

Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020

# ÁGUA E MUDANÇA CLIMÁTICA

Resumo executivo



A mudança climática afetará a disponibilidade, a qualidade e a quantidade de água para as necessidades humanas básicas, ameaçando o aproveitamento efetivo do direito humano à água e ao saneamento para, potencialmente, bilhões de pessoas. As mudanças hidrológicas induzidas pela mudança climática acrescentarão desafios à gestão sustentável dos recursos hídricos, que já estão sob forte pressão em muitas regiões do mundo.

Segurança alimentar, saúde humana, assentamentos urbanos e rurais, produção de energia, desenvolvimento industrial, crescimento econômico e ecossistemas são todos dependentes da água e, portanto, vulneráveis aos impactos da mudança climática. A adaptação e a mitigação à mudança climática por meio da gestão da água são, portanto, cruciais para o desenvolvimento sustentável, e essenciais para o cumprimento da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, o Acordo de Paris sobre Mudança Climática e o Marco de Sendai para a Redução de Riscos de Desastres.

## Impactos sobre os recursos hídricos

O consumo mundial de água aumentou em seis vezes nos últimos cem anos, e continua a crescer de forma constante a uma taxa de cerca de 1% ao ano como resultado do aumento populacional, do desenvolvimento econômico e das mudanças nos padrões de consumo. Aliado a um abastecimento de água cada vez mais irregular e incerto, a mudança climática agravará a situação de regiões que já apresentam escassez de água, e provocará estresse hídrico em regiões onde os recursos hídricos atualmente ainda são abundantes. A escassez física de água é muitas vezes um fenômeno sazonal, e não crônico, e a mudança climática tende a causar mudanças na disponibilidade sazonal de água ao longo do ano em vários lugares.

A mudança climática se manifesta, dentre outros aspectos, no aumento da frequência e da magnitude de eventos extremos, como ondas de calor, chuvas sem precedentes, tempestades e eventos de marés ciclônicas.

**Muito dos impactos da mudança climática se manifestarão nas zonas tropicais, onde está localizada a maior parte dos países em desenvolvimento.**

A qualidade da água será prejudicada em decorrência das temperaturas mais elevadas, redução do oxigênio dissolvido e, portanto, uma reduzida capacidade de autodepuração dos corpos de água doce. Existem riscos adicionais de poluição hídrica e contaminação patogênica causadas por inundações ou por concentrações mais altas de poluentes durante os períodos de seca.

Muitos ecossistemas, especialmente florestas e zonas úmidas, também estão em risco. A degradação dos ecossistemas não somente acarretará a perda de biodiversidade, mas afetará também a prestação de serviços ecossistêmicos relacionados à água, como a sua depuração, a captura e o armazenamento de carbono e a proteção natural a inundações, bem como a provisão de água para a agricultura, a pesca e o lazer.

Muito dos impactos da mudança climática se manifestarão nas zonas tropicais, onde está localizada a maior parte dos países em desenvolvimento. Pequenos Estados insulares em desenvolvimento são tipicamente vulneráveis, nos aspectos ambiental e socioeconômico, a desastres e à mudança climática, e muitos deles vivenciarão um aumento do estresse hídrico. Em todo o planeta, espera-se que as terras áridas se expandam significativamente. Espera-se que o degelo acelerado das geleiras tenha um efeito negativo sobre os recursos hídricos de regiões montanhosas e suas planícies adjacentes.

Apesar das crescentes evidências de que a mudança climática afetará a disponibilidade e a distribuição dos recursos hídricos, algumas incertezas permanecem, especialmente nas escalas local e de bacia. Embora não haja muita discordância sobre os aumentos de temperatura, que foram simulados por diferentes modelos de circulação geral (MCGs) em condições de cenários específicos, existe maior variabilidade e ambiguidade nas tendências de precipitação projetadas. Muitas vezes, as tendências em extremos (precipitação mais intensa, calor, secas prolongadas) mostram uma direção mais clara do que as tendências em precipitação anual total e padrões sazonais.

## Adaptação e mitigação

A adaptação e a mitigação são estratégias complementares para a gestão e a redução dos riscos da mudança climática.

A adaptação abrange uma combinação de opções naturais, tecnológicas e de infraestrutura, bem como medidas sociais e institucionais para moderar danos ou aproveitar as oportunidades benéficas da mudança climática. Existem opções de adaptação em todos os setores relacionados à água, e estas devem ser analisadas e aplicadas sempre que possível.

A mitigação envolve intervenções humanas para reduzir as fontes ou aprimorar os sumidouros de gases de efeito estufa (GEEs). Embora as opções de mitigação também estejam disponíveis em todos os principais setores relacionados à água, elas permanecem amplamente não reconhecidas.

## Marcos políticos internacionais

No âmbito da Agenda 2030, a água serve como um elemento de conexão (frequentemente) não reconhecido, mas essencial para alcançar os diferentes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Como tal, a incapacidade de se adaptar à mudança climática não somente coloca em risco a realização do ODS 6 (o “objetivo da água”), mas também compromete a consecução da maioria dos outros ODS. Além disso, embora o ODS 13, “tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos”, inclua metas e indicadores específicos, não existe um mecanismo formal que vincule o ODS 13 aos objetivos do Acordo de Paris, o que resulta em processos paralelos.

***Os desafios do desenvolvimento, a erradicação da pobreza e a sustentabilidade estão intrinsecamente entrelaçados com os da mitigação e da adaptação à mudança climática, especialmente por meio da água.***

Embora a água não seja mencionada no Acordo de Paris em si, ela é um componente essencial de quase todas as estratégias de mitigação e adaptação. Entretanto, a água é identificada como a prioridade número um para ações de adaptação na maior parte da “Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas” (*Intended Nationally Determined Contributions* – INDCs) e está direta ou indiretamente relacionada a todas as outras áreas prioritárias. Da mesma forma, a água é pouco mencionada no próprio Marco de Sendai, embora permeie cada uma das prioridades de ação e seja central a todos os seus sete objetivos.

Os desafios do desenvolvimento, a erradicação da pobreza e a sustentabilidade estão intrinsecamente entrelaçados com os da mitigação e da adaptação à mudança climática, especialmente por meio da água. Considerando o papel da água na mitigação e na adaptação à mudança climática, ela poderia desempenhar um papel de conexão entre todos os ODS e entre os marcos políticos, como o Acordo de Paris.

## Gestão dos recursos hídricos, infraestrutura e ecossistemas

A mudança climática produz riscos adicionais à infraestrutura hídrica, o que requer uma necessidade cada vez maior de medidas de adaptação.

Extremos relacionados à água, exacerbados pela mudança climática, aumentam os riscos para a infraestrutura de água, saneamento e higiene (*water, sanitation and hygiene* – WASH), como danos aos sistemas de saneamento ou inundações de estações de bombeamento de águas residuais. A consequente disseminação de fezes, e protozoários e vírus associados, pode causar graves riscos à saúde e contaminação cruzada.

Com relação à infraestrutura de armazenamento de água, é necessário reavaliar a segurança e a sustentabilidade das barragens, bem como avaliá-las quanto a possíveis modificações ou desativações, a fim de minimizar seus impactos ambientais e sociais e para a otimização de seus serviços.

Em muitas regiões do mundo, os aquíferos apresentam a maior capacidade de armazenamento, geralmente em ordens de magnitude maiores do que o armazenamento de águas superficiais. As águas subterrâneas também são mais protegidas da variabilidade climática sazonal e plurianual, e menos vulneráveis em termos imediatos do que as águas superficiais.

É cada vez mais necessário considerar recursos hídricos “não convencionais” no planejamento futuro. O reúso da água (ou água reciclada) é uma alternativa confiável aos recursos hídricos convencionais para vários usos, desde que seja tratada e/ou usada com segurança. A dessalinização pode aumentar os suprimentos de água doce, mas geralmente consome muita energia e, assim sendo, pode contribuir para as emissões de GEEs, no caso de sua fonte de energia não ser renovável. A coleta de umidade atmosférica, como a sementeira de nuvens ou a coleta de água de neblina, apresenta uma abordagem de baixo custo e baixa manutenção para áreas localizadas onde a névoa de advecção é abundante.

***O reúso da água  
(ou água reciclada)  
é uma alternativa  
confiável aos  
recursos hídricos  
convencionais para  
vários usos, desde  
que seja tratada  
e/ou usada com  
segurança.***

A maior parte das emissões de GEEs relacionadas à gestão da água e ao saneamento é proveniente da energia usada para alimentar os sistemas ou os processos bioquímicos envolvidos no tratamento da água e de águas residuais. Aumentar a eficiência no uso da água, assim como reduzir o consumo desnecessário e a perda de água, são processos que se traduzem em menor uso energético e, portanto, menores emissões de GEEs.

As zonas úmidas acomodam os maiores estoques de carbono entre os ecossistemas terrestres, armazenando duas vezes mais carbono do que as florestas. Considerando que as zonas úmidas oferecem múltiplos benefícios – incluindo a mitigação de inundações e secas, a purificação da água e a biodiversidade –, sua restauração e conservação são de fundamental importância.

## Redução de riscos de desastres

Os impactos atuais e os riscos futuros previstos associados a eventos extremos exigem soluções sustentáveis para a adaptação à mudança climática e a redução de riscos de desastres.

A variedade de estratégias disponíveis para adaptação à mudança climática e redução de riscos de desastres inclui abordagens estruturais (*hard approaches*) e não estruturais (*soft approaches*). As medidas estruturais incluem aprimoramento dos sistemas de armazenamento de água, infraestrutura à prova de intempéries climáticas e melhorias na resiliência das plantações por meio da introdução de variedades de culturas resistentes a inundações e secas. As medidas não estruturais incluem seguro contra inundações e secas, sistemas de previsão e alerta precoce, planejamento do uso da terra e desenvolvimento de capacidades (educação e conscientização).

Geralmente, as medidas estruturais e não estruturais caminham juntas. O planejamento urbano, por exemplo, pode ajudar a aumentar a resiliência aos riscos de inundação, ao apresentar sistemas de drenagem que ofereçam espaços para coletar e armazenar a água de inundação com segurança. Assim sendo, a cidade funciona como uma “esponja”, limitando o aumento repentino e liberando a água da chuva como um recurso.

Métodos modernos de comunicação, como as mídias sociais e os serviços de telefonia móvel, oferecem oportunidades significativas para ajudar a melhorar a comunicação e a eficácia dos alertas precoces. Sistemas de monitoramento de seca e inundações também são componentes importantes da redução de riscos. A integração da perspectiva de gênero e o envolvimento das comunidades nos processos de tomada de decisões são elementos essenciais para as estratégias de redução de riscos de desastres. É necessária uma melhor coordenação entre as agências sobre recursos hídricos e na gestão de riscos de desastres, especialmente em bacias transfronteiriças, onde permanece fragmentada em grande parte do mundo.



## Saúde humana

Os impactos previstos da mudança climática na saúde relacionados à água são principalmente doenças transmitidas por alimentos, pela água e por vetores, mortes e ferimentos associados a eventos climáticos extremos, como inundações costeiras e no interior, bem como desnutrição como resultado ou escassez de alimentos causada por secas e inundações. Os impactos na saúde mental associados a doenças, ferimentos, perdas econômicas e deslocamentos também podem ser substanciais, embora sejam difíceis de se quantificar.

***É provável que a mudança climática atrase ou comprometa o progresso no acesso à água e ao saneamento administrados com segurança.***

Ao final do período dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM, 2000–2015), 91% da população mundial utilizava fontes de água potável em melhores condições, e 68% utilizavam instalações sanitárias melhoradas. Ainda há muito a ser feito para alcançar os novos e mais altos níveis dos serviços de abastecimento de água e saneamento, administrados com segurança conforme definido pelos ODS, para os 2,2 bilhões e 4,2 bilhões de pessoas, respectivamente, que não possuem esse nível superior de serviço.

É provável que a mudança climática atrase ou comprometa o progresso no acesso à água e ao saneamento administrados com segurança, e que conduza ao uso ineficaz de recursos se o projeto e a gestão dos sistemas não forem resilientes em relação ao clima. Por extensão, o progresso na eliminação e no controle de doenças relacionadas à água e ao saneamento também será atrasado ou prejudicado pela mudança climática.

## Alimentação e agricultura

Os desafios específicos da gestão da água para a agricultura têm duas vertentes. A primeira é a necessidade de se adaptar os modos de produção existentes para lidar com maiores incidências de escassez de água e excesso de água (proteção contra inundações e drenagem). A segunda é “descarbonizar” a agricultura por meio de medidas de mitigação climática que reduzam as emissões de GEEs e melhorem a disponibilidade hídrica.

As possibilidades de adaptação para a agricultura de sequeiro são determinadas, em grande parte, pela capacidade das diferentes variedades de culturas em lidar com mudanças de temperatura e com os déficits de água no solo. A irrigação permite a remarcação e a intensificação dos calendários das culturas e, dessa forma, oferece um mecanismo de adaptação essencial para terras que anteriormente dependiam apenas da precipitação.

Em termos de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, a maior contribuição para as emissões agrícolas de GEEs é feita pela liberação de metano na pecuária, por meio da fermentação entérica e do esterco depositado no pasto. Para a silvicultura, a maior oportunidade de mitigação envolve a redução das emissões atribuíveis ao desmatamento e à degradação florestal.

A agricultura tem dois caminhos principais para mitigação dos GEEs: sequestro de carbono por meio do acúmulo de matéria orgânica acima e abaixo do solo, e a redução das emissões por meio da gestão da terra e da água, incluindo a adoção de insumos de energia renovável, como bombas de captação de água que funcionam com energia solar.

A agricultura climaticamente inteligente (climate-smart agriculture – CSA) é um conjunto reconhecido de abordagens informativas para a gestão da terra e da água, conservação do solo e práticas agronômicas que sequestram carbono e reduzem as emissões de GEEs. Práticas de CSA ajudam a reter a estrutura do solo, a matéria orgânica e a umidade sob condições mais secas, e incluem técnicas agronômicas (incluindo irrigação e drenagem) para ajustar ou estender os calendários de culturas, com o objetivo de se adaptar às mudanças sazonais e interanuais do clima.

## Energia e indústria

Os efeitos da mudança climática relacionados à água produzem riscos ao setor privado e à geração de energia. O estresse hídrico pode interromper a produção ou a geração de energia. Os impactos também atingirão aspectos operacionais, afetando o fornecimento de matérias-primas, interrompendo as cadeias de abastecimento e causando danos a instalações e equipamentos.

*Os efeitos da mudança climática relacionados à água produzem riscos aos negócios e à geração de energia.*

A energia está em destaque nas iniciativas de mudança climática, uma vez que dois terços, aproximadamente, dos GEEs de origem antropogênica em todo o mundo são provenientes da produção e do uso de energia. Existem várias oportunidades para mitigar os GEEs e reduzir o uso de água ao mesmo tempo. Reduzir a demanda por energia e aumentar a eficiência energética são pontos de partida. Um direcionamento promissor é o aumento do uso de tecnologias de energia renováveis de baixo carbono com pouca necessidade de água, como a energia solar fotovoltaica (*solar photovoltaic* – PV) e a eólica, cujos custos estão se tornando cada vez mais competitivos em comparação com a geração de energia a partir de combustíveis fósseis. Embora a energia hidrelétrica continue a desempenhar um papel na mitigação climática e na adaptação do setor energético, a sustentabilidade geral de projetos individuais precisa ser avaliada, levando em consideração o consumo potencial de água por evaporação e as emissões de GEEs dos reservatórios, sem mencionar os potenciais impactos ecológicos e socioeconômicos.

Para o setor privado, o estresse hídrico é um dos principais impulsionadores do reúso da água e sua eficiência. Em sintonia com a tecnologia, um estabelecimento poderia observar as operações cotidianas, como o uso de água de lavagem, e melhorar o monitoramento e a detecção de vazamentos. Em uma escala mais ampla, uma empresa poderia avaliar sua pegada hídrica e incluir a de seus fornecedores, o que poderia ter efeitos abrangentes se eles forem grandes consumidores de água.

## Assentamentos humanos

Os impactos da mudança climática sobre os sistemas hídricos urbanos incluem temperaturas mais elevadas, precipitação reduzida e secas mais severas, por um lado, e o aumento de eventos de fortes precipitações e inundações, por outro. São precisamente esses extremos que tornam tão difíceis o planejamento do espaço urbano e a provisão de infraestrutura.

A estrutura física para o fornecimento de água e instalações de saneamento também pode ser afetada, levando ao abastecimento hídrico contaminado e à descarga de águas residuais e pluviais não tratadas em ambientes saudáveis. Doenças transmitidas por vetores, como a malária, a febre do Vale do Rift, a leptospirose e outras são frequentemente observadas após eventos de inundação.

A resiliência da água urbana vai muito além dos limites tradicionais da cidade. Nos casos em que o suprimento de água depende de bacias hidrográficas distantes, o planejamento deve olhar muito além dos limites da cidade, e considerar os impactos de longo prazo da expansão urbana em ecossistemas de água doce distantes e nas comunidades locais que também dependem deles.

Em pequenos assentamentos urbanos e rurais, o uso de água para a agricultura e, em alguns casos, aplicações industriais, resulta em uma menor disponibilidade para usos domésticos. O abastecimento doméstico deve ser priorizado conforme o direito humano de acesso à água e ao saneamento.

## Nexo: contabilização de interligações

As ações de adaptação e mitigação de um setor podem influenciar diretamente sua demanda hídrica, o que, por sua vez, pode aumentar ou reduzir a disponibilidade local/regional de água (incluindo sua qualidade) para outros setores. Em casos de demanda reduzida de água, essas ações podem levar a múltiplos benefícios em todos os setores e fronteiras, enquanto o aumento da demanda de água pode resultar na necessidade de compensações na alocação de suprimentos limitados.

O uso da água requer energia. Portanto, qualquer redução no uso da água tem o potencial de reduzir a demanda energética do setor hídrico e, assim, ajudar a mitigar a mudança climática (se a referida fonte de energia for proveniente de combustíveis fósseis). Por outro lado, a produção de energia também requer água. Com necessidades muito baixas de água, energias renováveis como a eólica, a solar fotovoltaica (PV) e certos tipos de energia geotérmica são, de longe, as melhores alternativas energéticas a partir de uma perspectiva de demanda hídrica.

As medidas de eficiência hídrica na agricultura podem aumentar a disponibilidade de água e reduzir a energia necessária para o bombeamento, o que, por sua vez, reduzirá ainda mais a água necessária para a produção de energia. O aumento do uso de energias renováveis na agricultura (p.ex. bombas solares fotovoltaicas) oferece oportunidades adicionais para reduzir as emissões de GEEs e apoiar os meios de subsistência de pequenos agricultores. Considerando que a agricultura é responsável por 69% da captação mundial de água, a redução de perdas e do desperdício de alimentos também poderia ter repercussões significativas na demanda hídrica e energética e, assim, reduzir as emissões de GEEs.

A agricultura de conservação permite que os solos retenham mais água, carbono e nutrientes, com benefícios ecológicos adicionais. A biomassa e os solos de florestas, zonas úmidas e pastagens administradas de forma adequada oferecem oportunidades de mitigação por meio do sequestro de carbono, com benefícios adicionais significativos em termos de ciclagem de nutrientes e biodiversidade.

Abordagens aprimoradas para o tratamento da água e, especialmente, de águas residuais, oferecem uma variada gama de oportunidades de mitigação. Águas residuais não tratadas são uma importante fonte de GEEs. Com mais de 80% de todas as águas residuais (mundialmente) lançadas sem tratamento no meio ambiente, tratar sua matéria orgânica antes de seu despejo pode reduzir as emissões de GEEs. O reúso de águas residuais não tratadas ou parcialmente tratadas pode reduzir a quantidade de energia associada à extração de água, ao tratamento avançado e, nos casos em que as águas residuais são reutilizadas no local de liberação ou nas proximidades, ao transporte. O biogás produzido a partir dos processos de tratamento das águas residuais pode ser recuperado e usado para alimentar a própria estação de tratamento, tornando-a neutra em energia e melhorando ainda mais a economia de energia.

## Governança

A gestão do clima e da água exige mecanismos de supervisão e coordenação. A fragmentação setorial e a concorrência burocrática podem representar sérios desafios para a integração em todas as escalas. Isso requer 1) maior participação do público para discutir e gerenciar o risco climático, 2) desenvolvimento de capacidades adaptativas em vários âmbitos, e 3) priorização da redução de riscos para grupos socialmente vulneráveis.

A “boa governança” envolve a adesão aos princípios dos direitos humanos, incluindo a eficácia, a capacidade de resposta e a responsabilização; abertura e transparência; participação no desempenho das principais funções de governança relacionadas a medidas políticas e institucionais; planejamento e coordenação; e regulamentação e licenciamento. Para a integração da matéria, a gestão integrada de recursos hídricos (*Integrated Water Resources Management – IWRM*) oferece um processo para envolver as partes interessadas na sociedade, na economia e no meio ambiente.

Sugere-se uma maior participação do público na gestão dos riscos climáticos como uma forma de desenvolver capacidades adaptativas em vários âmbitos, evitar armadilhas institucionais e priorizar a redução de riscos para grupos socialmente vulneráveis. Ao mesmo tempo, informações e dados científicos também devem ser disponibilizados no âmbito local, e incluídos como informações nos processos de decisão locais das várias partes interessadas.

***Há muitas indicações de que os jovens estão cada vez mais preocupados com a mudança climática.***

Embora os governos permaneçam responsáveis por liderar as medidas nacionais de mitigação e adaptação ao clima, bem como pela governança hídrica, o processo de mudança é sempre coproduzido. Há muitas indicações de que os jovens estão cada vez mais preocupados com a mudança climática. As cidades também se tornaram precursoras da ação climática em muitos países, e algumas das principais empresas se comprometeram a reduzir sua pegada hídrica e emissões de GEEs, no intuito de enfrentar suas contribuições ao estresse hídrico e à mudança climática.

A pobreza, a discriminação e a vulnerabilidade estão estreitamente relacionadas e normalmente se cruzam. Mulheres e meninas de grupos étnicos minoritários, ou de áreas remotas ou desfavorecidas, podem sofrer várias formas de exclusão e opressão. Quando os desastres ocorrem, essas desigualdades podem se agravar, o que aumenta a probabilidade de os pobres serem afetados. As pessoas pobres também tendem a perder relativamente mais do que os não pobres.

## Financiamento

Os atuais níveis de financiamento são inadequados para se alcançar o objetivo da comunidade internacional de disponibilidade universal e gestão sustentável da água e do saneamento. Os proponentes de projetos hídricos poderiam aumentar a participação do setor hídrico no financiamento climático, assim como enfatizar os laços com outros setores relacionados ao clima a fim de assegurar um maior financiamento para a gestão da água.

Duas tendências promissoras vêm criando oportunidades para que projetos hídricos tenham acesso ao financiamento climático. A primeira é o crescente reconhecimento do potencial de mitigação que existe em projetos hídricos e de saneamento. Essa tendência poderia ser particularmente vantajosa, uma vez que a mitigação representou 93,8% do financiamento climático em 2016, embora os projetos hídricos tenham constituído uma fração de 1% desse montante. A segunda tendência é a crescente ênfase no financiamento da adaptação climática.

O acesso ao financiamento climático pode ser competitivo e difícil, especialmente para projetos hídricos complexos que podem extrapolar as fronteiras nacionais. Projetos climáticos financiáveis são aqueles que têm uma ligação claramente articulada com os impactos da mudança climática, familiaridade e estreita observância com os procedimentos de financiamento e, algumas vezes, fontes adicionais de financiamento. Para serem considerados financiáveis, os projetos que pretendam utilizar o financiamento climático devem abordar explicitamente as causas e/ou as consequências da mudança climática. Projetos que comunicam e tratam de riscos, bem como os que captam benefícios em outras áreas, como a saúde, também são considerados mais financiáveis.

Estratégias diferenciadas que consideram especificamente as necessidades de resiliência de grupos marginalizados também devem ser incorporadas em planos e projetos hídricos-climáticos mais amplos.

## Inovação tecnológica

Os desafios, em termos de inovação tecnológica, gestão do conhecimento, pesquisa e desenvolvimento de capacidades, consistem em promover a criação de novas ferramentas e abordagens por meio de pesquisa e desenvolvimento (P&D) avançados e, igualmente importante, acelerar a implementação do conhecimento e das tecnologias existentes em todos os países e regiões. No entanto, essas ações somente levarão aos resultados pretendidos se forem acompanhadas por programas de conscientização, educação e desenvolvimento de capacidades, a fim de disseminar amplamente conhecimento disponível e estimular a adoção de tecnologias novas e já existentes.

A observação da terra por satélite pode ajudar a identificar tendências na precipitação, evapotranspiração, cobertura/derretimento de neve e camadas de gelo, bem como no escoamento e armazenamento, incluindo os níveis das águas subterrâneas. Embora o sensoriamento remoto possa revelar processos e características em grande escala que não são facilmente observáveis por métodos tradicionais, a resolução temporal e espacial pode não ser totalmente adequada para aplicativos e análise de dados em menor escala. No entanto, quando apoiado por estatísticas nacionais, observações de campo e modelos de simulação numérica, o sensoriamento remoto pode contribuir para uma avaliação abrangente dos impactos da mudança climática relacionados à água.



Os progressos no campo da aquisição de dados foram facilitados por redes de internet de alta velocidade e cobertura mundial, bem como pela computação em nuvem e o aprimoramento dos recursos de armazenamento virtual. Sensores sem fio para monitorar o consumo de água foram desenvolvidos e são cada vez mais utilizados para possibilitar a medição remota da água. Aplicativos de análise de grandes volumes de dados (*big data*) podem ajudar a obter conhecimento, por meio do processamento da coleta de fluxos contínuos de informações e dados relacionados à água para extrair daí informações práticas e ideias para melhorar a gestão hídrica. A ciência cidadã e a construção coletiva de sistemas e soluções tecnológicas (*crowdsourcing*) têm o potencial de contribuir para sistemas de alerta antecipado e fornecer dados para validar os modelos de previsão de inundações.

## Perspectivas regionais

A regulação interna do desenvolvimento, uso, conservação e proteção dos recursos hídricos constitui o pilar fundamental da governança hídrica, e é o principal instrumento para a implementação de INDCs conforme o Acordo de Paris.

Embora dois terços dos países apresentem um portfólio geral de projetos hídricos em seus INDCs, apenas um em cada dez menciona o que poderia ser chamado de “proposta de projeto detalhada”, e estas se originam de processos de planejamento hídrico internos ou surgiram de antigas propostas de financiamento climático. No entanto, a necessidade de reformas institucionais é bem reconhecida nas INDCs, muitas vezes priorizada paralelamente a investimentos em infraestrutura.

Abordagens regionais para apoiar transformações podem desempenhar um papel fundamental na implementação em âmbito nacional, de modo a melhorar a colaboração e a coordenação entre as instituições responsáveis; garantir que essa ação se baseie em informações e evidências sólidas; e aumentar o acesso ao financiamento, público e privado, para investimentos resilientes ao clima.

### África Subsaariana

Os impactos da variabilidade climática sobre os recursos hídricos da África já são graves, como ilustrado pela recente diminuição das chuvas na África Austral. Também são esperados impactos da mudança climática relacionados à água sobre a saúde humana, por meio de doenças transmitidas por vetores e pela água – o que dificulta ainda mais o acesso à água potável, ao saneamento e à higiene – e pela desnutrição, considerando os impactos esperados sobre a segurança alimentar. Nos sistemas agrícolas, especialmente em áreas semiáridas, abordagens convencionais baseadas em meios de subsistência parecem não ser suficientemente robustas para enfrentar os impactos da mudança climática no longo prazo.

Políticas e ações de adaptação e mitigação à mudança climática incluem: apoiar a resiliência às secas e inundações, por meio do investimento e da melhoria da resiliência climática em instalações de WASH; expandir a proteção social e introduzir produtos financeiros, como seguros; promover a igualdade de gênero no uso e na gestão dos recursos hídricos; e melhorar a disponibilidade hídrica para a agricultura por meio da captação de água, cobertura do solo e aragem reduzida em sistemas de sequeiro.

A energia é politicamente importante para satisfazer as ambições de muitos países africanos em termos de transformação econômica. Ela poderia fornecer um catalisador para incentivar a cooperação regional, a fim de enfrentar os desafios no eólio-água-energia-clima, possivelmente abrindo investimentos em grupos regionais de energia e mecanismos institucionais para o comércio de energia.

### Europa, Cáucaso e Ásia Central

As projeções climáticas indicam o aumento da precipitação no norte da Europa, bem como a diminuição da precipitação no sul do continente. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC) destaca os crescentes desafios para a irrigação, a energia hidrelétrica, os ecossistemas e os assentamentos humanos na região.

As principais ações para uma adaptação mais eficaz e maior resiliência a extremos na região incluem: maior eficiência hídrica e estratégias de economia de água; monitoramento e compartilhamento de dados sobre a quantidade e a qualidade da água; melhoria da coerência entre a adaptação à mudança climática e a redução dos riscos de desastres relacionados à água; e atração de financiamento de várias fontes (p.ex. internacional, nacional e privado).

Em bacias transfronteiriças, a assistência técnica e financeira pode ser compartilhada a montante ou a jusante, dos países mais ricos aos países ribeirinhos mais pobres. No entanto, mesmo onde existem fundos disponíveis, a gestão hídrica transfronteiriça pode ser politicamente desafiada. Isso aponta para a necessidade de se encontrar um ponto de entrada politicamente proeminente em torno do qual a cooperação possa ser construída. Em alguns casos, a própria mudança climática pode ser o fator que abre a oportunidade de cooperação.

## **América Latina e Caribe**

A variabilidade climática e os eventos extremos já afetam severamente a região. Nas Américas do Sul e Central, projeta-se que as mudanças na vazão e na disponibilidade hídrica observadas continuarão a existir, o que afetará regiões vulneráveis.

A rápida urbanização, o desenvolvimento econômico e a desigualdade estão entre os principais fatores socioeconômicos de pressão sobre os sistemas hídricos com os quais se cruzam os impactos climáticos. A pobreza é persistente na maioria dos países, o que contribui para a vulnerabilidade diante da mudança climática. A desigualdade econômica também se traduz em desigualdade no acesso à água e ao saneamento, e vice-versa. Os riscos crescentes de doenças transmitidas pela água têm um impacto maior sobre as pessoas pobres. A vulnerabilidade também é alta nas áreas rurais, onde os fatores climáticos limitam as opções econômicas e promovem a emigração.

Para muitos países da região, a mudança climática ocorre em um contexto de altos níveis de competição intersetorial por água, inclusive entre áreas urbanas, os setores energético e agrícola, e as necessidades dos ecossistemas.

A limitada menção explícita a questões transfronteiriças relacionadas a água-clima em estratégias de desenvolvimento é um sintoma de desafios mais amplos na cooperação em águas transfronteiriças na América Latina e no Caribe.

## **Ásia e Pacífico**

Há alta variação e baixa confiança nos impactos projetados da mudança climática relacionados à água em escala sub-regional da Ásia e do Pacífico. A região é altamente vulnerável a desastres causados pelo clima e eventos climáticos extremos, que estão sobrecarregando de maneira desproporcional grupos pobres e vulneráveis. Os impactos climáticos relacionados à água se cruzam com outras tendências socioeconômicas que afetam a quantidade e a qualidade da água, incluindo a industrialização – que está remodelando a demanda setorial por água e aumentando a poluição –, o crescimento populacional e a rápida urbanização. Esta última também aumentou a exposição a desastres naturais relacionados à água, como as inundações.

A mudança climática e a crescente demanda por água colocarão um estresse adicional sobre os recursos de água subterrânea da região, que já estão enfrentando estresse severo em algumas áreas devido ao aumento da demanda por irrigação.

Em âmbito nacional, as prioridades identificadas para acelerar as ações água-clima incluem: melhorar a governança e a produtividade hídrica para gerenciar a concorrência entre as necessidades hídricas da agricultura, energia, indústria, cidades e ecossistemas; promover soluções baseadas na natureza que podem reduzir emissões e aumentar a resiliência; e integrar a mudança climática e a redução de riscos de desastres em todo o processo de elaboração e ciclo de políticas.

A cooperação regional em investimentos e informações, bem como em áreas institucionais como governança, capacidade e parcerias, é urgentemente necessária nas bacias transfronteiriças da Ásia.

## **Ásia Ocidental e Norte da África**

A vulnerabilidade à mudança climática varia de moderada a alta em toda a região, com um gradiente geralmente crescente do norte para o sul. O escoamento e a evapotranspiração normalmente seguem as mesmas tendências da precipitação, embora a evapotranspiração seja limitada pela escassez de água.

As áreas com maior vulnerabilidade à mudança climática estão no Chifre da África, no Sahel e na parte sudoeste da Península Arábica, que abrange vários dos países menos desenvolvidos da região. Embora sua exposição à mudança climática varie, todos apresentam baixa capacidade de adaptação.

Existem complexas dinâmicas socioeconômicas e políticas que se inter cruzam com os amplos desafios da mudança climática e com a capacidade adaptativa limitada, dinâmicas essas que afetam a água nos âmbitos regional, nacional e subnacional. A politização e a armamentização dos recursos hídricos, os deslocamentos humanos e a degradação da infraestrutura hídrica têm sido grandes desafios para os países afetados por conflitos. Além disso, persistem desigualdades no acesso e controle dos recursos hídricos, especialmente entre as linhas urbano–rural e de gênero.

As partes interessadas regionais identificam muitas prioridades e oportunidades relacionadas à água, incluindo: tornar o desenvolvimento urbano mais sustentável; aprimorar dados, pesquisa e inovação; aumentar a resiliência das comunidades vulneráveis expostas a inundações e secas e ameaçadas pela insegurança alimentar; promover a integração política entre a mitigação, a adaptação e o desenvolvimento sustentável; e aumentar o acesso ao financiamento, inclusive por meio de fundos climáticos internacionais e pelo desenvolvimento de mercados locais e produtos de investimento.

## O caminho a seguir

Considerando a natureza transversal da água e do clima através de diferentes setores econômicos e em toda a sociedade, as compensações e os interesses conflitantes devem ser abordados em todos os âmbitos para negociar soluções integradas e coordenadas. Isso requer uma abordagem equitativa, participativa e com várias partes interessadas para a governança hídrica no contexto da mudança climática.

Existem cada vez mais oportunidades para integrar, de maneira mais genuína e sistemática, o planejamento de adaptação e mitigação nos investimentos hídricos, tornando esses investimentos e suas atividades associadas mais atraentes aos financiadores do clima. Além disso, várias iniciativas de mudança climática relacionadas à água podem oferecer outros benefícios, como a criação de empregos, a melhoria da saúde pública, a redução da pobreza, a promoção da igualdade de gênero e melhores meios de subsistência, entre outros.

Apesar das crescentes evidências de que a mudança climática está afetando o ciclo hidrológico mundial, ainda há muitas incertezas ao se projetar seus impactos em escalas geográficas e temporais menores. No entanto, essas incertezas não devem ser vistas como uma desculpa para a falta de ação. Pelo contrário, devem servir como um incentivo para expandir a pesquisa, promover o desenvolvimento de ferramentas analíticas práticas e de tecnologias inovadoras, adotar “abordagens sem arrependimentos” e construir as capacidades institucionais e humanas necessárias para fomentar a tomada de decisões conscientes e baseadas na ciência.

A necessidade de maior cooperação entre as comunidades hídricas e climáticas existe muito além do âmbito da pesquisa científica. Por um lado, é imperativo que a comunidade da mudança climática, e os negociadores do clima em particular, prestem mais atenção ao papel da água e reconheçam sua importância central no enfrentamento da crise da mudança climática. Por outro lado, é igualmente – se não mais – importante que a comunidade do setor hídrico concentre seus esforços na promoção da importância da água em termos de adaptação e mitigação, desenvolva propostas concretas de projetos relacionados à água para inclusão nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (*Nationally Determined Contributions* – NDCs), e fortaleça os meios e as capacidades para planejar, implementar e monitorar as atividades relacionadas à água nas NDCs.

Combinar a adaptação e a mitigação da mudança climática, por meio da água, é uma proposta com a qual todos têm a ganhar. Em primeiro lugar, beneficia a gestão dos recursos hídricos e melhora a prestação dos serviços de abastecimento hídrico e de saneamento. Em segundo lugar, contribui diretamente para combater as causas e os impactos da mudança climática, incluindo a redução dos riscos de desastres. Em terceiro lugar, contribui, direta e indiretamente, para cumprir vários dos ODS (fome, pobreza, saúde, energia, indústria, ação climática e assim por diante – sem mencionar o ODS 6, o próprio “objetivo da água”) e uma série de outros objetivos mundiais.

Em uma era caracterizada por uma série de estudos e artigos pessimistas e catastróficos a respeito da mudança climática e de outras crises ambientais mundiais, este relatório propõe uma série de respostas práticas, em termos de políticas, financiamento e ações em campo para apoiar nossos objetivos coletivos e aspirações individuais a fim de alcançar um mundo sustentável e próspero para todos.

**Elaborado pelo WWAP** | Richard Connor

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

Ilustração da capa: Davide Bonazzi



© UNESCO 2020

As indicações de nomes e a apresentação do material ao longo deste livro 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 dos autores e não refletem obrigatoriamente as da UNESCO nem comprometem a Organização.

Para mais informações relativas a direitos autorais e licenciamento, acesse o relatório completo, disponível em [www.unesco.org/water/wwap](http://www.unesco.org/water/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, Perugia, Itália

E-mail: [wwap@unesco.org](mailto:wwap@unesco.org)

[www.unesco.org/water/wwap](http://www.unesco.org/water/wwap)

### **Créditos da versão em português:**

*Coordenação técnica da Representação da UNESCO no Brasil:*

Marlova Jovchelovitch Noletto, Diretora e Representante

Fábio Soares Eon, Coordenador do Setor de Ciências Naturais

Glauco Kimura de Freitas, Oficial de Projeto

*Tradução:* Kelly Cristina Pereira de Moraes

*Revisão técnica:* Setor de Ciências Naturais da Representação da UNESCO no Brasil

*Revisão:* Unidade de Publicações da Representação da UNESCO no Brasil

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



**Regione Umbria**

Esta tradução foi possível com o valioso apoio da Agência Nacional de Águas (ANA), da Agência Brasileira de Cooperação (ABC) do Ministério das Relações Exteriores e da Representação da UNESCO no Brasil.

