UN WATER

unesco

Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2022

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Tornar visível o invisível

Resumo executivo



O objetivo desta edição do *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos* (WWDR 2022) consiste em destacar as águas subterrâneas, chamando atenção para suas funções, suas oportunidades e seus desafios específicos no contexto do desenvolvimento, da gestão e da governança dos recursos hídricos em todo o mundo.

A água subterrânea – responsável por aproximadamente 99% de toda a água doce líquida da Terra e distribuída por todo o globo, ainda que de forma desigual – tem o potencial de fornecer às sociedades enormes benefícios sociais, econômicos e ambientais, incluindo a adaptação à mudança climática. A água subterrânea já fornece metade do volume da água captada para uso doméstico pela população mundial e cerca de 25% de toda a água captada para irrigação, abastecendo 38% das terras irrigadas do mundo. Entretanto, apesar de sua enorme importância, muitas vezes esse recurso natural é mal compreendido e, consequentemente, desvalorizado, mal administrado e até mesmo super-explorado. No contexto da crescente escassez de água em muitas partes do mundo, o vasto potencial da água subterrânea e a necessidade de administrá-la com cuidado não podem mais ser negligenciados.

No contexto da crescente escassez de água em muitas partes do mundo, o vasto potencial da água subterrânea e a necessidade de administrá-la com cuidado não podem mais ser negligenciados.

Os diversos serviços oferecidos pela água subterrânea

A capacidade dos sistemas de água subterrânea de oferecer diversos serviços depende de suas propriedades variáveis em termos geográficos e é dinamicamente influenciada por processos naturais e humanos em andamento.

Esses serviços incluem:

- *serviços de abastecimento,* que possibilitam a captação de águas subterrâneas para fins de uso (humano);
- *serviços de regulação,* que refletem a capacidade de reserva dos aquíferos para regular os regimes de quantidade e qualidade dos sistemas de água subterrânea;
- *serviços de apoio,* com os quais contam os ecossistemas dependentes de água subterrânea (*groundwater-dependent ecosystems* – GDEs) e outros recursos ambientais relacionados às águas subterrâneas; e
- *serviços culturais,* relacionados a atividades de lazer, tradição, religião ou valores espirituais, que estão associados a determinados locais, não a aquíferos.

A água subterrânea oferece uma série de oportunidades adicionais, como de expansão da geração de energia geotérmica, aumento do armazenamento para melhorar a segurança hídrica e adaptação aos impactos da mudança climática.

Os desafios

O esgotamento da água subterrânea ocorre quando a descarga excede a recarga. Embora a variabilidade e a mudança climática possam desempenhar um papel nesse processo, a maioria dos casos de esgotamento de longo prazo das reservas de água subterrânea resulta de sua captação intensiva. A taxa de esgotamento global agregado das reservas de água subterrânea é considerável: para o início do século atual, as estimativas estão entre 100 e 200 km³/ano (o que representa cerca de 15% a 25% do total da captação de água subterrânea).

A poluição da água subterrânea reduz a adequação da água captada para fins de consumo, bem como afeta os ecossistemas dependentes da água subterrânea.

Existem muitas fontes de poluição antropogênica das águas subterrâneas: a maioria delas está localizada na superfície terrestre ou em suas proximidades, mas várias outras fontes injetam poluentes na subsuperfície a uma profundidade maior abaixo da superfície. A poluição agrícola é generalizada e é uma fonte difusa que geralmente inclui grandes quantidades de nitrato, pesticidas e outros agroquímicos. A poluição das águas subterrâneas é um processo virtualmente irreversível: uma vez poluídas, as zonas de aquífero tendem a permanecer com água poluída.

Governança da água subterrânea

Os processos de *governança* da água subterrânea possibilitam a gestão, o planejamento e a implementação de políticas relativas a essa água. Isso ocorre em escalas e níveis geográficos múltiplos, incluindo as escalas regionais e transfronteiriças. A *gestão* da água subterrânea é impulsionada pela ação, com foco nas atividades de implementação prática e nas operações cotidianas. Isso ocorre com mais frequência nos níveis micro e meso.

Como a água subterrânea frequentemente é percebida como um recurso privado (ou seja, intimamente ligado à propriedade da terra e, em algumas jurisdições, tratado como propriedade privada), a regulação, assim como a governança e a gestão "de cima para baixo" são difíceis. Os governos precisam assumir plenamente seu papel de guardiões destes recursos, tendo em vista os aspectos de bem comum das águas subterrâneas.

Na África Subsaariana, as oportunidades oferecidas pelos vastos aquíferos pouco profundos seguem em grande parte subexploradas: apenas 5% das áreas equipadas para irrigação usam água subterrânea.

As leis e regulamentações nacionais regem o acesso às águas subterrâneas, bem como as atividades humanas que afetam a qualidade dessas águas. Outros instrumentos jurídicos pertinentes incluem aqueles que: fornecem acesso à água para as necessidades básicas como uma questão de direitos humanos; fornecem acesso à água subterrânea para meios de subsistência e usos de produção em pequena escala; regulam os usos da terra prejudiciais aos processos naturais de recarga e descarga de águas subterrâneas; e regulam a formação e o funcionamento de associações de usuários de águas subterrâneas com relação às responsabilidades de alocação, monitoramento e fiscalização. Os marcos legais também devem incluir a proteção das zonas de descarga e recarga e da área ao redor dos poços de abastecimento de água, bem como normas de produção sustentável, controles de captação e regulamentações de uso conjunto.

Em certas jurisdições, as águas subterrâneas são reguladas em conjunto com as águas superficiais, incluindo os rios. Nos casos em que há conflitos entre os direitos das águas subterrâneas e os direitos das águas superficiais (por exemplo, no caso de um córrego que está secando devido ao intenso bombeamento de água subterrânea nas proximidades, e vice-versa), é necessária uma abordagem de gestão conjunta.

As fontes pontuais de poluição podem ser regulamentadas por meio de licenças, bem como por meio de normas gerais de qualidade da água de efluentes e/ou do ambiente. A poluição de fontes não pontuais a partir de fontes difusas ou indistintas requer medidas de prevenção: regulamentação do uso da terra e/ou imposição de melhores práticas agrícolas e ambientais.

Agricultura

A água subterrânea é um recurso essencial para a agricultura irrigada, para a agropecuária e outras atividades agrícolas, incluindo o processamento de alimentos. A fim de atender às demandas globais de água e agricultura até 2050, incluindo um aumento estimado de 50% da demanda por alimentos, rações e biocombustíveis em relação aos níveis de 2012, é de vital importância aumentar a produtividade agrícola por meio da intensificação sustentável da captação de águas subterrâneas, e ao mesmo tempo reduzir as pegadas hídricas e ambientais da produção agrícola.

Quando há uma fonte perene e confiável de água subterrânea de pouca profundidade, a água subterrânea pode ser uma fonte importante para os pequenos agricultores. Regiões que dependem fortemente da água subterrânea para irrigação incluem a América do Norte e o Sul da Ásia, onde respectivamente 59% e 57% das áreas equipadas para irrigação usam água subterrânea. Na África Subsaariana, as oportunidades oferecidas pelos vastos aquíferos pouco profundos seguem em grande parte subexploradas: apenas 5% das áreas equipadas para irrigação usam água subterrânea.

Estima-se que a poluição agrícola tenha superado a contaminação de assentamentos e indústrias como o principal fator na degradação das águas interiores e costeiras. O nitrato, proveniente de fertilizantes químicos e orgânicos, é o contaminante antropogênico predominante nas águas subterrâneas em todo o mundo. Os inseticidas, herbicidas e fungicidas, quando usados ou descartados de forma indevida, podem poluir as águas subterrâneas com carcinogênicos e outras substâncias tóxicas.

As evidências sugerem que as leis e regulamentações destinadas a prevenir ou limitar a poluição difusa das águas subterrâneas por meio da agricultura, e especialmente sua aplicação, geralmente são brandas. As políticas referentes à poluição da água na agricultura devem fazer parte de um marco abrangente de políticas agrícolas e hídricas em escala nacional, de bacias hidrográficas e aquíferos.

A eletrificação rural tem sido o principal impulsionador do desenvolvimento das águas subterrâneas, especialmente em locais onde as redes elétricas rurais foram ampliadas para áreas que, de outra forma, teriam contado com energia eólica e de diesel. Os avanços da tecnologia solar testemunharam o desenvolvimento de sistemas de irrigação movidos a energia solar (*solar-powered irrigation systems* – SPIS), adotados em escala para atender às atividades agrícolas. Entretanto, existe um risco de uso insustentável da água, caso a implementação dos SPIS não seja devidamente administrada e regulamentada.

Ocupações humanas

A água subterrânea proporciona a única maneira viável e financeiramente acessível de estender o acesso básico à água às populações rurais não atendidas em grande parte do mundo.

A dependência da água subterrânea em inúmeras cidades parece estar se intensificando, de modo que a estimativa é de que quase 50% da população urbana mundial seja abastecida por fontes de água subterrânea. No entanto, muitas pessoas pobres vivem em ocupações periurbanas, que não são planejadas nem regularizadas, e onde não há infraestrutura e os serviços hídricos públicos não são fornecidos.

Nas economias em desenvolvimento, o uso de poços de água privados para o abastecimento próprio no meio urbano proliferou nos últimos anos. A prática geralmente começa como uma estratégia de enfrentamento diante de um abastecimento de água canalizada irregular ou indevido e, em seguida, se perpetua ao longo do tempo como uma estratégia de redução de custos para se evitar o pagamento de tarifas de água mais altas.

O impacto do saneamento indevido ou impróprio nas águas subterrâneas é observado em áreas urbanas onde a coleta do esgoto principal é baixa, e a maior parte dos resíduos fecais domésticos é despejada em latrinas de fossa. As distribuidoras de água devem atribuir uma ênfase muito mais consistente na proteção de suas fontes essenciais de poços de água/nascentes, por meio da restrição de culturas agrícolas e do desenvolvimento habitacional em suas zonas de captação de água subterrânea, a fim de proteger a saúde pública e reduzir o custo do abastecimento de água.

A água subterrânea proporciona a única maneira viável e financeiramente acessível de estender o acesso básico à água às populações rurais não atendidas em grande parte do mundo. Esse é especialmente o caso da África Subsaariana e do Sul da Ásia, onde a população rural é grande, mas dispersa.

A coexistência de saneamento local e abastecimento de água subterrânea é uma grave preocupação para fontes de pouca profundidade. Estima-se que a contaminação persistente de fontes de águas subterrâneas rurais com patógenos afete cerca de 30% do total das instalações. Ela geralmente afetará mais os marginalizados (com frequência, mulheres e meninas apresentam um risco desproporcional de doenças devido a patógenos e toxinas, como resultado de sua exposição a águas residuais).

As ocupações, tanto temporárias quanto permanentes, de pessoas deslocadas exigem uma menção especial. Essas ocupações costumam ter alta densidade populacional, mas se enquadram entre as categorias urbana e rural. Nesses casos, é vital a construção de poços de água bem projetados, em conjunto com sistemas de saneamento devidamente organizados e bem mantidos.

Indústria

Exemplos de indústrias que captam água subterrânea incluem as de manufatura, mineração, petróleo e gás, eletricidade, engenharia e construção. Indústrias com alta dependência de água subterrânea, por meio de cadeias de fornecimento, incluem os setores de vestuário, alimentos e bebidas. Diversos processos industriais utilizam os recursos hídricos subterrâneos em locais onde a disponibilidade de água superficial é limitada em quantidade, mas também em situações em que a qualidade é importante.

A descarga e a infiltração no solo de efluentes industriais não tratados ou parcialmente tratados podem poluir as águas subterrâneas. A saúde humana e o meio ambiente também podem ser colocados em uma situação de riscos significativos, como resultado da contaminação do solo e da lixiviação de depósitos de lixo ("lixões") industriais antigos e não projetados, e minas abandonadas.

Muitos processos industriais necessitam de uma grande quantidade de água para lavar e limpar seus produtos no fim da produção, para separar os resíduos dos produtos químicos do processamento. O uso de água subterrânea para fins de resfriamento depende muito da localização e do tipo de indústria e, portanto, varia amplamente de país a país. Construções subterrâneas, como túneis, frequentemente exigem a eliminação temporária ou permanente de água.

As indústrias de petróleo, gás e mineração, por meio de suas diversas atividades, podem ter amplos dados internos sobre a localização, a extensão e as características dos aquíferos.

Em muitos casos, as minas requerem a eliminação de água de forma frequente ou contínua para operar, e há o risco de contaminar um aquífero local, que pode ser uma fonte de água potável. O descarte da água também apresenta desafios para o tratamento quando ela estiver contaminada pelas atividades de mineração. No entanto, as indústrias de petróleo, gás e mineração, por meio de suas diversas atividades, podem ter amplos dados internos sobre a localização, a extensão e as características dos aquíferos. Esses dados podem ser muito úteis para hidrogeólogos, governos e empresas de abastecimento de água.

O setor de energia também pode ter efeitos profundos na qualidade da água subterrânea. O carvão usado na geração de eletricidade térmica pode afetar de forma significativa a qualidade da água subterrânea, como resultado da lixiviação por meio de depósitos de resíduos de cinzas de carvão. A atividade de fraturamento (*fracking*) para gás natural, especialmente em aquíferos pouco profundos, também pode apresentar riscos consideráveis de contaminação das águas subterrâneas. As fontes de poluição incluem águas residuais da água de formação, água de refluxo e líquidos de perfuração e fraturamento.

Atualmente, o setor financeiro exerce uma influência considerável sobre o investimento sustentável e isso terá um efeito consequente, favorecendo clientes da indústria e do setor energético que usam as águas subterrâneas de maneira sustentável e incentivando outros a fazê-lo.

Ecossistemas

Ecossistemas dependentes da água subterrânea (GDEs) podem ser encontrados em várias paisagens, de vales com altas montanhas ao fundo do oceano e até mesmo desertos.

A descarga de água subterrânea suporta as vazões de base de córregos e rios, uma fonte de água essencial que determina o risco de secar durante os períodos de seca. Em todos os biomas ao redor do mundo, os ecossistemas terrestres dependem da água subterrânea onde quer que ela seja acessível às plantas. Poços de água (*water holes*) em ambientes áridos costumam ser alimentados unicamente por água subterrânea e, portanto, essa água é crucial para sustentar as complexas redes alimentares de ambientes áridos, como as savanas. Zonas ribeirinhas, pântanos e outros corpos de água superficial geralmente também dependem das águas subterrâneas.

Os GDEs também sustentam serviços essenciais do ecossistema. GDEs aquáticos e terrestres fornecem habitats, sustentam a biodiversidade, atuam como reservas em enchentes e secas, e fornecem alimentos e serviços culturais. Os GDEs desempenham funções essenciais na proteção de aquíferos contra a contaminação, assegurando uma separação física, possibilitando processos biofísicos como filtração, biodegradação e sorção de contaminantes, facilitando e protegendo a recarga natural.

O bem-estar compartilhado da água subterrânea, dos ecossistemas e dos seres humanos pode ser aprimorado pela gestão da água subterrânea, pela gestão conjunta da água e da terra, por soluções baseadas na natureza e por uma melhor proteção do ecossistema. Embora com frequência a gestão das águas subterrâneas tenha como foco as próprias águas subterrâneas ou os aquíferos, tais águas e os ecossistemas precisam ser administrados em conjunto para assegurar o fornecimento contínuo de serviços ambientais fundamentais.

Mudança climática

A mudança climática impacta diretamente a recarga natural das águas subterrâneas por meio de sua influência na precipitação e no escoamento de águas superficiais, incluindo córregos intermitentes, pântanos e lagos. Entretanto, ainda persiste uma incerteza substancial nas projeções globais da magnitude dos impactos da mudança climática na recarga das águas subterrâneas.

Um impacto observado e generalizado das alterações no clima que influenciam a reposição das águas subterrâneas é a intensificação da precipitação. Em áreas com saneamento inadequado, chuvas intensas podem liberar patógenos microbianos fecais e produtos químicos por meio de solos rasos até o lençol freático.

O aumento global do nível do mar (*sea level rise* – SLR) induziu a intrusão da água do mar em aquíferos costeiros no mundo todo. No entanto, o impacto do SLR isoladamente na intrusão de água do mar muitas vezes é proporcionalmente inferior à captação de águas subterrâneas. No entanto, o impacto do SLR isoladamente na intrusão de água do mar é proporcionalmente inferior à captação de águas subterrâneas. Os impactos da mudança climática nas águas subterrâneas podem ser maiores por meio de seus efeitos indiretos na demanda de água para irrigação, por meio do aumento da evapotranspiração.

O desenvolvimento de fontes de água que sejam resilientes à mudança climática envolverá, em muitas partes do mundo, o uso de águas subterrâneas em conjunto com rios, lagos e outros reservatórios de água superficial.

O desenvolvimento de fontes de água que sejam resilientes à mudança climática envolverá, em muitas partes do mundo, o uso de águas subterrâneas em conjunto com rios, lagos e outros reservatórios de água superficial. As adaptações à mudança climática baseadas na água subterrânea exploram o armazenamento distribuído dessa água, assim como a capacidade dos sistemas de aquíferos de armazenar excedentes de água sazonais ou episódicos. Elas incorrem em perdas substancialmente menores por evaporação do que a infraestrutura convencional, como as barragens de superfície.

O desenvolvimento da energia geotérmica, uma fonte de energia sustentável, desempenha um papel importante na redução das emissões de dióxido de carbono (CO_2). Aquíferos profundos também podem ser usados para captura e sequestro de carbono, o processo de armazenamento desse elemento para conter o acúmulo de CO_2 na atmosfera.

Perspectivas regionais

África Subsaariana

A África possui grandes recursos de água subterrânea. Embora nem todo esse armazenamento de água subterrânea esteja disponível para captação, o volume é estimado em mais de 100 vezes o da renovação anual dos recursos de água doce da região. O desenvolvimento da água subterrânea tem um grande potencial para garantir o rápido incremento do abastecimento de água na África Subsaariana, tanto para a sobrevivência humana quanto para a promoção do desenvolvimento econômico. Cerca de 400 milhões de pessoas que vivem na África Subsaariana ainda não têm acesso aos serviços hídricos mais básicos.

A maioria dos países da África Ocidental e Central tem pouco armazenamento de água subterrânea, mas muita precipitação anual e, portanto, uma recarga regular. Por outro lado, muitos países na África Oriental e Austral têm um armazenamento considerável de água subterrânea, apesar dos níveis muito baixos de recarga. Esse armazenamento proporciona uma reserva significativa, antes que a extração tenha impacto sobre o sistema de água subterrânea regional. Entretanto, o bombeamento de água subterrânea atual ocorrerá, em última análise, às custas das gerações futuras.

Apenas 3% do total das terras cultivadas na África Subsaariana são irrigadas, e somente 5% delas são irrigadas com água subterrânea. O desenvolvimento dessa água pode funcionar como um catalisador do crescimento econômico, aumentando a extensão das áreas irrigadas e, portanto, melhorando as safras agrícolas e a diversidade de culturas. O desenvolvimento adicional das águas subterrâneas na África Subsaariana atualmente não está limitado pela escassez dessas águas, mas pela falta de investimentos, principalmente em infraestrutura, instituições, profissionais capacitados e conhecimento sobre o recurso.

A maior parte dos recursos hídricos subterrâneos dos Estados Árabes não são renováveis e devem ser administrados tendo em mente que são recursos finitos.

Europa e América do Norte

As características e a disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos variam entre as regiões pan-europeia e norte-americana, assim como dentro delas, refletindo as diferenças na geologia e na hidrologia. A parcela da água subterrânea na captação total de água doce também varia muito de um país para outro.

Em muitos países da Europa, as águas subterrâneas são usadas principalmente para consumo, o que reforça a necessidade de se controlar a qualidade da água, considerando os potenciais riscos à saúde. Com maior frequência, os poluentes que causam uma má condição química na União Europeia (UE) são os nitratos, bem como os pesticidas. Embora os poluentes da agricultura dominem, os produtos químicos industriais e as substâncias relacionadas à mineração também levam à poluição química das águas subterrâneas em vários distritos de bacias hidrográficas. Existe a necessidade de se ter mais informações sobre esses poluentes "novos" (ou "emergentes").

Além da necessidade de colaboração entre os diferentes usuários da água em um determinado país, há uma crescente conscientização quanto à natureza transfronteiriça de muitos recursos hídricos subterrâneos e, portanto, quanto à necessidade de cooperação entre as jurisdições.

Normalmente, o monitoramento da água subterrânea e a especialização nesse tema são realizados por instituições especializadas, enquanto a implementação de instrumentos de política de recursos hídricos exige cooperação entre as instituições. Na verdade, muitas pressões e muitos fatores determinantes são os mesmos para as águas subterrâneas e as superficiais. Por fim, estão sendo desenvolvidos políticas e esforços integrados para assegurar a coerência.

América Latina e Caribe

Em função da relativa abundância de águas superficiais e do nível limitado do uso de águas subterrâneas, menos de 30% da água doce captada na América Latina e no Caribe vêm de fontes subterrâneas. Nos países que dependem dessas águas, cerca de metade da extração é usada para irrigação, um terço para uso doméstico e o restante para uso industrial.

Em toda a região, existem deficiências na proteção e no monitoramento das águas subterrâneas, o que dá lugar à sua exploração intensa e/ou contaminação, o que, em última análise, coloca em risco sua sustentabilidade e o acesso à água pelas populações mais vulneráveis, que dependem dessas fontes de água subterrânea para seu abastecimento de água potável.

A água subterrânea exerce um papel importante nos sistemas de abastecimento hídrico da maioria das cidades latino-americanas, embora nem sempre seja a principal fonte de abastecimento. Ela também representa 50% da água usada pelo setor industrial. No Caribe, onde a água superficial tende a ser relativamente escassa, a água subterrânea representa cerca de 50% da água captada.

Uma vez que a importância dos aquíferos para os ecossistemas da região, para o desenvolvimento social e para as atividades econômicas aumentará ainda mais no futuro próximo, a região precisa avançar em processos políticos que harmonizem a tomada de decisões, o monitoramento e a gestão das águas subterrâneas, tanto no âmbito nacional quanto no internacional.

Ásia e Pacífico

A região da Ásia–Pacífico é a maior captadora de água subterrânea do mundo, incluindo sete dos dez países que mais extraem esse recurso (Bangladesh, China, Índia, Indonésia, Irã, Paquistão e Turquia). Sozinhos, esses países respondem por cerca de 60% da captação total de água subterrânea do mundo.

Esses benefícios socioeconômicos do uso da água subterrânea têm especial importância para o setor agrícola. Os setores industrial e municipal também são usuários importantes. Embora a água subterrânea seja abundante na maior parte da região, seu esgotamento tem gerado preocupações sobre a sustentabilidade do uso da água subterrânea em diferentes áreas da Ásia Central, da China, do Sul da Ásia e em alguns centros urbanos do Sudeste Asiático.

A contaminação das águas subterrâneas por processos antropogênicos e geogênicos é uma preocupação adicional. Os impactos da mudança climática na variabilidade da precipitação aumentam ainda mais a pressão sobre os recursos hídricos subterrâneos, particularmente em áreas com clima de semiárido a árido e em pequenos Estados insulares em desenvolvimento (SIDS).

Embora em toda a região existam práticas de gestão e sistemas institucionais, judiciais e regulatórios para tratar das questões referentes à água subterrânea, a governança do recurso é um desafio em função do regime de acesso irrestrito vigente em muitos países. Uma melhor governança das águas subterrâneas, com apoio popular e capacidade de execução, é extremamente necessária.

Os dados sobre águas subterrâneas coletados com fundos públicos devem ser de acesso livre.

Estados Árabes

Os Estados Árabes são uma das regiões mais carentes de água em todo o mundo; a água subterrânea é a fonte de água mais confiável em pelo menos 11 dos 22 países. A extração excessiva de água subterrânea em muitas partes da região levou ao declínio dos lençóis freáticos, especialmente em áreas agrícolas e de alta densidade populacional. Isso é particularmente alarmante, pois as águas subterrâneas são a principal fonte de água para grupos vulneráveis que não estão formalmente conectados aos sistemas de distribuição ou não têm acesso a fontes públicas. Práticas agrícolas insustentáveis, bem como indústrias e a urbanização, estão impactando de maneira significativa a qualidade da água subterrânea.

A maior parte dos recursos hídricos subterrâneos dos Estados Árabes não são renováveis e devem ser administrados tendo em mente que são recursos finitos. Entretanto, o monitoramento da extração de água subterrânea continua sendo difícil, apesar do surgimento de novas tecnologias. Isso complica a gestão das águas subterrâneas, especialmente em um contexto transfronteiriço. Infelizmente, existem poucos casos de cooperação relacionada a águas subterrâneas na região.

A importância da água subterrânea para a segurança hídrica da região em um cenário de mudança climática requer uma melhor governança, por meio de políticas e legislações, abordagens de gestão inovadoras, uso aprimorado de tecnologias, financiamento direcionado à melhor compreensão do recurso e uma maior cooperação regional.

Desenvolvimento e atualização da base de conhecimento

O Resumo de Atualização do Progresso do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6 da ONU ressalta a questão da falta de dados sobre água subterrânea e de iniciativas de monitoramento dessa água, enfatizando que tal monitoramento é uma “área negligenciada”.

A água subterrânea deve ser monitorada ao longo do tempo em termos de quantidade e qualidade, a fim de produzir conhecimento sobre o comportamento e a situação dos aquíferos e identificar possíveis mudanças negativas, como superexploração, recarga reduzida (incluindo os efeitos da mudança climática) e poluição. A recarga da água subterrânea geralmente é estimada, em vez de ser diretamente mensurada. Os aquíferos altamente vulneráveis que fornecem serviços às pessoas e ao meio ambiente precisam ser monitorados com maior frequência.

O conhecimento científico em hidrogeologia e os métodos e ferramentas disponíveis são suficientes para abordar a maioria das questões relativas à gestão de águas subterrâneas. O desafio reside mais na escassez de dados confiáveis para avaliações da água subterrânea de áreas específicas e para a análises de cenários. Uma vez que todos os aquíferos e seus limites são únicos, é essencial realizar avaliações práticas da real situação das águas subterrâneas, para possibilitar a formulação de políticas e a gestão racional dos recursos hídricos subterrâneos.

Embora muitas vezes seja relativamente caro, o monitoramento é um investimento inteligente: a identificação de problemas em um estágio inicial pode ter uma relação custo–benefício altamente positiva, possibilitando que medidas de mitigação sejam implementadas antes que ocorra uma deterioração grave do recurso. Os programas convencionais de monitoramento podem ser ampliados por iniciativas de ciência cidadã, que também podem promover a integração do conhecimento local na caracterização hidrogeológica e nas avaliações do sistema de água subterrânea. Técnicas de sensoriamento remoto também têm sido utilizadas pela comunidade científica para aperfeiçoar o monitoramento e a estimativa dos recursos hídricos subterrâneos.

O compartilhamento de dados e informações costuma apresentar falhas, especialmente em países de renda baixa. Os dados sobre águas subterrâneas coletados com fundos públicos devem ser de acesso livre. As empresas privadas devem divulgar dados e informações relevantes sobre os parâmetros de subsuperfície relacionados à água que melhorariam a avaliação e a gestão das águas subterrâneas. Por exemplo, dados geofísicos e de poços obtidos durante a exploração de petróleo e gás podem melhorar o conhecimento sobre a extensão e os parâmetros do aquífero.

Em muitos países de renda baixa e média, há falta de capacidades hidrogeológicas, mesmo quando as águas subterrâneas constituem a maior parte de seus recursos hídricos gerenciados. Frequentemente, isso abrange tanto a capacidade técnica quanto a institucional.

Política e planejamento

A implementação de várias ferramentas de gestão de águas subterrâneas depende, em primeiro lugar, de se dispor de marcos legais e institucionais vigentes que concedam autoridade para seu uso e sua fiscalização.

Muitas vezes, a adoção de uma política de águas subterrâneas tem como foco principal o uso dessas águas após a captação. Isso está muito distante da boa gestão do aquífero, que requer atenção ao uso do solo, à reposição, à proteção e à implementação de medidas que visam a preservar os serviços e as funções do sistema de águas subterrâneas.

Qualquer "visão de gestão de águas subterrâneas" nacional deve estar integrada a uma visão nacional de recursos hídricos, em diálogo com agentes que vão de usuários e técnicos locais especializados em água subterrânea a cientistas, formuladores de políticas e investidores. A política de águas subterrâneas deve depender da condição legal e da natureza da propriedade dessa água (se é pública ou privada), bem como de fatores como os usuários da água, as características inter-relacionadas das águas superficiais e os usos do solo em áreas de recarga de aquíferos. Ela também deve proporcionar um processo de tomada de decisões integrado para os recursos hídricos subterrâneos e sistemas de aquíferos, bem como vincular-se a outros setores da sociedade, além do setor hídrico – como desenvolvimento socioeconômico, igualdade de gêneros e redução da pobreza, alimentos e energia, ecossistemas, mudança climática e saúde humana.

As políticas, as estratégias e os planos devem ser adaptados ao contexto local, com base nas prioridades e nas aspirações da população local, e devem ser fundamentados em evidências científicas sólidas. Os planos podem ser elaborados como um esforço cooperativo entre os ministérios nacionais, as agências regionais e locais e outras partes interessadas relevantes, com base no diálogo e no apoio técnico inclusivo (por exemplo, mapeamento participativo), para possibilitar a propriedade conjunta do processo e do resultado. O processo produz um documento formal que pode ser validado, com medidas e indicadores com prazo que podem ser monitorados, assim como resultados e impactos/efeitos que podem ser avaliados.

Gestão das águas subterrâneas

A gestão das águas subterrâneas tem como finalidade controlar a captação e a qualidade dessas águas, bem como considerar os efeitos de sua captação nos ecossistemas, nas águas superficiais, na sedimentação do solo e em outros fatores. Talvez um dos componentes mais importantes da gestão das águas subterrâneas seja o controle da localização e da quantidade de captações de água do aquífero.

A implementação de várias ferramentas de gestão de águas subterrâneas depende, em primeiro lugar, de se dispor de marcos legais e institucionais vigentes que concedam autoridade para seu uso e sua fiscalização. Entretanto, nem toda a gestão ocorre por meio do governo. As comunidades e/ou os próprios usuários das águas subterrâneas podem, de forma independente, optar por gerenciar áreas de poços e as captações dessas águas.

A abordagem mais sustentável e custo-efetiva para gerenciar a qualidade das águas subterrâneas consiste em assegurar sua proteção adequada, evitando assim a contaminação. Isso pode ser realizado por meio do mapeamento de vulnerabilidades, do desenvolvimento de zonas de proteção da água subterrânea e do planejamento do uso da terra.

Atenção especial deve ser conferida à gestão conjunta dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e ao potencial das soluções "baseadas na natureza". A integração com a gestão ambiental, a gestão do uso do solo e a gestão do espaço e dos recursos da subsuperfície são questões importantes no âmbito da gestão integrada. A recarga gerenciada de aquíferos (*managed aquifer recharge* – MAR) é uma abordagem integrada que possibilita o reabastecimento de aquíferos para complementar as barragens de armazenamento e fornece uma alternativa custo-efetiva que minimiza a evaporação e os impactos ambientais. A MAR também pode ser utilizada para reter águas pluviais urbanas não coletadas e água reciclada, para disponibilizá-las ao uso produtivo, quando for necessário. Na escala da bacia hidrográfica, a MAR pode ser utilizada para manter vazões ambientais e a sua disponibilidade, dosando as descargas de água para um córrego. Nos últimos 60 anos, a aplicação da MAR aumentou 10 vezes, mas ainda há amplo espaço para expansão, dos atuais 10 km³/ano para provavelmente cerca de 100 km³/ano.

Aquíferos transfronteiriços

Os aquíferos transfronteiriços incluem um fluxo natural de águas subterrâneas que cruza uma fronteira internacional. Assim, ações sobre o aquífero em um país, como extração intensa ou contaminação, podem ter um impacto significativo no outro lado da fronteira.

A gestão de aquíferos transfronteiriços frequentemente sofre pela falta de vontade institucional e de recursos para coletar as informações necessárias, especialmente no âmbito local. Coordenar, harmonizar e compartilhar dados são ações que representam a primeira etapa na cooperação entre países vizinhos. Essas ações são essenciais para se chegar a um acordo sobre um modelo conceitual confiável do aquífero, o que, por sua vez, é um pré-requisito para a formulação de planos de gestão. A integração de considerações de gêneros na cooperação transfronteiriça gera oportunidades para uma gestão de águas subterrâneas mais igualitária em termos sociais.

Com uma frequência cada vez maior, os aquíferos transfronteiriços fazem parte de acordos de cooperação hídrica mais amplos, desenvolvidos para bacias hidrográficas transfronteiriças.

A legislação internacional relativa à água inicialmente foi desenvolvida para as águas superficiais, mas, com uma frequência cada vez maior, os aquíferos transfronteiriços fazem parte de acordos de cooperação hídrica mais amplos, desenvolvidos para bacias hidrográficas transfronteiriças. Isso ilustra a crescente conscientização sobre a importância dos aquíferos transfronteiriços.

No mundo todo há iniciativas de cooperação científica, no campo de projetos técnicos sobre aquíferos transfronteiriços. Essas iniciativas podem apresentar vários escopos, alguns deles visando à avaliação científica conjunta, enquanto outros abordam a gestão de questões específicas. Nesses casos, o papel dos doadores e das organizações regionais e internacionais pode ser crucial, especialmente quando os países em questão não estão em condições de igualdade a respeito das capacidades, do conhecimento e das informações, ou quando falta confiança.

Financiamento

Diferentemente do que ocorre com as águas superficiais, em que os custos de capital tendem a ser cobertos pelo setor público, a infraestrutura de desenvolvimento das águas subterrâneas geralmente é financiada pelo usuário final, seja uma indústria, uma família, um agricultor ou uma comunidade. Os usuários acessam o recurso de forma direta e descentralizada. Assim, o usuário final investe seu capital privado no custo de acesso às águas subterrâneas, que geralmente consiste em um custo fixo para um poço e um custo variável para o bombeamento. Em alguns países, pode ser cobrada uma taxa de captação ou uma tarifa de água subterrânea, mas essas taxas e tarifas raramente refletem os verdadeiros custos e o valor do recurso.

Os governos devem avaliar e aceitar sua função potencial na promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos subterrâneos conforme as condições locais, bem como usar os recursos financeiros limitados de maneira mais eficiente por meio de iniciativas personalizadas. Os orçamentos governamentais devem, no mínimo, financiar o monitoramento das águas subterrâneas – sua qualidade e quantidade, e os custos operacionais e de manutenção relacionados – e alavancar os investimentos privados por meio do financiamento de iniciativas de gestão e exploração inicial.

Há uma oportunidade de integrar melhor o desenvolvimento e a gestão sustentáveis da água subterrânea como parte de outros projetos e iniciativas do setor hídrico. Por exemplo, o armazenamento e a captação de águas subterrâneas podem ser incluídos como parte do abastecimento de água urbano, para acrescentar segurança e flexibilidade no caso da variação sazonal de recursos. Isso possibilitaria alavancar ainda mais o financiamento existente da Assistência Oficial ao Desenvolvimento (AOD), das tarifas de abastecimento de água e saneamento e até mesmo de parcerias público–privadas (PPPs). Taxas e impostos cobrados em outros setores, como na agricultura, também podem ajudar a financiar iniciativas relacionadas à água subterrânea e reduzir potenciais externalidades negativas.

Em muitos países, atividades de outros setores com financiamento público contribuem para o esgotamento ou a poluição dos recursos hídricos subterrâneos. Por exemplo, subsídios do setor de energia que incentivam a extração excessiva de água subterrânea, com a redução das tarifas de eletricidade, ou subsídios agrícolas que incentivam plantações com alta demanda de água, podem se tornar incentivos perversos. Reformular subsídios prejudiciais e alinhá-los às políticas de águas subterrâneas devem ser medidas integrantes da agenda de financiamentos direcionados à água.

Seguir em frente

É essencial que os países se comprometam com o desenvolvimento de um marco adequado e eficaz para a governança das águas subterrâneas.

A Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) e o Conselho de Direitos Humanos reconhecem que o acesso igualitário à água potável segura e limpa e ao saneamento são direitos humanos distintos. Espera-se que os Estados-membros da ONU concretizem os direitos humanos à água potável segura e ao saneamento por meio de planos ou estratégias de ação – uma vez que a água subterrânea é um componente essencial do abastecimento de água e do saneamento – destinados à proteção das águas subterrâneas e à recarga dos aquíferos.

É essencial que os países se comprometam com o desenvolvimento de um marco adequado e eficaz para a governança das águas subterrâneas. Isso exige que os governos tomem a liderança e assumam a responsabilidade de estabelecer e manter uma estrutura de governança plenamente operacional e que inclua: base de conhecimento; capacidade institucional; leis, regulamentações e sua execução; política e planejamento; participação das partes interessadas; e financiamento adequado. Também é responsabilidade dos países assegurar que suas políticas e seus planos sejam totalmente implementados (gestão das águas subterrâneas). É imperativo que os governos assumam sua função de guardiões dos recursos tendo em vista os aspectos de bem comum das águas subterrâneas, que assegurem que o acesso – e o lucro resultante – das águas subterrâneas seja distribuído de forma igualitária, e que o recurso permaneça disponível para as gerações futuras.

Coda

Os recursos hídricos subterrâneos totais da Terra representam um enorme suprimento de água doce. Em um mundo com uma demanda cada vez maior por água, no qual os recursos hídricos superficiais frequentemente são escassos e estão cada vez mais sob estresse, o valor da água subterrânea está prestes a ser progressivamente reconhecido por todos como um recurso que, há milênios, possibilita o florescimento das sociedades humanas.

Entretanto, apesar de sua abundância geral, as águas subterrâneas permanecem vulneráveis à superexploração e à poluição, processos que podem ter efeitos devastadores sobre o recurso e sobre sua disponibilidade. Explorar todo o potencial das águas subterrâneas exigirá esforços sólidos e combinados para administrá-las e usá-las de maneira sustentável. E tudo começa quando se torna visível o invisível.

Elaborado pelo WWAP | Richard Connor e Michela Miletto

Esta publicação foi produzida pelo WWAP em nome da UN-Water.

Ilustração da capa: Davide Bonazzi

Tradução: Global Languages Comunicação Corporativa Serviços e Comércio de Livros Técnicos

Design e layout: Marco Tonsini



© UNESCO 2022

As indicações de nomes e a apresentação do material ao longo desta publicação não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte da UNESCO a respeito da condição jurídica de qualquer país, território, cidade, região ou de suas autoridades, tampouco da delimitação de suas fronteiras ou limites. As ideias e opiniões expressas nesta publicação são as de seus autores e não refletem necessariamente as da UNESCO, nem comprometem a Organização.

Para mais informações relativas a direitos autorais e licenciamento, acesse o relatório completo, disponível em https://en.unesco.org/wwap.

Programa Mundial da UNESCO para Avaliação dos Recursos Hídricos
Escritório do Programa de Avaliação Global da Água
Divisão de Ciências da Água, UNESCO
06134 Colombella, Perúgia, Itália
Email: wwap@unesco.org
https://en.unesco.org/wwap



Nós reconhecemos com gratidão o apoio financeiro fornecido pelo Governo da Itália e pela *Regione Umbria*.

Esta tradução foi possível com o valioso apoio da Representação da UNESCO no Brasil.





Regione Umbria

SC-2022/WS/3