

Água subterrânea - *reservatório para um planeta com sede?*

Ciências da Terra para a Sociedade



www.yearofplanetearth.org

Prospecto relativo a um tema-chave do Ano Internacional do Planeta Terra 2007-2009

Qual o propósito deste prospecto?

Este prospecto é relativo a um dos principais temas científicos a tratar no âmbito do Ano Internacional do Planeta Terra.

Descreve, de forma acessível, por que motivo este tema foi escolhido e qual a razão de toda a investigação com ele relacionada — e que o Ano Internacional espera apoiar — é de importância vital para a nossa compreensão do Sistema Terra e da sociedade.

O prospecto foi escrito por um conjunto de especialistas mundiais reunidos sob os auspícios do Comité do Programa Científico do Ano Internacional do Planeta Terra.

Para saber mais...

Para saber mais acerca dos outros temas de investigação contemplados, é favor consultar www.yearofplanetearth.org e www.progeo.pt/aipt (onde podem ser encontradas todas as nossas publicações).

O que fazer de seguida...

Se é um cientista que deseja desenvolver uma proposta de investigação sobre este tema, por favor visite o site www.yearofplanetearth.org, descarregue o formulário "*Expression of Interest (Science)*" adequado e siga as instruções ou envie-o para o Ano Internacional. Se não conseguir encontrar o formulário que pretende, isso significa que ainda não está em condições de ser disponibilizado. Neste caso, por favor, continue a visitar o *site*.

80 % da água potável

na Europa e Rússia

é água subterrânea

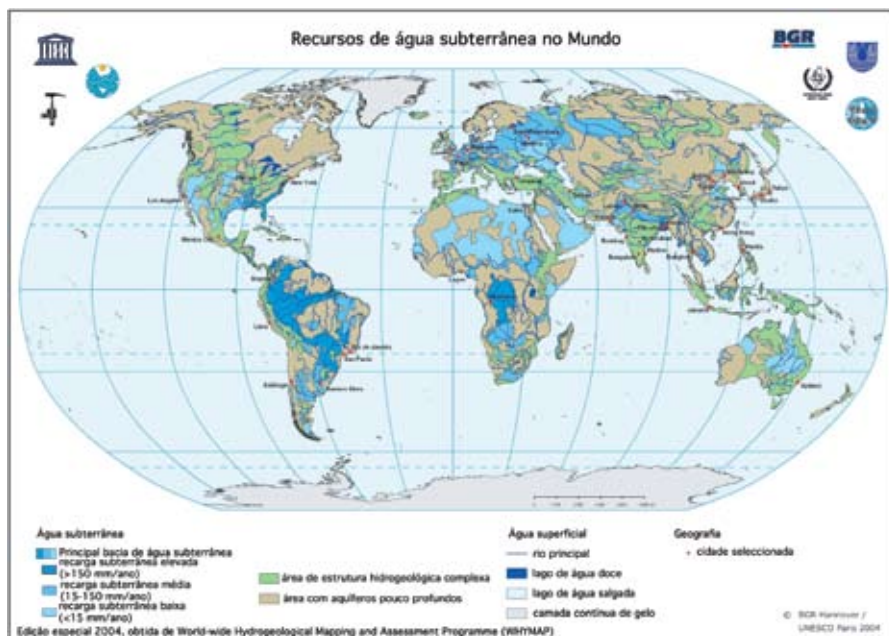
Água Subterrânea — com vista à sua utilização sustentável

A vida e o sustento da humanidade dependem da água. A procura de água doce aumenta continuamente ao ritmo do crescimento populacional. No entanto, muitas pessoas vivem em áreas do mundo onde falta água potável essencial à sua sobrevivência; a sua prosperidade depende do abastecimento de água segura e barata. É impossível manter o fornecimento de água doce de qualidade para abastecimento humano, indústria e agricultura se a água subterrânea não for aproveitada, sendo esta a maior e mais segura de todas as fontes de água potável existentes na Terra. Em muitos locais, a maior parte da água potável é de origem subterrânea — 80% na Europa e na Rússia e ainda mais no caso do Norte de África e no Médio Oriente.

Ao contrário de outros recursos naturais ou matérias-primas, a água subterrânea existe em todo o mundo. A possibilidade de ser extraída varia grandemente de local para local, dependendo das condições de precipitação e da distribuição dos aquíferos. Geralmente, a água subterrânea apenas é renovada numa certa altura do ano mas pode ser extraída durante o ano inteiro. Desde que o seu reabastecimento seja adequado e que a fonte se encontre protegida da poluição, a água subterrânea pode ser extraída indefinidamente.

A água subterrânea faz parte do ciclo da água (ver na página seguinte), portanto, encontra-se intimamente relacionada com processos atmosféricos e climáticos, com o regime de águas superficiais de rios e lagos e com as nascentes e as terras húmidas que a água subterrânea alimenta naturalmente ao chegar à superfície. Todas estas fontes são complementares umas das outras mas podem ser extremamente variadas, estendendo-se desde as zonas áridas, onde praticamente não existe água, até às zonas tropicais húmidas com abundante água superficial e elevada precipitação.

Figura 1: Recursos de água doce na Terra (modificado de UNESCO 2003)



Quem esteve na origem do Ano Internacional do Planeta Terra?

Proposto pela União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS) em 2001, o Ano Internacional foi aceite, de imediato, pela Divisão das Ciências da Terra da UNESCO e, mais tarde, pela UNESCO e pelo Programa Internacional de Geociências da IUGS (IGCP).

O principal objectivo do Ano Internacional — demonstrar o enorme potencial que as Ciências da Terra possuem no estabelecimento de uma sociedade mais próspera, segura e saudável — explica o lema dado ao Ano Internacional: Ciências da Terra para a Sociedade.

● **A água subterrânea constitui a**
parte invisível, subterrânea,
do ciclo da água ●

A quantidade de água subterrânea envolvida, hoje em dia, no ciclo da água é bastante mais pequena do que o volume de água subterrânea que se encontra armazenada em estratos porosos ou fracturados a uma profundidade de poucos milhares de metros abaixo da superfície.

Os recursos de água doce da Terra são, principalmente, o gelo, a neve e a água subterrânea. Os rios e os lagos constituem apenas uma pequena parte do volume total de água doce.

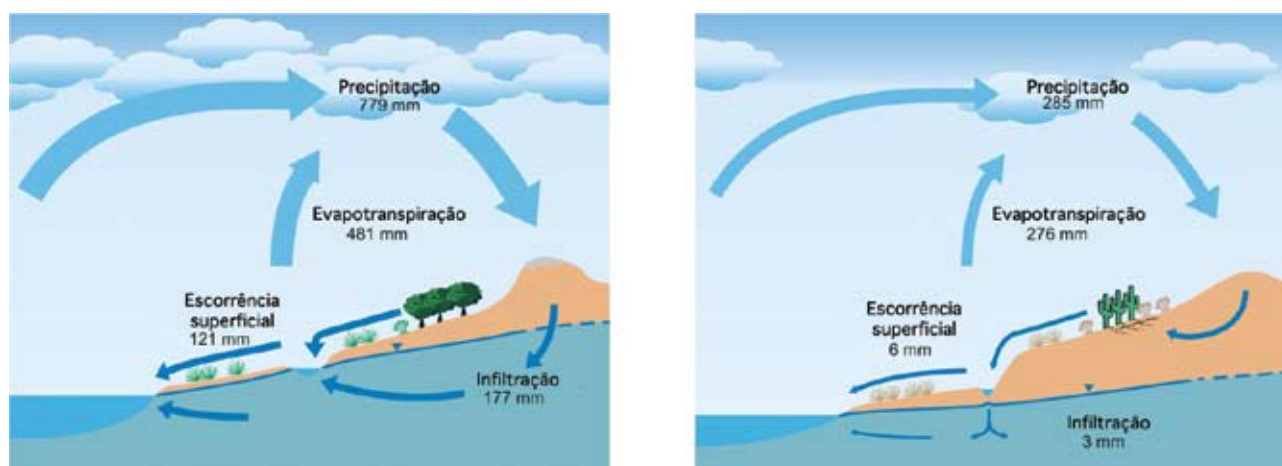
Estima-se que a totalidade dos recursos subterrâneos de água doce seja de cerca de 10 000 000 km³ — mais de duzentas vezes o total dos recursos de água doce renovados anualmente pela chuva. Isto acontece porque a maior parte dos recursos de água subterrânea se acumularam ao longo de séculos, ou mesmo milénios. Em alguns locais, eles são testemunho de climas mais húmidos que existiram no passado. Actualmente, estes recursos únicos de água doce podem mesmo ser encontrados em zonas desertas.

A enorme quantidade de água doce existente no globo é renovada, anualmente, devido à precipitação atmosférica. Os rios são de primordial importância na distribuição desta quantidade de água.

Nas zonas áridas do mundo, a água doce é, normalmente, escassa, forçando as populações locais a usar toda a água subterrânea disponível. Todavia, uma utilização tão intensiva da água subterrânea deveria ser evitada, uma vez que tal não é sustentável e pode originar alguns riscos, tais como subsidência e fissuração dos solos. A captação de água subterrânea apenas é praticável em casos relativamente raros nos quais a reserva estática de água subterrânea é, proporcionalmente, muito maior do que a população residente.

Enquanto que a água doce em circulação (renovável) é medida tendo em consideração o caudal [quilómetros cúbicos (km³) por ano, metros cúbicos (m³) por segundo, etc], a água doce armazenada (não renovável) é medida

Figura 2: O ciclo da água em diferentes zonas climáticas do mundo, demonstrado com exemplos da Alemanha (esquerda) e da Namíbia (direita).





tendo em conta o seu volume ou massa (km^3 , m^3), pelo que os seus valores são de difícil comparação.

A água subterrânea e o ciclo da água

A água subterrânea, apesar de se seguir aos rios no que respeita à distribuição de toda a água doce existente, é, no entanto, o maior regulador deste recurso. A água subterrânea constitui a parte invisível do ciclo da água, no qual a evaporação, precipitação, infiltração e descarga são os principais componentes. Os componentes “visíveis” do ciclo da água são fortemente afectados tanto pelas condições climáticas como pelo clima. Embora possam ser contaminados com grande rapidez, podem, também, recuperar num curto espaço de tempo. Pelo contrário, os processos subterrâneos são muito mais lentos, podendo durar de anos a milénios. Porém, com uma gestão cuidada, estas diferentes escalas de tempo podem ser usadas para criar um sistema integrado de fornecimento de água que faça face a condições de seca.

Os regimes de água subterrânea em regiões húmidas e áridas diferem um do outro (Fig. 2). Em climas húmidos, devido aos elevados valores da precipitação, grandes volumes de água infiltram-se no solo e nas rochas, contribuindo activamente para a alimentação de rios, fontes e zonas húmidas durante os períodos em que a precipitação é menor.

Contrariamente, nos climas semi-áridos e áridos não existem, praticamente, trocas entre a água superficial e a subterrânea, uma vez que o reduzido volume de água infiltrada resultante da precipitação ocasional, apenas penetra raramente nos solos espessos e secos (não saturados). Nestas áreas, as águas subterrâneas são recarregadas apenas ao mínimo. Estas diferenças devem ser consideradas em qualquer gestão integrada dos recursos hídricos.

As tentativas dos cientistas para conseguirem quantificar a componente subterrânea do ciclo da água requerem medições e observações adequadas ao longo de décadas. Para além disso, as trocas entre a água subterrânea que circula lentamente e o rápido ciclo da água à superfície, devem ser quantificadas de forma adequada.

Água doce subterrânea

Regionalmente, a disponibilidade de água subterrânea varia muito. As condições climáticas — especialmente a precipitação — determinam o volume de água subterrâneo que é recarregado. Todavia, este volume é controlado pelas características das rochas-reservatório. A água subterrânea pode encontrar-se, actualmente, em lugares com climas muito secos devido à geologia e à história climática locais. Os recursos hídricos apenas podem ser utilizados de forma sustentável se a sua extensão espacial e a sua variação ao longo do tempo for devidamente compreendida. Porém, esta informação é normalmente desconhecida, mesmo nos chamados países desenvolvidos.

"Desenvolvimento sustentável"

O termo "desenvolvimento sustentável" surgiu da oposição existente entre aqueles que defendiam políticas de preservação da "sustentabilidade" do ambiente na Terra e aqueles que advogavam o desenvolvimento económico. Os ambientalistas reconheceram que o desenvolvimento económico é necessário (em parte para evitar que os custos da protecção ambiental recaíssem sobre aqueles que tinham menos possibilidades económicas de o fazer) e também que a estagnação económica reduz, muitas vezes, o apoio a esforços de protecção ambiental.

(continua...)

Os nossos dados e conhecimento base necessitam, assim, de ser constantemente melhorados. Isto pode ser conseguido mediante a aquisição de dados e sua organização em mapas, em sistemas de informação geográfica (SIG) e em modelos matemáticos. Estes modelos permitem compreender os dados e analisar os efeitos resultantes de diferentes opções de gestão. A hidrogeologia moderna possui ferramentas poderosas para modelizar o transporte e o fluxo da água. Modelos que integram todo o conjunto de processos hidrológicos encontram-se, actualmente, em desenvolvimento.

Cerca de 30% da área continental (excluindo a Antártida) possui aquíferos relativamente homogêneos que contêm importantes reservas de água. Cerca de 19% correspondem a regiões complexas do ponto de vista geológico dotadas de água subterrânea. Metade da área continental contém, em geral, ocorrências menos significativas de água subterrânea, armazenada perto da superfície em sedimentos não consolidados; ainda assim, estes recursos são muitas vezes suficientes para o sustento de centros populacionais de pequena a média dimensão.

Quinze por cento da área emersa do planeta recebe, em média, menos de 200 mm de precipitação por ano (cerca de 200 litros por m²). Nestas regiões de baixa precipitação, existe, normalmente, uma recarga muito baixa da água subterrânea, por isso, aquela que é utilizada não será repostada durante centenas — ou mesmo milhares — de anos. A extracção de água nestas áreas deve, pois, ser considerada como uma actividade de exploração de um recurso limitado.

As características geológicas e hidrogeológicas das rochas controlam de, forma crítica, a quantidade, qualidade e regime de fluxo da água subterrânea. À excepção das chamadas condições "cársicas" características das regiões calcárias (onde a água subterrânea pode deslocar-se rapidamente através de sistemas de túneis e cavernas), as taxas de fluxo em aquíferos são muito lentas, geralmente da ordem de milímetros a metros por ano (ou uns poucos quilómetros ao longo de centenas ou mesmo milhares de anos).

Enorme mas limitado

De acordo com as Nações Unidas, o volume médio anual de água renovável é de 43 000 quilómetros cúbicos. Este valor é cerca de metade de toda a água doce existente em todos os lagos naturais da Terra e cerca de dez vezes o volume de todos os reservatórios artificiais. A recarga de água subterrânea é da ordem dos 10 000 quilómetros cúbicos anuais, (cerca de 0,1% de todos os recursos de água subterrânea) pelo que apenas uma pequeníssima proporção do volume total das reservas de água subterrânea é recarregado em cada ano, quando comparado com toda a enorme quantidade em "stock".

Alguns sistemas de água subterrânea não são renováveis nas condições climáticas actuais, uma vez que foram originados quando existiam climas muito mais húmidos, há cerca de 1000 ou 10 000 anos. Estes reservatórios de água subterrânea estão a ser explorados de forma cada vez mais intensa em todas as zonas áridas do mundo. Por exemplo, no nordeste do Sahara, o Sistema Aquífero do Arenito Núbio encontra-se sob uma área de mais de dois milhões de quilómetros quadrados que abrange o Chade, o Egipto, a Líbia e o

● Normalmente, a água subterrânea

é menos poluída que a superficial ●

Sudão, contendo grandes quantidades de água subterrânea, supondo-se que contenha cerca de cem vezes o valor actual anual da globalidade do consumo de água.

Calcula-se que existem depósitos gigantes de água subterrânea de dimensões idênticas ao anterior e recarga limitada em quase todos os continentes mas a quantidade de água que se pode utilizar a partir dos mesmos é desconhecida. É necessário obter informação acerca da idade, tempo de residência e fluxo da água no subsolo, assim como sobre outros aspectos, como as características geológicas e químicas e os processos envolvidos.

Esta necessidade tem vindo a ser abordada por intermédio de duas importantes iniciativas: i) o Programa Mundial de Avaliação e Cartografia Hidrogeológica (WHIMAP, UNESCO www.whymap.org) liderado pela UNESCO (IHP) em cooperação com a Associação Internacional de Hidrogeólogos (IAH), a Agência Internacional de Energia Atómica (IAEA), o Instituto Federal Alemão para as Geociências e os Recursos Naturais (BGR); ii) o Centro Internacional de Avaliação de Recursos de Água Subterrânea (IGRAC — www.igrac.nl) patrocinado pela UNESCO e pela WMO.

Sem fronteiras

A água subterrânea não pára à porta das fronteiras políticas. Explorá-la num determinado país pode afectar, de forma dramática, a água de um outro. Nestas circunstâncias, a gestão da água subterrânea requer cooperação internacional e a existência de instituições governamentais e legais apropriadas. Uma vez que a água subterrânea se desloca obedecendo a leis físicas, as estruturas hidrogeológicas devem ser investigadas, exploradas e geridas na sua totalidade. Isto significa que a investigação deve atravessar, igualmente, fronteiras nacionais — um facto particularmente importante em regiões áridas sensíveis, onde as áreas de captação da água dos rios à superfície podem ser bastante diferentes das ocorrências de água subterrânea

Figura 3: As fronteiras políticas podem atravessar os sistemas de água subterrânea (modificado de ISARM 2001)



De igual modo, os
que defendiam o
desenvolvimento
económico reconheceram
um paralelismo entre as
dotações para a protecção
ambiental e o conceito de
protecção do capital numa
economia sustentável. Uma
economia viável deve viver
dos seus rendimentos sem
uma redução líquida do
capital ao longo do tempo.
Igualmente, as populações
devem viver dentro da
capacidade de carga dos
seus ecossistemas, que
representam uma forma
natural de capital.

a exploração cuidadosa e sustentada

é uma condição essencial para

ultrapassar a crise global de água

em profundidade. Com vista ao bem comum, proprietários ou gestores dos recursos da água subterrânea que se estendem além das fronteiras políticas devem concordar numa estratégia comum da exploração desses recursos.

Poluição das águas subterrâneas

A água poluída pode levar à transmissão de doenças e transportar substâncias químicas venenosas. Esta água pode fazer com que as pessoas adoçam ou mesmo morram. A água não contaminada é, assim, um importante tema transversal no âmbito dos Objectivos do Milénio para o Desenvolvimento das Nações Unidas (www.un.org/millenniumgoals/).

Na maior parte dos casos, a água subterrânea é menos contaminada do que a superficial, uma vez que se encontra protegida da contaminação à superfície proveniente dos solos e da cobertura rochosa. É por isso que, em diversas partes do mundo, a maior parte da água que se bebe é água subterrânea. No entanto, o aumento da população humana, as modificações do uso da terra e a industrialização acelerada, colocam a água subterrânea em perigo.

A água subterrânea poluída só pode ser descontaminada por intermédio de processos caros e demorados. Nos piores casos, o abandono completo da sua utilização durante muito tempo é a melhor solução. Estes factos são cada vez mais reconhecidos pela comunidade internacional, pelo que a ciência e a tecnologia se encontram cada vez mais empenhadas em ajudar, de forma a evitar os efeitos mais nocivos. Os preciosos recursos de água subterrânea precisam, cada vez mais, de ser protegidos e bem geridos, de forma a permitir a sua utilização sustentável a longo prazo.



Em algumas áreas, a água subterrânea pode conter elevados níveis de substâncias naturais que limitam o seu uso como, por exemplo, quando a água do mar invade um aquífero. Na água subterrânea podem encontrar-se dissolvidas substâncias naturais como o arsênio, flúor, nitratos ou sulfatos, que limitam ou impedem mesmo o seu uso directo devido a questões de saúde pública. Podem existir processos adequados de tratamento de forma a diminuir ou a remover as substâncias nocivas mas este procedimento tem, muitas vezes, um custo elevado. Em geral, portanto, a qualidade da água subterrânea deve ser controlada tanto antes como durante e após a sua utilização.

Programa de Divulgação

O Programa de Divulgação do Ano Internacional do Planeta Terra enfrenta um desafio de escala muito particular. Com, potencialmente, 10 milhões de dólares para gastar, é inconcebível que pudesse operar de uma forma prescritiva. Nenhum indivíduo ou comité pode idealizar modos eficazes de utilizar tal verba na sua totalidade. Assim, o Programa de Divulgação, tal como o Programa Científico, irá funcionar como um corpo de dotação de fundos, recebendo propostas para apoio financeiro,

desde recursos educativos para a internet a obras de arte que ajudem a reforçar junto do público a mensagem central do Ano Internacional. O Programa de Divulgação irá permitir que as coisas aconteçam localmente no âmbito de um evento internacional, dando-lhes perfil e coerência.

Um Prospecto de Divulgação nesta série (número 11) encontra-se disponível para todos os que estão interessados em candidatar-se.



● **Em muitas regiões áridas,**
as políticas de gestão da água
agravam o problema ●

Programa Científico

Um painel de 20 geocientistas eminentes de todas as partes do mundo decidiram elaborar uma lista da qual constam dez temas científicos abrangentes — Água Subterrânea, Desastres naturais, Terra e Saúde, Alterações climáticas, Recursos, Megacidades, Interior da Terra, Oceano, Solo e Terra e Vida.

O próximo passo é proceder à identificação de tópicos científicos pertinentes e passíveis de desenvolvimento no âmbito de cada um dos principais temas abrangentes. Foram formadas equipas para cada um destes temas com o objectivo de organizar um Plano de Acção. Cada equipa elaborou um texto que será publicado sob a forma de um prospecto dedicado a um determinado tema, do tipo daquele que tem entre mãos.

Posteriormente, serão criados uma série de Grupos de Implementação de forma a iniciar o trabalho dedicado a cada um dos dez programas. Serão desenvolvidos todos os esforços para que se envolvam especialistas de países com um particular interesse por algum dos temas.

Para mais informação:
www.yearofplanetearth.org

Escassa

Em muitas partes do mundo, a água subterrânea é crucial para o desenvolvimento sustentável. Em muitos países, a água potável é retirada, principalmente, dos reservatórios de água subterrânea, uma vez que, normalmente, é de grande qualidade, e se encontra naturalmente protegida, sendo assim de confiança. É óbvio que a importância relativa dos recursos de água subterrânea irá aumentar consideravelmente e que a sua exploração cuidadosa e sustentável deve ser vista tanto como uma condição vital como uma forma de ultrapassar a crise global da água.

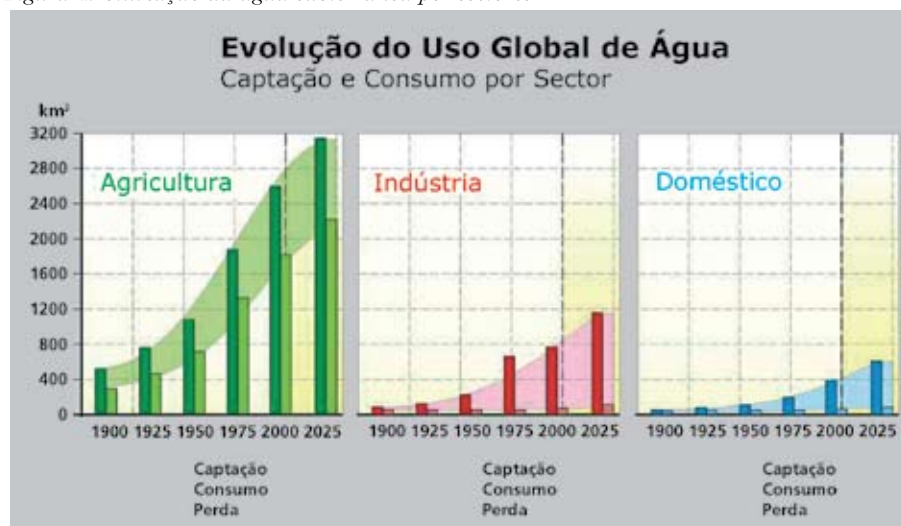
Aumento do consumo; diminuição dos recursos

A procura de água aumenta à medida que a população, a actividade económica e a rega também aumentam. No entanto, os recursos mundiais acessíveis de água estão a diminuir devido à sua sobre-utilização e poluição. O equilíbrio entre a procura (consumo) e a oferta (recursos) começa a deixar de existir. Mais de 30 países sofrem de uma séria crise crónica de falta de água e a água subterrânea é cada vez mais usada para fazer face à procura.

A agricultura é a maior consumidora de água no mundo (70%), seguida da indústria (20%) e dos lares (10%). Esforços consideráveis têm sido feitos para reduzir o consumo na indústria e nos lares mas muito continua por fazer no que respeita à eficiência na irrigação agrícola. O aumento do uso, não sustentável, de água subterrânea para irrigação em zonas áridas é de particular gravidade.

A proporção de água utilizada nestes três sectores varia de região para região e em função dos níveis de desenvolvimento económico. Na Europa e na América do Norte, a água é utilizada, preferencialmente, pelo sector industrial, enquanto que na Ásia e na África o principal consumidor é a agricultura. Desta forma, em muitas regiões áridas e semi-áridas, cerca de 30% da água subterrânea é extraída para rega e a tendência tem aumentado.

Figura 4: Utilização da água subterrânea por sectores





O que significa o logotipo do Ano Internacional do Planeta Terra? O Ano Internacional pretende reunir todos os cientistas que estudam o Sistema Terra, pelo que a Terra sólida (litosfera) é representada a vermelho, a hidrosfera a azul escuro, a biosfera a verde e a atmosfera a azul claro. O logotipo é baseado num desenho original realizado por ocasião de uma iniciativa idêntica ao Ano Internacional, designada Jabr der Geowissenschaften 2002 (Ciências da Terra, Ano 2002) e que teve lugar na Alemanha. O Ministério da Educação e Investigação da Alemanha disponibilizou o logotipo à IUGS.

● **A água subterrânea é usada por cerca de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo, sendo o recurso natural mais utilizado** ●

Em muitas das regiões áridas do mundo, as políticas correntes de gestão da água agravaram o problema. Apesar de ser essencial a redução da exploração dos aquíferos que não são recarregados, muitos países em climas secos subsidiam essa exploração. A reutilização de efluentes tratados oferece uma solução parcial para o problema.

Independentemente das medidas de conservação adoptadas, a extracção de água subterrânea é quase inevitável. A água subterrânea é, muitas vezes, o único fornecimento de água a um preço justo. Avanços nas sondagens, construção de poços e tecnologias de bombeamento — e, ainda, a electrificação de áreas rurais — significam que há um crescente volume de água subterrânea a ser explorado sem um planeamento adequado. Uma vez que os fluxos de água subterrânea são muito lentos, as consequências da sobre-exploração podem ser visíveis apenas daqui a alguns anos ou décadas. Assim, as estratégias futuras deverão incluir uma monitorização bem planeada da extracção da água subterrânea e da sua qualidade.

As autoridades deveriam atribuir licenças de exploração da água subterrânea apenas após o estabelecimento de um plano de base fidedigno e da implementação de adequados procedimentos de regulação e monitorização. Desta forma, a deterioração do volume e da qualidade da água subterrânea podem ser evitados e, simultaneamente, mantidos os inúmeros benefícios dos recursos de água subterrânea para a ecologia da Terra.

Recurso valioso

A água subterrânea é utilizada por cerca de dois bilhões de pessoas em todo o mundo, levando a que seja o recurso natural mais usado. A produção anual de água subterrânea é estimada entre 600 e 700 quilómetros cúbicos (bilhões de metros cúbicos ou bilhões de toneladas). Em comparação, o consumo anual mundial de areia e gravilha é cerca de 18 bilhões de toneladas, enquanto que o consumo anual mundial de petróleo é de apenas 3.5 bilhões de toneladas.

A água subterrânea é considerada propriedade pública em muitos países. Onde ela escasseia, pode ser considerada uma mercadoria mas, na maior parte dos casos, não lhe é atribuído qualquer valor. Todavia, os custos de exploração, tratamento e fornecimento de água subterrânea necessitam de ser cobertos através do pagamento de taxas, de forma a manter o fornecimento sustentável. Não existem números disponíveis acerca da criação de riqueza resultante do fornecimento de água subterrânea aos consumidores de todo o mundo. Os únicos dados globais disponíveis dizem respeito aos produtos finais mais valiosos, nomeadamente a água para consumo e a engarrafada (Quadro 1).

● **A água subterrânea é considerada propriedade pública em muitos países** ●



Quadro 1: Exploração de água subterrânea comparada com outros recursos naturais (2001)

Recurso	Produção anual (milhões de toneladas)	Valor total (milhões de €)
Água subterrânea (geral)	> 600 000	*300 000
Areia e gravilha	18 000	90 000
Hulha e antracite	3 640	101 900
Petróleo	3 560	812 300
Linhite	882	12 300
Ferro	662	16 400
Sal-gema	213	4 500
Gesso	105	1 500
Águas minerais e de mesa	89	22 000
Fosfatos	44	3 000

* a um preço médio de 0.5€ por m³. Os preços na Europa oscilam entre os 0.8 a 1.4€ por m³.

A discussão em torno do fornecimento público, dos lucros, da irrigação na agricultura, da liberalização do mercado hídrico e do investimento privado continua a todos os níveis da sociedade. O Objectivo do Milénio para o Desenvolvimento, formulado pelas NU, destinado a reduzir para metade o número de pessoas sem acesso a água potável até ao ano 2015, será alcançado apenas com um investimento financeiro considerável, actualmente estimado em 15 bilhões de euros por ano.

A água tem valores muito diferentes consoante quem a consome; isto apesar dos produtos serem, muitas vezes, derivados do mesmo recurso natural.

A água subterrânea para rega não é tratada, logo o seu custo é de apenas alguns centimos por metro cúbico ou apresenta mesmo custo zero. A água doméstica para consumo, fornecida através de sistemas de canalização, custa até 2 euros por metro cúbico e a água mineral engarrafada ou água de mesa pode custar 1000 euros, ou mais, por metro cúbico.

Se a sociedade continuar a utilizar os valiosos recursos de água subterrânea sem assegurar o necessário reabastecimento, a crise da água só irá agravar-se. Estratégias de uso sustentável devem ter em conta as características de todos os reservatórios do ciclo da água e garantir que a sua plena utilização é feita de acordo com bases científicas que podem fornecer uma maior compreensão dos vitais, mas invisíveis, recursos de água subterrânea.



● **Se a sociedade continuar a utilizar os valiosos**

recursos de água subterrânea sem assegurar o

necessário reabastecimento, a crise só vai agravar-se ●

Temas-chave

Apesar de, nas últimas décadas, o uso da água subterrânea para o consumo humano e animal, para a irrigação dos campos agrícolas e para a indústria ser cada vez maior e mais difundido, o conhecimento base que diz respeito a este tipo de recurso e à sua utilização sustentável é, ainda, inadequado, uma vez que a hidrogeologia é uma área científica jovem. Em 2005, as NU proclamaram a Década para a Água a fim de encorajar temas transversais relativos à água implicados nos Objectivos do Milénio para o Desenvolvimento (MDGs). A água subterrânea desempenhará, sem dúvida, um papel significativo nesta nova Década das NU.

As seguintes acções estão a ser desenvolvidas no âmbito deste programa:

- Cartografar e quantificar os recursos de água doce subterrânea, incluindo a identificação de bacias de água subterrânea transfronteiriças partilhadas por diversos países;
- Investigar os processos de recarga, fluxo e descarga em sistemas de água doce subterrânea e no seu papel nos ecossistemas;
- Minorar os impactes ambientais que surgem da extracção e degradação da água subterrânea, protegendo zonas húmidas afectadas, prevenindo a deterioração da água subterrânea em termos de quantidade e qualidade e monitorizando os sistemas de água subterrânea a longo prazo;
- Reconhecer o valor da água em diferentes ambientes e implementar estratégias para conservar e salvaguardar os recursos hídricos.

Questões-chave

- Quanta água subterrânea existe e como pode ser utilizada de forma sustentável?
- Como pode a exploração desadequada das reservas “fósseis” de água ser identificada e gerida de forma a minimizar o seu esgotamento e as suas desastrosas consequências humanas/ecológicas? Tal requer um melhor entendimento da recarga em geral.
- Como podem ser protegidos da poluição os recursos de água subterrânea vulneráveis e como podem os recursos vitais poluídos ser recuperados?



Bibliografia adicional

- Internationally Shared (Transboundary) Aquifer Resources Management. A framework document. IHP-VI Series on Groundwater, Document SC-2001/WS/40, UNESCO 2001, Paris, <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001243/124386e.pdf>
- UNEP - United Nations Environmental Programme 2003. Vital Water Graphics. www.unep.org/vitalwater
- UNESCO-WWAP 2003. Water for people – Water for life – The United Nations World Water Development Report. UNESCO Publishing, Paris



Textos

**Wilhelm Struckmeier (Germany: Leader),
Yoram Rubin (USA),
J A A Jones (UK)**

Edição	Ted Nield
Fotografias	www.geolsoc.org.uk, Ted Nield, Henk Leeneers
Design	André van de Waal, Coördesign, Leiden

Edição portuguesa

Coordenação geral José Brilha, Universidade do Minho
Artur Sá, Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro

Tradução para língua portuguesa PANGEO, Braga [www.pangeo.pt]

Apoio científico na tradução Miguel Ramalho

© Outubro 2007 www.progeo.pt/aipt
Comissão Nacional da UNESCO

Parceiros internacionais

American Association of Petroleum Geologists (AAPG)
American Geological Institute (AGI)
American Institute of Professional Geologists (AIPG)
Geological Society of London (GSL)
International Association of Engineering Geologists and the Environment (IAEG)
International Geographical Union (IGU)
International Lithosphere Programme (ILP)
International Union for Quaternary Research (INQUA)
World Soil Information (ISRIC)
International Society for Rock Mechanics (ISRM)
International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)
International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)
International Union of Soil Sciences (IUSS)
TNO Built Environment and Geosciences - Geological Survey of the Netherlands

© December 2005,
Earth Sciences for Society Foundation,
Leiden, The Netherlands



United Nations Educational Scientific
and Cultural Organisation

Apoios à edição internacional

A impressão desta publicação só foi possível com
o apoio financeiro da UNESCO IHP



Edição portuguesa



Patrocínios:



www.yearofplanetearth.org



International Year of Planet Earth

IYPE Secretariat

NGU

N-7491 Trondheim

NORWAY

T + 47 73 90 40 00

F + 47 73 92 16 20

E iype.secretariat@ngu.no

www.yearofplanetearth.org