

R · E · V · I · S · T · A

indústria da água

AMBIENTE

A ÁGUA NA TERRA

Prof. Doutor Adélio A. S. C. Machado

GESTÃO

ONDE NASCEM E PARA ONDE CORREM AS ÁGUAS DE PORTUGAL

Dr. José Henrique Salgado Zenha

A Água na Terra (I)

A Importância da Água no Funcionamento do Planeta

Prof.º Doutor ADÉLIO A.S.C.MACHADO
Departamento de Química,
Faculdade de Ciências do Porto

A nível individual, o Homem utiliza a água diariamente para os mais diversos fins; bebe-a, usa-a na sua casa e na rega do seu jardim, diverte-se nela quando vai a uma piscina nadar, toma banho no mar ou pratica nela desportos, abomina-a quando é apanhado por uma chuva sem guarda-chuva, etc. O seu contacto diário com a substância é tão frequente que, salvo raras excepções, o cidadão que vive sem carência de água faz a sua utilização inconscientemente e só pensa na substância quando ela lhe falta! Esta atitude de considerar a água como um bem de acesso garantido é, aliás, funesta quanto ao seu consumo, já que conduz frequentemente a desperdícios.

Também a nível colectivo, o Homem usa a água muito intensamente. A utilização da água na indústria é muito importante: o seu uso como transportador de calor, como agente de arrefecimento, como agente de limpezas, etc., estende-se praticamente a toda a actividade industrial. Em química, a água é uma substância ainda mais importante, pois é muito usada, quer nos laboratórios quer nas indústrias químicas e afins, não só para os fins já mencionados, mas também como solvente e como matéria prima. Finalmente, a água é um componente imprescindível de qualquer actividade agrícola, sendo usada em grandes quantidades nos métodos de cultura tradicionais.

No fundo, toda esta situação a que a civilização humana chegou actualmente, de fazer um uso intenso e permanente da água, resulta do facto de esta ser uma substância intrinsecamente muito abundante na Terra. De facto, quanto à água, o nosso planeta é um caso muito particular: a Terra é, tanto quanto se sabe, o único corpo do universo em que a água existe no estado líquido e em grande abundância. Nos nossos vizinhos do sistema solar, Vénus e Marte, por exemplo, a água existe apenas no estado gasoso e em quantidades vestigiais, nas respectivas atmosferas, constituídas predominantemente por dióxido

de carbono, CO₂, e, em Marte, também como gelo à superfície.

A grande abundância da água é, portanto, uma característica típica da Terra. Embora possa não ser visível em certas regiões, a substância existe, em maior ou menor quantidade, em todo o nosso planeta. A água domina mesmo o meio ambiente em grande parte da Terra, e constitui, aliás, um dos seus principais componentes, a hidrosfera. Paralelamente, a elevada capacidade da água como solvente e a sua mobilidade no nosso planeta possibilitam transporte eficaz e mistura íntima de substâncias dissolvidas, que foram factores essenciais para o aparecimento da vida e para o desenvolvimento evolutivo da biosfera até ao Homem e que continuam a estimular a diversidade biótica e abiótica do meio ambiente. A água é o componente maioritário da biosfera e é um factor essencial de suporte e manutenção desta última.

É interessante, portanto, fazer uma análise das propriedades da água que permita compreender porque é que esta substância desempenha um papel tão importante no meio ambiente em que vivemos, na nossa vida e na nossa civilização. Esse é o objectivo desta série de artigos. Nos primeiros artigos apresenta-se uma visão global deste papel com o fim de se tomar consciência da importância fundamental da água para o Homem, ou seja, discutem-se as relações Água/Terra/Biosfera/Homem/Civilização. Os artigos finais terão como objectivo mostrar que a água é uma substância com propriedades raras, o que tem uma influência decisiva no meio ambiente, e como é que essas propriedades resultam das próprias estruturas do gelo e da água líquida, que também não são triviais.

O cidadão que vive em carência de água faz a sua utilização inconscientemente e só pensa na substância quando ela lhe falta!

Esta atitude de considerar a água como um bem de acesso garantido conduz, frequentemente, a desperdícios

INTRODUÇÃO

A importância fundamental da água para o Homem só é bem

evidenciada por uma visão global do importante papel da substância no meio ambiente em que vivemos, na nossa vida e na nossa civilização, isto é, por uma discussão abrangente das relações Água/Terra/Biosfera/Homem/Civilização, que serão aqui abordadas sob a óptica da utilização da água pelo Homem. Este artigo tem como objectivo realizar uma análise de dois tópicos sobre a existência da água na Terra. Primeiro, demonstra por que é que a substância, embora intrinsecamente abundante, é afinal um recurso limitado à disposição do Homem. Segundo, discute a movimentação da água na Terra, uma sua característica fundamental que determina o funcionamento do nosso planeta, e que é expressa resumidamente pelo ciclo da água.

A ABUNDÂNCIA E A ESCASSEZ DA ÁGUA

A água é uma substância que, desde que o nosso planeta se consolidou, sempre existiu na Terra em quantidade muitíssimo elevada. Não obstante esta **abundância** intrínseca, fala-se cada vez mais frequentemente de uma crescente escassez de água. É interessante analisar esta contradição.

A abundância da água na Terra. Calcula-se que existam na Terra cerca de $13,3 \times 10^{20}$ kg de água (cerca de 5% da sua massa total) ou seja, $13,3 \times 10^{17}$ m³, o que, feitas as contas, dá cerca de 220 milhões de metros cúbicos por cada um dos cerca de 6 000 milhões de habitantes do planeta! Se esta água pudesse ser toda utilizada para consumo humano, doméstico e industrial, se o nível do consumo se mantivesse no valor de cerca de 12 m³/dia por habitante, o nível de consumo global verificado actualmente nas sociedades mais industrializadas, e se o consumo fosse totalmente destrutivo, então a água existente na Terra chegaria ainda para cerca de 50 000 anos! O consumo destrutivo envolveria a transformação da água em outras substâncias, por reacções químicas, aquando da sua utilização, o que presentemente só sucede para uma fracção desprezável da água utilizada; é claro que um consumo destrutivo da água seria fatal para o meio ambiente e a biosfera.

Cerca de 80% da Terra é, aliás, recoberta por água, a maior parte dela na forma de soluções relativamente concentradas de cloreto de sódio e outros sais (a água salgada dos oceanos e mares), e a restante na de soluções mais diluídas (água doce em lagos e rios) ou de sólido praticamente puro (gelos polares, glaciares e neves). Existem também quantidades apreciáveis de água na atmosfera, no estado líquido (nuvens) ou de vapor, bem como enormes quantidades de água doce no interior da Terra, formando depósitos subterrâneos. Na Tabela 1

dá-se uma ideia aproximada do modo como a água existente na Terra se distribui pelas diversas formas em que existe no nosso planeta.

A escassez da água doce. É curioso que, dispoendo a Terra de tão grande quantidade de água, se ponha presentemente com tanta acuidade o problema da obtenção de água doce em quantidade suficiente para satisfazer o consumo humano, seja doméstico, industrial ou agrícola. Este facto resulta, em parte, de mais de 97% da água do planeta existir nos oceanos. A água salgada é imprópria quer para consumo humano quer para a maior parte das utilizações industriais e agrícolas, e a sua dessalinização é um processo relativamente caro. Em consequência, só se recorre aos oceanos para obter água doce se não houver outras fontes naturais desta, como, por exemplo, em lugares quentes e secos, especialmente no Médio Oriente e em ilhas tropicais.

Por outro lado, dos pouco mais de 2% de água doce da Terra, a maior parte, cerca de 88%, existe sob a forma de gelo e neve,

Calcula-se que existam na Terra cerca de $13,3 \times 10^{20}$ kg de água (cerca de 5% da sua massa total) o que, feitas as contas, dá cerca de 220 milhões de metros cúbicos por cada um dos cerca de 6 000 milhões de habitantes do planeta!

Tabela 1
Distribuição da água na Terra

	Massa 10^{17} kg	% Total	% Água doce
Atmosfera*	0,13	0,001	
Água salgada			
Oceanos	13 000	97,4	
Lagos**	1,2	0,009	
Água doce			
Gelo e neve	300	2,25	87,6
Lagos	1,2	0,009	0,35
Rios	0,012	0,0001	0,004
Subterrânea***	41	0,31	12,0
Humidade na terra	0,25	0,002	0,07
TOTAL	$13,3 \times 10^{20}$ kg		

*) Até 10 km de altitude

**) Incluindo o Mar Cáspio, que contém $7,8 \times 10^{16}$ kg

***) Até 1 km de profundidade na crosta terrestre

predominantemente nas calotes polares, mas também em glaciares em zonas montanhosas de elevada altitude (por vezes, designa-se por **criosfera** a fracção da hidrosfera constituída por gelo e neve). Calcula-se que na Antárctica, cuja calote tem $1,5 \times 10^7 \text{ km}^2$, existam $270 \times 10^{17} \text{ kg}$ de gelo (após fusão, esta quantidade de água alimentaria todos os rios da Terra continuamente durante 830 anos!); na calote do Pólo Norte a quantidade de gelo é muito menor que na Antárctica, apenas $26 \times 10^{17} \text{ kg}$ de água (que, no entanto, chegaria para alimentar um dos grandes rios da Terra, como, por exemplo, o Amazonas ou o Mississipi, durante 4 000 ou 5 000 anos!). Esta água existente nas calotes polares sob a forma de gelo poderá vir a ser usada de futuro em grande escala, já que se considera perfeitamente exequível o reboque de icebergs gigantes das zonas polares para zonas temperadas para fornecimento de água. A maior dificuldade técnica deverá ser a fusão do iceberg após ter atingido o seu destino: calcula-se que um iceberg com dimensões típicas, da ordem dos 250 m de espessura, mesmo sob sol tropical, só fundirá ao ritmo de 10 m de espessura por ano; a fusão em tempo razoável exigirá, portanto, a aplicação de calor, isto é, consumirá energia. Mesmo assim, o processo seria economicamente competitivo quando comparado com os processos de dessalinização actualmente praticados. De qualquer modo, porém, segundo os moldes de utilização actualmente em vigor, a água do gelo das calotes polares não é ainda usada para abastecimento pelo Homem.

Estas são razões que explicam, pelo menos em parte, porque se põe o problema da obtenção da água pura para consumo humano, apesar de a substância ser tão abundante no nosso planeta: a quase totalidade da água (mais de 99,7%) ou é imprópria para utilização por ser salgada ou reside, no estado sólido, a grandes distâncias das zonas onde mais se necessita da água!

A ÁGUA DOCE UTILIZADA PELO HOMEM

Postas de parte a água salgada e a água sólida existente nas calotes polares, a água doce efectivamente utilizada pelo Homem distribui-se por três tipos de reservatórios que são, por ordem decrescente de quantidades globais: a água subterrânea, os lagos e os rios.

Água subterrânea. A Tabela 1 mostra que há uma enorme quantidade de água em depósitos subterrâneos, $4,1 \times 10^{18} \text{ kg}$, que, embora não seja visível, é muito mais do que a total existente nos lagos e rios, $1,2 \times 10^{17} \text{ kg}$. Normalmente, a maior ou menor profundidade, há uma camada da crosta saturada na substância (na crosta, a água é

retida por fenómenos de capilaridade). O limite superior desta camada constitui uma toalha de água, que pode situar-se à superfície, como nos pântanos, ou a várias centenas de metros de profundidade, como nos desertos. É esta toalha subterrânea que se pode extrair a água, por meio de poços ou perfurações. O período médio durante o qual a água permanece nestes reservatórios naturais é muito variável, podendo ir desde algumas horas até centenas de anos, ou mesmo, para aquíferos de grande profundidade em regiões secas, milhares de anos (a chamada "água fóssil", já que estes aquíferos não são reabastecidos naturalmente).

Embora a quantidade de água retida subterraneamente na crosta seja muito grande (cerca de 400 vezes a existente em todos os rios da Terra!), há limitações diversas à sua utilização. Em primeiro lugar, calcula-se que apenas cerca de um décimo da água subterrânea seja apropriada para o consumo humano e irrigação. Em segundo, as perfurações a grandes profundidades e a bombagem de água destas para a superfície são operações caras, pelo que a utilização de águas

de grande profundidade tem limitações económicas. Finalmente, os depósitos subterrâneos nem sempre são naturalmente restabelecidos à mesma velocidade com que deles se extrai água, pelo que o seu nível baixa. Quando tal sucede, surgem problemas mesmo antes do da exaustão final, por exemplo, aumento da salinidade do solo e da própria água, ou dificuldades, com acréscimo de custos, na bombagem.

Esta destruição dos aquíferos subterrâneos ocorre presentemente em larga escala em diversas regiões de vários continentes, por exemplo, a China, a Índia e a Tailândia, o Médio Oriente e o Norte de África, o México e o Oeste dos Estados Unidos. Um caso extremo é o da Arábia Saudita, que tem desenvolvido a cultura de trigo à custa de água de aquíferos fósseis, sendo até já um exportador importante do cereal, para o que extrai mais de 5 000 milhões de metros cúbicos por ano de água do subsolo. No entanto, uma tal política agrícola é perfeitamente suicida, já que se calcula que, a manter-se o caudal de extracção actual, a exaustão dos aquíferos acabe por ocorrer em menos de 50 anos.

Lagos. A quantidade de água doce existente em lagos é substancialmente inferior a qualquer das anteriores, apenas $1,2 \times 10^{17} \text{ kg}$ (Tabela 1). Mais de metade desta quantidade existe nos quatro maiores lagos da Terra, o Baikal (na Ásia) com $2,6 \times 10^{16} \text{ kg}$, o Tanganica e o Niassa (ambos na África), com respectivamente $2,0 \times 10^{16}$ e $1,3 \times 10^{16} \text{ kg}$ e o Superior (na América do Norte), com $1,2 \times$

Dispondo a Terra de tão grande quantidade de água, é curioso que se ponha presentemente com tanta acuidade o problema da obtenção de água doce em quantidade suficiente para satisfazer o consumo humano. Este facto resulta, em parte, de mais de 97% da água do planeta existir nos oceanos

10^{16} kg. Enquanto na América, África e Ásia cerca de 75% da água doce de superfície está contida em lagos, essa percentagem, na Europa, é apenas de 2%. Este facto é uma das razões por que, apesar da elevada densidade populacional e da intensa industrialização, os problemas do abastecimento de água e da sua poluição são globalmente menores na Europa do que na América do Norte.

Rios. Do ponto de vista do abastecimento e utilização da água, os rios são muito mais importantes que os lagos, apesar de conterem muito menos água: os rios e outros cursos de água da Terra contêm apenas $1,2 \times 10^{15}$ kg da substância (Tabela 1). Este facto resulta de, no que respeita ao modo como a água existe na Terra, a movimentação da substância ser ainda mais importante do que as enormes quantidades de água existentes nos diversos reservatórios. Os rios e outros cursos de água, por exemplo, movimentam um caudal total de $4,0 \times 10^{16}$ kg/ano, mais de 30 vezes a água que contêm. No entanto, a distribuição deste caudal pelos rios individuais não é uniforme: os 50 maiores rios da Terra transportam 43% do caudal total, e só os três

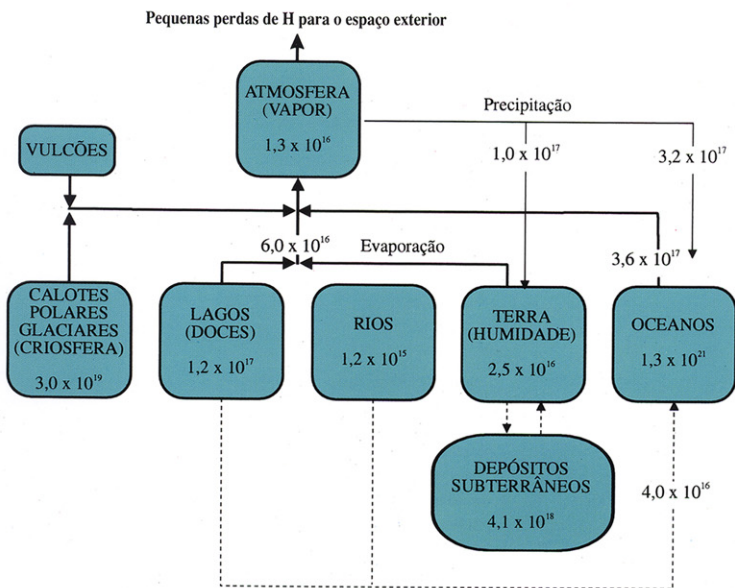
maiores, o Amazonas, o Congo e o Mississippi, movimentam $5,1 \times 10^{16}$ kg/ano, mais de 12% do caudal total.

O CICLO DA ÁGUA

A movimentação é uma característica fundamental da existência de água na Terra. A água é a substância que mais se movimenta à superfície do nosso planeta. Esse movimento, de que a evaporação e a precipitação constituem elementos importantes, é responsável pela transferência de uma parte apreciável da energia calorífica recebida pela Terra das regiões tropicais para as regiões polares e, consequentemente, pelas características climáticas vigentes no nosso planeta. Em particular, condiciona a disponibilidade de água nas diferentes regiões da Terra, o factor mais importante para a existência e crescimento da vegetação.

O ciclo global da água. Ao modo como a água se movimenta na Terra, visto globalmente, chama-se ciclo da água. Na Fig. 1 es-

Fig. 1



O ciclo global da água na Terra. Os valores numéricos são de dois tipos: quantidades de água nos reservatórios, em kg, e caudais de água dos fluxos, em Kg/ano.

Fluxos:

— Líquido ou sólido → vapor — vapor → líquido — — Líquido

quematiza-se o ciclo geoquímico global da água: os blocos representam os diversos tipos de reservatórios de água (e os números neles inseridos as quantidades respectivas de água, extraídas da Tabela 1).

As linhas representam os diversos tipos de fluxos, sendo os números a elas justapostos os respectivos caudais. Tal como sucede com o caudal dos rios quando comparado com a quantidade total da água neles existente, também a quantidade de água evaporada por ano da terra para a atmosfera (e a precipitada da atmosfera para a terra como chuva e neve), da ordem dos $4,2 \times 10^{17}$ kg/ano, é muito maior do que a quantidade de água que existe na atmosfera sob a forma de vapor e nuvens, que é apenas de $1,3 \times 10^{16}$ kg. No ciclo evaporação - precipitação verifica-se um deslocamento de cerca de $4,0 \times 10^{16}$ kg/ano de água dos oceanos para a terra (aproximadamente 1/9 da quantidade evaporada dos oceanos), que determina o caudal levado pelos rios da terra para o mar.

Se a precipitação ou, para usar a designação mais habitual, a chuva, se distribuisse uniformemente sobre os continentes, a quantidade de precipitação anual seria de $0,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$ de solo (ou, em unidades de altura de coluna, 70 cm). No entanto, a distribuição da chuva é muito pouco uniforme e há enormes variações da quantidade de precipitação entre as diversas regiões da Terra.

Este facto tem implicações quanto à disponibilidade de água, porque a chuva é, no fundo, a fonte mais importante de água doce. A observação dos dados numéricos incluídos no ciclo global da água representado na Fig. 1 mostra que, globalmente, cerca de 60% da água que se precipita sobre a terra volta a evaporar-se para a atmosfera, directamente do solo ou através das plantas (evapotranspiração); a restante permanece condensada, e vai restabelecer os depósitos subterrâneos, os poços e as nascentes, e manter os rios em movimento permanente. Além disso, a chuva é o principal agente que provoca que o solo se mantenha húmido, de modo a proporcionar a germinação das sementes e o crescimento das plantas. Calcula-se que, no solo, embebendo a terra, à superfície da crusta, existam cerca de $2,5 \times 10^{16}$ kg de água; mesmo a terra vulgarmente considerada seca (pó desagregado e leve) contém cerca de 15% de humidade, retida por fenómenos de capilaridade. O constante movimento da água sobre a crusta terrestre tem uma acção contínua sobre esta, que provoca vários fenómenos geológicos (erosão dos solos, arrastamento de substâncias, sedimentações nos rios e

oceanos, etc.).

Tal como a chuva, também a evaporação de água a partir dos oceanos e do solo (incluindo a vegetação) apresenta grande variabilidade local. No que respeita aos oceanos, por exemplo, calcula-se que o caudal de evaporação nas regiões tropicais seja da ordem de $0,004 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dia (ou, em altura de coluna, 4 mm/dia), mas, nas regiões polares, menos de quatro vezes este valor. Embora a maior parte da água evaporada nas regiões tropicais volte aos oceanos nas mesmas regiões, uma parte é deslocada e precipita nas regiões polares, produzindo um fluxo de água (e de energia calorífica) do Equador para os Pólos. Por esta razão, a salinidade dos oceanos é significativamente maior nas regiões tropicais do que nas regiões polares.

No que respeita ao solo, a evaporação total depende muito da evapotranspiração proporcionada pela vegetação e, portanto, da natureza desta. Por exemplo, enquanto numa floresta tropical o caudal de evaporação é muito menor do que o de precipitação, num deserto os dois caudais são praticamente iguais.

É claro que, tal como quer a precipitação quer a evaporação apresentam elevada variabilidade local, também a sua diferença e, conseqüentemente, o caudal da água líquida em rios, correntes, etc., varia muito de região para região. Por exemplo, quando se consideram os diversos continentes, o caudal global dos rios, que depende da área e características da superfície, da sua posição na Terra e dos seus tipos de clima, apresenta valores bastante díspares. Enquanto para a América do Norte é de $32 \text{ cm}^3/\text{ano}$ (em altura de coluna), para a Austrália, com uma fracção apreciável de área constituída por regiões desérticas, é apenas de $4 \text{ cm}^3/\text{ano}$. Estas diferenças implicam naturalmente diferenças na extensão da erosão e na quantidade de substâncias dissolvidas e em suspensão transportadas para os oceanos.

A variabilidade do caudal dos rios também se faz sentir globalmente nos oceanos. Por exemplo, apesar do enorme caudal do Amazonas, o maior rio da Terra quanto a caudais, o caudal total despejado pelos rios no Atlântico é inferior ao caudal líquido de evaporação (evaporação menos precipitação), pelo que este oceano apresenta um défice de água, o que explica que globalmente a sua salinidade seja superior à dos outros oceanos. Em contraste, o Pacífico apresenta um excedente de água, já que o seu caudal líquido de evaporação é inferior ao total

**A água existente nas calotes polares
sob a forma de gelo poderá
vir a ser usada de futuro
em grande escala, já que se considera
perfeitamente exequível o reboque
de icebergs gigantes das zonas
polares para zonas temperadas
para fornecimento de água doce.
A água doce efectivamente
utilizada pelo Homem distribui-se por três
tipos de reservatórios que são, por ordem
decrecente de quantidades globais:
a água subterrânea, os lagos e os rios**

dos rios que nele desagüam. O balanço é estabelecido por meio de correntes marítimas superficiais do Pacífico para o Atlântico, pelo Estreito de Magalhães, e do Índico para o Atlântico, pelo sul da África, que transportam água de baixa salinidade; bem como por uma corrente de profundidade, de água com salinidade relativamente elevada, que se forma no Atlântico Norte, desce este oceano, passa ao Índico e segue pelo sul da Austrália para o Pacífico, terminando no Norte deste oceano.

Estas correntes fazem parte de um sistema global de circulação oceânica, que, embora menos óbvio e menos bem estudado que o sistema de circulação sobre a terra, constituído pelos rios, ribeiros, etc., é tão ou mais importante que este último para o clima terrestre. Por exemplo, no Atlântico, as correntes superficiais ocorrem no sentido sul-norte e no Pacífico em sentido contrário, de forma a compensar a referida corrente de profundidade. Em consequência, as correntes de superfície são responsáveis, no Atlântico, pelo transporte de água quente e calor para o norte, enquanto no Pacífico, provocam refrigeração das regiões tropicais, já que se opõem à "subida" de água quente das regiões equatoriais. Por isso, no hemisfério norte, a temperatura superficial da água do Atlântico é, em média, superior à do Pacífico, o que contribui para que a evaporação no Atlântico seja maior que no Pacífico. Por outro lado, as correntes superficiais do Atlântico, nomeadamente, a corrente do Golfo, são a causa da relativa amenidade de clima do noroeste da Europa (a quantidade de calor que transportam para o Atlântico Norte é de cerca de 30% do recebido directamente do Sol por esta região do Atlântico!).

Em suma, como o sistema de circulação oceânica, que tão grande importância tem nas características climáticas da Terra, resulta de pequenas diferenças de salinidade induzidas pelo ciclo evaporação-precipitação da água, o ciclo da água é um dos factores básicos que determinam o clima global do nosso planeta.

Cheias e secas. A elevada variabilidade da chuva ocorre não só a nível geográfico ou local, como já foi referido, mas também a nível temporal, a este último respeito com extremos que podem ser trágicos.

São bem conhecidos, em certas regiões, os efeitos do excesso da chuva ou da sua falta: quer as chuvas torrenciais quer as secas têm efeitos catastróficos. Em geral, dá-se mais atenção às cheias, porque os seus efeitos são imediatos e bem visíveis. No entanto, os efeitos das secas são mais destrutivos do que os das cheias, porque estas últimas passam mais rapidamente e, além disso, depois de passarem, deixam atrás de si abundância de água e, frequentemente, também nutrientes, que permitem a reconstituição da vegetação, o que não sucede com as secas. Na realidade, os efeitos das secas ocorrem lentamente e só são perceptíveis ao fim de algum tempo; além disso, parte desses efeitos são subtis e só se fazem sentir a longo prazo, por exemplo, na degradação lenta mas continuada da vegetação natural. Esta degradação pode arrastar aumento da erosão do solo com diminuição da sua capacidade para reter água (quando chove!), e, em consequência, alteração no regime dos cursos de água dos rios, com diminuição dos respectivos caudais médios mas aumento dos caudais de cheias (as secas podem ser responsáveis pelas cheias!).

Uma ausência prolongada de chuva origina uma situação de seca, caracterizada por diminuição substancial de humidade do solo e dos caudais dos rios e outras fontes de água, e estragos na vegetação. No entanto, uma definição precisa e geral da seca é difícil, se não impossível, porque as características respectivas variam com o clima, de região para região. Uma seca é algo completamente diferente numa região com clima tropical caracterizado por um único período anual de chuva

seguido por um longo período seco, e numa região com clima temperado húmido, em que o período sem chuvas é normalmente de uma ou duas semanas. Por isso se recorre a definições de âmbito restrito e local, em geral nacional. Por exemplo, nas Ilhas Britânicas, a definição inclui dois níveis: seca absoluta, caracterizada por 15 dias consecutivos com quantidade de precipitação inferior a 0,2 mm por dia, e seca parcial, caracterizada por 29 dias em que a quantidade de precipitação média é inferior a 0,2 mm (em terras baixas do sudeste de Inglaterra ocorrem secas absolutas quase todos os anos). Estas definições têm valor legal e interesse prático, por exemplo, para definir as condições das apólices de seguros agrícolas, fixar indemi-

**A elevada variabilidade da chuva ocorre
não só a nível geográfico ou local,
mas também a nível temporal,
a este último respeito com extremos
que podem ser trágicos.**

**São bem conhecidos, em certas regiões,
os efeitos do excesso da chuva ou da sua falta:
quer as chuvas torrenciais quer as secas
têm efeitos catastróficos.**

**Em geral, dá-se mais atenção às cheias,
porque os seus efeitos são imediatos
e bem visíveis.**

**No entanto, os efeitos das secas
são mais destrutivos do que os das cheias**

zações, etc.

As secas são consequência de fenômenos naturais. Nas regiões da Terra de latitude média, as secas são frequentemente devidas à persistência de anticiclones sobre a região em foco durante períodos anormalmente longos, especialmente quando os anticiclones bloqueiam a penetração de sistemas frontais húmidos e os desviam para os seus flancos. Nestas condições, um período de seca numa região é normalmente associado a um período de excesso de pluviosidade em regiões vizinhas. Por exemplo, as situações de seca no Norte da Europa (Escandinávia, Ilhas Britânicas, etc.) estão frequentemente associadas a situações de chuva acima do normal na costa mediterrânica ocidental da Europa. Frequentemente as secas resultam de múltiplos factores naturais correlacionados entre si (temperaturas anormalmente baixas da água dos oceanos, ventos anormais, etc.) não sendo de desprezar também a destruição extensa de vegetação provocada pelo Homem.

CONCLUSÕES

A água é uma substância que existe no nosso planeta em quantidades muito grandes, não só no estado líquido como também nos estados sólido e gasoso. Apesar desta abundância em termos absolu-

tos, como a maior parte da água é salgada e como a distribuição da água doce no planeta é muito desigual, a água deve considerar-se como um bem escasso para o Homem e pode vir a limitar o crescimento da sociedade industrializada tão seriamente como qualquer matéria prima.

A abundância intrínseca e a constante movimentação da água na Terra são dois dos principais factores que determinam as características do clima e do meio ambiente, isto é, o modo como o nosso planeta funciona e a sua habitabilidade. Quanto à movimentação, descrita no ciclo da água tal como este é presentemente conhecido, é ainda conhecida com detalhe e precisão insuficientes, por exemplo, ignora as correntes marítimas quer de superfície quer de fundo, muito importantes para o clima global da Terra.

SUGESTÕES PARA LEITURA ADICIONAL

F. Franks, "Water: The Unique Chemical", Chem. Brit., 12, 278 (1976)

R. A. Horne, "The Chemistry of our Environment", Wiley, 1978

W. H. Schlesinger, "Biogeochemistry: An Analysis of Global Change", Academic, 1991