abril de 1795, o grama foi definido na França como "o peso absoluto de um volume de **água pura** igual a um cubo da centésima parte de um metro, à temperatura de fusão do **gelo**". Por motivos práticos, se popularizou uma medida mil vezes maior de referência para os metais. O trabalho encomendado era por tanto calcular com precisão a massa de um **litro de água**. Apesar do fato de que a própria definição do grama especificava os  $0^{\circ}\text{C}$  —um ponto de *temperatura muito estável*— os pesquisadores preferiram redefinir o padrão e realizar suas medições em função da *densidade mais estável*, isto é, ao redor dos  $4^{\circ}\text{C}$ .

A escala de temperaturas Kelvin do SI se baseia no **ponto triplo da água**, definido exatamente como  $273,16\text{K}$  ( $0,01^{\circ}\text{C}$ ). A escala Kelvin é uma evolução mais desenvolvida da Celsius, que está definida tão somente pelo **ponto de ebulição** ( $=100^{\circ}\text{C}$ ) e o **ponto de fusão** ( $=0^{\circ}\text{C}$ ) da **água**. A **água natural** se compõe principalmente de isótopos de hidrogênio<sup>-1</sup> e oxigênio<sup>-16</sup>, porém há também uma pequena quantidade de isótopos mais pesados como hidrogênio<sup>-2</sup> (*deutério*). A quantidade de óxidos de deutério na **água pesada** é também muito reduzido porém afeta enormemente as propriedades da **água**. A **água** de rios e lagos geralmente apresentam menos quantidade de deutério que a **água do mar**. Assim, se definiu um **padrão de água** segundo seu conteúdo em deutério: O VSMOV, ou *Estándar de Viena Agua del Océano Promedio*.

## A contaminação e a depuração da água



*Contaminação em um rio do Brasil.*



*Depuradora de águas residuais.*

Os seres humanos há muito tempo vêm depositando resíduos e lixo na atmosfera, na terra e na **água**. Esta forma de atuar faz com que os resíduos não sejam tratados adequadamente e venham a causar contaminação. A **contaminação da água** afeta as precipitações, as **águas** superficiais, as subterrâneas e como consequência degrada os ecossistemas naturais.

O crescimento da população e a expansão de suas atividades econômicas estão pressionando negativamente os ecossistemas das

**águas** costeiras, dos rios, dos lagos, dos pântanos e dos aquíferos. Exemplos são as construções ao largo da costa de novos portos e zonas urbanas, a alteração dos sistemas fluviais para a navegação e para reservatórios de armazenamento de **água**, a drenagem de pântanos e regiões alagadiças para aumentar a superfície agrícola, a sobreexploração dos fundos pesqueiros, as múltiplas fontes de contaminação provenientes da agricultura, da indústria, do turismo e as **águas residuais** dos lares. Um dado significativo desta pressão é que enquanto a população, desde 1900, aumentou quatro vezes, a extração de **água** aumentou seis vezes. A qualidade das massas naturais de **água** se está reduzindo devido ao aumento da contaminação e aos fatores mencionados.

A Assembléia Geral da ONU estabeleceu no ano 2000 oito objetivos para o futuro (*Objetivos de Desenvolvimento do Milênio*). Entre estes estava o de que os países se esforçassem em inverter a tendência de perda de recursos do medio-ambiente, pois se conhece a necessidade de preservar os ecossistemas, essenciais para manter a biodiversidade e o bem estar humano, pois disso depende a obtenção de **água potável** e alimentos.

Para isso, além de políticas de desenvolvimento sustentável, se necessita de sistemas de **depuração** que melhorem a qualidade dos dejetos gerados pela atividade humana. A **depuração da água** é o conjunto de tratamentos de tipo físico, químico ou biológico que melhoram a **qualidade das águas** ou que eliminem ou reduzam a contaminação. Há dois tipos de tratamentos: os que se aplicam para obter **água de qualidade** apta para o consumo humano e os que reduzem a contaminação da **água** nos dejetos depois de seu uso.

## A depuração da água para beber

A **água** destinada ao consumo humano é a que serve para beber, cozinhar, preparar alimentos ou outros usos domésticos. Cada país regula por lei a **qualidade da água** destinada ao consumo humano. A lei europeia protege *a saúde das pessoas dos efeitos adversos derivados de qualquer tipo de contaminação das águas destinadas ao consumo humano garantindo sua salubridade e limpeza* e por isso não

pode conter nenhum tipo de microorganismo, parasita ou substância, em uma quantidade ou concentração que possa supor um perigo para a saúde humana. Assim deve estar totalmente isenta das bactérias ***Escherichia coli*** e ***Enterococcus***, e a presença de determinadas substâncias químicas não pode superar certos limites, como ter menos de 50 miligramas de nitratos por litro de **água** ou menos de 2 miligramas de cobre e outras substâncias químicas.

Habitualmente a **água potável** é captada de reservatórios, mananciais ou extraída do solo mediante túneis artificiais ou poços de um aquífero. Outras fontes de **água** são a **água** chuva, os rios e os lagos. Não obstante, a **água** deve ser tratada para o consumo humano, e pode ser necessário a extração de substâncias dissolvidas, de substâncias não dissolvidas e de microorganismos prejudiciais para a saúde. Existem diferentes tecnologias para potabilizar a **água**. Habitualmente incluem diversos processos aonde toda a **água** que se trata pode passar por tratamentos de filtração, coagulação, floculação ou decantação. Um dos métodos populares é através da filtração da **água** com areia, onde unicamente se eliminam as substâncias não dissolvidas. Por outro lado mediante a cloração se logra eliminar micróbios perigosos. Existem técnicas mais avançadas de purificação da **água**, como a osmose. Também existe o método de dessalinização, um processo pelo qual se retira o sal da **água do mar**; entretanto, é dispendioso pelo elevado gasto de energia elétrica e só é empregado, com mais frequência, nas zonas costeiras com clima árido.



*Tratamento de purificação da água*

A distribuição da **água potável** se realiza através da rede de abastecimento de **água potável** por tubulações subterrâneas ou mediante **água engarrafada**.

Em algumas cidades aonde a **água** é escassa, como Hong Kong, a **água do mar** é usada amplamente nos banheiros com o propósito de conservar a **água potável**.

## A depuração da água residual

O tratamento de **águas residuais** se emprega nos resíduos urbanos gerados na atividade humana e nos resíduos provenientes da indústria.

A **água residual**, também chamada negra ou fecal, é a que foi usada pelo homem e que se tornou contaminada. Leva em suspensão uma combinação de fezes e urina, das águas procedentes da lavagem com detergentes, do corpo humano, de lavagem de vestimentas e de limpeza, de desperdícios de cozinhas e domésticos, etc. Também recebem esse nome os resíduos gerados na indústria. Na depuração se realizam uma série de tratamentos em cadeia. O primeiro, denominado pré-tratamento, separa os sólidos grossos mediante grade, armadilha de areia ou caixas de gordura. Depois um tratamento denominado primário separa, mediante uma sedimentação física, os sólidos orgânicos e inorgânicos sedimentáveis.

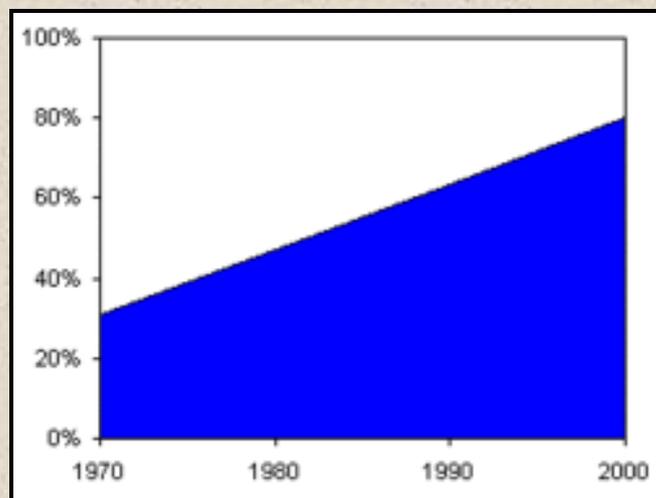


*Tratamento da água residual*

## Necessidade de políticas protecionistas



*Tendências do consumo e a evaporação de aquíferos durante o último século.*



*Aproximação da proporção de pessoas nos países em desenvolvimento com acesso a água potável desde 1970 a 2000.*

A **política da água** é a política projetada para atribuir, distribuir e administrar os recursos hídricos e a **água**. A disponibilidade da **água potável** per capita tem diminuído devido a vários fatores como: a contaminação, a sobre população, a irrigação excessiva, o mau uso e o crescente ritmo de consumo. Por esta razão, a **água** é um recurso estratégico para o mundo e um importante fator em muitos conflitos

contemporâneos. Indubitavelmente, a **escassez de água** tem um impacto na saúde e na biodiversidade.

Desde 1990, 1,6 bilhões de pessoas têm acesso a uma fonte de **água potável**. Calcula-se que a proporção de pessoas nos países desenvolvidos, com acesso a **água** segura, melhorou dos 30% em 1970 a 71% em 1990, e de 79% em 2000 a 84% em 2004. Prevê-se que esta tendência seguirá na mesma direção nos próximos anos. Um dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (*ODM*) dos países membros das Nações Unidas é reduzir a 50% a proporção de pessoas sem acesso sustentável a fontes de **água potável** e se estima que a meta seja alcançada em 2015. A ONU prognostica que o gasto necessário para cumprir tal objetivo será de aproximadamente 50 a 102 bilhões de dólares.

Segundo um reporte das Nações Unidas do ano 2006, «a nível mundial existe suficiente água para todos», porém o acesso tem sido obstaculizado pela corrupção e a má administração.

No Informe da UNESCO sobre o Desenvolvimento dos Recursos **Hídricos no Mundo** (*WWDR, 2003*) de seu Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos (*WWAP*), prediz que nos próximos vinte anos a qualidade da **água** disponível para todos, diminuirá 30%; de fato, 40% da população mundial têm insuficiente **água potável** para a higiene básica. Mais de 2,2 milhões de pessoas morreram no ano 2000 por consequência de enfermidades transmitidas pela **água** (*relacionadas com o consumo de água contaminada*) ou secas. Em 2004 a organização sem fins lucrativos *WaterAid*, informou que a cada 15 segundos uma criança morre a causa de enfermidades relacionadas com a **água**, que podem ser impedidas e que usualmente se devem à falta de um sistema de tratamento de **águas residuais**.

Estas são algumas das organizações que respaldam a proteção da **água**: International Water Association (*IWA*), *WaterAid*, *Water 1st*, e *American Water Resources Association*. Também existem vários convênios internacionais relacionados com a **água** como: a Convenção das Nações Unidas de Luta contra a Desertificação (*CNULD*), o Convênio Internacional para prevenir a contaminação pelos Navios, a

Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do mar, e o Convênio de Ramsar. O **Dia Mundial da Água** se celebra em 22 de março e o **Dia Mundial dos Oceanos** se celebra em 8 de junho.

## Religião, filosofia e literatura



*Cerimônia hinduísta de purificação com água no estado de Tâmil Nadu, Índia.*

A **água** é considerada como um elemento purificador na maioria das religiões. Algumas das doutrinas religiosas que incorporam o ritual de lavagem ou ablução são: o cristianismo, o hinduísmo, o movimento rastafári, o islã, o xintoísmo, o taoísmo e o judaísmo. Um dos sacramentos centrais do cristianismo é o batismo, o qual se realiza mediante a imersão, aspersão ou afusão de uma pessoa na **água**. Dita prática também se executa em outras religiões como o judaísmo aonde é denominada **mikve** e no sikhismo aonde toma o nome de **Amrit Sanskar**. Assim mesmo, em muitas religiões incluindo o judaísmo e o islamismo, se realizam banhos rituais de purificação aos mortos na **água**. Segundo o islamismo, as cinco orações diárias (*ou salat*) devem levar-se a cabo depois de haver lavado certas partes do corpo usando **água limpa**; entretanto, em caso de que não haja **água limpa** se realizam abluções com pó ou areia as quais são denominadas **tayammum**. No xintoísmo a **água** é empregada em quase todos os rituais para purificar uma pessoa ou um lugar, como é o caso do ritual **misogi**. A **água** é mencionada 442 vezes na Nova Versão Internacional da Bíblia e 363 vezes na Bíblia do rei James: Pedro 2:3-5 estabelece, «*Estes ignoram voluntariamente que notempo antigo foram feitos pela*

*palavra de Deus os céus e também a terra, que provêm da **água** e pela **água** subsiste».*

Alguns cultos empregam **água** especialmente preparada para fins religiosos, como a **água benta** de algumas denominações cristãs ou o **amrita** no sikhismo e o hinduísmo. Muitas religiões também consideram que algumas fontes ou corpos de **água** são sagrados ou pelo menos favorecedores; e alguns exemplos incluem: a cidade de Lourdes de acordo com o catolicismo, o rio Jordão (*ao menos simbolicamente*) em algumas igrejas cristãs, o poço de Zamzam no islamismo, e o rio Ganges no hinduísmo e outros cultos da região. Muitos etnólogos, como Frazer, salientaram o papel purificador da **água**.



*Nascente de água na gruta de Lourdes-França*

Usualmente se acredita que a **água** tem poderes espirituais. Na mitologia celta, Sulis é a deusa das **águas termais**; no hinduísmo, o Ganges é personificado por uma deusa, e segundo textos Vedas, a deusa hindu Sárasuati representa o rio de mesmo nome. A **água** é também no vishnuísmo um dos cinco elementos básicos ou mahābhūta, entre os que constam: o fogo, a terra, o espaço e o ar.



*Rio Ganges*

Alternativamente, os deuses podem ser considerados padrões de fontes, rios ou lagos. Na verdade, na mitologia grega e romana, Peneo era o deus do rio, um dos três mil rios ou às vezes incluído entre as três mil Oceânicas. No islamismo a **água** não é só a fonte de vida, porém cada vida está composta de **água**: «*Fizemos a partir da água todo o ser vivo?*».

Em quanto à filosofia, podemos encontrar Tales de Mileto, um dos sete sábios gregos, que afirmou que a **água** era a substância última, o Arche, do cosmos, de onde tudo está conformado pela **água**. Empédocles, um filósofo da antiga Grécia, sustentava a hipótese de que a **água** é um dos quatro elementos clássicos juntamente com o fogo, a terra e o ar, e era considerada a substância básica do universo ou *ylem*. Segundo a teoria dos quatro humores, a **água** está relacionada com a fleuma. Na filosofia tradicional chinesa a **água** é um dos cinco elementos junto com a terra, o fogo, a madeira, e o metal.

A **água** também desempenha um papel importante na literatura como símbolo de purificação. Alguns exemplos incluem a um rio como o eixo central aonde se desenvolve as principais ações, como é o caso da novela *Mientras agonizo* de William Faulkner e o afogamento de Ofélia em *Hamlet*.

## Referências

- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *Chemistry in the community*. Nueva York: W.H. Freeman. ISBN 9780716789192.
- Anderson (1991). *Water Rights: Scarce Resource Allocation, Bureaucracy, and the Environment*.
- Anita Roddick, et al (2004). *Troubled Water: Saints, Sinners, Truth And Lies About The Global Water Crisis*.
- *Bajo señales sombrías, en México IV Foro Mundial del agua*, Agencia Federal de Noticias (DERF), 15 de marzo de 2006. Consultado el 22 de abril de 2009
- Ball, Philip (14 de septiembre de 2007). «Burning water and other myths». *Nature News*. Consultado el 14 de septiembre de 2007.
- Baroni, L.; Cenci, L.; Tettamanti, M.; Berati, M. (2007). «Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems». *European Journal of Clinical Nutrition* **61**: pp. 279–286. doi:10.1038/sj.ejcn.1602522.
- Björn Lomborg (2001), *The Skeptical Environmentalist* (Cambridge University Press), ISBN 0-521-01068-3, p. 22

- Braun, Charles L.; Sergei N. Smirnov (1993). «Why is water blue?» (HTML). *J. Chem. Educ.* **70** (8): pp. 612. <http://www.dartmouth.edu/~etrnsfer/water.htm>.
- Campbell, Neil A.; Brad Williamson; Robin J. Heyden (2006). *Biology: Exploring Life*. Boston, Massachusetts: Pearson Prentice Hall. ISBN 0-13-250882-6. [http://www.phschool.com/el\\_marketing.html](http://www.phschool.com/el_marketing.html).
- CORTÉS, Julio. *El Corán*. Perseus Distribution. ISBN 0940368714.
- DAVIE, TIM. «I- Hidrology as a Science». *Fundamentals of Hydrology*. Londres: Routledge. ISBN 0415220289. <http://books.google.com/books?id=G3r7Ku07vioC&pg=PA2&dq=water+is+one+of+the+very+few+substances+to+be+found+naturally+in+all+three+states+on+earth#PPA2,M1>.
- DEBENEDETTI, P. G., y STANLEY, H. E.; "Supercooled and Glassy Water", *Physics Today* **56** (6), p. 40–46 (2003). Downloadable PDF (1.9 MB)
- Diane Raines Ward (2002). *Water Wars: Drought, Flood, Folly and the Politics of Thirst*.
- Franks, F (Ed), *Water, A comprehensive treatise*, Plenum Press, New York, 1972–1982
- Gary Melnick, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics y David Neufeld, Johns Hopkins University. citados en: «Discover of Water Vapor Near Orion Nebula Suggests Possible Origin of H<sub>2</sub>O in Solar System (sic)», *The Harvard University Gazette*, 23 de abril de 1998. «"El descubrimiento de vapor de agua cerca de Nébula Orión sugiere un posible origen del H<sub>2</sub>O en el Sistema Solar" (en inglés). Space Cloud Holds Enough Water to Fill Earth's Oceans 1 Million Times», *Headlines@Hopkins, JHU*, 9 de abril de 1998. «Water, Water Everywhere: Radio telescope finds water is common in universe», *The Harvard University Gazette*, 25 de febrero de 1999.(linked 4/2007)
- Gleick, Peter H. (10 de noviembre de 2006). *The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington: Island Press. ISBN 978-1-59726-105-0.
- Herfkens, Eveline. «Washing away poverty» (en inglés). Consultado el 29 de abril de 2009.
- <http://professorrosendosn.blogspot.com/2011/03/dia-mundial-da-agua.html>
- [http://www.repubblica.it/scienze/2011/07/23/news/riserva\\_acqua-19511867/index.html?ref=search](http://www.repubblica.it/scienze/2011/07/23/news/riserva_acqua-19511867/index.html?ref=search) Scoperta la riserva d'acqua più grande dell'universo (Descubierta la reserva de agua más grande del Universo. La Repubblica, 23 de julio del 2011) (en italiano)
- <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,776129,00.html>
- IRWING, J.J. y SOICHET, B.K., "ZINC: A free database of commercially available compounds for virtual screening", en el *Journal of Chemical Information and modeling* 45, nº 1, 2005, págs. 177-182.
- J. C. I. Dooge. "Integrated Management of Water Resources", en E. Ehlers, T. Krafft. (eds.) *Understanding the Earth System: compartments, processes, and interactions*. Springer, 2001, p. 116. Más referencias al final del artículo "Habitable Zone" en *The Encyclopedia of Astrobiology, Astronomy and Spaceflight*.
- John M. DeMan (1999). *Principles of Food Chemistry 3rd Edition*.
- Marks, William E., *The Holy Order of Water: Healing Earth's Waters and Ourselves*. Bell Pond Books ( a div. of Steiner Books), Great Barrington, MA, November 2001 [ISBN 0-88010-483-X]

- Marq de Villiers (2003, revised edition). *Water: The Fate of Our Most Precious Resource*.
- Maude Barlow, Tony Clarke (2003). *Blue Gold: The Fight to Stop the Corporate Theft of the World's Water*.
- MILLER, Tyler. «IX- Water resources and water pollution». *Sustaining the earth*. Thomson, Brooks & Cole. ISBN 0-534-49672-5.
- Miriam R. Lowi (1995). *Water and Power: The Politics of a Scarce Resource in the Jordan River Basin*. Cambridge Middle East Library.
- OA Jones, JN Lester and N Voulvoulis, Pharmaceuticals: a threat to drinking water? *TRENDS in Biotechnology* 23(4): 163, 2005
- PARK, Chris. *A dictionary of environment and conservation*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 0198609957.
- PH Gleick and associates, The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources. Island Press, Washington, D.C. (published every two years, beginning in 1998.)
- POLING, B.E., PRAUSNITZ, J.M. y REID, R.C., *The properties of gases and liquids* (4ª edición), McGraw-Hill, 1987.
- Postel, Sandra (1997, second edition). *Last Oasis: Facing Water Scarcity*. New York: Norton Press.
- PRAUSNITZ, J.M. REID, R.C. y SHERWOOD, T.K., *The properties of gases and liquids* (3ª edición), McGraw-Hill, 1977.
- RAMÍREZ QUIRÓS, Francisco. *Tratamiento de Desinfección del Agua Potable*. Canal Isabel II. ISBN 84-933694-3-8.
- RASTOGI, S.C.. *Cell and molecular biology*. New Age International. ISBN 8122412882.
- Reisner, Marc (1993). *Cadillac Desert: The American West and Its Disappearing Water*.
- REKLAITIS, G.V., *Introduction to material and energy balances*, John Wiley and Sons, Inc., 1983.
- Rhoades RA, Tanner GA (2003). *Medical Physiology* (2nd ed. edición). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 0781719364. OCLC 50554808.
- STARR, Cecie. Mary Arbogast. ed. *Biology: Concepts and applications* (Fifth edition edición). Belmont: Wadsworth - Thomson Learning. ISBN 0-534-38549-4.
- SWAIN, Ashok. «I-Water Scarcity». *Managing water conflict*. Nueva York: Routledge. ISBN 071465566X.
- TAUTSCHER, Carl. «8.4». *Contamination Effects on Electronic Products: Water*. Nueva York: M. Dekker. ISBN 0824784235.
- UNESCO. (2006). *Water, a shared responsibility*. The United Nations World Water Development Report 2.
- Vandana Shiva (2002). *Water Wars: Privatization, Pollution, and Profit*. London: Pluto Press [u.a.]. ISBN 0-7453-1837-1. OCLC 231955339.
- Vickie A. Vaclavik and Elizabeth W. Christian (2003). *Essentials of Food Science 2nd Edition*.
- Water SA
- William E. Marks (2001). *The Holy Order of Water: Healing Earths Waters and Ourselves*.
- Worster, Donald (1992). *Rivers of Empire: Water, Aridity, and the Growth of the American West*.
- <http://andersonlima.blogspot.com/2010/12/pobreza-falta-de-gestao.html>