

Adaptação e Saneamento

Por um setor resiliente
às mudanças climáticas





INSTITUTO ÁGUA
E SANEAMENTO

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO

Organização civil sem fins lucrativos com a missão de somar esforços para garantir a universalização do saneamento no Brasil, especialmente para ampliação do acesso ao esgotamento sanitário.

Fevereiro de 2025

www.aguaesaneamento.org.br



EQUIPE

COORDENAÇÃO

Marussia Whately
Maura Campanili

PESQUISA DE CONTEÚDO

Marussia Whately
Maura Campanili

EDIÇÃO DE TEXTO

Maura Campanili

REVISÃO CONTEÚDO E TEXTO

Arminda Jardim
Maura Campanili
Paula Pollini

PRODUÇÃO EXECUTIVA

Mariana Sister

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Milena Freitas

APOIO INSTITUCIONAL



instituto
ITAÚSA

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 4 |
| <hr/> | |
| 1. ADAPTAÇÃO AOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS | 5 |
| <hr/> | |
| O que é adaptação e por que precisamos nos adaptar | 6 |
| Desafios específicos | 8 |
| Medidas que facilitam a adaptação | 11 |
| Conceitos que farão parte das nossas vidas daqui para frente | 12 |
| | |
| 2. CRISE CLIMÁTICA E DESAFIOS DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL | 14 |
| <hr/> | |
| Vulnerabilidade do setor de saneamento frente à emergência climática | 15 |
| Impactos e riscos para o saneamento básico | 16 |
| Saneamento pode reduzir impactos e riscos climáticos | 19 |
| | |
| 3. ADAPTAÇÃO NA PRÁTICA | 21 |
| <hr/> | |
| Medidas de adaptação para o saneamento: o que precisa (e pode) ser feito | 22 |
| Onde encontrar exemplos de adaptação | 25 |
| A hora é agora | 32 |

Apresentação

O saneamento básico envolve uma diversidade de componentes, como abastecimento de água, esgoto e drenagem, que demanda planejamento, altos investimentos e a participação de múltiplos atores nos setores governamentais, empresariais e da sociedade como um todo. Essa complexidade coloca o setor como uma das áreas mais vulneráveis às mudanças climáticas, o que torna obrigatória a aproximação das agendas de saneamento e clima, principalmente no que se refere às estratégias de adaptação, as quais precisam ser colocadas em prática urgentemente. Por isso, o Instituto Água e Saneamento (IAS) vem buscando contribuir para a construção de um repertório para acelerar e viabilizar as ações de adaptação voltadas ao saneamento.

Esta publicação é uma primeira atividade do IAS voltada especificamente à adaptação às mudanças climáticas. Seu objetivo é mostrar o que significa adaptação e a necessidade de criação de um setor de saneamento básico resiliente aos desafios já instalados. Além disso, pretende mostrar como um setor de saneamento básico resiliente pode colaborar também para a redução de riscos e a mitigação da crise climática.

Sem esgotar o tema, que é bastante complexo e está em desenvolvimento, procuramos mostrar quais são as principais medidas de adaptação para o saneamento, desde as bases jurídicas e institucionais necessárias, até ações prioritárias para casos de secas, enchentes, alagamentos e eventos extremos.

Nesse sentido, trazemos não apenas alguns exemplos de iniciativas internacionais, como uma relação de plataformas e bancos de dados com soluções de adaptação no saneamento já em execução. Em breve, o IAS pretende disponibilizar uma plataforma online que reunirá exemplos de projetos e ações em andamento, além de produzir análises e detalhamentos de projetos que considere adequados à realidade brasileira, tanto a partir de intervenções mundo afora quanto experiências que estão acontecendo no Brasil, em diferentes escalas, desde empreendimentos individuais e ações comunitárias até políticas locais, regionais e nacionais.

O propósito do Instituto é olhar para os diferentes componentes do saneamento – serviços de abastecimento de água; coleta e tratamento de esgotos; limpeza urbana, coleta e destinação do lixo; e drenagem e manejo da água das chuvas –, combinados para compor o que vem sendo chamado de saneamento resiliente às mudanças climáticas. Além, é claro, de incentivar e facilitar a adoção dessas ações.

1

Adaptação aos impactos das mudanças climáticas

O que é adaptação e por que precisamos nos adaptar

A emergência climática deixou de ser previsão de cientistas para se tornar parte do dia a dia de todos nós. Reverter as mudanças climáticas continua a ser uma meta urgente e imprescindível, porém, precisamos nos adaptar à nova realidade e ao seu possível agravamento nos próximos anos. Mas só podemos fazer isso tendo clareza do que se trata e quais são os principais mecanismos e as ações necessárias ao seu enfrentamento. O problema é que, apesar de ser uma situação nova em nossa história, não há tempo para nos prepararmos. Será preciso agir enquanto aprendemos juntos.

A adaptação é organizada, normalmente, em torno da ideia de resiliência: uma forma de recuperação e retorno ao estado anterior a uma perturbação. É por isso que juntar informações, trocar experiências, definir conceitos são fundamentais para uma atuação eficiente de adaptação por parte de governos, empresas, instituições e população em geral. É preciso que todos ajam em conjunto e eficientemente.



Singapura transforma um canal de concreto em um córrego integrado ao meio ambiente.
Imagem: Divulgação

Adaptação pode ser definida, ainda, como toda ação voltada a garantir a segurança das populações e a proteção de ativos, incluindo ecossistemas e seus serviços, frente aos eventos climáticos extremos ou aos disruptivos que serão tendência daqui para

frente. Ou seja, é necessário reduzirmos a exposição e a vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas já experienciadas e aos riscos previstos.

É bom levar em conta, ainda, que a adaptação implica em foco nas questões subjacentes aos impactos em si, como informação, capacidade, financiamento, institucionalidade e necessidades tecnológicas. Ela compreende tanto a vulnerabilidade biofísica quanto suas consequências sociais e econômicas, e a capacidade de resposta de todos os atores, considerando fatores como gênero, idade, saúde, posição social e etnia, além de envolver instituições locais, nacionais, regionais e internacionais. Além disso, é importante considerar que a adaptação pode ser antecipatória ou reativa. Mesmo que o ideal seja trabalhar com ações antecipatórias, o desenvolvimento de capacidades para reações rápidas em caso de situações imprevistas é fundamental.

A adaptação pode, ainda, ser incremental e/ou transformacional. Mudanças incrementais referem-se a ajustes e melhorias graduais ao longo do tempo, ao invés de mudanças radicais ou transformações drásticas. Quando se trata de adaptações às mudanças climáticas, isso pode incluir ações como a melhoria da infraestrutura existente para que se torne mais resistente a eventos climáticos extremos, a adoção de práticas agrícolas que consomem menos água ou a atualização de códigos de construção para enfrentar melhor o aumento do nível do mar. São passos menores, mas cumulativos, que ajudam a construir resiliência de forma progressiva.

Esse tipo de adaptação tem sido a mais corrente até o momento. Há evidências, entretanto, de que mudanças transformadoras podem ser necessárias para lidar com os impactos climáticos. Isso significa que, embora opções tecnológicas ainda sejam as respostas adaptativas mais comuns, experiências com medidas baseadas em ecossistemas, institucionais e sociais, incluindo redes de apoio para os mais vulneráveis, têm se mostrado mais eficientes no longo prazo. Ações que combinam análises de mudanças climáticas com a vulnerabilidade das pessoas e dos sistemas naturais parecem resultar em medidas de adaptação mais eficazes.

Desafios específicos

A experiência prática tem revelado desafios específicos à adaptação, muitos deles relacionados à gestão da água e à implementação de estratégias de saneamento resilientes¹. Alguns deles são:

Foco desigual

A maioria das adaptações documentadas está relacionada à garantia de suprimentos de água, enquanto pouca atenção tem sido dada ao aumento da capacidade dos sistemas de esgoto e drenagem para lidar com chuvas intensas ou elevação do nível do mar.

Fragmentação e alcance limitado

As adaptações observadas são, em grande parte, de pequena escala, setoriais, incrementais e voltadas para riscos de curto prazo, com mais foco no planejamento do que na implementação. Essa abordagem limita a transformação necessária para enfrentar os desafios futuros.

Falta de dados

Existe uma ausência de dados robustos sobre os impactos relativos em cada etapa da cadeia de serviços de saneamento e os custos associados às adaptações.

Barreiras institucionais e financeiras

Apesar do crescente número de respostas de adaptação disponíveis para sistemas urbanos, sua eficácia é limitada por restrições financeiras, institucionais e tecnológicas. Essas limitações são ainda mais agudas em países em desenvolvimento, onde barreiras de governança dificultam a implementação de estratégias adaptadas localmente.

Maladaptação²

Há um aumento no risco de maladaptação, seja por ações mal planejadas ou por decisões que priorizam benefícios imediatos em detrimento de ameaças de longo prazo.

Meta Global de Adaptação do Acordo de Paris

O Acordo de Paris, tratado internacional adotado em 2015 durante a 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção do Clima³, tem o objetivo de limitar o aumento da temperatura global a menos de 2° C acima dos níveis pré-industriais, com esforços para que o aumento não chegue a 1,5° C. Para alcançar essa meta, os países signatários contam com planos nacionais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e para adaptar-se aos impactos das mudanças climáticas.

¹ [Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability - IPCC ; Ensuring access to climate-resilient sanitation: A call to action for acceleration & Technical brief on Climate-resilient Sanitation in Practice - UNICEF](#)

² Ver pág. 13.

³ [Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - MMA](#)

A Meta Global de Adaptação é um compromisso coletivo vinculado ao Acordo de Paris e busca aprimorar a capacidade de adaptação do mundo, reduzindo a vulnerabilidade às mudanças climáticas. Seu desenvolvimento tem sido um processo desafiador. Em primeiro lugar, porque as medidas de adaptação são extremamente locais e específicas a cada contexto. Em segundo lugar, porque as negociações têm encontrado dificuldades em chegar a um consenso sobre aspectos políticos importantes, como quem deve pagar pelas ações de adaptação nos países em desenvolvimento – que são os menos responsáveis pela crise climática, mas costumam sofrer os maiores impactos.

A estrutura da Meta Global de Adaptação foi apresentada na COP28, em 2023, e chamada de Quadro dos Emirados Árabes Unidos para a Resiliência Climática Global. Nela, são destacadas as áreas-chave que exigirão ação de adaptação em todos os países, como alimentos, água e saúde.

A COP29, realizada no final de 2024, em Baku, no Azerbaijão, definiu um novo acordo de financiamento climático, considerado insuficiente pela sociedade civil e até pelo secretário-geral da Organização das Nações Unidas (ONU), António Guterres, que esperava “um resultado mais ambicioso – tanto em termos financeiros quanto de mitigação – para encarar o grande desafio que enfrentamos”. O compromisso prevê 300 bilhões de dólares anuais até 2035, muito abaixo dos 1,3 trilhão de dólares reivindicados pelos países em desenvolvimento.

Segundo o Observatório do Clima⁴, dividindo os 300 bilhões de dólares entre os países menos desenvolvidos, cada uma das 45 nações mais vulnerabilizadas ficaria com apenas 6,6 bilhões por ano. Só as inundações de 2024 no Rio Grande do Sul custaram 17 bilhões de dólares ao Brasil. Além disso, o texto dilui a responsabilidade dos países ricos, permitindo fontes de financiamento via empréstimos – um risco de endividamento para as nações mais vulnerabilizadas. Delegações como Índia e Cuba classificaram o acordo como um “insulto” e uma violação da justiça climática.

Para o coordenador de Política Internacional do Observatório do Clima, o resultado reforça os desafios para a COP30, em Belém, em 2025: “O acordo fechado em Baku subverte a Convenção do Clima a qualquer conceito de justiça. Os países desenvolvidos conseguiram mais uma vez abandonar suas obrigações e fazer os países em desenvolvimento literalmente pagarem a conta. O Brasil tem a tarefa espantosa de aumentar o financiamento e reconstruir a confiança entre os países.”

Além dos temas de mitigação, a COP29 se dedicou a discussões sobre adaptação à mudança do clima. Um dos objetivos da cúpula era negociar detalhes da Meta Global de Adaptação. O acordo deu diretrizes técnicas para a definição da meta – trabalho que deve ser continuado na COP30, no Brasil.

⁴ COP29 frustra e aprova frágeis US\$ 300 bi em financiamento - Observatório do Clima

Política de Adaptação no Brasil

O enfoque na adaptação climática é essencial para a gestão de riscos climáticos no Brasil. Instrumentos como a Lei de Diretrizes para Adaptação Climática (2024) e o Plano Clima Adaptação destacam a necessidade de integrar esforços entre governo federal, estados, municípios, sociedade civil e setor privado. Esse conjunto de políticas visa, sobretudo, a promover um desenvolvimento resiliente, que priorize uma adaptação voltada a reduzir desigualdades e vulnerabilidades.

O governo federal divulgou, para consulta pública, a Estratégia Nacional de Adaptação, que é a primeira parte do Plano Clima, em elaboração desde 2023. A Estratégia deverá se juntar à Lei de Diretrizes para Adaptação Climática para moldar políticas públicas em todo o Brasil. Dos 16 planos setoriais de adaptação previstos no projeto, porém, nenhum é específico para o saneamento básico. O tema é abordado como parte dos componentes dos planos setoriais de Cidades e de Recursos Hídricos.

“No contexto da emergência climática, adaptação é a senha para o desenvolvimento, mas não qualquer um: trata-se de um desenvolvimento resiliente ao clima. A própria Estratégia Nacional frisa que os impactos da mudança do clima podem levar mais de 3 milhões de brasileiros à pobreza extrema até 2030, além de representar prejuízos em torno de R\$ 1,8 trilhão no PIB e 3,4 milhões de empregos que deixariam de existir no Brasil até 2050. Diante disso, colocar em prática uma Estratégia Nacional de Adaptação implica lidar com desafios que dizem respeito à nossa própria forma de pensar e executar políticas públicas.”⁵



Curitiba projeta parque linear às margens do Rio Barigui
Imagem: Divulgação

⁵ [É adaptando que se faz o caminho - Política Por Inteiro.](#)

Medidas que facilitam a adaptação

A complexidade dos desafios impostos pela crise climática exige a transição de abordagens segmentadas — como as que tratam separadamente abastecimento de água, esgoto e drenagem — para sistemas integrados, capazes de aumentar a capacidade adaptativa.

O compromisso político e a continuidade em todos os níveis de governo aceleram a implementação de ações de adaptação. Para tanto, é necessário a criação de estruturas institucionais, políticas e instrumentos que estabeleçam metas claras e definam responsabilidades e compromissos coordenados entre atores e níveis de governança, que fortaleçam e sustentem as ações. A adaptação precisa, ainda, ser incluída nos orçamentos e no planejamento de políticas institucionais, estruturas de monitoramento e avaliação, e em esforços de recuperação de desastres.

A ampliação do conhecimento sobre riscos, impactos e suas consequências, além das opções de adaptação disponíveis, promove respostas sociais e políticas. A construção de capacidades e a remoção de barreiras para o acesso ao financiamento são fundamentais para acelerar a adaptação, especialmente para grupos, regiões e setores vulneráveis. Mecanismos e financiamentos públicos podem alavancar o financiamento do setor privado para adaptação, abordando barreiras regulatórias, de custo e de mercado, por exemplo, por meio de parcerias público-privadas.

O monitoramento e a avaliação da adaptação são fatores críticos para acompanhar o progresso e possibilitar uma adaptação eficaz. Embora a maior parte do monitoramento da adaptação esteja focada no planejamento e na implementação, o acompanhamento dos resultados é fundamental para avaliar a eficácia e o progresso das ações.

A governança inclusiva, que prioriza a equidade e a justiça social no planejamento e implementação da adaptação, produz resultados mais eficazes e sustentáveis, com respeito às especificidades locais. Além disso, vulnerabilidade e riscos climáticos são frequentemente reduzidos por meio de leis, políticas, processos e intervenções planejados e implementados que abordam desigualdades específicas, como as baseadas em gênero, etnia, deficiência, idade, localização e renda.

Conceitos que farão parte das nossas vidas daqui para frente

Assim como ecologia, ecossistemas e biodiversidade passaram a fazer parte do nosso vocabulário ao nos darmos conta de que estávamos poluindo e degradando nosso ambiente natural, a emergência climática traz também novos conceitos, alguns deles ainda pouco usados, mas que passarão a fazer parte das reportagens, pesquisas e conversas sobre adaptação. Este último, o termo chave ao qual as atenções deverão girar. Conheça alguns deles⁶:

Adaptação

É a redução da exposição e da vulnerabilidade às mudanças climáticas. Em sistemas ecológicos, inclui ajustes por meio de processos ecológicos e evolutivos. Em sistemas humanos, a adaptação pode ser antecipatória ou reativa, além de incremental e/ou transformacional.⁷

Desenvolvimento resiliente

Inclui medidas de adaptação com ações para promover o desenvolvimento sustentável. Envolve mudanças em áreas como energia, urbanização e ecossistemas, com foco em justiça e equidade.

Eficácia

Acontece à medida que uma ação reduz a vulnerabilidade e o risco relacionados ao clima ao mesmo tempo que aumenta a resiliência e evita a maladaptação.

Resiliência

Capacidade de sistemas sociais, econômicos e ecológicos de lidar com um evento, tendência ou perturbação perigosa, respondendo ou se reorganizando de maneira a manter suas funções essenciais, identidade e estrutura, assim como a biodiversidade, no caso de ecossistemas, ao mesmo tempo que mantém a capacidade de adaptação, aprendizado e transformação.

Risco climático

Potencial de ocorrência de consequências adversas (ou impactos) relacionadas ao clima para sistemas humanos ou ecológicos. Os riscos climáticos resultam de interações dinâmicas entre as ameaças relacionadas ao clima e a exposição e a vulnerabilidade dos sistemas humanos ou ecológicos afetados⁸.

Viabilidade

Potencial de uma opção de adaptação ser implementada.

⁶ Outros termos podem ser encontrados no Glossário do relatório Estratégia do Plano Clima - Brasil Participativo

⁷ Ver pág. 7.

⁸ [Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability - IPCC.](#)

Maladaptação

A urgência da crise climática obriga o cuidado com ações de adaptação que podem trazer maus resultados climáticos, incluindo o aumento das emissões de gases de efeito estufa, ou sem redução da vulnerabilidade às mudanças climáticas. Além disso, refere-se a ações que levem a mais desigualdade social ou à redução do bem-estar, no presente ou no futuro.

Na maioria das vezes, a maladaptação é uma consequência não intencional, por isso se tornou uma preocupação crescente. Pode surgir não apenas em ações mal planejadas, mas também a partir de decisões que priorizam resultados de curto prazo em detrimento de ameaças de longo prazo.

Segurança hídrica

A capacidade de garantir água em quantidade e qualidade, e acessível física e financeira para toda a população é um dos princípios da segurança hídrica⁹, mas compreende também proteger as pessoas da poluição hídrica e de desastres relacionados à água, como enchentes.

Além disso, inclui a preservação dos ecossistemas responsáveis pela renovação da água e a garantia de um ambiente de paz e resolução de conflitos na gestão da água.

Água, saneamento e higiene (WASH) resilientes

O termo WASH é o acrônimo de água, saneamento e higiene (em inglês) e também deverá aparecer bastante daqui em diante quando se fala em adaptação. Lançado na COP29, o conceito de WASH resiliente corresponde aos serviços e ações que antecipam, respondem, lidam, recuperam, se adaptam ou se transformam com base em eventos, tendências e perturbações relacionadas ao clima, buscando ao mesmo tempo alcançar e manter o acesso universal e equitativo a serviços gerenciados de forma segura, mesmo diante de um clima instável e incerto. Sempre que possível e apropriado, esses serviços minimizam emissões, melhoram a saúde da população e dão atenção especial aos grupos vulneráveis mais expostos.¹⁰

⁹ Water Security and the Global Water Agenda - UN-Water

¹⁰ Definition of climate-resilient water sanitation and hygiene services - SWA

2

Crise climática e desafios do saneamento básico no Brasil

Vulnerabilidade do setor de saneamento frente à emergência climática

Em 2024, eventos climáticos extremos reforçaram a emergência climática global. No Brasil, o ano foi marcado por inundações no Rio Grande do Sul, uma seca histórica que atingiu quase 60% do território e trouxe estado de escassez hídrica inédito no Brasil, com cinco bacias em seu pior nível: áreas dos rios Xingu, Tapajós, Purus, Madeira e Paraguai enfrentaram cenário nunca registrado antes. Uma proliferação de incêndios cobriu cidades por todo o país.¹¹



Seca no Amazonas.

Imagem: Rafa Neddermeyer/Agência Brasil

A vulnerabilidade do setor de saneamento ficou evidente em várias frentes: racionamento de água em diversas cidades; declarações de escassez hídrica pela Agência Nacional de Águas (como na Região Hidrográfica do Paraguai, em maio); queimadas que comprometeram a qualidade da água; poluição de rios e colapso de sistemas de drenagem urbana durante chuvas intensas.

A falta de chuvas e de água nos rios e córregos também aumentou os riscos à saúde devido a soluções inadequadas de esgotamento sanitário, concentrando dejetos nas margens secas e próximos às casas, com consequente aumento da degradação ambiental em seu entorno. Na cidade de São Paulo, a cor do rio Pinheiros mudou graças ao aumento de algas causado quando o nível de água diminuiu e a concentração de esgoto aumentou.

¹¹ Brasil vive quadro inédito de escassez hídrica – Folha

Por outro lado, as chuvas intensas no Rio Grande do Sul expuseram a falta de preparo do setor: colapsos em drenagem, interrupção de serviços de abastecimento e esgoto, perda de infraestrutura e escassez de água potável nos abrigos.

Esses eventos mostraram como os serviços de saneamento estão expostos e vulneráveis às mudanças climáticas. Grandes desafios de gestão persistem, dificultando o planejamento e a execução de ações preventivas. A ausência de planos integrados, com participação de governos, setores produtivos e sociedade, compromete tanto a resposta às crises quanto a prevenção.

A experiência comprova que prevenir é mais eficiente: cada 1 dólar investido em prevenção economiza 15 dólares em resposta a desastres, segundo a ONU. No entanto, a complexidade do arranjo institucional para a gestão de água potável no Brasil, especialmente em emergências, muitas vezes impede ações coordenadas.

É urgente criar instrumentos para guiar os atores do saneamento na elaboração de planos, protocolos e ações que fortaleçam sua capacidade de resposta e adaptação. Como destacado pela iniciativa Política por Inteiro, “adaptação significa considerar o risco climático como um elemento essencial para decisões coletivas, manejando exposição e vulnerabilidade com ações governamentais eficazes”.¹²

Impactos e riscos para o saneamento básico

As mudanças climáticas afetam todas as etapas da cadeia de serviços de saneamento — coleta, transporte, tratamento e disposição final. Estudos indicam que enchentes, incêndios, secas, deslizamentos de terra, elevação do nível do mar e temperaturas extremas danificam infraestruturas críticas, interrompem serviços e dificultam o acesso ao saneamento seguro.

Consequências diretas incluem paralisações na coleta e tratamento de esgoto, contaminação da água potável e proliferação de doenças como cólera, hepatite A, febre tifoide e poliomielite. As secas prolongadas e a redução da vazão dos corpos d’água resultam em aumento da concentração de esgoto. Em períodos de chuvas intensas e inundações, o saneamento não resiliente pode liberar efluentes contendo nutrientes como nitrogênio e fósforo diretamente no meio ambiente. Isso favorece a eutrofização, desencadeando proliferação de algas tóxicas, prejudicando ecossistemas aquáticos e ameaçando a subsistência de comunidades dependentes dessas águas.

¹² É adaptando que se faz o caminho - Política Por Inteiro

Estudos divulgados pelo Unicef¹³ mostram que, durante um período de chuva intensa e enchentes na Indonésia, houve a contaminação de 90% da água potável das residências por conta da poluição fecal de tanques sépticos não protegidos. Em Basra, no Iraque, pelo menos 118 mil moradores precisaram de atendimento hospitalar em 2018 após beber água contaminada com esgoto e resíduos tóxicos devido a enchentes incomuns e tratamento de água ineficaz.

Embora dados sobre as emissões de gases de efeito estufa relacionadas ao saneamento sejam limitadas, uma avaliação recente em Kampala, em Uganda, estimou que a implementação de saneamento básico representou uma redução de mais de 50% das emissões totais da cidade.



Imagem: Jeff Ackley / Unsplash

Mesmo com dados como esses, é certo que tem sido dada mais atenção a adaptações que ajudam a garantir suprimentos suficientes de água do que ao aumento da capacidade dos sistemas de esgoto e drenagem para se adaptarem a chuvas mais intensas ou à elevação do nível do mar. O setor, porém, deveria desenvolver e promover sistemas de esgotamento sanitário resilientes ao clima que minimizem emissões enquanto trabalham para garantir o acesso universal ao saneamento seguro e adequadamente gerido.

O esgotamento sanitário resiliente ao clima refere-se a sistemas, tanto sem rede de esgoto quanto com rede, serviços e comportamentos que podem sobreviver, funcionar ou se recuperar rapidamente diante de uma série de choques climáticos, estresses crônicos e variações sazonais, garantindo que a matéria fecal seja mantida em segurança ao longo de toda a cadeia de serviços de saneamento, sem contaminar o meio ambiente, emitir gases de efeito estufa ou representar riscos à saúde pública.

Saúde pública em risco

Eventos climáticos extremos exacerbam os riscos relacionados à saúde, água e saneamento (WASH)¹⁴. Estudos apontam que um aumento de 2° C na temperatura média global, em comparação com 1,5° C, amplifica os riscos de secas severas, precipitações intensas e escassez hídrica. Conseqüentemente, há maior ocorrência de surtos de doenças transmitidas pela água, como diarreia e leptospirose, além de impactos na segurança alimentar devido à degradação de ecossistemas aquáticos.

A degradação da qualidade da água, combinada com o aumento dos custos de tratamento, prejudica o acesso de populações vulneráveis à água potável, agravando desigualdades sociais e comprometendo o bem-estar de milhões de pessoas.



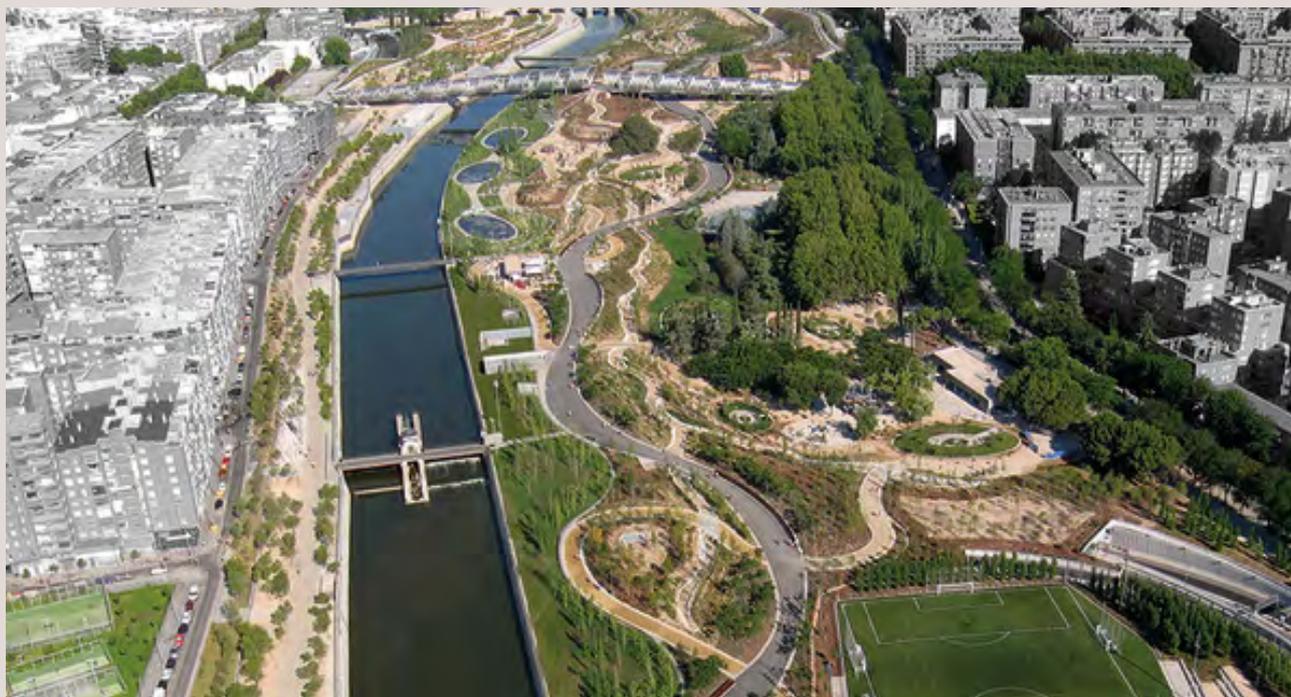
Rua alagada pela enchente no município de Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul.
Foto: Bruno Peres/Agência Brasil

¹⁴ Ver pág. 13.

Saneamento pode reduzir impactos e riscos climáticos

Ações de adaptação têm reduzido os riscos climáticos em diversas áreas, mas a maior parte das atividades documentadas é relacionada à água. Atualmente, pelo menos 170 países e muitas cidades já incluíram a adaptação em suas políticas e processos de planejamento climático. Há, porém, grandes lacunas, especialmente em países de baixa renda.

Cerca de 80% das cidades europeias com mais de 500 mil habitantes possuem planos de mitigação e/ou adaptação¹⁵. Uma pesquisa de cidades com mais de um milhão de habitantes, no entanto, mostrou que 92% das cidades asiáticas, 89% das africanas e 87% das latino-americanas não relataram iniciativas de adaptação¹⁶. Mas, mesmo com a distribuição desigual, o progresso no planejamento da adaptação tem sido observado em todos os setores e regiões, gerando múltiplos benefícios onde foram implementados.



Intervenção urbana transforma margem do rio em área de convívio público em Madri
Imagem: Divulgação

Entre os fatores limitantes dessas ações, sobretudo as relacionadas à água, está o fato da maioria delas focar em riscos imediatos e de curto prazo, o que limita o potencial de adaptações transformadoras. Com isso, muitas das opções adotadas diminuem sua eficácia com o aumento do aquecimento global¹⁷. Além disso, boa parte dos procedimentos são fragmentados, de pequena escala, específicos de um setor, projetados

¹⁵ Reckien et al., 2018.

¹⁶ Araos et al., 2016.

¹⁷ Ver Maladaptação, pág. 13.

para responder aos impactos atuais ou riscos de curto prazo, e mais focados no planejamento do que na implementação.

A parte boa é que, na maioria das regiões, abordagens de adaptação híbridas estão em andamento. Esse tipo de adaptação combina sistemas cinzas (estruturas de engenharia e tecnológicas) com sistemas verdes e azuis (soluções baseadas na natureza ou nos ecossistemas)¹⁸.

A natureza como modelo

As soluções baseadas na natureza utilizam processos naturais para mitigar os impactos das mudanças climáticas, proporcionando múltiplos benefícios para a economia, o meio ambiente e a sociedade. Incluem infraestruturas como parques lineares, telhados verdes e restauração de áreas naturais, como encostas e topos de morros, sistemas também indicados para a adaptação às alterações do clima, por ajudarem a gerenciar a água, reduzir o calor urbano, melhorar a qualidade do ar e aumentar a biodiversidade.

Enquanto os sistemas verdes são baseados em vegetação, como parques e bosques urbanos, telhados verdes e jardins verticais, os azuis envolvem soluções baseadas em corpos d'água e manejo da água, como a restauração de rios e córregos, jardins de chuva e tanques de retenção. São complementares e ajudam a criar ambientes resilientes e sustentáveis, mas precisam ser integrados a soluções estruturais.

Combinação de soluções

Respostas combinadas de adaptação baseadas em ecossistemas e em estruturas vêm sendo desenvolvidas em todo o mundo e podem reduzir os custos de adaptação e contribuir para o controle de inundações, saneamento, gestão de recursos hídricos, prevenção de deslizamentos de terra e proteção costeira. Muitas dessas soluções estão disponíveis para sistemas urbanos, embora sua viabilidade seja limitada pela falta de acesso a capacidade institucional, financiamento e tecnologia. Globalmente, a maior parte do financiamento é direcionado para infraestruturas físicas ao invés de infraestruturas naturais e sociais. Há pouco investimento em assentamentos informais, onde estão os habitantes mais vulneráveis.

A próxima década é considerada decisiva para ações em relação à mitigação e à adaptação às mudanças climáticas e a prioridade deve ser o planejamento de longo prazo integrado à implementação acelerada, para garantir respostas, sobretudo, aos eventos climáticos extremos.

¹⁸ Soluções baseadas na natureza para adaptação em cidades: o que são e por que implementá-las - WRI Brasil

3

Adaptação na prática

Medidas de adaptação para o saneamento: o que precisa (e pode) ser feito

A implantação de serviços básicos, infraestrutura, diversificação dos meios de subsistência e emprego, fortalecimento dos sistemas alimentares locais e regionais, e adaptação comunitária para melhorar a vida e os meios de subsistência, particularmente de grupos de baixa renda e marginalizados, estão entre as medidas de adaptação relacionadas ao saneamento. Estas incluem, ainda, melhorar a retenção natural de água por meio da restauração de áreas úmidas e rios, e o planejamento do uso do solo, como a criação de zonas de proibição de construção ou gestão de florestas para reduzir o risco de enchentes. Essas medidas correspondem a três frentes principais: adoção de uma economia circular (reduzir-remover-reutilizar-reciclar), soluções baseadas na natureza e respostas específicas a inundações.

Reutilização de Esgoto e Dessalinização

Uma economia circular resiliente é fundamental para garantir o acesso à água e ao saneamento, como o tratamento de águas residuais, a dessalinização e o reuso da água como opções de adaptação viáveis.

Economia circular no saneamento

A transição para uma economia circular no saneamento pode aumentar o espaço de adaptação sustentável disponível, saindo do modelo usual de extrair-produzir-usar-descartar para um ciclo fechado conhecido por 4Rs (reduzir-remover-reutilizar-reciclar). Essa abordagem reduz a poluição na fonte, remove contaminantes, reutiliza esgoto tratado e recicla subprodutos como nutrientes essenciais. Estima-se que 380 bilhões de m³ de esgoto sejam produzidos anualmente no mundo, o equivalente a 15% da retirada global de água para agricultura. Reutilizar essa água para fins agrícolas, além de promover a segurança hídrica, contribui para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Recuperação de nutrientes

A reciclagem de resíduos humanos poderia satisfazer 22% da demanda global de fósforo e atender parte significativa da necessidade agrícola por nitrogênio e potássio. Esse reaproveitamento pode contribuir diretamente para a agricultura sustentável e reduzir a necessidade de fertilizantes químicos.

Reutilização para consumo potável e não potável

Com o aumento projetado de descarte de esgoto para 574 bilhões de m³ até 2050, o reúso de esgoto tratado, para consumo potável e não potável, é uma prática essencial para responder à crescente demanda de água, especialmente em regiões urbanas. Essa adaptação, contudo, precisa de rigorosas normas de saúde pública para ser implementada, especialmente para controle de riscos microbiológicos e químicos. Por exemplo, nos Estados Árabes, 11 de 22 países já possuem regulamentações que permitem o uso seguro de água de reúso tratada.

Benefícios econômicos e barreiras

Estudos indicam que os benefícios econômicos da reutilização de esgoto superam os custos, mas existem barreiras técnicas e de percepção pública. A legislação e a conscientização podem reduzir essas barreiras, promovendo a segurança no uso de esgoto tratado para diferentes fins. Uma economia circular resiliente é crucial para promover acesso sustentável à água e ao saneamento em resposta aos desafios climáticos.

Soluções Baseadas na Natureza para Adaptação Relacionada à Água¹⁹

A insegurança hídrica induzida pelas mudanças climáticas faz das soluções baseadas na natureza (SbN) a melhor e mais completa resposta de adaptação, por utilizar processos naturais para aumentar a disponibilidade e a qualidade da água, além de mitigar os riscos associados a desastres relacionados à água, contribuindo para a biodiversidade.

Infraestrutura natural verde e azul

As SbN utilizam ecossistemas naturais e seminaturais, como áreas úmidas, florestas e ecossistemas aquáticos, para gerenciar os recursos hídricos. Ela oferece múltiplos benefícios, como a regulação de enchentes, a melhoria da qualidade da água e o controle da erosão, sendo uma resposta adaptativa de baixo custo e de alta flexibilidade.

Eficiência em sistemas urbanos e rurais

Em áreas urbanas, SbN são particularmente eficazes na gestão de águas pluviais e mitigação de ilhas de calor, por meio de medidas como biovaletas, jardins de chuva e telhados verdes, que aumentam a permeabilidade do solo. A criação de “cidades-esponja”²⁰, por exemplo, é uma medida inovadora que permite que as áreas urbanas absorvam e retenham água das chuvas, reduzindo o risco de enchentes e melhorando a qualidade do ar.

Economia e benefícios adicionais

SbN são mais econômicas, flexíveis e oferecem maiores benefícios sociais e ambientais do que infraestrutura cinza (como barragens e diques). Estudos mostram que SbN para adaptação à água e mitigação de desastres reduzem custos de adaptação, oferecem cobenefícios para a biodiversidade e aumentam a resiliência comunitária.

¹⁹ “A natureza como modelo”, ver pág. 20.

²⁰ “Cidades-esponja na China”, ver pág. 29.

Adaptação a inundações

As inundações, devido ao seu início rápido e força destrutiva (vide o que aconteceu em tão pouco tempo na Espanha, em outubro de 2024), requerem medidas de adaptação específicas.

Medidas não estruturais

Além das infraestruturas físicas, medidas não estruturais, como sistemas de alerta, desempenham um papel essencial na resiliência climática. Esses sistemas incluem monitoramento, previsão e comunicação de desastres, permitindo que as comunidades tomem medidas preventivas antes das inundações. São operações comumente utilizadas em regiões propensas a enchentes, que ajudam a salvar vidas e reduzir danos materiais.

Soluções híbridas

Em resposta aos limites das infraestruturas rígidas, as soluções híbridas (infraestrutura cinza combinada com SbN) estão sendo cada vez mais adotadas. Um exemplo são os sistemas urbanos de drenagem sustentável no qual o controle do escoamento superficial da água é o mais próximo possível do local da precipitação, ao contrário da drenagem das águas pluviais por meio de coletores subterrâneos. Esses sistemas ajudam no escoamento por meio de tecnologias que aumentam a evaporação e evapotranspiração e a infiltração no solo (prioritariamente com áreas verdes), e no armazenamento temporário das águas²¹. Esses sistemas são socialmente aceitáveis, esteticamente agradáveis e contribuem para a biodiversidade.

Infraestrutura rígida

As medidas estruturais, como diques, portões de controle e barragens, são usadas para conter inundações em várias regiões do mundo. Essas infraestruturas são projetadas para controlar o fluxo de água e proteger áreas urbanas de enchentes, mas exigem manutenção frequente, como dragagem e limpeza de canais, para manter sua eficácia.

Moradias resilientes

O desenvolvimento de habitações resistentes a inundações, como casas elevadas e técnicas de construção resistentes a enchentes, é essencial para proteger comunidades vulneráveis. Além disso, criação de espaços abertos, como parques e zonas alagáveis, podem atuar como reservatórios de água durante períodos de enchentes, absorvendo o excesso de água e reduzindo o impacto em áreas residenciais e comerciais.

Planos locais e comunitários para gestão de riscos hídricos

Planos de gestão hídrica no nível municipal e de bacias hidrográficas são fundamentais para reduzir riscos de inundações, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas. Esses planos geralmente envolvem a colaboração entre diferentes níveis de governo e partes interessadas, promovendo o aumento da oferta de água e a gestão de áreas com risco de inundações. Um exemplo é o fortalecimento de políticas que abordam desigualdades sociais agravadas por mudanças climáticas, garantindo que as adaptações beneficiem as comunidades de baixa renda.

²¹ Neto, 2019.

Onde encontrar exemplos de adaptação

Há diversas plataformas sendo construídas e atualizadas onde é possível encontrar soluções de adaptação sendo desenvolvidas em todo o mundo. Elas são importantes repositórios de ideias em desenvolvimento e já testadas que podem servir de inspiração para grande parte dos desafios de adaptação. A seguir, são apresentadas algumas delas com bons exemplos e fáceis de navegar.

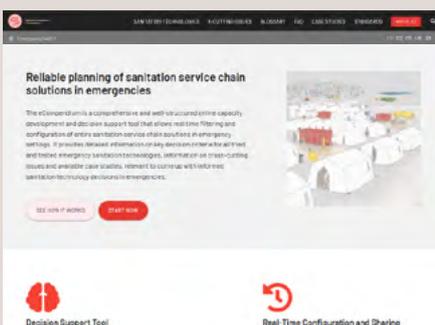
Climate-ADAPT Case study explorer



Parte integrante da *European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT*, parceria entre a Comissão Europeia e a Agência Ambiental Europeia, organiza e disponibiliza informações sobre: cenários climáticos; vulnerabilidades regionais e setoriais; estratégias, planos e ações; estudos de casos; e ferramentas para planejamento de adaptação. Atualmente, inclui cerca de 140 estudos de casos.

[ACESSE O SITE](#)

Emergency WASH Knowledge Portal - eCompendium of Sanitation Technologies in Emergencies



Desenvolvido pela Rede WASH Alemã e pela Eawag, com o apoio financeiro do Ministério Federal dos Negócios Estrangeiros da Alemanha e da Agência Suíça para o Desenvolvimento e Cooperação, é uma ferramenta on-line fácil de usar para desenvolvimento de capacidades para soluções de saneamento em ambientes de emergência. Colabora para tomada de decisões por meio de filtragem e configuração em tempo real de soluções de toda a cadeia de serviços de saneamento em ambientes de emergência. Fornece informações detalhadas sobre os principais critérios de decisão para tecnologias de saneamento de emergência experimentadas e testadas, informações sobre questões transversais e estudos de caso disponíveis, relevantes para tomar decisões informadas sobre tecnologias de saneamento em emergências. Os casos são estruturados na plataforma Octopus.

[ACESSE O SITE](#)

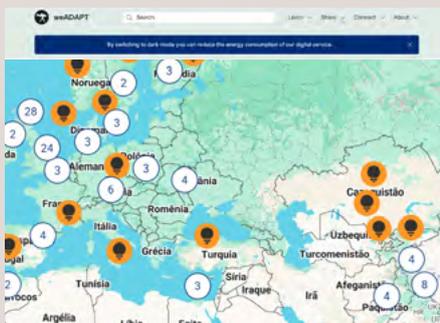
Octopus



Destinado a profissionais de saneamento, o Octopus é uma plataforma colaborativa. Pretende ser um espaço de conhecimentos e orientação para o desenvolvimento de projetos e tomada de decisões na implementação de respostas a emergências ligadas a área de esgotamento sanitário.

[ACESSE O SITE](#)

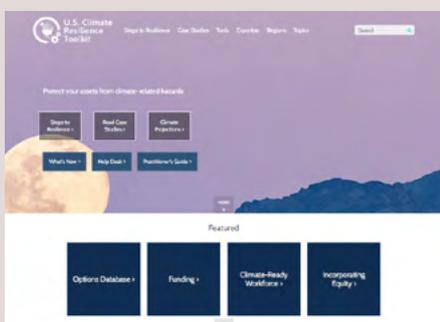
WeAdapt



Lançado pelo Stockholm Environment Institute (SEI), em 2007, o weADAPT é uma das primeiras plataformas e redes colaborativas do mundo para a adaptação às mudanças climáticas. Reúne uma comunidade dinâmica e global de mais de 7.000 usuários e cerca de 5.000 organizações, todas envolvidas em investigação, políticas e práticas de adaptação. Traz um mapa que organiza casos sobre adaptação de forma geral, sendo segurança hídrica um dos temas.

[ACESSE O SITE](#)

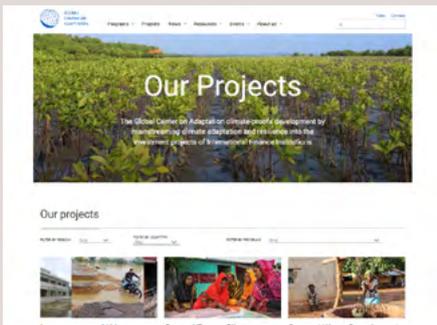
U.S. Climate Resilience Toolkit



Iniciativa do Programa de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais dos Estados Unidos, o site é projetado para ajudar a encontrar e usar ferramentas, informações e conhecimentos especializados para construir resiliência climática. O objetivo é melhorar a capacidade de gerenciamento de riscos e oportunidades relacionados com o clima, aumentando a resiliência a eventos extremos. É gerenciado pelo Escritório do Programa Climático da NOAA e hospedado pelo Web Operation Center da NOAA.

[ACESSE O SITE](#)

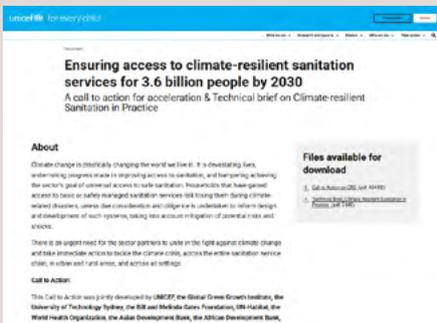
Ensuring access to climate-resilient sanitation/Unicef



Relatório técnico do Unicef com vários estudos de caso de medidas de adaptação para o setor de esgotamento sanitário. O objetivo é acelerar as ações voltadas para a adaptação do setor. Traz, ainda, um resumo técnico sobre o saneamento resiliente ao clima na prática.

[ACESSE O SITE](#)

Global Center on Adaptation - Knowledge center Projects and practice



O Centro Global de Adaptação busca o desenvolvimento por meio da integração da adaptação e da resiliência climáticas nos projetos de investimento das instituições financeiras internacionais. Reúne projetos financiados por diversos fundos para o clima, em especial na África.

[ACESSE O SITE](#)

Metrópole em adaptação: o caso de Nova York²²

Nova York foi uma das primeiras metrópoles mundiais a começar um ousado plano de adaptação às mudanças climáticas, com o lançamento, em 2007, do PlaNYC, um plano com dez metas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e aumentar a resiliência da cidade aos riscos climáticos até 2030. Entre as metas estavam: a criação de casas mais acessíveis e sustentáveis para mais um milhão de habitantes previstos para a cidade no período; garantir que todos os novaiorquinos tenham pelo menos um parque ou área verde a uma distância de, no máximo, dez minutos de caminhada; limpar todos os terrenos contaminados da cidade; garantir a qualidade e confiabilidade do sistema de abastecimento de água; reduzir o consumo e tornar os sistemas de energia mais limpos e confiáveis; ter a melhor qualidade do ar entre as grandes cidades estadunidenses; reduzir em 75% os resíduos sólidos dispostos em aterros; expandir o transporte público sustentável e diminuir os congestionamentos.



Mais de 25 agências municipais trabalham para tornar Nova York resiliente às mudanças climáticas
Imagem: Canal do Youtube NYC Mayor's Office

O plano reuniu mais de 25 agências municipais para trabalhar em prol da visão de uma Nova York mais verde e quase dois terços de seus marcos já foram alcançados, incluindo mais de um quarto da população com acesso a parques e áreas verdes próximos e mais de 500 mil árvores plantadas.

²² PlaNYC direciona Nova Iorque para um futuro sustentável - ICS; PlaNYC - A greener, grater New York

Cidades-esponja na China

Uma cidade-esponja é aquela com capacidade de deter, limpar e infiltrar águas usando soluções baseadas na natureza. Para entrar nessa categoria, uma cidade precisa encontrar soluções que ajudem a absorver as águas de chuva, seja em áreas livres ou construídas. Essas águas vão recarregar os aquíferos e lençóis freáticos, enquanto o excedente de chuva escorre para áreas possíveis de serem alagáveis²³.

Várias cidades pelo mundo têm aderido a elementos característicos de cidades-esponja, como Nova York, nos Estados Unidos, Berlim, na Alemanha, Copenhague, na Dinamarca, Bangcoc, na Tailândia. Mas a grande referência mundial é a China, com 16 cidades adaptadas a esse conceito, incluindo metrópoles como Pequim e Xangai, além de mais de 250 cidades com projetos usando os mesmos princípios.

O país passou a investir nesse tipo de intervenção urbanística a partir de 2012, quando uma grave enchente matou cerca de 80 pessoas em Pequim. Atualmente, a capital chinesa possui uma área de 150 hectares criada para absorver a água pluvial e evitar que tragédias semelhantes se repitam. Outras cidades do país que passaram por intervenções desde então são Xangai, Zhoushan, Suzhou Xi'na e Jinhua. A cerca de 350 km de Xangai, esta última com algumas das mais belas construções seguindo esses conceitos e uma das vitrines chinesas com seus enormes parques com passarelas suspensas e solo alagável.²⁴



Grandes áreas verdes inundáveis são uma das principais características das cidades-esponjas
Imagem: Turenscape/Divulgação

²³ Observatório de Inovação para Cidades - OICS

²⁴ [O que é uma Cidade-esponja e como ela funciona para evitar enchentes? - National Geographic Brasil;](#)
[Cidades-esponja na China e no resto do mundo: saiba onde essas metrópoles inteligentes já existem - National Geographic Brasil](#)

Uma das causas desse protagonismo é o paisagista chinês Kongjian Yu, professor da Universidade de Pequim, criador do conceito de cidades-esponja. Pelo pioneirismo, ele recebeu, em 2020, o prêmio Sir Geoffrey Jellicoe, da Federação Internacional de Arquitetos Paisagistas, e, em 2023, o Prêmio Internacional de Arquitetura Paisagística Cornelia Hahn Oberlander. Ao perceber o avanço da infraestrutura cinza, com o aumento do concreto nas cidades (canalizando rios e impermeabilizando grandes áreas), Yu passou a praticar um urbanismo que privilegia a natureza para lidar com enchentes, priorizando grandes áreas alagáveis e presença de vegetação nativa. Isso torna as cidades uma espécie de esponja, com capacidade para receber inundações deixando a água escoar lentamente.²⁵

Entre as medidas que tornam uma cidade-esponja estão: a criação de áreas verdes como parques alagáveis; a reconstrução das margens dos rios, com a retirada de concreto e replantio de matas ciliares; implementação de jardins de chuva ou áreas verdes espalhadas pela cidade; criação de telhados verdes, para reduzir a taxa de escoamento da chuva; introdução de tecnologias de pavimentação permeável, para também absorver a água.²⁶

Para o arquiteto chinês, “as enchentes não são inimigas e podemos ser amigos delas usando sabedoria ancestral”. Yu preconiza que muros de contenção são uma ameaça, por funcionarem como uma barreira que impede a água de retornar para o leito dos rios durante transbordamentos, assim como a canalização e retificação de rios, que aumentam a velocidade do fluxo da água ao invés de retardá-la.²⁷

A hora é agora

Os exemplos de Nova York e da China e outros locais, inclusive no Brasil, mostram que nos adaptar às mudanças climáticas não é simples, mas possível. Além de recursos, são necessários vontade política, estudos e ideias, aliás muitas ideias novas e inovadoras. Não é necessário, porém, reinventar a roda. Grande parte do que precisamos é conhecido e vem sendo aplicado, como mostram as plataformas elencadas neste documento. Dar escala a iniciativas de adaptação que envolvam os setores de água, esgoto e drenagem e garantir que beneficiem principalmente a parte mais vulnerável da população nos fará dar o grande salto nesse sentido. O saneamento, em suas diversas formas, é uma das áreas mais urgentes para garantir a resiliência em um planeta que deve beirar os 10 bilhões de habitantes em poucas décadas em um ambiente instável.

²⁵ Chinês criador das cidades-esponja diz que Brasil pode ser referência - Agência Brasil

²⁶ O que é uma Cidade-esponja e como ela funciona para evitar enchentes? - National Geographic Brasil

²⁷ Chinês criador das cidades-esponja diz que Brasil pode ser referência - Agência Brasil



Adaptação e Saneamento



INSTITUTO ÁGUA
E SANEAMENTO