



Associação Internacional de Hidrogeólogos

Série Visão Geral Estratégica

SEGURANÇA ALIMENTAR & ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

MENSAGENS-CHAVE

- a produção de alimentos requer grandes quantidades de água, sendo os recursos hídricos subterrâneos responsáveis por fornecer mais de 40% de toda a água usada globalmente na agricultura irrigada
- as águas subterrâneas provaram ser um insumo crítico para garantir melhores rendimentos das culturas e permitir o aumento de 250% na produção de alimentos alcançada durante a 'revolução verde' de 1970-2000
- nos últimos 30-40 anos houve um nível de investimento notável na construção de poços de água particulares para irrigação agrícola, uma vez que a disponibilidade de água subterrânea permite maiores rendimentos de colheitas e retornos aos agricultores por unidade de água
- o armazenamento de água subterrânea é muito grande, mas as atuais taxas de retirada para a agricultura irrigada em áreas mais áridas não são fisicamente sustentáveis, resultando na diminuição (semipermanente) de longo prazo das reservas de aquíferos a taxas superiores a 120 km³/a
- as práticas de uso da terra afetam as taxas e a qualidade da recarga das águas subterrâneas, com a intensificação da agricultura levando amplamente à poluição difusa das águas subterrâneas por fertilizantes, salinidade e alguns pesticidas
- existe uma necessidade urgente em mobilizar profissionais de águas subterrâneas, juntamente com gestores de recursos hídricos e engenheiros de irrigação, para identificar respostas de governança e gestão transeitoriais para melhorar a sustentabilidade dos recursos

Por que os recursos de água subterrânea são críticos para a produção global de alimentos?

O crescimento inexorável da população mundial levou a perguntas sobre se é possível produzir comida suficiente para atender a demanda crescente – surgiu aqui o conceito de 'segurança alimentar global'. No entanto, cerca de 1.400 milhões da população rural dependem da agricultura de subsistência ou de importações subsidiadas de alimentos (em vez do 'comércio de alimentos') para sua nutrição mínima.

A produção de alimentos, tanto comercial quanto de subsistência, exige grandes quantidades de água. Assim, a segurança alimentar é intimamente ligada à segurança hídrica. Em algumas regiões temperadas úmidas, o crescimento das plantas é sustentado apenas pelas chuvas – mas na maioria das regiões, a irrigação é necessária para a produção ideal.

A demanda por irrigação do setor agrícola já representa mais de 70% das retiradas globais do abastecimento de água e cerca de 85% do consumo global de recursos hídricos – e estima-se que as fontes de água subterrânea forneçam 43% de toda a água usada para irrigação. O desenvolvimento das águas subterrâneas tem sido mais intensivo no sul da Ásia e na América do Norte – onde fornece 57% e 54%, respectivamente, de toda a água de irrigação.

IRRIGAÇÃO DE TRIGO COM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA PLANÍCIE DO NORTE DA CHINA



Esta série foi projetada tanto para informar profissionais de outros setores sobre as principais interações entre os recursos hídricos subterrâneos e a ciência hidrogeológica, como para orientar os membros da AIH em sua divulgação aos setores relacionados.

Nos últimos 30 anos registou-se um crescimento espetacular na construção de poços de água para irrigação – por exemplo, eles são atualmente responsáveis por 39 Mha de terras irrigadas na Índia, 19 Mha em China, 17 Mha nos EUA e grandes áreas do Paquistão e Bangladesh. Eles trouxeram grandes benefícios para milhões de pequenos agricultores, com avanços na tecnologia de bombeamento de baixo custo, constituindo a alavanca para o seu desenvolvimento.

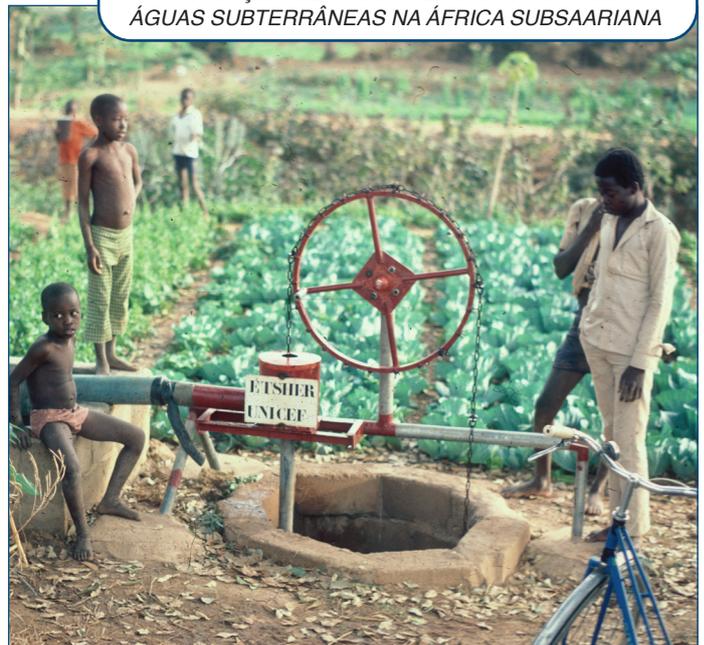
REGIÃO	IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS		
	ÁREA (Mha)	VOLUME UTILIZADO km³/a	% total
TOTAL GLOBAL	112,9	545	43%
Sul da Ásia	48,3	262	57%
Leste da Ásia	19,3	57	34%
Sudeste da Ásia	1,0	3	5%
Oriente Médio e Ásia Central	11,9	76	38%
Europa	7,3	18	38%
Norte da África	2,5	16	24%
África Subsaariana	0,4	2	7%
América do Norte	19,1	100	54%
América Latina	2,2	88	19%
Austrália	0,9	3	21%

ESTATÍSTICAS DA FAO-ONU 2010 DO USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA IRRIGAÇÃO AGRÍCOLA

A exceção a essa tendência é a África Tropical, onde apenas 1% da área terrestre está atualmente sob irrigação de águas subterrâneas (em comparação com 14% no Sul da Ásia). Mesmo aqui, o potencial de desenvolvimento de águas subterrâneas gerenciado para a agricultura está se tornando mais amplamente reconhecido, mas, até o momento, uma complexa gama de fatores tem impedido sua ampla introdução.

Os recursos hídricos subterrâneos e a disponibilidade de armazenamento natural de águas subterrâneas são um fator chave para garantir a segurança do abastecimento de água para produção de alimentos. Poços provaram ser altamente apropriados para atender áreas amplamente dispersas e demandas de irrigação temporalmente variáveis de agricultura comercial e de subsistên-

IRRIGAÇÃO DE SUBSISTÊNCIA A PARTIR DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁFRICA SUBSAARIANA



cia, em razão do seu baixo custo de investimento e confiabilidade durante secas prolongadas (plurianuais).

A melhoria no acesso e segurança do abastecimento de água proporcionado pelas águas subterrâneas (combinado com a introdução de variedades de culturas de alto rendimento, fertilizantes para melhorar a nutrição das plantas e pesticidas para reduzir as perdas de colheitas) possibilitou o aumento na produção de alimentos em cerca de 250% entre 1960-2000, embora usando apenas cerca de 15% a mais de terra. Este grande aumento foi associado a um incremento de 300% na extração em poços de irrigação. Assim, as águas subterrâneas devem ser consideradas como uma contribuição crítica para a segurança alimentar global.

Que pressões serão colocadas às águas subterrâneas pela demanda futura de alimentos?

Prevê-se que a produção global de alimentos precise aumentar algo entre 60-90% até 2050 para atender à demanda criada pelo crescimento populacional e mudanças nas dietas. Melhorias no rendimento das culturas nas terras existentes (principalmente na África Tropical e partes da Ásia) precisarão fornecer cerca de 80% desse incremento, uma vez que a maioria das terras mais férteis já é cultivada. Este desafio será agra-

vado pelo impacto do aquecimento global, a demanda por mais forragem para animais, a necessidade contínua de cultivar fibras vegetais e o desejo em aumentar a produção de biocombustíveis.

É provável que a intensificação da produção agrícola gere mais erosão do solo, diminuição e salinização das águas subterrâneas, lixiviação excessiva de nutrientes e pesticidas e estresse no ecossistema aquático. Os agricultores precisarão maximizar a produtividade da água, cooperar com os esforços para conservar os recursos da terra e melhorar a recarga das águas subterrâneas, e introduzir culturas menos intensivas em consumo de água.

Ainda existem oportunidades para intensificar significativamente as lavouras e aumentar a produção de alimentos nas principais planícies aluviais, onde estão disponíveis ambos recursos de água superficial e subterrânea. Isso pode ser alcançado de maneira sustentável pelo manejo conjuntivo para eliminar os efeitos negativos do encharcamento do solo e salinização associada e da seca nas águas superficiais.

Além disso, as águas subterrâneas têm sido frequentemente o catalisador para o envolvimento numa agricultura irrigada de maior valor, uma vez que sua disponibilidade pode permitir produções durante todo o ano, qualidade da colheita mais uniforme e conformidade com os padrões de saúde para as culturas consumidas cruas. Esta é uma tendência que inquestionavelmente continuará no futuro.

IRRIGAÇÃO POR ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE ESPARGOS PARA EXPORTAÇÃO NO SUL DO PERU



FORTE SUBSIDÊNCIA DE TERRENO EM UMA CIDADE RURAL MEXICANA, RESULTANTE DA EXTRAÇÃO EXCESSIVA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

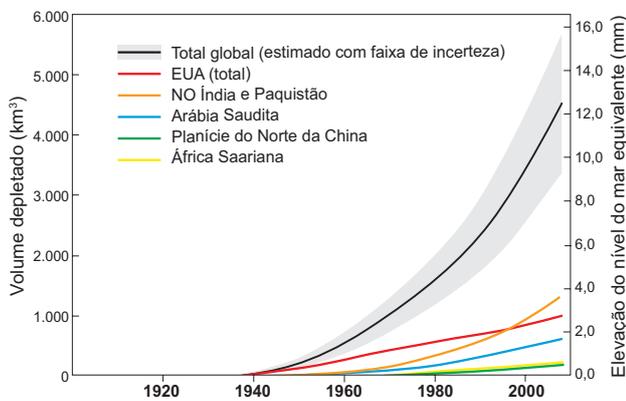
Quais são as principais ameaças à sustentabilidade das águas subterrâneas?

As reservas armazenadas de água subterrânea são muito grandes e capazes de amortecer os principais episódios de seca (para adaptação às mudanças climáticas e transformação econômica para atividades com menor consumo de água), mas existem limites absolutos para sua sustentabilidade a longo prazo. É trabalho do profissional da hidrogeologia definir esses limites através da avaliação científica dos processos e taxas de reabastecimento dos sistemas de águas subterrâneas.

Há evidências de que as atuais taxas de retirada de águas subterrâneas para a agricultura irrigada em muitas das áreas mais áridas e/ou propensas à seca do mundo há muitos anos não têm sido sustentáveis a longo prazo – e estão dando origem a diminuições contínuas das reservas de aquíferos (incluindo 21 dos 37 principais aquíferos do mundo). Essa diminuição está associada a custos crescentes de bombeamento (e sua pegada de carbono), subsidência de terreno, degradação de ecossistemas aquáticos e salinização das águas subterrâneas.

Globalmente, cerca de 4500 km³ de água subterrânea foram esgotados das reservas de armazenamento subterrâneo durante 1940-2008, com a taxa de diminuição aumentando notavelmente desde 2000 para 120-180 km³/a.

Mesmo em regiões com recarga regular, é improvável que essas reservas de água subterrânea sejam totalmente reabastecidas por 100 anos ou mais e, em alguns casos, recursos não renováveis estão envolvidos – principalmente na Líbia, Argélia e Arábia Saudita, e localmente na Austrália, China, Egito e Irã. Atualmente, cerca de 10% da produção global de grãos (150 milhões de toneladas/a) depende de recursos hídricos subterrâneos insustentáveis e a exploração cumulativa de águas subterrâneas não renováveis desde 1940 pode ser diretamente responsável por uma contribuição de 15mm para a elevação média do nível do mar.



DEPLEÇÃO CUMULATIVA DE RESERVAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PRINCIPALMENTE POR AGRICULTURA IRRIGADA

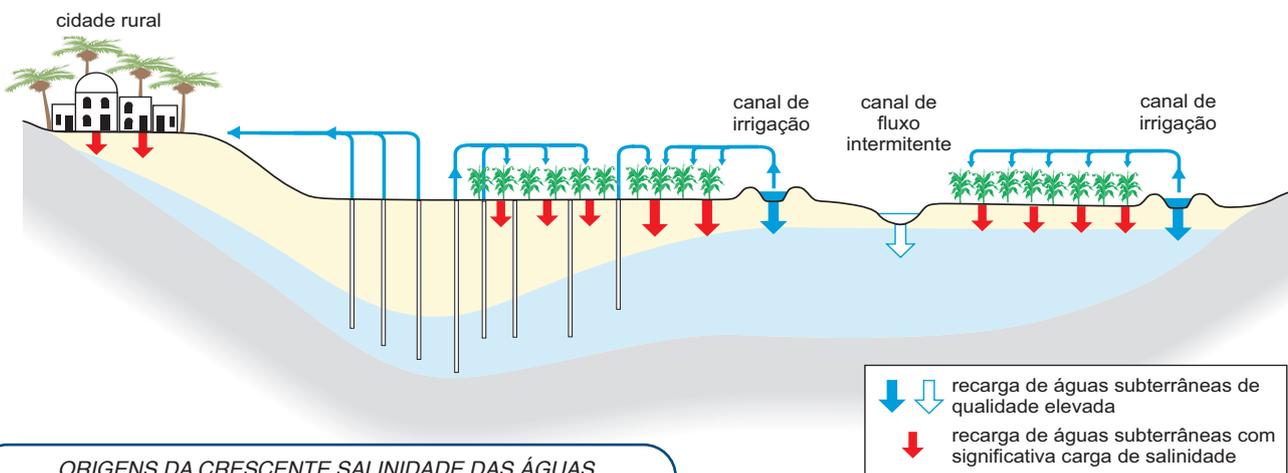
Outro fenômeno de preocupação igualmente difundida é a salinização insidiosa de aquíferos de água doce, resultante do uso da água subterrânea e do gerenciamento da água de irrigação.

Em inúmeras áreas, quando as massas de águas subterrâneas se esgotam e sua descarga natural é eliminada, elas tendem a se tornar a 'pia' de sais lixiviados de terras áridas e fracionados em solos irrigados. Em outros com lençol freático raso, o manejo inadequado da água de irrigação está levando à infiltração excessiva com encharcamento e salinização da água no solo. Globalmente, cerca de 10 milhões de km² de terras agrícolas são classificados atualmente como estando salinizadas ou em risco de salinização.

As práticas atuais de irrigação e o desenvolvimento de novas áreas irrigadas precisam ser monitoradas por especialistas em águas subterrâneas, para identificar qualquer tendência de salinização das águas subterrâneas, que, a longo prazo, poderia destruir o potencial agrícola.

Existem outras facetas da produção de alimentos que afetam as águas subterrâneas?

A relação entre a produção de alimentos e as águas subterrâneas é consideravelmente mais complexa do que a questão da depleção e salinização de aquíferos. É trabalho do profissional da hidrogeologia caracterizar e quantificar essas ligações, como uma base científica para o gerenciamento dos recursos. Esquemas de irrigação de águas superficiais em larga escala geram uma componente importante da recarga de águas subterrâneas – e nos ambientes mais áridos às vezes são a componente dominante e mais con-



ORIGENS DA CRESCENTE SALINIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM UM AQUÍFERO ALUVIAL COM CLIMA ÁRIDO

recarga de águas subterrâneas de qualidade elevada
 recarga de águas subterrâneas com significativa carga de salinidade

fiável. É o caso da Bacia do Indo, no Paquistão, e de vários vales áridos e andinos do Peru, Chile e Argentina. Modificações no gerenciamento da água do canal podem reduzir radicalmente as reservas de recarga e armazenamento de águas subterrâneas disponíveis para uso durante a seca.

Embora a irrigação pressurizada (gotejamento) seja eficaz para melhorar a produtividade agrícola da água e reduzir o custo unitário do bombeamento de água subterrânea, ela deve ser combinada com medidas para melhorar a recarga da água subterrânea em momentos de excesso de chuva e disponibilidade de água superficial. Como os agricultores dependem das reservas de água subterrânea em tempos de seca, o gerenciamento conjuntivo dos recursos hídricos subterrâneos com irrigação por águas superficiais é essencial para a sustentabilidade dos recursos a longo prazo e para otimizar a disponibilidade de água para a agricultura irrigada.

Esta interligação não termina com a recarga das águas subterrâneas a partir da irrigação em grande escala com águas superficiais, uma vez que todas as práticas de uso da terra agrícola têm uma pegada nas taxas e na qualidade das recargas. Além disso, a intensificação da lavoura agrícola (necessária para atender à crescente demanda por alimentos) pode levar a uma poluição significativa e inevitavelmente persistente das águas subterrâneas, através da lixiviação de excesso de nutrientes e alguns pesticidas. Regulamentação mais rigorosa e incentivos

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO DE VEGETAIS DE ALTO VALOR A PARTIR DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ESPANHA



direcionados podem ajudar muito na redução da poluição agrícola difusa e evitar as dificuldades associadas e o aumento dos custos de tratamento para o abastecimento de água potável. Outra complicação séria ocorre nas planícies de inundação de alguns dos principais rios (por exemplo, o Ganges), onde o perfil superficial saturado do solo contém minerais contendo arsênio, dos quais, sob certas circunstâncias, o arsênio solúvel é mobilizado, contaminando poços de água potável e entrando na própria colheita do arroz.

Por que o gerenciamento de águas subterrâneas baseado na ciência deve ser fortalecido

A importância crítica das águas subterrâneas para a produção global e local de alimentos e as claras ameaças à sua sustentabilidade compreendem um impressionante exemplo de um esforço conjunto para melhorar o gerenciamento dos recursos terrestres e hídricos para atender às demandas por um aumento razoável na produção de alimentos de maneira sustentável. Há uma necessidade urgente de mobilizar os profissionais de águas subterrâneas com:

- gestores de recursos hídricos e engenheiros de irrigação, para identificar e estimular respostas de gerenciamento transectorial para melhorar a sustentabilidade dos recursos
- planejadores macroeconômicos para identificar as ligações água-energia-alimento e evitar subsídios que incentivem o uso de recursos hídricos subterrâneos não renováveis

Entre as prioridades para uma ação articulada estão:

- a elaboração e implementação de planos de gestão de águas subterrâneas (incluindo medidas do lado da demanda e da oferta que envolvam o manejo da água de irrigação) para estabilizar os sistemas aquíferos que sofrem sérias diminuições de volume e/ou salinização como resultado da prática agrícola existente
- a introdução do gerenciamento conjuntivo dos recursos hídricos de canais e subterrâ-



neos nas principais planícies aluviais para aumentar a produtividade e diversificação das culturas, evitando problemas de drenagem e salinização do solo

- acordos transeitoriais e serviços de extensão agrícola para promover medidas de gestão da terra pelos agricultores que aumentem as taxas de recarga das águas subterrâneas e evitem a lixiviação excessiva de nutrientes e pesticidas.



AGRICULTORES INDIANOS MEDINDO O NÍVEL DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA INFORMAR O PLANO DE COLHEITA DA ESTAÇÃO SECA

REFERÊNCIAS SELECIONADAS

- Döll P H et al 2014 *Global-scale assessment of groundwater depletion and related groundwater abstractions – combining hydrological modeling with information from well observations and GRACE satellites*. *Water Resources Research* 50.
- Foster S & Steenbergen F van 2011 *Conjunctive use of groundwater and surface water – a ‘lost opportunity’ for water management in the developing world?* *Hydrogeological Journal* 19
- Foster S & Shah T 2012 *Groundwater resources and irrigated agriculture-making a beneficial relation more sustainable*. *Global Water Partnership Perspectives Paper* (Stockholm).
- Konikow L F 2011 *Contribution of global groundwater depletion since 1900 to sea-level rise*. *Geophysical Research Letters* 38
- Siebert S 2010 *Groundwater use for irrigation - a global inventory*. *Hydrology & Earth System Sciences* 14.
- Villholth K G 2013 *Groundwater irrigation for smallholders in Sub-Saharan Africa - a synthesis of current knowledge to guide sustainable outcomes*. *Water international* 38
- Willaarts B A et al (editors) 2014 *Water for food security and well-being in Latin America and the Caribbean*. *Fundacion Botin Water Observatory* (Madrid, Spain)

AÇÕES PRIORITÁRIAS

- elaboração de planos de manejo sustentável das águas subterrâneas para aquíferos sob pressão da agricultura irrigada, incluindo a identificação de melhores medidas de gestão da água para irrigação
- avaliação integrada e gestão conjunta de águas subterrâneas e superficiais nas principais áreas aluviais para aumentar a produtividade agrícola e evitar problemas de drenagem de terrenos
- avaliação e monitoramento cuidadosos para garantir que as práticas de irrigação de culturas e novos desenvolvimentos de irrigação não levem a problemas de salinização das águas subterrâneas
- promoção de medidas de gestão da terra pelos agricultores para aumentar as taxas de recarga das águas subterrâneas e reduzir a lixiviação de nutrientes, salinidade e pesticidas nas águas subterrâneas
- realinhamento das finanças dos governos (como preços de garantia das colheitas, subsídios à energia de bombeamento, subsídios para equipamentos de irrigação e poços de água), de modo a refletir a disponibilidade limitada de água subterrânea e o valor de serviços ecológicos perdidos – apoiando assim iniciativas para o gerenciamento sustentável de recursos